



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento mecánico estructural del concreto con
caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados,
Jicamarca- SJL- Lima

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Diestra Julca, Pablo (orcid.org/0000-0001-9326-4627)

ASESOR:

Mg. Escalante Contreras, Jorge (orcid.org/0000-0002-3390-6998)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL
UNIVARSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, padre, hermanos y hermana que son mi impulso de superación personal y siempre están dispuestos a apoyarme en todo lo que me proponga.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis familiares que me brindaron su apoyo incondicional durante todo mi proceso académico dándome ánimos y alientos para seguir adelante perseverando para no rendirme.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESCALANTE CONTRERAS JORGE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis del comportamiento mecánico estructural del concreto con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima", cuyo autor es DIESTRA JULCA PABLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 18 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESCALANTE CONTRERAS JORGE DNI: 28286636 ORCID: 0000-0002-3390-6998	Firmado electrónicamente por: JOESCALANTEC el 21-12-2023 22:02:15

Código documento Trilce: TRI - 0655804



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, DIESTRA JULCA PABLO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis del comportamiento mecánico estructural del concreto con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima", 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
DIESTRA JULCA PABLO DNI: 75161027 ORCID: 0000-0001-9326-4627	Firmado electrónicamente por: DDIESTRAJU el 22-12- 2023 21:44:13

Código documento Trilce: INV - 1447284

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS.....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Relación de agua/cemento según el porcentaje de caucho reciclado incluido en la mezcla.....	6
Tabla 2.- Limites de consistencia del terreno.....	17
Tabla 3.- Trabajabilidad obtenida de la mezcla a través del cono de Abrams.....	23
Tabla 4.- Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de curado.....	24
Tabla 5.- Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de curado.....	25
Tabla 6.- Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días de curado.....	26
Tabla 7.- Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado.....	27
Tabla 8.- Resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la flexión.....	28
Tabla 9.- Datos de línea tendencia de resistencia a la compresión.....	28
Tabla 10.- Datos de línea tendencia de resistencia a la flexión.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Resistencia a la compresión según porcentaje de caucho reciclado.....	7
Figura 2.- Llantas en desuso para reutilizar en el proyecto.....	8
Figura 3.- Llantas recicladas en desuso enteras.....	8
Figura 4.- Caucho reciclado en mm para usarlo en los ensayos.....	9
Figura 5.- Calicata – 1.....	16
Figura 6.- Perfil estratigráfico del terreno.....	17
Figura 7.- Gráficos obtenidos del ensayo de corte directo.....	18
Figura 8.- Gráficos obtenido del ensayo de C.B.R.....	18
Figura 9.- Curva granulométrica del agregado fino.....	19
Figura 10.- Curva granulométrica del caucho como agregado fino.....	20
Figura 11.- Probetas para ensayos de resistencia a la compresión.....	20
Figura 12.- Probetas cilíndricas sometidas a vibración en mesa vibradora	21
Figura 13.- Slump del concreto patrón.....	21
Figura 14.- Slump del concreto con caucho 3%.....	22
Figura 15.- Slump del concreto con caucho 4%.....	22
Figura 16.- Slump del concreto con caucho 5%.....	23
Figura 17.- Encofrado de probetas para ensayos de resistencia a la flexión.....	24
Figura 18.- Resistencia a la compresión de probetas a los 7 días de curado.....	24
Figura 19.- Resistencia a la compresión de probetas a los 14 días de curado....	25
Figura 20.- Resistencia a la compresión de probetas a los 21 días de curado....	26
Figura 21.- Resistencia a la compresión de probetas a los 28 días de curado....	27
Figura 22.- Línea tendencia de resistencia a la compresión.....	32
Figura 23.- Línea tendencia de resistencia a la flexión.....	33

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo Determinar cómo afecta la incorporación de caucho reciclado en el mejoramiento del comportamiento mecánico estructural en losa industrial utilizando una metodología de investigación tipo aplicada, contando con un diseño experimental en el cual se utilizaron 24 probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a la compresión y 2 probetas rectangulares para el ensayo de resistencia a la flexión obteniendo como resultado que la incorporación de caucho si influye considerablemente en el comportamiento estructural del concreto y generando las siguientes conclusiones el concreto patrón llego a una resistencia a la compresión máxima de 220 kg/cm² mientras que el concreto con caucho reciclado solo llego a un máximo de 102 kg/cm².

Por otro lado con respecto a la resistencia a la flexión no hubo tanta disminución con respecto a los resultados obtenidos siendo 20.7kg/cm² y 14.9kg/cm² del concreto patrón y caucho reciclado respectivamente generando expectativa sobre su futuro en las obras civiles de infraestructura vial y otros rubros que pueda ser aplicado como losas industriales para vehículos pesados, a su vez también indicar que la trabajabilidad del concreto incremento positivamente al aumentar la proporción de caucho reciclado el cual sería un punto de partida.

Palabras clave: Caucho reciclado, losa industrial, comportamiento mecánico estructural del concreto, vehículos pesados.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine how the incorporation of recycled rubber affects the improvement of structural mechanical behavior in industrial slabs using an applied research methodology, with an experimental design in which 24 cylindrical specimens were used for the resistance test. compression and 2 rectangular specimens for the flexural strength test, resulting in the incorporation of rubber considerably influencing the structural behavior of the concrete and generating the following conclusions, the standard concrete reached a maximum compressive strength of 220 kg/cm² while concrete with recycled rubber only reached a maximum of 102 kg/cm².

On the other hand, with respect to the flexural resistance, there was not much decrease with respect to the results obtained, being 20.7kg/cm² and 14.9kg/cm² of the standard concrete and recycled rubber respectively, generating expectations about its future in civil works of road infrastructure. and other items that can be applied such as industrial slabs for heavy vehicles, in turn also indicating that the workability of concrete increased positively by increasing the proportion of recycled rubber which would be a starting point.

Keywords: Recycled rubber, industrial slab, structural mechanical behavior of concrete, heavy vehicles.

I. INTRODUCCIÓN

Con el transcurso del tiempo la contaminación que han generado las actividades cotidianas de las personas es un problema preocupante pero que realmente no le dan la importancia que este amerita como el caso de las llantas en desuso; dicho problema se fue agravando a medida que pasa el tiempo por el crecimiento poblacional y la ocupación demográfica que ponen en riesgo el entorno que habitamos llegando incluso a generar enfermedades que afectan la seguridad y la salud de los habitantes; la urbanización requiere mejores servicios de saneamiento básico, transporte público, atención médica e infraestructura urbana; estos aspectos no se pueden dejar de lado si queremos brindar una buena calidad de vida a los ciudadanos (Franco, 2012, p. 3). La degradación de caucho en neumáticos puede demorar un tiempo aproximado de 100 años en degradarse, lo que implica un alto índice de contaminación si consideramos todos los neumáticos que se encuentran en desuso en nuestro país y el mundo que ponen en riesgo el entorno que habitamos; a su vez si consideramos que los componentes tradicionales que constituyen el concreto como el agregado fino y grueso en algún punto llegarán a escasear al ser materiales finitos y no renovables entonces partimos de la problemática general que denota si ¿El caucho reciclado como agregado fino mejora la resistencia a la compresión?

Por lo tanto en la actualidad investigar y crear alternativas para disminuir la contaminación ambiental es imprescindible porque conlleva a mejorar el estado ambiental en el que vivimos, en ese sentido el ámbito de la construcción también genera contaminación en las diferentes partes del proyecto como en la empleabilidad del concreto por lo cual integrar material reciclado en proporciones que no afecte el concreto y que en su lugar mejore sus propiedades mecánicas y estructurales como la resistencia a la flexión y compresión sería un gran aporte a la sociedad y el medio ambiente. Para Ghaly y Cahill (2005 p. 7), “Las partículas de

caucho pueden usarse para reemplazar una porción de los agregados finos en una mezcla de concreto”. Entonces es posible la integración del caucho en desuso triturado sin afectar el comportamiento mecánico estructural si es tratado como un agregado.

El caucho en desuso puede generar una variedad de contaminaciones ambientales, ya que este material tarda en degradarse y puede acumularse en distintos lugares; en el caso de los neumáticos en desuso, el caucho puede ser una gran fuente de contaminación al liberar partículas microscópicas en el aire al desgastarse, afectando la calidad del aire y generando problemas respiratorios. Además, los neumáticos pueden ser un espacio propicio para el empozamiento de agua pluvial, lo que puede generar criaderos de mosquitos y otros insectos que pueden transmitir enfermedades, también pueden contaminar el suelo y el agua, ya que los químicos y metales presentes en el caucho se pueden disolver y filtrarse al suelo y al agua subterránea. Por lo tanto, es importante reciclar adecuadamente el caucho en desuso para minimizar estos impactos ambientales negativos. Según la investigación de Liu, Wang, Jiao y Sha para utilizar el caucho en el concreto sostiene al respecto:

“Con el fin de minimizar la pérdida de resistencia causada por la introducción de caucho granulado en el hormigón, se utilizó un tratamiento superficial previo de las partículas de caucho mediante modificadores, (..) introdujo partículas de caucho después de un tratamiento de remojo en agua en la mezcla, lo que mejoró significativamente la resistencia mecánica del hormigón de caucho granulado” (2016, p. 2).

Entonces teniendo esa información en cuenta se pudo interpretar que el ámbito de la construcción puede aportar con la reutilización del caucho en lugar de solo dejarlo desintegrarse generando contaminación ambiental además esta propuesta de losa industrial posteriormente podría emplearse en pavimento rígido ya que cumplen con un principio similar el cual es su construcción sobre terreno natural.

El proyecto de investigación se generó a partir de las consecuencias que se pueden generar con la contaminación del caucho en desuso y la escasez futura de áridos

naturales, por lo tanto, al generar una alternativa para su reciclaje en obras civiles al aplicarlo en el concreto para losas industriales generaríamos un impacto positivo en el medio ambiente.

Por lo antes indicado se crea la necesidad de realizar el Análisis del Comportamiento Mecánico Estructural del Concreto al Aplicar Caucho Reciclado en Losas Industriales en San Juan De Lurigancho 2023, para contribuir en la disminución de contaminación generada por el caucho en desuso en el Perú y el consumo eficiente de los recursos naturales como lo son el agregado fino y grueso teniendo como objetivo general Determinar cómo afecta la incorporación de caucho reciclado en la resistencia a la compresión del concreto en losa industrial; y como objetivos específicos Analizar cómo influye la dosificación y la proporción de caucho reciclado en el comportamiento mecánico estructural del concreto; Analizar cómo influye en la trabajabilidad del concreto al agregarle caucho reciclado; Analizar cuánto influye en la resistencia a la flexión del concreto al utilizar caucho reciclado. Generando así la hipótesis general del proyecto de investigación que sería El caucho reciclado mejora la resistencia a la compresión del concreto.

En ese sentido tenemos como hipótesis específicas La dosificación es alterada en gran medida al sustituir el agregado fino por caucho reciclado; La trabajabilidad del concreto mejora al utilizar caucho reciclado; La resistencia a la flexión mejora al agregar caucho reciclado a la mezcla.

Además teniendo en cuenta que un pavimento rígido y una losa industrial siguen el mismo principio porque el pavimento de concreto generalmente se construye sobre una base granular en un piso industrial. La losa de concreto y la subbase de este pavimento se colocan sobre el suelo de fundación, conocido como subrasante. (Salsilli, 2018, p. 13) Por lo tanto, si se obtiene unos resultados favorables se puede emplear en pavimentos y losas industriales de igual manera y desarrollar tanto el ámbito de infraestructura vial como en el ámbito industrial y afines dedicados a la producción.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tengo a Gonzalez (2017, p. 47), el cual en su tesis propuso la utilización del caucho reciclado granulado para aplicarlo en concreto permeable para utilizarlo en estacionamientos vehiculares en Guatemala, cuyo propósito era evaluar el comportamiento del concreto en su resistencia a la compresión y flexión al haberle añadido el grano de caucho.

También están Perez y Arrieta (2017, p. 14), que en su tesis realizaron estudios para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% realizando una comparativa con una mezcla tradicional de concreto en de 3500 psi en Bogotá-Colombia.

Ademas Syed *et al.* (2019, p. 17), que en su investigación mencionan que si se desean emplear agregados reciclados en el concreto se podría realizar con diferentes tipos y técnicas de tratamiento tales como carbonatación, inmersión en ácido acético, inmersión en ácido acético con frotamiento mecánico, inmersión en ácido acético con carbonatación e inmersión en cal con carbonatación.

A su vez tengo como antecedentes nacionales a Flores y Aguila (2018, p. 70), que en su tesis se analizó la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² adicionando caucho reciclado para aplicarlo en estructuras de albañilería confinada, Lima 2018. En el cual utilizaron el tipo de investigación Descriptivo-Experimental. Por otro lado, la población estaba constituida por 36 probetas para generar un análisis representativo con los cuales se llegó a la conclusión de que, para estructuras de albañilería confinada, la resistencia del concreto se mantiene en un porcentaje bajo al agregar caucho.

También esta Osorio (2021, p. 79), en su investigación diseño un pavimento rígido mediante el uso del concreto estructural con fibra de caucho, avenida Lima, Lurin, 2021. En el cual utilizaron un diseño de investigación experimental de nivel cuantitativo. Donde desarrollaron un concreto convencional y tres concretos de estudio agregando fibras de caucho en porcentajes del 5 %, 10 % y 15 % del peso del cemento. También realizaron ensayos de compresión y flexión; descubrieron

que el asentamiento, al agregar más fibras de caucho, mejora la trabajabilidad, pero la temperatura disminuye.

Igualmente, Ryder (2021, p. 74), en su investigación propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho para el diseño de pavimento rígido en el cual fue utilizado un diseño de investigación experimental de nivel cuantitativo utilizando las proporciones de 5% y 10% de caucho en la mezcla obteniendo así que el concreto con 5% demuestra mejores resultados que el de 10% en resistencia a la compresión y obteniendo mayor resistencia a la flexión con el concreto con 10% de caucho.

Para mis bases teóricas empecé definiendo la variable dependiente Aplicación de caucho reciclado en el cual para mi proyecto utilizare principalmente llantas en desuso para aplicarlo en el concreto, para Torres, (2014, pág. 15) siendo estos esencialmente un material reciclado después de completar su ciclo de vida útil

La definición de mi variable Independiente Comportamiento mecánico estructural del concreto, para Hermes (2014, p. 25) se refiere a la manera en que un organismo reacciona ante la implementación de una serie de intervenciones externas; estas intervenciones suelen ser fuerzas externas aplicadas a los componentes para que ejecuten las funciones para las cuales fueron diseñados. Por lo tanto, analizaré los cambios que se generen la variable manipulada a través de ensayos de laboratorio.

Las losas industriales están diseñadas para soportar cargas pesadas y proporcionar una superficie plana y estable para maquinaria y equipos. También se utilizan para crear plataformas de almacenamiento, pisos de fábricas y áreas de trabajo. Las losas industriales son comunes en distintos ámbitos de la ingeniería civil y otros ámbitos como la construcción, la manufactura y la logística. Para el caucho reciclado se puede utilizar para la construcción de pavimentos y concretos para edificaciones y vías. Además de los importantes beneficios ambientales y económicos, el uso de desechos de caucho en este tipo de aplicaciones. (Peláez Velásquez y Giraldo, 2017, p. 10) Entonces es factible utilizar caucho reciclado en el concreto si nos enfocamos en los aspectos ambientales y económicos porque al disminuir proporcionalmente los agregados para adicionar el caucho por consecuencia disminuirían los costos.

Las losas industriales son generalmente usadas en espacios de almacenamiento o procesos industriales como fabricas con el constante movimiento de vehículos pesados encargados de transportar los productos, Diseñar sobre el terreno las losas, también conocidas como placas de contrapiso, para pisos industriales a menudo incluye losas para las cargas de tráfico generadas por vehículos y montacargas, siendo estas últimas las más importantes. (CAMERO, 2007 p. 2).

