



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio en el control de patologías del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORA:

Ramos Condori, Gladys Esther (orcid.org/0009-0001-7545-3181)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis padres, mi hermana y mi querido Max, porque todo lo que soy se lo debo a ellos y por inculcar en mi la importancia de estudiar.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos sabiduría y fuerza para culminar con esta etapa académica.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDROXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGIAS DEL CONCRETO PARA EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023.", cuyo autor es RAMOS CONDORI GLADYS ESTHER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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, 28 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID: 0000-0002-9232-1359	Firmado electrónicamente por: JCANTAHU el 28-02- 2024 16:16:34

Código documento Trilce: TRI - 0738952



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RAMOS CONDORI GLADYS ESTHER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDROXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
RAMOS CONDORI GLADYS ESTHER DNI: 48064790 ORCID: 0009-0001-7545-3181	Firmado electrónicamente por: GERAMOS el 05-03- 2024 09:18:39

Código documento Trilce: INV - 1565208

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN:	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA:.....	21
IV. RESULTADOS:.....	27
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII.RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	2863

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Antecedentes de dosificación de muestra</i>	5
Tabla 2. <i>Álcalis libres en el agua</i>	18
Tabla 3. <i>Número de elementos</i>	23
Tabla 7. <i>Muestra Patrón Carbonatación 7 días</i>	29
Tabla 8. <i>Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 7 días</i>	29
Tabla 9. <i>Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 7 días</i>	29
Tabla 10. <i>Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 7 días</i>	29
Tabla 11. <i>Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 7 días</i>	30
Tabla 12. <i>Muestra Patrón Carbonatación 14 días</i>	30
Tabla 13. <i>Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 14 días</i>	30
Tabla 14. <i>Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 14 días</i>	30
Tabla 15. <i>Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 14 días</i>	31
Tabla 16. <i>Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 14 días</i>	31
Tabla 17. <i>Muestra Patrón Carbonatación 28 días</i>	31
Tabla 18. <i>Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 28 días</i>	31
Tabla 19. <i>Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 28 días</i>	32
Tabla 20. <i>Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 28 días</i>	32
Tabla 21. <i>Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 28 días</i>	32
Tabla 22. <i>Muestra Patrón Carbonatación 56 días</i>	32
Tabla 23. <i>Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 56 días</i>	33
Tabla 24. <i>Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 56 días</i>	33
Tabla 25. <i>Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 56 días</i>	33
Tabla 26. <i>Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 56 días</i>	33
Tabla 27. <i>Muestra Patrón, Carbonatación 95 días</i>	34
Tabla 28. <i>Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 95 días</i>	34
Tabla 29. <i>Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 95 días</i>	34

Tabla 30. <i>Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 95 días</i>	34
Tabla 31. <i>Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 95 días</i>	35
Tabla 32. <i>Muestra Resistencia a la Compresión, 7 días</i>	37
Tabla 33. <i>Muestra Resistencia a la Compresión, 14 días</i>	38
Tabla 34. <i>Muestra Resistencia a la Compresión, 28 días</i>	39
Tabla 35. <i>Prueba de Normalidad - Reacción Álcali Sílice del Concreto a los 14 días</i>	43
Tabla 36. <i>Efecto de la Reacción Álcali Sílice</i>	44
Tabla 37. <i>Prueba de Normalidad – Carbonatación del concreto a los 95 días</i>	45
Tabla 38. <i>Efecto de la Carbonatación</i>	46
Tabla 39. <i>Prueba de normalidad – Resistencia a la Compresión del concreto a los</i> <i>07 días</i>	47
Tabla 40. <i>Efecto de la Resistencia a la Compresión</i>	48
Tabla 41. <i>Prueba de normalidad – Resistencia a la Compresión del concreto a los</i> <i>14 días</i>	49
Tabla 42. <i>Efecto de la Resistencia a la Compresión</i>	50
Tabla 43. <i>Prueba de normalidad – Resistencia a la Compresión del concreto a los</i> <i>28 días</i>	51
Tabla 44. <i>Efecto de la Resistencia a la Compresión</i>	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. <i>Usos del caucho reciclado</i>	2
Figura 2. <i>Árbol del problema</i>	3
Figura 3. <i>Neumáticos fuera de uso</i>	15
Figura 4. <i>Caucho Reciclado</i>	15
Figura 5. <i>Composición física de un neumático de caucho</i>	16
Figura 6. <i>Diagrama de flujo del procesamiento de NaOH de partículas CR</i>	17
Figura 7. <i>Componentes del concreto</i>	18
Figura 8. <i>Fisuras en el concreto</i>	19
Figura 9. <i>Preparación y prueba de muestras</i>	19
Figura 10. <i>Tamizado y rotulado de muestras</i>	28
Figura 11. <i>Muestras de barras de concreto</i>	28
Figura 12. <i>Muestra patrón 7 días carbonatación</i>	35
Figura 13. <i>Muestras CR + Na 10%, 7 días carbonatación</i>	35
Figura 14. <i>Muestras CR + Na 22%, 7 días carbonatación</i>	36
Figura 15. <i>Muestras carbonatadas</i>	36
Figura 16. <i>Muestras ensayadas</i>	36
Figura 17. <i>Elaboración de probetas de concreto</i>	40
Figura 18. <i>Briquetas con dosificación de concreto preparadas</i>	40
Figura 19. <i>Rotura de probetas de concreto 7 días</i>	41
Figura 20. <i>Rotura de probetas de concreto 14 días</i>	41
Figura 21. <i>Rotura de probetas de concreto 28 días</i>	42
Figura 22. <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión</i>	42