Entonces usar caucho reciclado para elaborar estas losas promoverían a su vez el desarrollo del sector industrial generando puestos de trabajo para los pobladores. Pero para ello debemos tener bien identificado las proporciones que deban ser utilizadas para su correcto funcionamiento como se muestra en la siguiente tabla de relación agua/cemento con respecto al porcentaje de caucho reciclado aplicado realizada por unos investigadores.

Tabla 1. *Relación de agua/cemento según el porcentaje de caucho reciclado incluido en la mezcla.*

Average maximum compressive stress of concrete				
Rubber (%)	Age (d)	w/c = 0.47	w/c = 0.54	w/c=0.61
0	1	14.1	10.9	8.5
0	7	22.2	17.7	14.4
0	14	23.7	17.9	15.1
0	21	30.9	23.9	13.5
0	28	30.1	25.8	12.6
5	1	11.2	5.7	6.6
5	7	18	15.9	12.9
5	14	19.3	16	12.4
5	21	20.9	19.3	15.7
5	28	22.3	20.2	13.8
10	1	9.5	6	4.1
10	7	16.4	9.4	8.8
10	14	15.2	9	8.4
10	21	16	13.2	10.7

10	28	15.8	13.4	8.3
15	1	5.6	3.1	2.6
15	7	9.6	9	6
15	14	11.2	6.8	4.9
15	21	12.5	12	6.4
15	28	12.3	10.4	5.4

Fuente: Ghaly y Cahill 2005.

Para determinar si es factible o no utilizar esta variación del concreto se deben realizar ensayos de laboratorio pertinentes que demuestren su correcto funcionamiento en obra. Según trabajos y ensayos de laboratorios previos la mayor resistencia a la compresión obtenida del concreto (218.452 Kg/cm²) es del 5% de caucho, a los 28 días. (Farfan y Leonardo, 2018, p. 9)

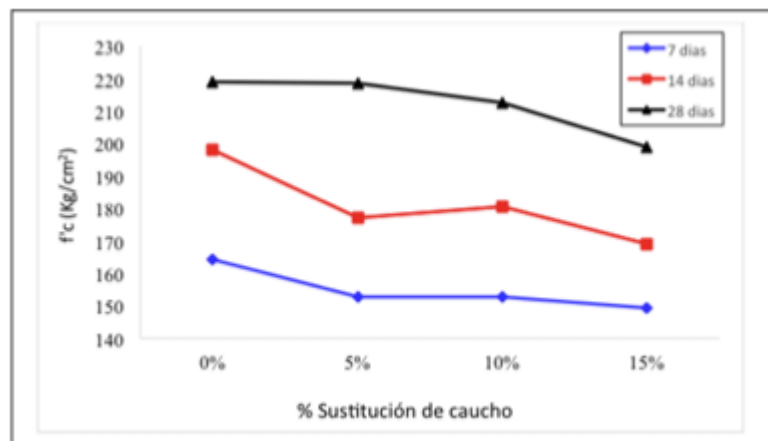


Figura 1. Resistencia a la compresión según porcentaje de caucho reciclado.

FARFAN Y LEONARDO 2018

Debemos tener claro que las proporciones y el tamaño del caucho reciclado obtenido de las llantas en desuso tendrán una relación directa con los resultados que se obtengan y para ello es fundamental obtener dichas llantas; por mi parte encontré una reencauchadora que me podría facilitar algunas llantas que ya no podrán utilizarlas para ninguna acción pero que si mi proyecto esta bien desarrollado y fundamentado por los ensayos respectivos se generaría un nuevo

uso para este caucho y que no termine en un estado de abandono y putrefacción en las diferentes partes del país.



Figura 2. Llantas en desuso para reutilizar en el proyecto

Fuente propia



Figura 3. Llantas recicladas en desuso enteras

Fuente propia

Para Yunchao, Wanhui, Zheng, Yumei, Shuhong, Junbo, (2021, p. 11), “Hay un ligero aumento en la tenacidad inicial a la fractura a temperatura ambiente con un aumento de menos del 4% en el contenido de caucho” Entonces podemos deducir

que la proporción de caucho menos es más favorable para mantener las propiedades mecánicas del concreto.

Por lo tanto, al aplicar caucho reciclado como parte proporcional de los agregados tenemos que adicionarlo en trozos pequeños como mencionan MHAYA, ABIDIN, SARBINI y ISMAIL (2019, p. 2), “Dos tipos de TAs con tamaños granulares de 1 a 4 mm (llamados agregados finos) y de 5 a 8 mm (llamados agregados gruesos) se utilizaron como materia prima” siendo Tas agregados de neumáticos en tamaños que puedan ser incluidos como una parte de los agregados para emplearlos en el concreto.

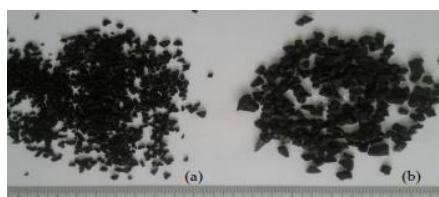


Figura 4. Caucho reciclado en mm para usarlo en los ensayos

MHAYA, A., ABIDIN, A., SARBINI, N. y ISMAIL, M. 2019

También es necesario tener en cuenta que los agregados convencionales no son ilimitados lo que genera una preocupación en el ámbito de la construcción, pero como mencionan BUSIC, MILICEVIC, DOKSANOVIC y GRUBISIC al respecto:

El hecho de que aproximadamente el 70 % de la masa de hormigón sea de fino y grueso agregados es una oportunidad para un estudio exhaustivo del impacto del uso de caucho reciclado como un material alternativo a los áridos naturales (2023 p. 1).

Entonces generar alternativas de nuevos potenciales agregados es más que importante porque prolongaríamos la durabilidad de los agregados convencionales existentes al disminuir su uso proporcional en diferentes tipos de obras.

Para Ke-Xian, Yong-Jian, Hua-Ming, Zhan-Biao, Yong-Chang, Gai, Shu-Hua y Xue-Wei en su investigación mencionan que:

Agregaron fibra de acero reciclada y polvo de caucho de llantas de desecho a las mezclas de los amigables con el medio ambiente concreto

de alta resistencia (E-HSC), que consistió principalmente en la matriz cementosa, agregados y aditivos, y fibras de acero. (2023 p. 3)

Partiendo de dicha premisa las llantas recicladas al agregarlas al concreto estamos creando una mezcla de concreto eco-amigable que puede llegar a contrarrestar gran parte de la contaminación que generan estas mismas llantas en desuso que por lo general son tiradas en cualquier lado al no tener un punto de acopio para un posterior uso.

Una de las maneras con la cual se midió si efectivamente el caucho reciclado incorporado al concreto afecta su resistencia a distintos tipos y magnitudes de carga fue mediante la prueba de capacidad de carga a compresión en laboratorio “este estudio proporciona resultados más significativos durante el primer tercio de aplicación de carga de las pruebas” (Silva y Antunes, 2021, p. 10). Entonces es fundamental realizar la praxis de los ensayos de laboratorio en la brevedad posible siempre recolectando la información obtenida de estos por su importancia en el proyecto.

Es aconsejable llevar a cabo estudios sobre la resistencia a la flexión del concreto al incorporar caucho reciclado por los beneficios que puede llevar consigo (Abanto y Tantalean, 2020, p. 48). Generar conocimiento del comportamiento del concreto con un nuevo agregado es esencial para su futuro uso teniendo datos concisos en lo que se debe o no realizar durante el proceso.

El uso de este material reciclado tiene como finalidad disminuir su impacto ambiental y a su vez reducir la demanda de agregados naturales, pero teniendo en cuenta las propiedades del concreto al emplearlo en una losa industrial o pavimento rígido por lo cual la sustitución del agregado convencional debe empezar lo antes posible y no llegar al punto de escasez de los recursos naturales no renovables como lo son los agregados del concreto (Castillo, 2020, p. 80).

El pavimento rígido o losa industrial están diseñados para transmitir las cargas producidas por vehículos pesados y distribuirlas de tal manera que no generen fallas en el concreto al menos durante el periodo de diseño, las losas industriales están conformadas principalmente por la subbase, base y capa de rodadura (Lima y Lima, 2020, p. 11).

Estos componentes del pavimento permiten la correcta transitabilidad de los diferentes tipos de vehículos, entre ellos los pesados de manera eficiente y cómoda para los conductores y usuarios de la misma (Vega, 2022, p. 13).

Incorporar el caucho favorece la distribución de cargas en el pavimento lo cual indica un comportamiento favorable por parte del agregado reciclado permitiendo o dando pase a su posible uso en el desarrollo de la infraestructura vial (Tucto, 2022, p. 8).

La resistencia obtenida en el pavimento tiene mejores resultados al utilizar proporciones menores a 1% y a su vez teniendo una buena trabajabilidad (Campos y Rodrigo, 2022, p. 56), entonces utilizar caucho dentro del concreto tiene una gran cantidad de posibilidades al poder manipular la proporción en la que este será adicionado o sustituido con respecto al agregado convencional.

Las diferentes etapas de ensayos que se realizan a las probetas de concreto deben cumplir con la normativa que indica +7 días para sus respectivos ensayos (Ryder, 2021, p. 46), teniendo ello en cuenta se procedió a determinar las 4 etapas en las cuales las probetas serian sometidas a compresión siendo a los 7, 14, 21 y 28 días de curado respectivamente.

La sustitución de 2% de caucho granulado obtuvo las mismas características que el concreto convencional (Saico, 2022, p. 103) por lo cual seguir investigando las proporciones en sustitución o adición en el concreto traerá consigo resultados positivos para el uso de este material reciclado en obras de infraestructura vial de tránsito normal o vehículos pesados.

Los aditivos pueden mejorar el comportamiento mecánico estructural del concreto al aplicarle caucho reciclado entre ellos están los aditivos plastificantes ya que no produce ninguna corrosión y solo debe modificarse la dosificación (Requejo y Villanueva, 2021, p. 12) Utilizar aditivos en el concreto con caucho reciclado puede ayudar a obtener mejores resultados lo cual da pie a más investigaciones que quieran adentrarse en el tema.

Existen diversas maneras y métodos para poder utilizar el caucho reciclado dentro del concreto siendo una de ellas el polvo de caucho que al adicionar el 9% en la

mezcla logró una resistencia a la compresión superior en comparación con el concreto estándar. (Lopez, 2022, p. 34).

También es necesario comprender que el concreto tiene un comportamiento que depende de sus componentes y la exposición a agentes externos a los cuales estos puedan estar sometidos de manera directa o indirecta por lo cual se requiere calcular las propiedades mecánicas mediante cálculos teóricos para así tener una mejor perspectiva el aporte de cada uno de ellos (Hanxi, Yi, Guofu y Peng, 2023, p. 1).

Reutilizar materiales para emplearlos dentro del concreto genera un impacto positivo en el medio ambiente, pero debemos tener en cuenta que estos materiales deben pasar por una etapa de reciclaje y posteriormente emplear métodos para su reutilización como es la trituración y así obtener un material que pueda aplicarse en el concreto ya sea en sustitución o adición (Andrade y Andrade, 2022, p.3).

A su vez el caucho granulado también puede sustituir el agregado grueso con diferentes proporciones para realizar la comparación con respecto a los agregados naturales a través de la investigación sistemática y a su vez también poder utilizar aditivos como superplastificantes y determinar así el comportamiento que este posee (Ataria y Wang, 2022, p. 3).

También se consideró el factor económico como algo destacable de esta mezcla de concreto con caucho reciclado que si bien el precio del agregado fino puede variar dependiendo de la zona y características del mismo si utilizamos un costo promedio de S/. 0.082 se pudo inferir que la sustitución de caucho reciclado en el agregado fino genera una disminución directa en el costo de producción del concreto. (Reynaga y Rodriguez, 2020, p.13).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Utilice una metodología del tipo aplicada porque realizare ensayos de laboratorio para poder llegar al resultado de la investigación. En ese sentido se basó en los hallazgos y permitió generar problemas e hipótesis de trabajo para dar solución a los problemas e inconvenientes de la vida social de la comunidad regional o del país. (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2019. p. 136). Por lo tanto, mi investigación al ser aplicada demostró en base a resultados si la aplicación del caucho reciclado influye de manera positiva o negativa en diferentes proporciones y tamaños en el comportamiento mecánico estructural del concreto que será aplicado en losas de uso industrial, además de generar a su vez otros posibles usos.

3.1.2. Diseño de investigación

Se empleo el diseño experimental ya que al ser una situación creada por el investigador para introducir variables de estudio específicas que manipuló para controlar su aumento o disminución y su impacto en el comportamiento observado (Rodríguez, 2005, p. 25) Entonces al tener que someter las variables a cambios ocasionados entre ellos de una manera experimental a través de ensayos de laboratorio se genera un incremento conceptual teórico y práctico que pueden ser usados como el punto de partida para futuros proyectos de obras civiles.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente - Aplicación de caucho reciclado

Para mi proyecto utilizare principalmente llantas en desuso para aplicarlo en el concreto, siendo estos esencialmente un material reciclado después de completar su ciclo de vida útil (Torres, 2014, pág. 15). El concreto al ser un material muy utilizado en obras civiles también posee un impacto ambiental y al dar alternativas para un desarrollo sostenible del país como es la aplicación de caucho reciclado estaríamos abarcando 2 puntos clave para la sostenibilidad de nuestro entorno porque estaríamos usando los neumáticos en desuso para la fabricación de infraestructura vial que promueve el desarrollo del país y sus habitantes. Para su operacionalización el caucho reciclado granulado en la mezcla del concreto para verificar y analizar su comportamiento estructural al ser sometido a distintas cargas. (Ryder, 2021, p. 26). Utilizando la razón como escala de medición.

Variable independiente - Comportamiento mecánico estructural del concreto se refiere a la manera en que un organismo reacciona ante la implementación de una serie de intervenciones externas; estas intervenciones suelen ser fuerzas externas aplicadas a los componentes para que ejecuten las funciones para las cuales fueron diseñados. (Torres, 2014, p. 25). Por lo tanto, analizare los cambios que se generen la variable para llegar a un resultado que sea optimo con respecto a su comportamiento mecánico estructural y sus propiedades del concreto con caucho reciclado. Para su operacionalización realizare ensayos que seguirán lineamientos principalmente de las siguientes normativas establecidas.

NTP 339.034, NTP 339.078, NTP 400.012. (Osorio, 2021 p. 11) Utilizando la razón como escala de medición.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Se emplearon las losas de uso industrial en San Juan de Lurigancho-Jicamarca en la calle Viñas de media luna porque en una investigación la población es el conjunto total habitantes u objetos de los que se requiere obtener alguna información a través de la investigación (Lopez, 2004, p. 1). Además la empleabilidad de este proyecto puede llegar a adaptarse en diferentes ámbitos de la ingeniería civil no solo en losas industriales sino en infraestructura vial que promueve a su vez el desarrollo sostenible del país y sus habitantes.

Los criterios de inclusión tomados en cuenta fueron con respecto al concreto que se le está agregando el caucho reciclado y los concretos patrones respectivos; y el criterio de exclusión se centraron en el concreto ajeno a estas características que contiene o no caucho reciclado u otro material reciclado como agregado fino.

3.3.2. Muestra

La muestra que utilicé fue con probetas de concreto en las cuales se aplicó caucho reciclado obtenido de las llantas en desuso como agregado en diferentes proporciones. Ñaupas et al. (2019, p. 334) Se la describe como segmento de la población que posee las cualidades requeridas para la investigación. Entonces mi muestra al ser una pequeña parte de la población fueron probetas que utilicé para obtener los resultados a través de ensayos de laboratorio siendo estas 24 probetas de concreto cilíndricas y 2 rectangulares. Teniendo así 12 probetas cilíndricas sin caucho reciclado siendo estos utilizados para la comparativa de la influencia que tiene la adición del material reciclado, 12 probetas aplicando caucho reciclado en el agregado fino con los cuales se realizaron los procedimientos en los ensayos.

3.3.3. Muestreo

Sera un muestreo no Probabilístico el cual es una manera de muestreo que menciona que en el que interviene el criterio del investigador para tener la decisión de seleccionar las unidades que considere como muestra de acuerdo con ciertos aspectos y características (Ñaupas et al., 2019, p. 342). Por lo tanto, mi selección de muestra será acorde a si estos poseen o no la adición de caucho reciclado en diferentes tamaños y proporciones para los ensayos.

3.3.4. Unidad de análisis

Las probetas de concreto con caucho reciclado y probetas de concreto sin caucho reciclado fueron mi unidad de análisis las cuales a su vez tuvieron diferentes proporciones del caucho reciclado obtenido de las llantas en desuso.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Durante las diferentes etapas de mi proyecto se utilizaron varios instrumentos o ensayos que ayudaron a recolectar los datos necesarios para llegar a un resultado adecuado, de los cuales entre ellos se obtuvieron principalmente:

- Granulometría de los agregados.
- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a flexión.

Todo el proceso se llevará a cabo siguiendo los lineamientos de normas establecidas e investigaciones previas relacionadas a mi investigación para tener una mayor perspectiva de los resultados que se obtengan.

3.5. Procedimientos

El modo de recolección de información que empleare serán ensayos que permitirán obtener una visión más objetiva de la relación e influencia que tienen las variables entre sí. Por lo tanto, el procedimiento que se realizará será a través de ensayos de laboratorio siguiendo los lineamientos de normas establecidas las cuales serán:

Para el ensayo a la compresión de probetas de concreto:

NTP 339.034 (Norma Técnica Peruana). Norma ASTM C39 (American Standard Test).

Para el ensayo de flexión:

NTP 339.078 (Norma Técnica Peruana). Norma ASTM C78 (American Standard Test).

Para el ensayo de granulometría:

NTP 400.012 (Norma Técnica Peruana).

Entonces el proceso del desarrollo de investigación inicio con el estudio de mecánica de suelos de la calle en cuestión, así como su respectivo levantamiento topográfico del cual se puede notar las coordenadas respectivas de su inicio y fin.

Coordenada de inicio (UTM)	Coordenada de fin (UTM)
290096.62 E	289333.24 E
8674441.01 N	8673955.10 N

Seguidamente se procedió a realizar el estudio de mecánica de suelos del lugar obteniendo así la clasificación del suelo por método SUCS (CH) y ASSHTO (A-7-6), limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, corte directo, Proctor modificado y C.B.R para analizarlo y determinar que este suelo debe ser mejorado o estabilizado a partir de algún método como la combinación de suelos, estabilización cemento, con cal u otros. Posteriormente se realizó la dosificación a utilizar en el concreto patrón y el concreto con caucho reciclado y así dejarlos en el proceso de curado y ser llevados en diferentes etapas al laboratorio.

3.6. Método de análisis de datos

Sera en función de los datos que se obtengan a partir de los ensayos de laboratorio y sus resultados realizando la comparativa de las probetas que contengan caucho reciclado en distintas proporciones y tamaños.

Por otro lado, el análisis comparativo directo se realizó con las 2 probetas rectangulares sometidas al ensayo de resistencia a la flexión de las cuales 1 contenía caucho reciclado en 4%.

3.7. Aspectos éticos

Utilicé los lineamientos de las normativas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo y normas nacionales e internacionales que sustenten el proceso elaborado en los laboratorios a partir de ensayos para la elaboración de mi proyecto. La redacción de mi proyecto fue respaldada por el programa Turnitin que indica las coincidencias con trabajos previos pero que no constituyen un plagio con citas realizadas guiándome con la norma ISO 690-2; además ningún dato de los hallazgos obtenidos en pruebas de laboratorio fue adulterado en pro del desarrollo científico en futuras investigaciones.

IV. RESULTADOS

Se empezó realizando el EMS a través de una calicata denominada C-1 en el que se realizó la excavación y obtención de muestras para conocer las propiedades del terreno en el cual se proyectó la investigación ubicado en la calle media luna y su prolongación.



Figura 5. Calicata – 1

Fuente propia

Ademas con esto también se pudo obtener el perfil estratigráfico, el contenido de humedad, la granulometría, limite líquido y limite plástico del terreno en cuestión para posteriormente realizar el ensayo de corte directo con el cual se conoció la clasificación del suelo.

Tabla 2. *Límites de consistencia del terreno*

LIMITES DE CONSISTENCIA DEL TERRENO	
Limite Liquido (LL)	53
Limite Plástico (LP)	26
Índice Plástico = LL – LP	27

Fuente: elaboración propia.



Figura 6. Perfil estratigráfico del terreno

Fuente propia

Se obtuvo el perfil estratigráfico del terreno en el cual contiene 30 cm de material de relleno con presencia de bolsas y algunos ladrillos aislados secos y compactos; por otro lado, a partir de los 30 cm hasta el 1.50m está conformado principalmente por una suelo arcilla limosa seca y compacta densa de color marrón. Posteriormente constatado por el ensayo de granulometría del terreno que demostró que tenía un %Arena=6.4 y %Finos=93.6, además de un contenido de humedad de 15.6% del terreno y se realizó su clasificación por el método SUCS obteniendo un suelo CH (Arcillas orgánicas de alta plasticidad) lo cual corroboro la

inspección visual inicial y la clasificación ASSHTO que indico que el terreno era de tipo A-7-6.

Al querer conocer más las propiedades del terreno en el cual se trabajó se optó por realizar el ensayo de corte directo obteniendo así que el terreno cuenta con una cohesión de 0.13kg/cm² y un ángulo de fricción interna de 22.8°.

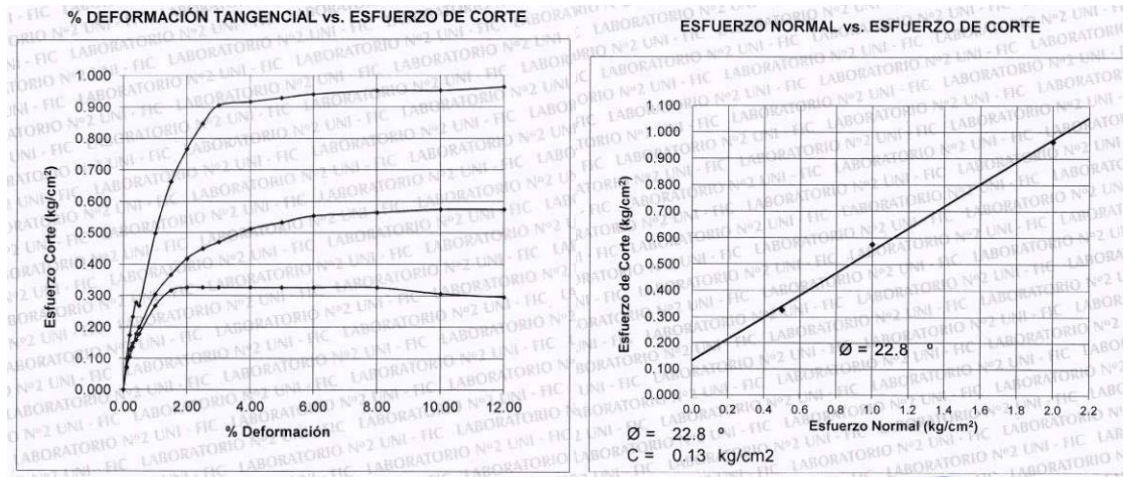


Figura 7. Gráficos obtenidos del ensayo de corte directo

Fuente propia

Igualmente, se llevaron a cabo pruebas de compactación de las muestras a través del ensayo de Proctor modificado y C.B.R. de los cuales al realizar la comparativa del Proctor modificado y el Proctor que se utiliza en el C.B.R se obtuvo resultados similares con una pequeña variación en el contenido óptimo de humedad menor a la unidad obteniendo así los resultados:

C.B.R Para el 100% de la M.D.S. : 5.4%

C.B.R Para el 95% de la M.D.S. : 3.6%

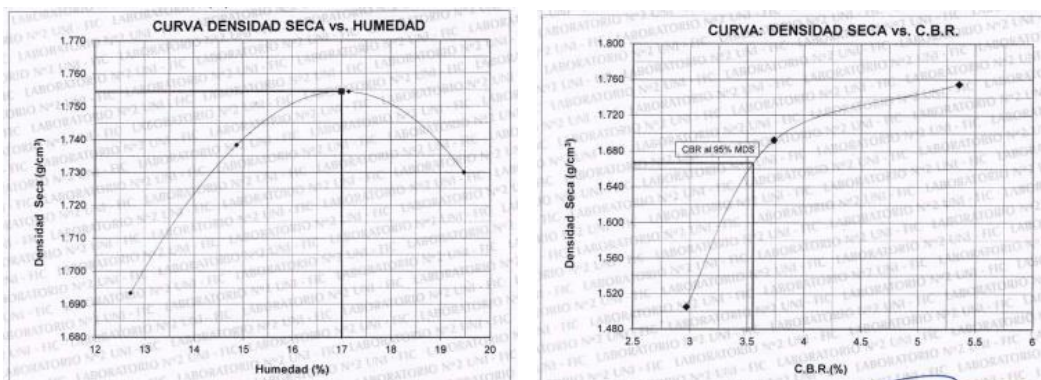


Figura 8. Gráficos obtenido del ensayo de C.B.R.

Fuente propia

Los agregados finos y gruesos utilizados en la mezcla de concreto pasaron por el ensayo de granulometría obteniendo así el módulo de finura de cada uno de ellos, el caucho reciclado fue utilizado como agregado fino por lo tanto también se realizó su granulometría correspondiente para poder realizar una comparativa con los resultados obtenidos del agregado fino convencional del agregado fino reciclado que vendría a ser el caucho granulado obtenido de llantas. A partir del ensayo de granulometría realizado se pudo obtener la curva granulométrica de los agregados y el caucho reciclado además del módulo de finura de cada uno de ellos mostrada a continuación.

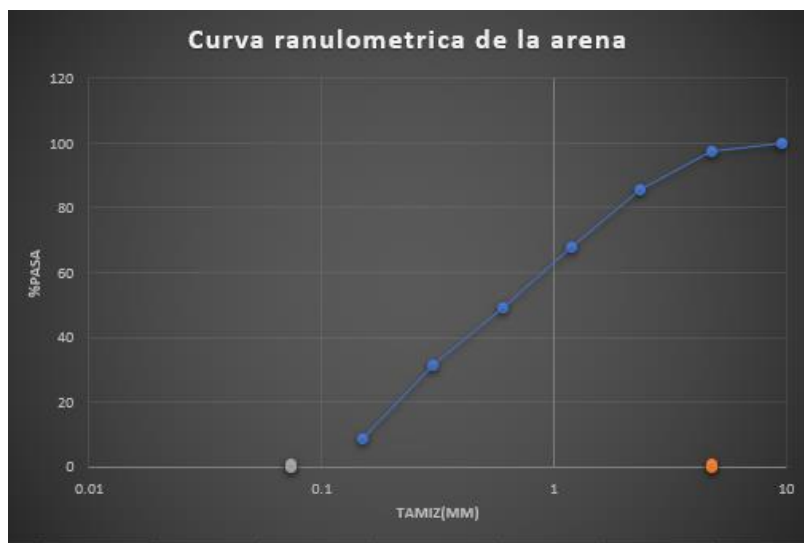


Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente Propia



Figura 10. Curva granulométrica del caucho como agregado fino

Fuente propia

De los cuales realmente no hubo gran variación teniendo en cuenta que su módulo de finura del agregado fino fue 2.60 y del caucho reciclado fue 3.26 teniendo una ligera variación del 0.66.

La dosificación de la mezcla mediante la metodología ACI permitió conocer las proporciones y cantidades que se utilizaría de cada material incluyendo el caucho reciclado con respecto al patrón (ver anexos), teniendo así la dosificación de 1:2.87:1.59 para el concreto patrón en el cual se utilizaría 6.62 kg de cemento, 19.03 kg de agregado fino, 10.54 kg de agregado grueso y 3.76 lt de agua para la elaboración de las probetas.

Por otro lado, con respecto al concreto con caucho en sustitución del agregado fino en 3% se utilizaría 6.62 kg de cemento, 18.46 kg de agregado fino, 10.54 kg de agregado grueso, 3.76 lt de agua y 570.9 g de caucho reciclado para la elaboración de las probetas. Dando como resultante la siguiente dosificación 1:2.79:1.59:0.09 siendo este último del caucho reciclado

A su vez el concreto con 4% de caucho utilizaría 6.62 kg de cemento, 18.26 kg de agregado fino, 10.54 kg de agregado grueso, 3.76 lt de agua y 761.2 g de caucho reciclado para la elaboración de las probetas correspondientes, obteniendo la siguiente dosificación 1:2.76:1.59:0.11 siendo este último del caucho reciclado

También se dosifico el concreto con 5% de sustitución del agregado fino por caucho reciclado obteniendo que se utilizaría 6.62 kg de cemento, 18.07 kg de agregado fino, 10.54 kg de agregado grueso, 3.76 lt de agua y 951.5 g de caucho reciclado para la elaboración de las probetas. Obteniendo la siguiente dosificación promedio 1:2.73:1.59:0.14 siendo este último del caucho reciclado con el cual la elaboración de 1 m³ de concreto con caucho reciclado se traduce en un ahorro de S/. 3.45 y un ahorro de S/. 6211.01 por cada kilometro ejecutado dando a entender que el concreto con caucho reciclado en sustitución del agregado fino lo convierte en un concreto más económico directamente proporcional con relación a la sustitución-costos de elaboración de concreto.

Se realizó la mezcla de concreto para llenarlo en los moldes de probetas correspondiente y comenzar con el curado del concreto para así realizar los

ensayos de comportamiento mecánico estructural empezando por el ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto en el laboratorio.



Figura 11. Probetas para ensayos de resistencia a la compresión

Fuente propia

Adicionalmente también fueron sometidas a un proceso de vibrado con la intención de disminuir los posibles vacíos dentro de la mezcla.



Figura 12. Probetas cilíndricas sometidas a vibración en mesa vibradora

Fuente propia

A su vez también se procedió a medir la trabajabilidad de la mezcla a partir del ensayo de consistencia midiendo el asentamiento del concreto fresco del concreto patrón y el concreto con caucho reciclado en 3%,4% y 5% del agregado fino para compararlos entre sí y conocer el slump de estas mezclas.



Figura 13. Slump del concreto patrón

Fuente propia



Figura 14. Slump del concreto con caucho 3%

Fuente propia



Figura 15. Slump del concreto con caucho 4%

Fuente propia



Figura 16. Slump del concreto con caucho 5%

Fuente propia

Tabla 3. Trabajabilidad obtenido de la mezcla a través del cono de Abrams

SLUMP	RESULTADO OBTENIDO	TRABAJABILIDAD
CP	7.1 cm \approx 2.79"	Trabajable

CC3%	6 cm \approx 2.36"	Trabajable
CC4%	8.4 cm \approx 3.31"	Muy trabajable
CC5%	7.7 cm \approx 3.03"	Muy trabajable

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta tabla se puede inferir que adicionar caucho reciclado influye positivamente en la trabajabilidad del concreto en su estado fresco consolidándose el concreto con caucho en 4% como el más trabajable en su estado fresco.

A su vez también se procedió a realizar el encofrado de las probetas rectangulares para el ensayo de resistencia a la flexión correspondiente con el cual uno de ellos tenía caucho reciclado en 4% con respecto al concreto patrón de la otra probeta rectangular.