RESUMEN

Este estudio examina la influencia del uso de caucho triturado (RC) tratado con una solución de NaOH en patologías y resistencia a la compresión de concreto. Para hacer esto, se desarrollaron varias mezclas de concreto a través de diferentes concentraciones (10%, 20%, 22% y 30%) de CR tratadas con una solución de NaOH y un tamaño de partículas de CR (0.15-1.18 mm). Se evaluó la reacción de resistencia a la compresión, sílice y carbonatación. La adición de partículas de Cr puede mejorar la reacción de sílice alcalina con agregados reciclados, y el efecto fue más significativo para las partículas de CR tratadas con una solución de NaOH que para la muestra estándar. Además, las partículas de Cr de 0.15 a 1.18 mm y pretratamiento con 30% de 241.30 kg/ cm² de la muestra estándar. Aunque la incorporación de la superficie ha tendido a empeorar en la mezcla de concreto de CR de 0.15 a 12.18 mm debido a sus muertes más bajas, las mezclas aún duraban en condiciones de reacción de sílice alcalina.

Palabras clave: *Caucho reciclado, Hidróxido de Sodio, Resistencia Compresión, Carbonatación, Álcali-Sílice.*

ABSTRACT

This study examines the influence of using crumb rubber (CR) treated with a NaOH solution on pathologies and compressive strength of concrete. To do this, several concrete mixtures were developed through different concentrations (10%, 20%, 22% and 30%) of CR treated with a NaOH solution and a CR particle size (0.15-1.18 mm). The reaction of compressive strength, silica and carbonation was evaluated. The addition of Cr particles can enhance the reaction of alkali silica with recycled aggregates, and the effect was more significant for CR particles treated with NaOH solution than for the standard sample. In addition, Cr particles from 0.15 to 1.18 mm and pretreatment with 30% of 241.30 kg/ cm² of the standard sample. Although surface incorporation has tended to worsen in the 0.15 to 12.18 mm CR concrete mix due to its lower kills, the mixes still lasted under alkaline silica reaction conditions.

Keywords: Recycled rubber, Sodium hydroxide, Compression Strength, Carbonation, Alkali-Silica.

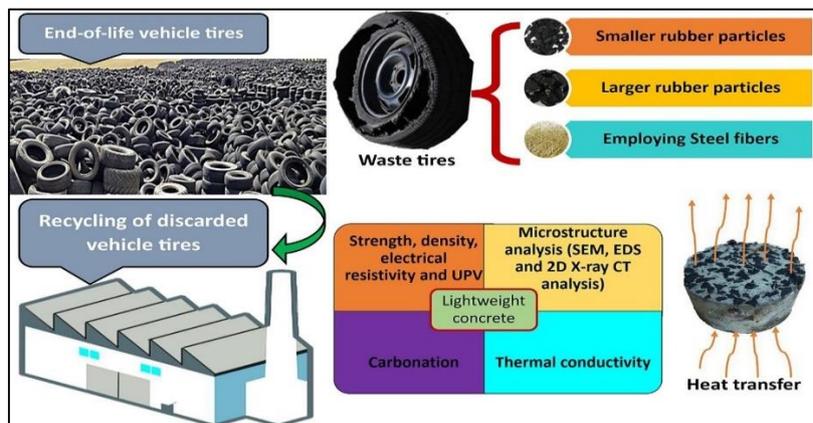
I. INTRODUCCIÓN:

El uso excesivo de caucho causa contaminación y deterioro ambiental en el mundo. Varios estudios, como alternativas a la solución, buscan incorporar caucho reciclado en la construcción. En referencia a ello, en Pakistán según Abbas et al., (2022) mencionó que los desechos de caucho reciclados (RW) se obtienen de neumáticos de caucho en desuso; en un año, se lanzan o construyen alrededor de 1500 millones de ruedas de caucho, lo que puede alcanzar los 5 mil millones hasta 2030, los neumáticos de caucho de desecho generan contaminación y afectan el medio ambiente debido a la fácil combustión debido a la eliminación. La combustión de procesos causa fuego, humo y otras dispersiones que son perjudiciales para el bienestar humano. Por ello, es importante encontrar una forma efectiva de eliminar los neumáticos de desechos para un buen equilibrio ecológico. La sostenibilidad del concreto que incorpora el caucho granulado (CR) se ve afectada negativamente debido a la incompatibilidad de las partículas de CR con otros ingredientes de concreto convencionales.

En China, con el veloz incremento del capital, se destina inversión en la construcción de una nueva infraestructura, lo que resulta en un aumento sustancial en la demanda de concreto y otros materiales de construcción y la acumulación de desechos de demolición de la infraestructura de cada año. Una de las soluciones propuestas es utilizar los desechos de construcción como un agregado de concreto. Además de los desechos de construcción en China, la "contaminación negra" causada por los desechos de caucho también aumenta significativamente. La producción de neumáticos residuales en China supera los 10 millones de toneladas al año, que es la tasa más alta del mundo. Los neumáticos usados no son biodegradables, son voluminosos y difíciles de manejar. En consecuencia, la eliminación de neumáticos para residuos se ha convertido recientemente en un problema ambiental. Actualmente, los restos de caucho generalmente se dividen en partículas delgadas o de polvo y se usan como agregados en el concreto. Como se mencionó anteriormente, reemplazar el agregado de concreto natural (NCA) con caucho granulado (CR) y el agregado de concreto reciclado (RCA) ayudará a reducir el impacto negativo del caucho residual de los neumáticos, los desechos de construcción y la demolición de desechos al medio ambiente, según (Li et al., 2021).

El rápido progreso en el sector automotriz ha indicado una gran demanda de vehículos de pasajeros, acompañado de una gran cantidad de neumáticos de desechos. Por ejemplo, en Australia, se lanzan alrededor de 48 millones de toneladas de neumáticos cada año al final de su vida útil, y se envían casi dos tercios a lugares donde se vierten basuras y escombros. Los métodos de tratamiento disponibles para el caucho de los neumáticos de residuos implican tratamiento físico, descomposición química, vertido, apilamiento y combustión, y entre estos tratamientos, la descomposición química, la quema y la descarga son extremadamente perjudiciales para el medio ambiente. Además, la colocación de neumáticos de desechos de caucho por medios naturales simplemente elimina los neumáticos de desechos en un período corto debido a sus características no degradantes. Uno de los medios más efectivos para aprovechar estos enormes desechos puede ser la industria de la construcción, aplastar neumáticos al final de su vida útil y agregarlos como materiales de construcción. La inclusión de partículas de caucho de residuos concretos tiene dos ventajas cruciales: un enfoque prometedor para abordar los recursos naturales y el reciclaje de los neumáticos para residuos para la sostenibilidad a largo plazo, según (UI Islam et al., 2023).