Figura 17. Encofrado de probetas para ensayos de resistencia a la flexión

Fuente propia

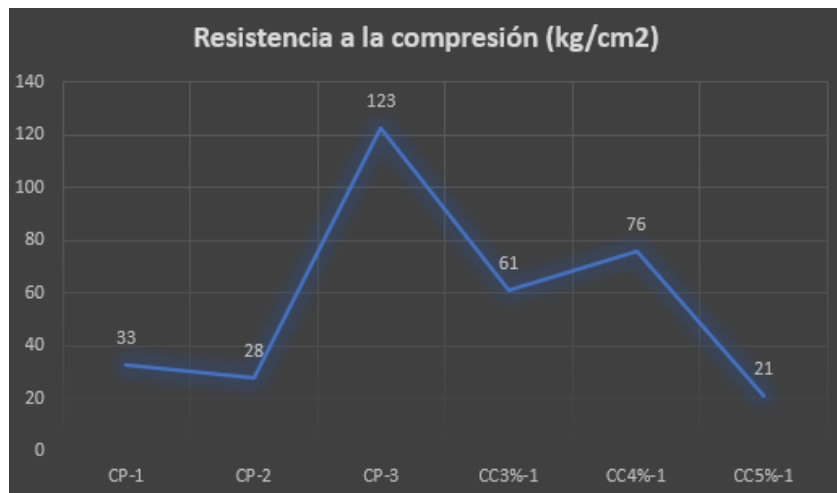


Figura 18. Resistencia a la compresión de probetas a los 7 días de curado

Fuente propia

Tabla 4. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de curado

Ensayo de resistencia a la compresión realizada en las probetas cilíndricas a los 7 días de curado

Muestra	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
CP-1	181.9	6021	33	Tipo 3
CP-2	178.8	5036	28	Tipo 2
CP-3	179.2	22015	123	Tipo 2
CC3%-1	182.8	11119	61	Tipo 3
CC4%-1	183.0	13898	76	Tipo 2
CC5%-1	179.2	3828	21	Tipo 3

Fuente: elaboración propia.

En el primer periodo de prueba que se realizó a los 7 días de curado de las probetas cilíndricas de concreto se obtuvieron los resultados mostrados obteniendo que el concreto con caucho reciclado en 4%(CC4%-1) fue el que mostro mejor comportamiento en comparación a los de 3% y 5% respectivamente.

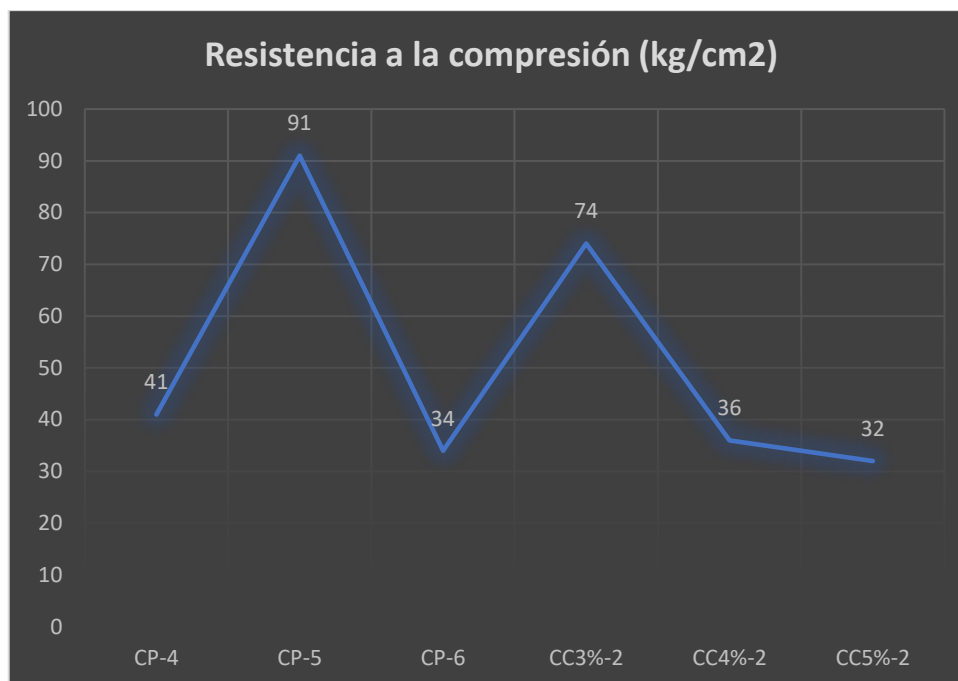


Figura 19. Resistencia a la compresión de probetas a los 14 días de curado

Fuente propia

Tabla 5. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de curado

Ensayo de resistencia a la compresión realizada en las probetas cilíndricas a los 14 días de curado

Muestra	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
CP-4	181.7	7435	41	Tipo 2
CP-5	178.7	16276	91	Tipo 2
CP-6	182.8	6207	34	Tipo 3
CC3%-2	182.7	13474	74	Tipo 3
CC4%-2	181.3	6492	36	Tipo 3
CC5%-2	180.9	5843	32	Tipo 3

Fuente: elaboración propia.

En el segundo periodo de prueba que se realizó a los 14 días de curado de las probetas cilíndricas de concreto se obtuvieron los resultados mostrados obteniendo

que el concreto con caucho reciclado en 3%(CC3%-2) fue el que mostro mejor comportamiento en comparación a los de 4% y 5% respectivamente.

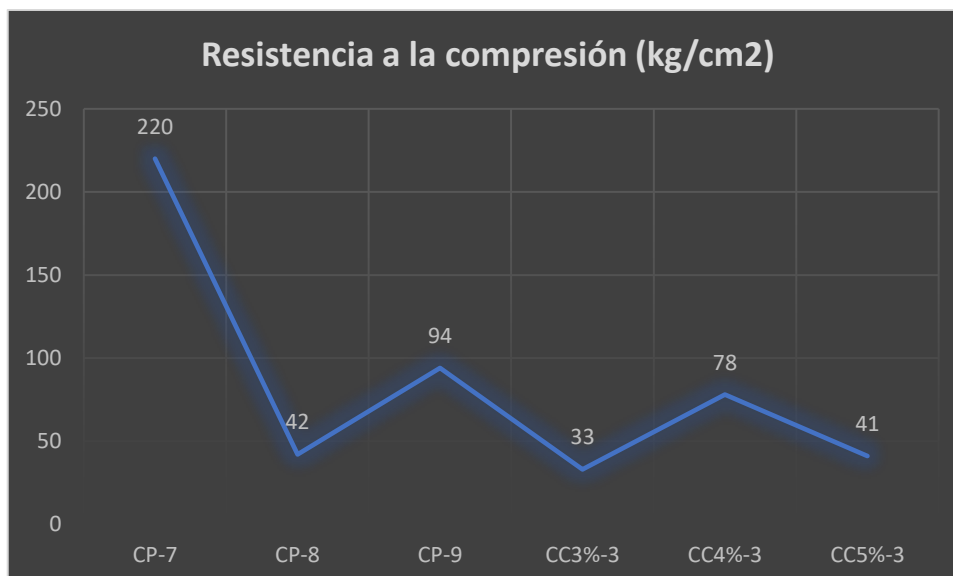


Figura 20. Resistencia a la compresión de probetas a los 21 días de curado

Fuente propia

Tabla 6. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días de curado

Ensayo de resistencia a la compresión realizada en las probetas cilíndricas a los 21 días de curado

Muestra	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
CP-7	179.9	39597	220	Tipo 3
CP-8	182.9	7769	42	Tipo 3
CP-9	181.5	16986	94	Tipo 2
CC3%-3	184.1	6046	33	Tipo 2
CC4%-3	182.3	14304	78	Tipo 2
CC5%-3	179.3	7383	41	Tipo 2

Fuente: elaboración propia.

En el tercer periodo de prueba que se realizó a los 21 días de curado de las probetas cilíndricas de concreto se obtuvieron los resultados mostrados obteniendo

que el concreto con caucho reciclado en 4%(CC4%-3) fue el que mostro mejor comportamiento en comparación a los de 3% y 5% respectivamente.

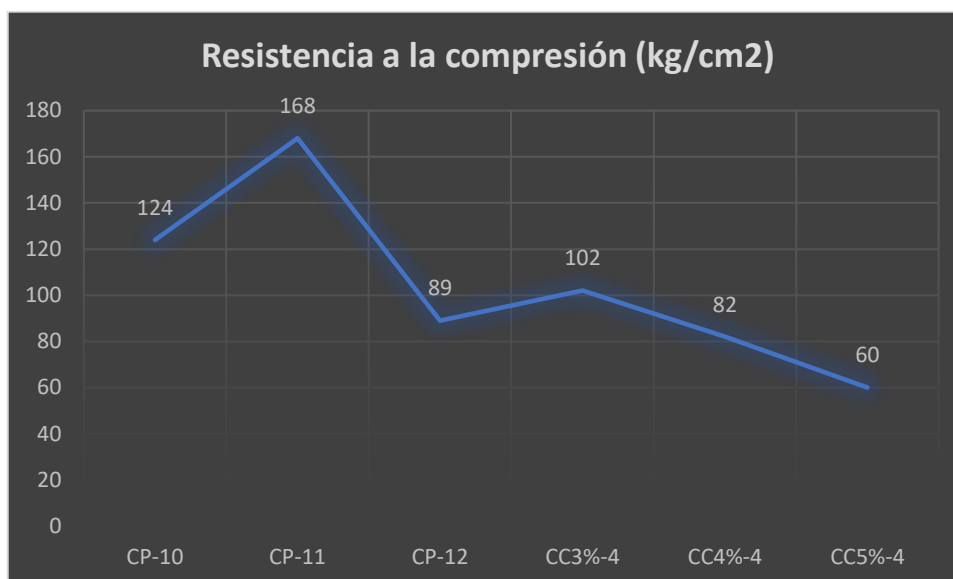


Figura 21. Resistencia a la compresión de probetas a los 28 días de curado

Fuente propia

Tabla 7. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado

Ensayo de resistencia a la compresión realizada en las probetas cilíndricas a los 28 días de curado

Muestra	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de falla
CP-10	179.0	22200	124	Tipo 2
CP-11	179.6	30113	168	Tipo 2
CP-12	183.3	16383	89	Tipo 3
CC3%-4	183.7	18770	102	Tipo 2
CC4%-4	182.9	14926	82	Tipo 2
CC5%-4	178.4	10652	60	Tipo 4

Fuente: elaboración propia.

En el cuarto periodo de prueba que se realizó a los 28 días de curado de las probetas cilíndricas de concreto se obtuvieron los resultados mostrados obteniendo que el concreto con caucho reciclado en 3%(CC3%-4) fue el que mostro mejor comportamiento en comparación a los de 4% y 5% respectivamente.

También se realizó el ensayo de resistencia a la flexión obteniendo así que la resistencia a la flexión no es tan distinta.

Tabla 8. Resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la flexión

MUESTRAS	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			
Viga de 15x15x50 cm CP	45	50	14.8	15.2	225	1570	20.7
Viga de 15x15x50 cm CC4%	45	50	15.6	15.1	235.6	1180	14.9

Fuente: elaboración propia.

A su vez también se realizó una línea tendencia para determinar la cantidad en la cual la sustitución de caucho reciclado podría cumplir con el diseño que se está empleando.

Tabla 9. Datos de línea tendencia de resistencia a la compresión

% De caucho	Resistencia (kg/cm ²)
0	220
3	102
4	82
5	60
Datos de Línea tendencia	
2.5	132.355
2	148.712
1.5	165.069
1	181.426
0.5	197.783
0.1	210.8686

0.05	212.5043
0.01	213.81286
0	214.14

Fuente: elaboración propia

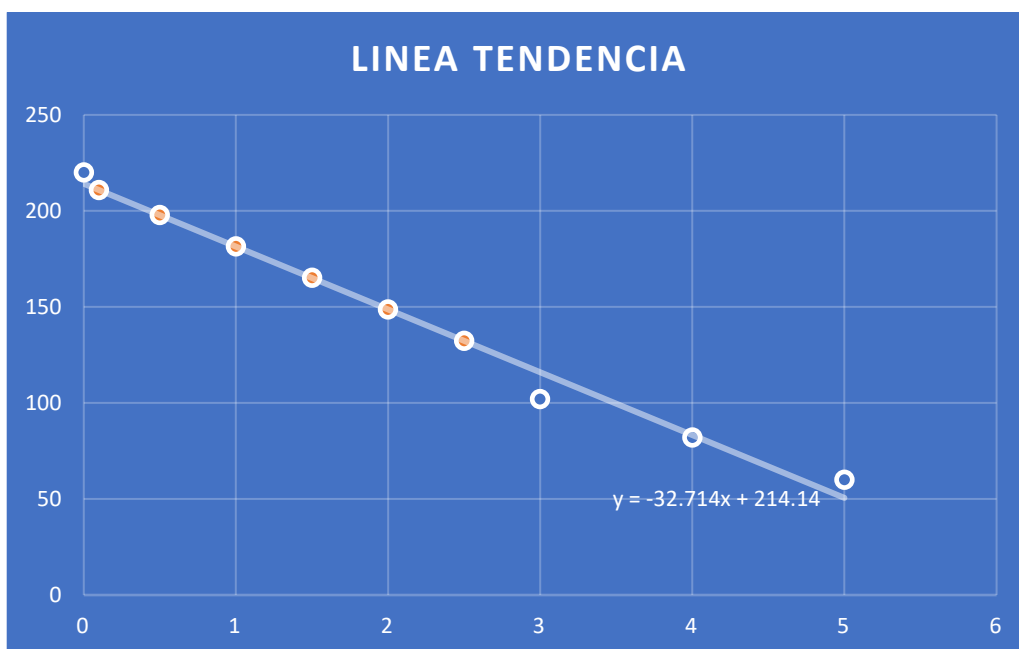


Figura 22. Línea tendencia de resistencia a la compresión

Fuente propia

A partir del gráfico se pudo deducir que la cantidad de 0.05% de caucho reciclado en sustitución del agregado fino obtendría el resultado de 212.5 kg/cm² el cual estaría cumpliendo con la resistencia de diseño empleada en la investigación y que además puede generar mejores resultados si el caucho reciclado pasa por algún tratamiento o si se incluye algún aditivo dentro del concreto.

Igualmente se trazó la línea tendencia para determinar la proporción de caucho que alcanzaría la resistencia a la flexión obtenida por parte del concreto patrón.

Tabla 10. Datos de línea tendencia de resistencia a la flexión

% De caucho	Resistencia (kg/cm²)
0	20.7
4	14.9
Datos de Línea tendencia	

2.5	17.075
2	17.8
1.5	18.525
1	19.25
0.5	19.975
0.1	20.555
0.05	20.6275
0.01	20.6855
0	20.7

Fuente: elaboración propia

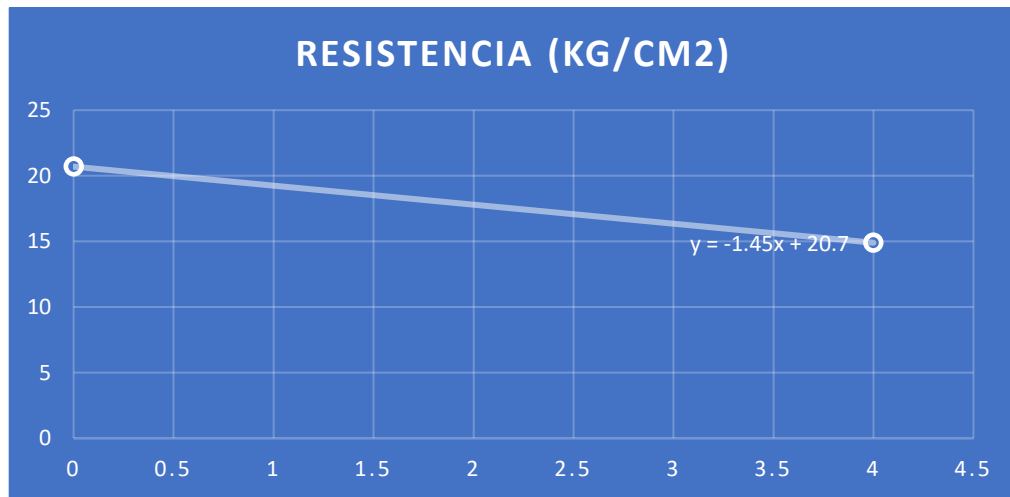


Figura 23. Línea tendencia de resistencia a la flexión

Fuente propia

Entonces podemos inferir que sustituir 0.05% del agregado fino con caucho reciclado permite obtener resultados similares al concreto patrón obteniendo como resultado 20.6 kg/cm² dando un gran parentesco al concreto patrón con una ligera diferencia menor a la unidad.

V. DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que el caucho reciclado influye en el comportamiento del concreto en estado sólido y fresco, entonces mostrar más enfoques con respecto a nuevos diseños de mezcla impulsaría el uso del mismo en obras civiles lo que permitiría a su vez disminuir la contaminación que estos generan y la futura escasez de agregados en un futuro por el incremento de demanda de los mismos y su consecuente baja en la oferta existente al ser materiales no renovables finitos.

Ademas se puede inferir que el realizar el vibrado de las probetas de pvc en la mesa vibratoria disminuyo su contenido de agua lo cual afecto de manera directa y significativa en los resultados obtenidos.

A través de las línea tendencia elaboradas se puede deducir que la proporción optima para el mejoramiento en el comportamiento mecánico estructural del concreto sustituyendo caucho reciclado es del 0.05%.

Según Gonzalez (2017), al adicionar 2% de caucho realizando el ensayo de resistencia a compresión a los 28 días obtuvo como resultado una resistencia promedio de 79,11 kg/cm² y en el concreto adicionando 4% un promedio de 51,85 kg/cm², y en el presente trabajo se puede notar que la resistencia obtenida a los 28 días fueron de 102 kg/cm², 82 kg/cm², 60 kg/cm² con respecto al concreto con 3%, 4% y 5% de caucho respectivamente por lo cual podemos indicar que los resultados obtenidos son similares al antecedente con un incremento en el concreto con 3% de caucho reciclado obteniendo una diferencia de 22.89 kg/cm².

Con respecto al resultado obtenido en la resistencia a la flexión Gonzales obtuvo 14,20 kg/cm² mientras que en mi trabajo obtuve 14,9 kg/cm² por lo cual estos resultados son significativamente similares ya que en ambos casos usamos 4% de caucho reciclado con la diferencia que el adiciono el caucho mientras que en mi caso sustituí con respecto al agregado fino.

Entonces La resistencia a la flexión fueron los resultados más óptimos y alentadores para futuras investigaciones que podrían enfocarlo en ese aspecto, pero considerando si van a sustituir o adicionar ya que lo que se busca es disminuir la demanda de áridos naturales y a su vez disminuir la contaminación que estos generan al degradarse en el ambiente.

Perez y Arrieta (2017), utilizaron una mezcla que utilizaba caucho como agregado grueso y fino, la mezcla que mejor resistencia a la compresión presento fue con la de concreto con caucho 30%/70% en sustitución del agregado grueso y fino respectivamente soportando una carga máxima de 13500 kgf en el ensayo de la resistencia a compresión a los 28 días de fraguado representando 2244 psi \approx 157 kg/cm² mientras que en mi concreto con caucho reciclado CC3% obtuve 102 kg/cm² \approx 1450 psi. por lo cual podemos indicar que los resultados obtenidos son diferentes ya que existe una diferencia de 55 kg/cm², además ellos realizaron estudios para una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en el agregado fino y grueso mientras que por mi parte realice en sustitución solamente del agregado fino realizando una comparativa con una concreto tradicional.

Según Syed et al. (2019), las propiedades físicas del agregado reciclado puede mejorarse a diferencia de los agregados reciclados que no son tratados y en el presente trabajo se puede notar que al integrar vibración en los moldes concreto en estado fresco provocaron una reacción que disminuyo la cantidad de agua de la mezcla principalmente en los moldes de pvc mientras que las probetas metálicas no sufrieron ninguna alteración en sus proporciones por lo cual no afecto en gran medida a sus propiedades; sin embargo es de consideración que el agregado reciclado que se empleó (caucho reciclado) no fue tratado de ninguna manera esto podría inducir nuevos aspectos a tener en cuenta a futuras investigaciones que podrían mejorar las propiedades del agregado como su absorción de agua en este caso en específico, por lo cual podemos indicar que los resultados obtenidos son similares al antecedente en el aspecto que tratar de alguna manera el agregado reciclado puede mejorar significativamente los datos resultantes de los ensayos llevados a cabo en el laboratorio. Además la vibración empleada en las probetas metálicas no las afecto tanto como demuestra el CP-7 que obtuvo un $f'c=220\text{kg/cm}^2$, mientras que a las probetas de pvc si les hizo perder una cantidad

mayor de agua lo cual puede deducirse en la disminución de la resistencia obtenida por parte de las probetas con respecto a las metálicas.

Según Flores y Aguila (2018), utilizar caucho en el concreto mantiene o reduce la resistencia a la compresión obtenida adicionando caucho reciclado a diferencia de mi investigación que fue en sustitución, con respecto a los resultados obtenidos a los 28 días de curado del concreto del concreto con 5% de adición de caucho obtuvo 220 kg/cm² mientras que por mi parte la mayor resistencia a la compresión obtenida fue 102kg/cm² por parte del CC3% con lo cual se deduce que hubo una gran variación en los resultados.

Aun es algo pronto para decir que el caucho debe emplearse en el concreto por lo cual se debe seguir investigando y generando antecedentes como lo es esta investigación pudiendo utilizar la proporción obtenida en la línea tendencia de 0.05%(212.5 kg/cm²) de sustitución del agregado fino por caucho reciclado con el cual mejoraría las propiedades mecánicas y estructurales del concreto para que en un futuro se pueda utilizar mejorando la calidad de vida de los pobladores y usuarios de las obras resultantes contribuyendo a su vez con la disminución de contaminación que genera el caucho en desuso.

Según Osorio (2021), utilizar fibras de caucho mejora progresivamente con respecto al concreto patrón lo cual se deriva en la ampliación de vida útil del pavimento rígido o losas industriales en la que utilizo una dosificación de 1:1.6:3.1:24 para el concreto patrón mientras que en esta investigación se utilizó una dosificación de 1:2.87:1.59 para el concreto patrón obteniendo una trabajabilidad de 3.5" con respecto a los 2.79" de mi investigación, utilizo una dosificación de 1:1.6:3.1:24:5% para el concreto con caucho en 5% representando 18.58 kg de caucho por cada m³ obteniendo una trabajabilidad de 4", una dosificación de 1:1.6:3:23.8:10% para el concreto con caucho en 10% representando 37.17 kg de caucho por cada m³ obteniendo una trabajabilidad de 4.25", una dosificación de 1:1.5:2.9:23.8:15% para el concreto con caucho en 15% representando 55.75 kg de caucho por cada m³ obteniendo una trabajabilidad de 4.25"; mientras que en esta investigación se utilizó una dosificación de 1:2.79:1.59:0.09 para el concreto con caucho en sustitución del 3% del agregado fino(CC3%) que representa 32.56 kg de caucho por cada m³ obteniendo una

trabajabilidad de 2.36", 1:2.76:1.59:0.11 del CC4% que representa 42.08 kg de caucho por cada m³ obteniendo una trabajabilidad de 3.31" y 1:2.73:1.59:0.14 del CC5% que representa 52.6 kg de caucho por cada m³ obteniendo una trabajabilidad de 3.03" por lo cual la mejor trabajabilidad presentada fue por parte del concreto con caucho en 10% y 15% siendo 4.25" mientras que por mi parte la mayor trabajabilidad observada fue por el concreto con caucho en 4% con 3.31", por lo cual podemos indicar que los resultados obtenidos fueron similares concordando en que mientras mayor sea la proporción utilizada de caucho en la mezcla de concreto mayor trabajabilidad presentara el mismo y a su vez la temperatura disminuye.

Ryder (2021), realizo la siguiente dosificación mediante el diseño de mezclas ACI, 1.00: 3.53: 2.20 en relación al concreto patrón mientras que mi concreto patrón utilizo la dosificación de 1:2.87:1.59 y obteniendo que el porcentaje más óptimo de adición de caucho es del 5% para la logró alcanzar una resistencia a la flexión de 33.83 kg/cm² mientras que mi concreto con caucho reciclado en sustitución del agregado fino en 4% obtuvo una resistencia de 14.9 kg/cm² teniendo una diferencia de 18.93 kg/cm². Entonces podemos decir que los resultados son diferentes ya que además de la diferencia con respecto a las resistencias obtenidas, la investigación que utilizo fue adicionando el caucho y en mi caso fue sustituyéndolo lo cual puede ser unos indicios de la diferencia encontrada.

Como fortalezas de la metodología aplicada fue que permitió conocer directamente los cambios generados en el proceso que este conlleva al estar manipulando las variables de manera periódica y en diferentes proporciones porque se utilizaron las variaciones del concreto convencional con respecto al concreto con caucho reciclado en las proporciones de 3%(570.9 g), 4%(761.2 g) y 5%(951.5 g) en sustitución del agregado fino lo que permitiría reutilizar de manera positiva en el comportamiento mecánico estructural del concreto

Con respecto a las debilidades presentadas fue que al manipular directamente las variables de estudio se generan gastos considerables para obtener los datos necesarios para determinar si este cambio genera cambios positivos o negativos en el resultado por lo cual se podría conseguir organizaciones o empresas que estén dispuestas a continuar con la investigación considerando que a futuro este

tipo de concreto al contener caucho reciclado genera un gran impacto positivo en el medio ambiente no solo al disminuir la contaminación que este conlleva en su degradación sino que disminuiríamos en cierta proporción el consumo de los áridos naturales que también pueden llegar a agotarse o escasear en algún punto considerando el gran desarrollo de las construcciones e industrias desarrolladas últimamente.

Entonces no deberíamos dejar pasar que un material reciclado sustituya parcialmente el convencional puede llevar consigo cuidado ambiental y desarrollo de las comunidades e industrias; en el caso específico de la infraestructura vial en el país es necesario generar carreteras que permitan el desarrollo de los ciudadanos y por consecuencia el desarrollo del país ya que utilizar este material reciclado generamos sostenibilidad ambiental, reducción de la demanda de recursos naturales, mejora del comportamiento concreto sólido y fresco.

VI. CONCLUSIONES

- 1.- Incorporar caucho reciclado ha tenido repercusiones en la capacidad de carga compresiva del concreto, obteniendo que el concreto con caucho reciclado con mejor resistencia es este aspecto fue el de 3% (102 kg/cm²) seguido del 4% (82 kg/cm²) y 5% (60 kg/cm²) respectivamente en comparación al concreto patrón (168 kg/cm²) a los 28 días de curado. Entonces para el uso óptimo del caucho reciclado en el concreto se puede utilizar una proporción de 0.05% (212.5 kg/cm²) como nos mostró la línea tendencia.
- 2.- La dosificación y la proporción de caucho reciclado utilizado dentro de la mezcla influye directamente en el comportamiento mecánico estructural del concreto al sustituir caucho reciclado como agregado fino, obteniendo un promedio en la dosificación de 1:2.79:1.59:0.57:0.11 a utilizar por m³ teniendo una sustitución de 3% (570.9 g), 4% (761.2 g) y 5% (951.5 g) que disminuye el costo de la elaboración de concreto de manera proporcional a la sustitución del agregado con un ahorro de S/. 3.45 por M³ y S/. 6211.01 por KM.
- 3.- Dentro del aspecto de trabajabilidad del concreto al agregarle caucho reciclado se obtuvo que mientras mayor sea la proporción del caucho reciclado en el concreto mayor trabajabilidad presenta lo que permitiría usarlo con facilidad en obras civiles siendo el CC4% quien mejor trabajabilidad presenta con 3.31" que demuestra una mezcla muy trabajable.
- 4.- Influye de manera no tan significativa con respecto a la flexión, obteniendo una resistencia de 20.7 kg/cm² en el concreto convencional, mientras que en el concreto que incorpora un 4% de caucho reciclado se registra 14.9 kg/cm². pudiendo rescatar que se requieren mayor cantidad de ensayos de laboratorio para generar mayor conocimiento del ámbito utilizando la proporción indicada por la línea tendencia que es óptima a partir del 0.05% (20.62 kg/cm²).

VII. RECOMENDACIONES

- 1.- Si bien el sustituir caucho reciclado como agregado fino afecta el comportamiento mecánico estructural del concreto esto no debe detener futuras investigaciones que podrían implementarlo ahora en sustitución del cemento o el mismo agregado fino, pero ahora adicionándolo en lugar de sustituirlo.
- 2.- La trabajabilidad del concreto incremento favorablemente al usar caucho reciclado por lo cual aún genera expectativa con respecto a su uso en obra por lo cual se recomienda optar por seguir comprobando este mejoramiento en el estado fresco del concreto y así obtener una buena trabajabilidad y slump dependiendo del uso que le den al concreto
- 3.- Analizar más dosificaciones que se puedan emplear integrando caucho reciclado en ellos pudiendo enfocarse en la adición en lugar de la sustitución para mejorar la resistencia a la compresión del concreto sin integrar demasiada vibración para evitar pérdida del agua al menos en las probetas de pvc como fue el caso de la investigación.
- 4.- Si bien se pudo determinar que el caucho si influye en el comportamiento mecánico estructural del concreto algo a tener en cuenta para las futuras investigaciones es el incremento en la proporción de agua en la mezcla que podría mejorar significativamente los resultados obtenidos o el tratamiento del caucho reciclado para mejorar sus propiedades.
- 5.- Utilizar otros materiales reciclados u alternativos a los convencionales para reducir la demanda de recursos naturales contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

REFERENCIAS

- ABANTO, C. y TANTALEAN, E. 2020 *Efecto de la incorporación de caucho reciclado en el comportamiento del concreto para un pavimento rígido.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47510>
- ABDELMONEM, A., EL-FEKY, M., NASR, E. y KOHAIL, M. 2019 *Performance of high strength concrete containing recycled rubber.*
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000496830500038>
- ANDRADE, F. y ANDRADE, F. 2022 *Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review*
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235271022200465X>
- ATARIA, R. y WANG, Y. 2022 *Mechanical Properties and Durability Performance of Recycled Aggregate Concrete Containing Crumb Rubber.*
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000768541000001>
- BUSIC, R., MILICEVIC, I., DOKSANOVIC, T., GRUBISIC, M., 2023 *Durability Performance and Thermal Resistance of Structural Self-Compacting Concrete Improved with Waste Rubber and Silica Fume.*
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000998067800001>

- CASTILLO, J. 2020 *Propiedades Físicas y mecánicas del concreto para pavimento rígido con adición de caucho reciclado en el Avenida Metropolitana, Comas 2019.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61733>

- CAMERO, H. 2007 *A new method for designing floor slabs on grade due to the difficulty of applying simplified design methods, to the difficulty of applying simplified design methods, amongst them being the Portland Cement Association amongst them being the Portland Cement Association (PCA) and Wire Reinforcement Institute (WRI) methods(PCA) and Wire Reinforcement Institute (WRI) methods.*
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-56092007000100012&lng=e&nrm=iso&tlng=es

- CAMPOS, T. y RODRIGO, C. 2022 *Diseño de pavimento rígido empleando caucho reciclado como mejora a la resistencia, avenida Lurigancho, San Juan de Lurigancho 2022.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101794>

- FARFAN, M. y LEONARDO, E. 2018 *Recycled rubber in the compressive strength and bending of modified concrete with plasticizing admixture.*
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300241&script=sci_arttext&tlng=en

- FERNÁNDEZ, A. y HOWLAND, J. 2017 *Correction factors to the concrete cores compressive strenght. Critical analysis of the cuban and the international standards.*
<https://www.proquest.com/docview/1961751877/107BC30DE6B947BFPQ/5?accountid=37408>

- FLORES, J. Y AGUILA, W. 2018 *Análisis de resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² adicionando caucho reciclado para estructuras de albañilería confinada*, Lima 2018.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34885>

- FLORES, D., FLORES, N., y HERNANDEZ, F. 2014 *Static mechanical properties of waste rests of recycled rubber and high quality recycled rubber from crumbed tyres used as aggregate in dry consistency concretes*.
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000336021300007>

- FRANCO, J. 2012 *Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013

- GHALY, A. y CAHILL, J. 2005 *Correlation of Strength, Rubber Content, and Water to Cement Ratio in Rubberized Concrete*.
<https://www.proquest.com/docview/213402423/5223696448B34E67PQ/4?accountid=37408>

- GONZALEZ, J. 2017 *Utilización de granulado de caucho reciclado como adición para concreto permeable para uso en estacionamientos vehiculares*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/154906696.pdf>

- HANXI, J., YI, H., GUOFU, Q. y PENG, H. 2023 *Quantifying the evolution of mechanical behaviours of concrete materials resting on realistic microstructural characteristics: A micro-to-macro validated combination analysis method*
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823035614>

- ISSA, C. y SALEM, G. 2013 *Utilization of recycled crumb rubber as fine aggregates in concrete mix design.*
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000317443100008>

- KARDOS, A., y DURHAM, S. 2015 *Strength, durability, and environmental properties of concrete utilizing recycled tire particles for pavement applications.*
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000363069800085>

- KE-XIAN Z., YONG-JIAN C., HUA-MING L., ZHAN-BIAO C., YONG-CHANG G., GAI CH., SHU-HUA X., XUE-WEI L., 2023 *Axial compressive behavior of environmentally friendly high-strength concrete: Effects of recycled tire steel fiber and rubber powder.*
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85163020367&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=5e2bd1df5d58f8b6298662e2bb2b1ee6&sot=b&sdt=cl&s=TITL E-ABS-KEY%28CONCRETE+WITH+RECYCLED+RUBBER%29&sl=44&sessionSearchId=5e2bd1df5d58f8b6298662e2bb2b1ee6>

- LIEJY, M., AL ZAND, A., MUTALIB, A., ABDULHAMEED, A., KAISH, A., TAWFEEQ, W., BAHAROM, S., AL-ATTAR, A., HANOON, A. y YASEEN, Z. 2023 *Prediction of the Bending Strength of a Composite Steel Beam–Slab Member Filled with Recycled Concrete.*
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/WOS:000970183300001>

- LIMA, L. y LIMA, Y. 2020 *Adición de caucho reciclado al concreto $f'c=210$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido en la Avenida Llanos, Ate 2020.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56938>

- LIU, F., MENG, LY., NING, GF. y LI, LJ. 2015 *Fatigue performance of rubber-modified recycled aggregate concrete (RRAC) for pavement*.
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000360417000021>

- LIU, H., WANG, X., JIAO, y SHA, T. 2016 *Experimental Investigation of the Mechanical and Durability Properties of Crumb Rubber Concrete*.
<https://www.proquest.com/docview/1771278824/fulltextPDF/EE8746C8EE3C445EPQ/1?accountid=37408>

- LOPEZ, E. 2022 *Análisis de la resistencia a la compresión y tracción del concreto con polvo de caucho expuesto al fuego, Lambayeque, 2022*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/118960>

- LOPEZ, P. 2004 *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO*.
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=a\)%20Poblaci%C3%B3n.,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=a)%20Poblaci%C3%B3n.,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22).

- MHAYA, A., ABIDIN, A., SARBINI, N. y ISMAIL, M. 2019 *Role of Crumb Tyre Aggregates in Rubberised Concrete Contained Granulated Blast-Furnace Slag*.
<https://www.proquest.com/docview/2557456178/fulltextPDF/D686AF16ED974874PQ/1?accountid=37408>

- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. y ROMERO H. 2019 *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_d_e_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf

- OSORIO, K. 2021 *Diseño de pavimento rígido mediante el uso del concreto estructural con fibra de caucho, avenida Lima, Lurin, 2021*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85001>

- PELÁEZ, A., VELÁSQUEZ, S., GIRALDO, D. 2017 *APLICACIONES DE CAUCHO RECICLADO: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200027&script=sci_arttext
- PEREZ, J. Y ARRIETA, Y. 2017 *Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi*.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15486/1/Tesis.pdf>
- REQUEJO, D. y VILLANUEVA, A. 2021 *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto utilizando caucho reciclado, aditivo plastificante y microsílíce en pavimentos rígidos*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84671>
- REYNAGA, W., y RODRIGUEZ, D. 2020 *Análisis económico del transporte de escoria de acero en reemplazo de agregado en el Perú*
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654084/R_eynaga_FW.pdf?sequence=3
- RODRIGUEZ, E. 2005 *Metodología de la Investigación*.
https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n/r4yrEW9Jhe0C?hl=es&gbpv=1&dq=dise%C3%B1o+de+investigacion+experimental&pg=PA26&printsec=frontcover
- RYDER, A. 2021 *Propuesta de concreto eco- sostenible con la adición de caucho para el diseño del pavimento rígido $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en llave, Puno*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81994>
- SAICO, J. 2022 *Diseño del pavimento rígido sustituyendo caucho al agregado fino en el concreto de la calle Bulgaria-Hunter-Arequipa 2022*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97251>

- SALSILLI, R. 2018 *Manual diseño de pisos industriales*.
https://issuu.com/ich_mkt/docs/manual_diseno_de_pisos_industriales
- SILVA, D. y ANTUNES, E. 2021 *Analysis of different interface treatments between masonry of AAC blocks and reinforced concrete structure after uniaxial compression strength test*.
<https://www.proquest.com/docview/2566212275/107BC30DE6B947BFPQ/1?accountid=37408>
- SIRINGI, G. 2012 *Properties of Concrete with Tire Derived Aggregate and Crumb Rubber as a Lighthweight Substitute for Mineral Aggregates in the Concrete Mix*.
<https://www.proquest.com/docview/1035157077/5223696448B34E67PQ/1?accountid=37408>
- SYED, S., MUHAMMAD, M., YU-FEI, W., INDUBHUSHAN, P., YINGWU, Z. y FENG X. 2012 *Influence of different treatment methods on the mechanical behavior of recycled aggregate concrete: A comparative study*
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946519304226>
- TORRES, H. 2014 *Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho*.
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/169?locale-attribute=en>
- TUCTO, D. 2022 *Diseño de pavimento rígido con incorporación de caucho reciclado como mejora a la infraestructura vial, Avenida Lima, Chilca 2022*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/119255>
- VEGA, I. 2022 *Diseño de pavimento rígido y articulado utilizando caucho reciclado de neumáticos, mediante el óptimo diseño de mezclas, en Arequipa*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105168>

- YUNCHAO, T., WANHUI F., ZHENG C., YUMEI N., SHUHONG G., JUNBO, S., 2021 *Fracture behavior of a sustainable material: Recycled concrete with waste crumb rubber subjected to elevated temperatures.*
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262102761X>

- ZHANG, J., NIU, W., YANG, Y., HOU, D. y DONG, B., 2023 *Research on the mechanical properties of polyvinyl alcohol-modified waste rubber-filled cement paste using digital image correlation technology.*
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/WOS:001010362300001>

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Análisis del comportamiento mecánico estructural del concreto con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima.						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente:			
¿El caucho reciclado como agregado fino mejora la resistencia a la compresión?	Determinar cómo afecta la incorporación de caucho reciclado en la resistencia a la compresión del concreto en losa industrial.	El caucho reciclado mejora la resistencia a la compresión del concreto.	Aplicación de caucho reciclado	Dimensión 1: Caucho como agregado fino	Indicador: Ensayo de Granulometría	Tipo de investigación: Aplicada
				Dimensión 2: Comparativa del Agregado convencional y el caucho	Indicador: Ensayo de Granulometría	Diseño de investigación: Experimental
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Independiente	DIMENSIONES	INDICADORES	Población: Losas de uso industrial en SJL
<p>¿Cómo influye la dosificación de la mezcla al utilizar caucho reciclado?</p> <p>¿Qué efecto produce la aplicación de caucho reciclado en la trabajabilidad de mezcla resultante?</p> <p>¿Qué efecto produce la aplicación de caucho reciclado en su resistencia a la flexión?</p>	<p>-Analizar cómo influye la dosificación y la proporción de caucho reciclado en el comportamiento mecánico estructural del concreto.</p> <p>-Analizar cómo influye en la trabajabilidad del concreto al agregarle caucho reciclado.</p> <p>-Analizar cuánto influye en la resistencia a la flexión del concreto al utilizar caucho reciclado.</p>	<p>-La dosificación es alterada en gran medida al sustituir el agregado fino por caucho reciclado.</p> <p>-La trabajabilidad del concreto mejora al utilizar caucho reciclado.</p> <p>-La resistencia a la flexión mejora al agregar caucho reciclado a la mezcla.</p>	Comportamiento mecánico estructural del concreto	Dimensión 1: Propiedades del concreto solido	Indicador: Nivel de la resistencia a la compresión	Muestra: 24 Probetas cilíndricas y 2 rectangulares
					Indicador: Nivel de resistencia a la flexión	
				Dimensión 2: Propiedades del concreto fresco	Indicador: Trabajabilidad	Muestreo: No Probabilístico

ANEXO 2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente: Aplicación de caucho reciclado	Siendo estos esencialmente un material reciclado después de completar su ciclo de vida útil (Torres, 2014, p. 15).	Caucho reciclado granulado en la mezcla del concreto para verificar y analizar su comportamiento estructural al ser sometido a distintas cargas. (Ryder, 2021, p. 26)	Caucho como agregado fino	Ensayo de granulometría	Razón
			Comparativa del agregado convencional y el caucho	Ensayo de granulometría	Razón
Variable Independiente: Comportamiento mecánico estructural del concreto	Se refiere a la manera en que un organismo reacciona ante la implementación de una serie de intervenciones externas; estas intervenciones suelen ser fuerzas externas aplicadas a los componentes para que ejecuten las funciones para las cuales fueron diseñados. (Torres, 2014, p. 25)	Los ensayos que realizare seguirán lineamientos principalmente de las siguientes normativas establecidas. NTP 339.034 (Norma Técnica Peruana) (Ensayo de resistencia a la compresión). NTP 339.078 (Norma Técnica Peruana) (Ensayo de resistencia a la flexión). NTP 400.012 (Norma Técnica Peruana) (Ensayo de granulometría). (Osorio, 2021 p. 11)	Propiedades del concreto solido	Nivel de resistencia a la compresión Nivel de resistencia a la flexión	Razón
			Propiedades del concreto fresco	Trabajabilidad	Razón

ANEXO 4

ASENTIMIENTO INFORMADO



Asentimiento Informado

Título de la investigación: Análisis del comportamiento mecánico estructural concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima

Investigador: Diestra Julca Pablo

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada "Análisis del comportamiento mecánico estructural concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima", cuyo objetivo es: Determinar cómo afecta la incorporación de caucho reciclado en el mejoramiento del comportamiento mecánico estructural en losa industrial.

Esta investigación es desarrollada por el estudiante de pregrado, de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo del campus Lima Este, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la CC. Viñas de media luna para el desarrollo del proyecto.

Describir el impacto del problema de la investigación.

¿El caucho reciclado como agregado fino mejora las propiedades mecánicas del concreto?

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta, procedimiento o entrevista donde se recogerá datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: "Análisis del comportamiento mecánico estructural concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima".
2. Esta encuesta, procedimiento o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 30 minutos y se realizará en el ambiente de laboratorio de la institución Universidad Nacional de Ingeniería. Las respuestas al cuestionario o entrevista serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.



Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador Diestra Julca Pablo, email: ddiestraju@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Escalante Contreras Jorge, email: jescalante@ucv.edu.pe

Consentimiento (NO CORRESPONDE)

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo que mi menor hijo participe en la investigación.

Nombre y apellidos:_____

Fecha y hora:_____



ANEXO 5

MATRIZ DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos ensayo de granulometría para el caucho reciclado y ensayo de la resistencia a la compresión y flexión de probetas de concreto, en el proyecto “Análisis del comportamiento mecánico estructural concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	ESCALANTE CONTRERAS JORGE
Grado profesional:	Maestría () Doctor (<input checked="" type="checkbox"/>)
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa () Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Supervisor de obra en el Gobierno Regional Lima, Coordinador de obra en la municipalidad de Lima, DOCENTE EN LA UCV Y UNMSM
Institución donde labora:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Alternativas de solución mediante el uso de barreras flexibles a problemas geodinámicos del cerro La Picota – Ayacucho – Perú

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXIÓN ENSAY DE GRANULOMETRIA PARA EL CAUCHO RECICLADO
----------------------	--

Autor:	DIESTRA JULCA PABLO
Procedencia:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Administración:	PROPIA
Tiempo de aplicación	4 SEMANAS
Ámbito de aplicación:	INGENIERIA CIVIL
Significación:	La escala de medición a utilizar será la razón con respecto a los resultados que se obtengan en los ensayos respectivos teniendo como V.D. aplicación de caucho reciclado y sus dimensiones caucho como agregado fino y comparativa del agregado convencional y el caucho para los cuales se realizara un ensayo de granulometría que determine la proporción en la cual se utilizara para la mezcla; para la V.I. comportamiento mecánico estructural del concreto se tiene las dimensiones que serían las propiedades del concreto sólido y propiedades del concreto fresco con los cuales se realizara ensayos de resistencia a la compresión y flexión para determinar la resistencia que posee el concreto con caucho reciclado a diferentes cargas y su trabajabilidad.

4. Soporte teórico

Escala/Área	Subescala (dimensiones)	Definición
Ensayo de resistencia a la compresión y flexión.	Propiedades del concreto solido	Determinar la resistencia a la compresión y flexión que posee el concreto al agregarle caucho reciclado en diferentes tamaños y proporciones comparado con un concreto convencional.
	Propiedades del concreto fresco	La trabajabilidad que se requiere al adicionar este material reciclado en la mezcla de concreto.

Ensayo de granulometría para el caucho reciclado	Caucho como agregado fino	Realizar ensayos de granulometría para trabajar el material como un potencial agregado dentro de la categoría de agregado fino.
	Comparativa del agregado convencional y el caucho	Realizar ensayos de granulometría para trabajar el material como un potencial agregado dentro de la categoría de agregado fino en comparación del árido natural.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento los instrumentos ficha de recolección de datos del ensayo de granulometría y del ensayo de resistencia a la compresión elaborado por Diestra Julca Pablo en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.

Dimensiones del instrumento: Comportamiento mecánico estructural del concreto

- **Primera dimensión: Propiedades del concreto solido**
- **Objetivos de la dimensión: El instrumento permitirá medir que tanto afecta o mejora la adición de caucho reciclado en el concreto comparado con un concreto tradicional**

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel de la resistencia a la compresión	Los informes de laboratorio demuestran que se puede utilizar el caucho reciclado dentro de la mezcla como agregado fino sin afectar el comportamiento mecánico estructural del concreto.	3	3	4	
Nivel de resistencia de la mezcla	Los informes de laboratorio demuestran que se puede utilizar el caucho reciclado dentro de la mezcla como agregado fino, pero se podría aumentar con algún aditivo sin afectar el comportamiento mecánico estructural del concreto.	3	3	4	
Trabajabilidad	Se debe mejorar la dosificación de la mezcla para llegar a unos mejores resultados.	3	3	3	

	tamaños más pequeños o grandes.				
Caucho como agregado dentro del concreto	El caucho reciclado se podrá utilizar como nuevo material para el concreto al contar con una proporción y tamaño adecuado.	4	4	4	



Firma del evaluador

DNI 28286636

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos ensayo de granulometría para el caucho reciclado y ensayo de la resistencia a la compresión y flexión de probetas de concreto, en el proyecto “Análisis del comportamiento mecánico estructural concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	FLORES OSORIO JUAN CARLOS	
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social ()
	Educativa ()	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	INSPECCION DE CAMPO	
Institución donde labora:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE POMABAMBA	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años (X)	Más de 5 años ()
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Transparencia de los funcionarios y las contrataciones de obras públicas en la municipalidad provincial de Pomabamba, 2021	

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXIÓN ENSAY DE GRANULOMETRIA PARA EL CAUCHO RECICLADO
Autor:	DIESTRA JULCA PABLO
Procedencia:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Administración:	PROPIA

Tiempo de aplicación	4 SEMANAS
Ámbito de aplicación:	INGENIERIA CIVIL
Significación:	La escala de medición a utilizar será la razón con respecto a los resultados que se obtengan en los ensayos respectivos teniendo como V.D. aplicación de caucho reciclado y sus dimensiones caucho como agregado fino y comparativa del agregado convencional y el caucho para los cuales se realizara un ensayo de granulometría que determine la proporción en la cual se utilizara para la mezcla; para la V.I. comportamiento mecánico estructural del concreto se tiene las dimensiones que serían las propiedades del concreto sólido y propiedades del concreto fresco con los cuales se realizara ensayos de resistencia a la compresión y flexión para determinar la resistencia que posee el concreto con caucho reciclado a diferentes cargas y su trabajabilidad.

4. Soporte teórico

Escala/Área	Subescala (dimensiones)	Definición
Ensayo de resistencia a la compresión y flexión.	Propiedades del concreto solido	Determinar la resistencia a la compresión y flexión que posee el concreto al agregarle caucho reciclado en diferentes tamaños y proporciones comparado con un concreto convencional.
	Propiedades del concreto fresco	La trabajabilidad que se requiere al adicionar este material reciclado en la mezcla de concreto.
Ensayo de granulometría para el caucho reciclado	Caucho como agregado fino	Realizar ensayos de granulometría para trabajar el material como

		un potencial agregado dentro de la categoría de agregado fino.
	Comparativa del agregado convencional y el caucho	Realizar ensayos de granulometría para trabajar el material como un potencial agregado dentro de la categoría de agregado fino en comparación del árido natural.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento los instrumentos ficha de recolección de datos del ensayo de granulometría y del ensayo de resistencia a la compresión elaborado por Diestra Julca Pablo en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.

- **Objetivos de la dimensión: El instrumento permitirá medir que tanto afecta o mejora la adición de caucho reciclado en el concreto comparado con un concreto tradicional**

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel de la resistencia a la compresión	Los informes de laboratorio demuestran que se puede utilizar el caucho reciclado dentro de la mezcla como agregado fino sin afectar el comportamiento mecánico estructural del concreto.	4	4	3	
Nivel de resistencia de la mezcla	Los informes de laboratorio demuestran que se puede utilizar el caucho reciclado dentro de la mezcla como agregado fino, pero se podría aumentar con algún aditivo sin afectar el comportamiento mecánico estructural del concreto.	4	4	3	
Trabajabilidad	Se debe mejorar la dosificación de la mezcla para llegar a unos mejores resultados.	4	4	3	

	grandes.				
Caucho como agregado dentro del concreto	El caucho reciclado se podrá utilizar como nuevo material para el concreto al contar con una proporción y tamaño adecuado.	4	4	3	



Firma del evaluador

DNI:80272513

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos ensayo de granulometría para el caucho reciclado y ensayo de la resistencia a la compresión y flexión de probetas de concreto, en el proyecto “Análisis del comportamiento mecánico estructural concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	LUIS HENRY OYOLA BENITES
Grado profesional:	Ingeniero civil de profesión
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa () Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Dirección gerencial de la empresa Hescon sac en obras civiles saneamiento y urbanístico.
Institución donde labora:	Laboro en mi propia empresa HESCON CONSTRUCTURA
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años ()
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	Trabajo(s) psicométricos realizados Adición de polvillo de trituración para mejorar la calidad de ladrillos de concreto. Ancón

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXIÓN ENSAY DE GRANULOMETRIA PARA EL CAUCHO RECICLADO
-----------------------------	--

Autor:	DIESTRA JULCA PABLO
Procedencia:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Administración:	PROPIA
Tiempo de aplicación	4 SEMANAS
Ámbito de aplicación:	INGENIERIA CIVIL
Significación:	La escala de medición a utilizar será la razón con respecto a los resultados que se obtengan en los ensayos respectivos teniendo como V.D. aplicación de caucho reciclado y sus dimensiones caucho como agregado fino y comparativa del agregado convencional y el caucho para los cuales se realizara un ensayo de granulometría que determine la proporción en la cual se utilizara para la mezcla; para la V.I. comportamiento mecánico estructural del concreto se tiene las dimensiones que serían las propiedades del concreto sólido y propiedades del concreto fresco con los cuales se realizara ensayos de resistencia a la compresión y flexión para determinar la resistencia que posee el concreto con caucho reciclado a diferentes cargas y su trabajabilidad.

4. Soporte teórico

Escala/Área	Subescala (dimensiones)	Definición
Ensayo de resistencia a la compresión y flexión.	Propiedades del concreto solido	Determinar la resistencia a la compresión y flexión que posee el concreto al agregarle caucho reciclado en diferentes tamaños y proporciones comparado con un concreto convencional.
	Propiedades del concreto fresco	La trabajabilidad que se requiere al adicionar este material reciclado en la mezcla de concreto.

Ensayo de granulometría para el caucho reciclado	Caucho como agregado fino	Realizar ensayos de granulometría para trabajar el material como un potencial agregado dentro de la categoría de agregado fino.
	Comparativa del agregado convencional y el caucho	Realizar ensayos de granulometría para trabajar el material como un potencial agregado dentro de la categoría de agregado fino en comparación del árido natural.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento los instrumentos ficha de recolección de datos del ensayo de granulometría y del ensayo de resistencia a la compresión elaborado por Diestra Julca Pablo en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.

Dimensiones del instrumento: Comportamiento mecánico estructural del concreto

- **Primera dimensión: Propiedades del concreto solido**
- **Objetivos de la dimensión: El instrumento permitirá medir que tanto afecta o mejora la adición de caucho reciclado en el concreto comparado con un concreto tradicional**

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel de la resistencia a la compresión	Los informes de laboratorio demuestran que se puede utilizar el caucho reciclado dentro de la mezcla como agregado fino sin afectar el comportamiento mecánico estructural del concreto.	4	4	4	
Nivel de resistencia de la mezcla	Los informes de laboratorio demuestran que se puede utilizar el caucho reciclado dentro de la mezcla como agregado fino, pero se podría aumentar con algún aditivo sin afectar el comportamiento mecánico estructural del concreto.	4	3	4	
Trabajabilidad	Se debe mejorar la dosificación de la mezcla para llegar a unos mejores resultados.	3	4	4	

	grandes.				
Caucho como agregado dentro del concreto	El caucho reciclado se podrá utilizar como nuevo material para el concreto al contar con una proporción y tamaño adecuado.	4	4	4	

HESCON CONSTRUCTORA S.A.C
RUC: 20603637641

.....
LUIS HENRY OYOLA BENITES
Gerente General

Firma del evaluador

DNI 44012141

ANEXO 7

ENSAYOS DE GRANULOMETRIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Pág. 1 de 1

INFORME

Del: : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A: : PABLO DIESTRA JULCA
Obra: : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ESTRUCTURAL CONCRETO F'c=210Kg/cm2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHÍCULOS PESADOS, JICAMARCA - S.JUL - LIMA"
Ubicación: : JICAMARCA - LIMA
 DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
Asunto: : Ensayo de Granulometría en Agregados
Expediente N°: : 23-1945-4
Recibo N°: : 81599
Fecha de emisión: : 12/15/2023

1. DE LA MUESTRA: : AGREGADO FINO, procedente de la cantera A.F. (ARENA)
2. MÉTODO DEL ENSAYO: : Norma de referencia NTP 400.012.2021.
 Procedimiento interno AT-496-24.
3. RESULTADOS: :

3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.4	2.4	97.7	85 - 100
N°8	2.36	12.0	14.4	88.0	80 - 100
N°16	1.18	17.8	32.2	67.8	50 - 85
N°30	0.60	18.6	50.8	49.2	25 - 60
N°60	0.30	17.7	68.5	31.5	5 - 30
N°100	0.15	23.0	91.5	8.5	0 - 10
FONDO		8.5	100.0	0.0	0

MÓDULO DE FINURA : 2.60

3.2. CURVA GRANULOMÉTRICA



4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. 
 Técnicos : Tec. 

Ing. Óscar Miranda Hospital
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o utilizar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4958 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Pág. 1 de 1

Del: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A: PABLO DIESTRA JULCA
Obra: TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ESTRUCTURAL CONCRETO FC=218KG/CM2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHICULOS PESADOS, JCAMARCA - S.L. - LIMA"
Ubicación: JCAMARCA - LIMA
 DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
Asunto: Ensayo de Granulometría en Agregados
Expediente N°: 23-1947-S
Recibo N°: 81971
Fecha de emisión: 12/10/2023

1. DE LA MUESTRA: HORMIGÓN, sin cementa especificada

2. MÉTODO DEL ENSAYO: Norma de referencia NTP 400.012.2021.
 Norma de referencia NTP 400.037.2021.
 Procedimiento interno AT-PA-24.

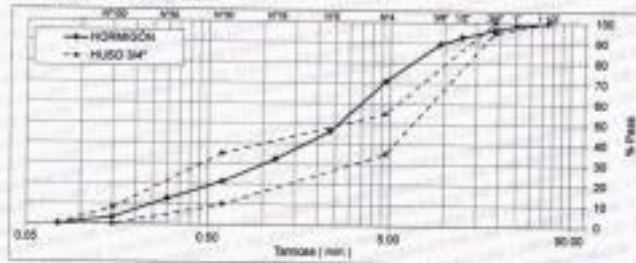
3. RESULTADOS:

3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	(mm)	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO 3/4"
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	1.3	1.3	98.7	-
3/4"	19.00	2.2	3.5	96.5	96 - 100
1/2"	12.50	3.7	7.2	92.8	-
3/8"	9.50	3.4	10.6	89.4	-
N°4	4.75	18.5	29.0	71.0	35 - 55
N°8	2.36	24.7	53.7	46.3	-
N°16	1.18	13.8	67.5	32.5	-
N°30	0.60	11.3	78.8	21.2	-
N°50	0.30	8.7	87.5	12.5	-
N°100	0.15	8.2	87.7	12.3	-
FONDO		9.9	100.0	0.0	0 - 8

MÓDULO DE FINURA : 4.27

3.2. CURVA GRANULOMÉTRICA



4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por: Ing. Manuel Diestra Julca
 Técnico: Sr. [Signature]
 [Stamp: LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES]

[Signature]
 Ing. Oscar Mijangos Hospital
 Jefe (a) del laboratorio
 [Stamp: LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES]

NOTAS:
 1) Este informe representa los resultados de un solo ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos realizados pertenecen a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 216, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Pág. 1 de 1

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : PABLO DIESTRA JULCA
 Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ESTRUCTURAL CONCRETO
 F'CD=210N/GCM2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHÍCULOS
 PESADOS, JICAMARCA - S.J.L - LIMA"
 Ubicación : JICAMARCA - LIMA
 Asunto : DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Expediente N° : Ensayo de Granulometría en Agregados
 Folio N° : 23-1948-4
 Fecha de emisión : 81679
 Fecha de emisión : 12/10/2023

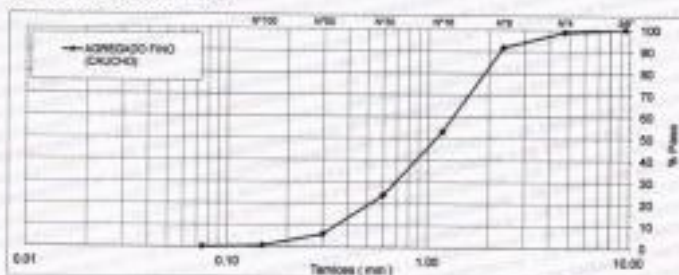
1. DE LA MUESTRA : AGREGADO FINO (CAUCHO), procedente de la cantera A.F. (CAUCHO);
 2. MÉTODO DEL ENSAYO : Procedimiento Interno AT-PR-24
 3. RESULTADOS :

3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ	(Pulg)	(mm)	%RET	%RET ACUM.	% PASA
3/8"		9.50	0.0	0.0	100.0
N°4		4.75	1.1	1.1	98.9
N°8		2.36	8.9	8.1	91.9
N°16		1.18	28.9	47.0	53.0
N°30		0.60	25.1	75.1	24.9
N°60		0.30	17.9	93.9	6.1
N°100		0.15	5.4	99.3	0.7
FONDO			0.7	100.0	0.0

MÓDULO DE FINURA : 3.26

3.2. CURVA GRANULOMÉTRICA



4. OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) La muestra fue ensayada bajo el P.I. AT-PR-24 el cual está basado en la NTP 400.012, de la cual se utilizó el procedimiento de tamizado referente al agregado fino para el material de caucho presentado por el solicitante.

Hecho por : Ing. M.
 Técnicos : Tec.



Ing. Oscar Miranda Hospital
 Jefe del laboratorio



NOTAS:
 1) Está prohibida reproducir, copiar, distribuir o publicar los resultados de análisis, total o parcialmente, sin la autorización de laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos, solo son válidos en la medida proporcionados por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1078 Anexo: 4058 / 4048

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : PABLO DIESTRA JULCA
Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ESTRUCTURAL CONCRETO FC=210KG/CM2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHÍCULOS PESADOS, JICAMARCA- S.J.L- LIMA"
Ubicación : JICAMARCA-SAN JUAN DE LURIGANCHO
 DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 23-2119
Recibo N° : 81743
Fecha de emisión : 02/11/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 6 muestras cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL #1
 Certificado de Calibración: LF-B-049-2023
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2021
 Procedimiento interno AT-PR-12
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (mm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
1	CP-1	25/10/2023	02/10/2023	181.9	6021	33	Tipo 3
2	CP-2	25/10/2023	02/10/2023	178.8	6036	34	Tipo 2
3	CP-3	25/10/2023	02/10/2023	179.2	22015	123	Tipo 2
4	CC3%-1	25/10/2023	02/10/2023	182.8	11119	61	Tipo 3
5	CC4%-1	25/10/2023	02/10/2023	183.0	13898	76	Tipo 2
6	CC5%-1	25/10/2023	02/10/2023	179.2	3828	21	Tipo 3

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al número, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Btes. S. P. Y. / C. A. R.
 Dpto. de I. S. P. Y.



Ing. Oscar Miranda Hospital
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1381 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-9378 Anexo: 4058 / 4048

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UN





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : PABLO DIESTRA JULCA
 Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO ESTRUCTURAL CONCRETO F'c=210KG/CM2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHICULOS PESADOS, JICAMARCA- SJL- LIMA"
 Ubicación : JICAMARCA-SAN JUAN DE LURIGANCHO DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 23-2164
 Recibo N° : 81788
 Fecha de emisión : 08/11/2023

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 6 muestras cilíndricas de concreto.
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL #1 Certificado de Calibración: LF-B-049-2023
 3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2021 Procedimiento interno AT-PR-12
 4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (mm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
1	CP-4	25/10/2023	08/11/2023	181.7	7435	41	Tipo 2
2	CP-5	25/10/2023	08/11/2023	178.7	16276	91	Tipo 2
3	CP-6	25/10/2023	08/11/2023	182.8	6207	34	Tipo 3
4	CC3%-2	25/10/2023	08/11/2023	182.7	13474	74	Tipo 3
5	CC4%-2	25/10/2023	08/11/2023	181.3	6482	36	Tipo 3
6	CC5%-2	25/10/2023	08/11/2023	180.9	5843	32	Tipo 3

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sres. S. P. Y. / C. A. R.
 Dignatario: S. S. P. Y.



Ing. César Miranda Hospital
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Ax. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : DIESTRA JULCA PABLO
Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO ESTRUCTURAL
 CONCRETO F'c=210KG/CM2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA
 INDUSTRIAL PARA VEHICULOS PESADOS, JICAMARCA- SJL- LIMA"
Ubicación : JICAMARCA-SJL
 DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN
 DE LURIGANCHO
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 23-2219
Recibo N° : 81843
Fecha de emisión : 16/11/2023

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 6 muestras cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL #1
 Certificado de Calibración: LF-B-049-2023
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2021
 Procedimiento Interno AT-PR-12
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
1	CP-7	25/10/2023	16/11/2023	179.9	39927	220	Tipo 3
2	CP-8	25/10/2023	16/11/2023	182.9	7769	42	Tipo 3
3	CP-9	25/10/2023	16/11/2023	181.5	18986	94	Tipo 2
4	CC3%-3	25/10/2023	16/11/2023	184.1	6046	33	Tipo 2
5	CC4%-3	25/10/2023	16/11/2023	182.3	14304	78	Tipo 2
6	CC5%-3	25/10/2023	16/11/2023	179.3	7383	41	Tipo 2

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sres. S. P. Y. / C. A. R.
 Dpto. (C) : S. P. Y.



Ing. Oscar Miranda Hospinal
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Ax. Tupac Amaru N° 218, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lm.uni.edu.pe



lm@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : PABLO DIESTRA JULCA
Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ESTRUCTURAL CONCRETO F'c=210KG/CM2 CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHÍCULOS PESADOS, JICAMARCA- S.JL- LIMA"
Ubicación : JICAMARCA - S.JL
 DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 23-2288
Recibo N° : 81912
Fecha de emisión : 22/11/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 6 muestras cilíndricas de concreto,
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL #1
 Certificado de Calibración: LF-B-049-2023
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 338.034:2021
 Procedimiento interno AT-PIR-12
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE FALLA
1	CP-10	25/10/2023	22/11/2023	179.0	22200	124	Tipo 2
2	CP-11	25/10/2023	22/11/2023	179.6	30113	168	Tipo 2
3	CP-12	25/10/2023	22/11/2023	183.3	16383	89	Tipo 3
4	CC3%-4	25/10/2023	22/11/2023	183.7	18770	102	Tipo 2
5	CC4%-4	25/10/2023	22/11/2023	182.9	14926	82	Tipo 2
6	CC5%-4	25/10/2023	22/11/2023	178.4	10652	60	Tipo 4

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sres. S. P. Y. / C. A. R.
 Dignidad (s): In. S. P. Y.



Ing. Oscar Miranda Hospital
 Jefe (s) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381 - 3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : PABLO DIESTRA JULCA
 Obra : TESIS "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO ESTRUCTURAL DEL CONCRETO $f'_{cm} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CAUCHO RECICLADO EN LOSA INDUSTRIAL PARA VEHÍCULOS PESADOS, JICAMARCA-SJL - LIMA"
 Ubicación : JICAMARCA - SJL DEPARTAMENTO DE LIMA - PROVINCIA DE LIMA - DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con cargas a los tercios del tramo
 Expediente N° : 23-2289
 Recibo N° : 81913
 Fecha de emisión : 29/11/2023

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 2 vigas de concreto.
 La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHŌ
 Certificado de Calibración LF-B-086-2023
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078-2022.
4. RESULTADOS : FECHA DE ENSAYO: 24/11/2023

MUESTRAS	FECHA DE MOLDEO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
M 1 - VIGA DE 15x15X50 cm CP	NO INDICA	45	90.0	14.8	15.2	225.0	1570	20.7
M 2 - VIGA DE 15x15X50 cm CC	NO INDICA	45	90.0	15.6	15.1	235.6	1180	14.9

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. Carlos Villegas M.
 Técnico : Sr. A.S.V.

DIGITADO POR: C.V.M.



[Signature]
 Ing. Oscar Miranda Hoispal
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



ANEXO 8

DISEÑO DE MEZCLA UTILIZADO EN EL CONCRETO PATRON

	Peso especifico	modulo de fineza	humedad natural %	absorcion %	peso unitario S.	peso unitario C.
CEMENTO APU TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.45	2.60	1.6	1.64	1570	1774
AGREGADO GRUESO	2.47	4.27	0.4	0.81	1461	1614
A) VALORES DE DISEÑO						
ASENTAMIENTO				3 - 4	pulg	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"		
RELACION AGUA CEMENTO				0.56		
AGUA				205		
TOTAL DE AIRE ATRAPADO%				2.0		
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO				366.07 kg/cm2		8.61 bls/m3
VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO				0.117 m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA				0.2050 m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE				0.0200 m3		
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS						0.3420
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO				0.4230 m3		0.6580
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO				0.235 m3		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.0000
C) CANTIDAD DE MATERIALES EN M3 POR EN PESO SECO						
CEMENTO				366.07 kg/m3		
AGUA				205 lt/m3		
AGREGADO FINO				1035.125 kg/m3		
AGREGADO GRUESO				580.94 kg/m3		
PESO DE MEZCLA				2187.135 kg/m3		
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				1051.69 kg/m3		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				583.27 kg/m3		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
			%	lt/m3		
AGREGADO FINO				0.04	0.3	
AGREGADO GRUESO				0.27	2.5	
					2.8	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					207.8 lt/m3	
F) CANTIDAD DE MATERIALES M3 POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				366.07 kg/m3		
AGUA				208 lt/m3		
AGREGADO FINO				1052 kg/m3		
AGREGADO GRUESO				583 kg/m3		
PESO DE MEZCLA				2209 kg/m3		
G) CANTIDAD DE MATERIALES						
CEMENTO				6.62 kg		
AGUA				3.76 lt		
AGREGADO FINO				19.03 kg		
AGREGADO GRUESO				10.54 kg		

PROPORCION EN VOLUMEN	
C	1
A.F	2.87
A.G	1.59
AGUA	31.39

DISEÑO DE MEZCLA UTILIZADO EN EL CONCRETO CON CAUCHO 3%

	Peso específico	módulo de finesa	humedad natural %	absorcion %	peso unitario S.	peso unitario C.
CEMENTO APU TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.45	2.60	1.6	1.64	1570	1774
AGREGADO GRUESO	2.47	4.27	0.4	0.81	1461	1614
A) VALORES DE DISEÑO						
ASENTAMIENTO	3 - 4 pulgadas					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"					
RELACION AGUA CEMENTO	0.56					
AGUA	205					
TOTAL DE AIRE ATRAPADOS	2.0					
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.36					
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO	366.07 kg/cm ²			8.61 blt/m ³		
VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.117 m ³					
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.2050 m ³					
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.0200 m ³					
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	0.3420					
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO	0.4230 m ³					
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO	0.235 m ³					
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	1.0000					
C) CANTIDAD DE MATERIALES EN M³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO	366.07 kg/m ³					
AGUA	205 lt/m ³					
AGREGADO FINO	1035.125 kg/m ³					
AGREGADO GRUESO	580.94 kg/m ³					
CAUCHO RECICLADO (3% DEL AGREGADO FINO)	31.05 kg/m ³					
PESO DE MEZCLA	2218.185 kg/m ³					
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO	1051.69 kg/m ³					
AGREGADO GRUESO HUMEDO	583.27 kg/m ³					
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS	%	lt/m ³				
AGREGADO FINO	0.04	0.3				
AGREGADO GRUESO	0.27	2.5				
		2.8				
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		207.8 lt/m ³				
F) CANTIDAD DE MATERIALES M³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO	366.07 kg/m ³					
AGUA	208 lt/m ³					
AGREGADO FINO	1052 kg/m ³					
AGREGADO GRUESO	583 kg/m ³					
CAUCHO RECICLADO (3% DEL AGREGADO FINO)	31.56 kg/m ³					
PESO DE MEZCLA	2240 kg/m ³					
G) CANTIDAD DE MATERIALES (1BB)						
CEMENTO	6.62 kg					
AGUA	3.76 lt					
AGREGADO FINO	19.03 kg					
AGREGADO GRUESO	10.54 kg					
CAUCHO RECICLADO (3% DEL AGREGADO FINO)	570.9 g					
	0.5709					

Por lo tanto el agregado fino real a utilizar sería:
18.4591 kg

PROPORCION EN VOLUMEN	
C	1
A.F	2.87
A.G	3.59
AGUA	31.39
CAUCHO	0.09

DISEÑO DE MEZCLA UTILIZADO EN EL CONCRETO CON CAUCHO 4%

	Peso específico	modulo de fineza	humedad natural %	absorcion %	peso unitario S.	peso unitario C.
CEMENTO APU TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.45	2.60	1.6	1.64	1570	1774
AGREGADO GRUESO	2.47	4.27	0.4	0.81	1461	1614
A) VALORES DE DISEÑO						
ASENTAMIENTO				3 - 4	pulg	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"		
RELACION AGUA CEMENTO				0.56		
AGUA				205		
TOTAL DE AIRE ATRAPADO%				2.0		
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.26		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			366.07	kg/cm ²		8.61
VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO				0.117	m ³	
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA				0.2050	m ³	
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE				0.0200	m ³	
						0.3420
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO				0.4230	m ³	0.6580
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO				0.225	m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.0000
C) CANTIDAD DE MATERIALES EN M3 POR EN PESO SECO						
CEMENTO				366.07	kg/m ³	
AGUA				205	lt/m ³	
AGREGADO FINO				1035.125	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				580.94	kg/m ³	
CAUCHO REICLADO (4% DEL AGREGADO FINO)				41.905	kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2328.64	kg/m ³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				1051.69	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				583.27	kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
			%		lt/m ³	
AGREGADO FINO				0.04	0.3	
AGREGADO GRUESO				0.27	2.5	
					2.8	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					207.8	lt/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES M3 POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				366.07	kg/m ³	
AGUA				208	lt/m ³	
AGREGADO FINO				1052	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO				583	kg/m ³	
CAUCHO REICLADO (4% DEL AGREGADO FINO)				42.08	kg/m ³	
PESO DE MEZCLA				2251	kg/m ³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (18lt)						
CEMENTO				6.62	kg	
AGUA				3.76	lt	
AGREGADO FINO				19.03	kg	
AGREGADO GRUESO				10.54	kg	
CAUCHO REICLADO (4% DEL AGREGADO FINO)				761.2	g	

Por lo tanto el agregado fino real a utilizar sería:
18.2688 kg

PROPORCION EN VOLUMEN	
C	1
A.F	2.87
A.G	1.59
AGUA	31.39
CAUCHO	0.11

DISEÑO DE MEZCLA UTILIZADO EN EL CONCRETO CON CAUCHO 5%

	Peso específico	modulo de finiza	humedad natural %	absorcion %	peso unitario S.	peso unitario C.
CEMENTO APU TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO	2.45	2.60	1.6	1.64	1570	1774
AGREGADO GRUESO	2.47	4.27	0.4	0.81	1461	1614
A) VALORES DE DISEÑO						
ASENTAMIENTO				3-4 pulg		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL				3/4"		
RELACION AGUA CEMENTO				0.56		
AGUA				205		
TOTAL DE AIRE ATRAPADOS				2.0		
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			366.07 kg/cm ²		8.61 blt/m ³	
VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO				0.117 m ³		
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA				0.2050 m ³		
VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE				0.0200 m ³		
						0.3430
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO				0.4230 m ³		0.6580
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO				0.235 m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.0000
C) CANTIDAD DE MATERIALES EN M3 POR EN PESO SECO						
CEMENTO				366.07 kg/m ³		
AGUA				205 lt/m ³		
AGREGADO FINO				1035.125 kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				580.94 kg/m ³		
CAUCHO RECICLADO (5% DEL AGREGADO FINO)				51.756 kg/m ³		
				2238.891 kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				1051.69 kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				583.27 kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
			%	lt/m ³		
AGREGADO FINO				0.04	0.3	
AGREGADO GRUESO				0.27	2.5	
					2.8	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					207.8 lt/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES M3 POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				366.07 kg/m ³		
AGUA				208 lt/m ³		
AGREGADO FINO				1052 kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				583 kg/m ³		
CAUCHO RECICLADO (5% DEL AGREGADO FINO)				52.6 kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2261 kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (18t)						
CEMENTO				6.62 kg		
AGUA				3.76 lt		
AGREGADO FINO				19.03 kg		
AGREGADO GRUESO				10.54 kg		
CAUCHO RECICLADO (5% DEL AGREGADO FINO)				951.5 g		

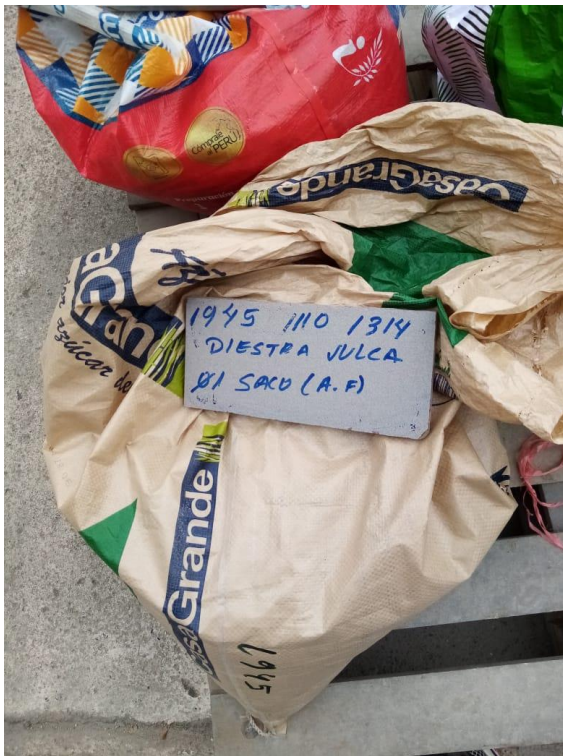
Por lo tanto el agregado fino real a utilizar seria:
18.0785 kg

PROPORCION EN VOLUMEN	
C	1
A.F	2.87
A.G	1.59
AGUA	31.39
CAUCHO	0.14

ANEXO 9
FOTOGRAFIAS



Agregados llevados a laboratorio



Tramos de la calle media luna y su prolongación.



Levantamiento topográfico de la zona







Probetas utilizadas en los ensayos





Vehículos pesados que transitan constantemente la zona



Desencofrado de probetas rectangulares para ensayo de resistencia a la flexion



Calicata C-1



Mesa vibradora utilizada para disminuir los vacíos en las probetas cilíndricas



Diseño del pavimento rígido o losa industrial Mediante AASHTO

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR AASHTO

ESTACION: C-1

PROYECTO: "Análisis del comportamiento mecánico estructural del concreto con caucho reciclado en losa industrial para vehículos pesados, Jicamarca- SJL- Lima"

DATOS:	K =	47.91	Mpa/m	So =	0.35	
	Ec =	21495	Mpa	R =	90 % =>	ZR = -1.282
	S'c =	3.77	Mpa	ΔPSI =	2	
	J =	3.90		W80 =	9.39 x 10 ⁶	
	Cd =	1.00		D =	300	mm

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10} \left[\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$



Espesor de la losa de concreto = **30 cm**

Espesor de la Sub base = **15 cm**