Figura 1. Usos del caucho reciclado



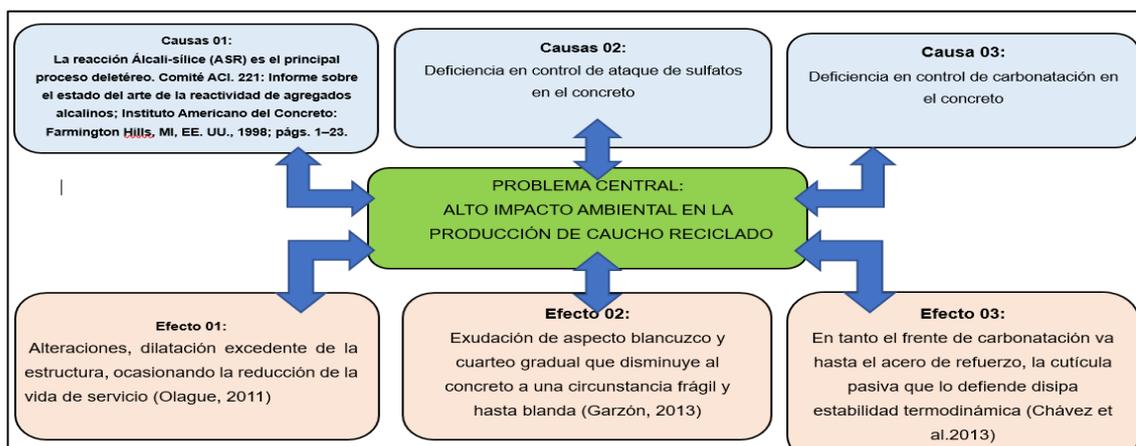
Nota: Adaptado de “Propiedades de microestructura, conductividad térmica y resistencia a la carbonatación del hormigón ligero estructural sostenible que incorpora partículas de caucho 100 % más gruesas”, por Islam, et al., 2023

El residuo de los compuestos de neumáticos incluye los disgregado de caucho, acero y fibra / desintegrados, que representa entre 70% y 78%, entre 15% y 27% y

entre 3% y 13% en peso, respectivos y varían según el vehículo original para usar. En los últimos veinte años, todavía se están desarrollando varias estrategias de reciclaje de neumáticos para permitir un aumento máximo de la reutilización productiva. El desarrollo de la sostenibilidad se debe al uso de neumáticos lanzados o al final de su vida útil (ETL), que reemplaza los materiales vírgenes, lo que reduce el agotamiento de los recursos naturales y los riesgos ambientales asociados con la exploración de los recursos naturales, según (Hamdi et al., 2021).

A nivel nacional, Salazar, (2019) menciona que según las investigaciones llevadas a cabo en nuestro país, el problema del daño sufrido por los edificios de concreto reforzado se puede ver en todo el territorio nacional a una mayor y menor medida, esto indudablemente afecta la calidad de los edificios y, por lo tanto, la comodidad de su población. Asimismo, según Alwi Assaggaf et al., (2022) indica que el CR es material dúctil porque más del 50% de su composición está en caucho. Las partículas de CR tienen una forma angular con una textura de superficie blanda y una gravedad específica de 1.10 ± 0.05 . Estas partículas son muy hidrófobas con un ángulo de contacto con el agua de 95-122 e informaron una temperatura de fusión de baja CR, que no excedió los 170°C .

Figura 2. Árbol del problema



Nota. Elaboración propia.

Una de las causas se debe al creciente consumo de recursos naturales, para el desarrollo de infraestructura exige la construcción de hormigón armado que consuman hormigón a gran escala, según Alwi Assaggaf et al., (2022), para comprender el proceso de la industria de la construcción, se deben resolver los

efectos del problema, como el estudio de los desechos, que causan daños al medio ambiente. Debido a estos problemas combinados, los investigadores estudiaron la posibilidad de reemplazar agregados naturales con caucho granulado (CR) extraído de neumáticos residuales. Este uso implicará la conservación de las fuentes naturales de los agregados agotados y promoverá el uso efectivo de los desechos.

En relación a la **formulación del problema** tenemos ¿Cómo influye el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio para el control de patologías del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023?; siendo el primer problema específico (a) ¿Cómo influye el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio para el control de la reacción álcali-sílice del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023?; el segundo problema específico (b) ¿Cómo influye el uso de caucho reciclado con Hidróxido de sodio para el control de la carbonatación del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023? y el tercer problema específico (c) ¿Cómo influye el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio para el control de la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023?

La justificación teórica se fundamenta en el interés del uso de materiales alternativos al agregado en el diseño de mezclas de concreto y la disminución de la huella de carbono. Según menciona Abbas et al., (2022), el uso de caucho reciclado como sustitución parcial de los áridos reactivos en la industria de la construcción reducirá problemas de vertido de caucho reciclado, al tiempo que controla los daños desastrosos debidos a la reacción álcalis sílice en infraestructuras de hormigón. También cabe señalar que el pretratamiento de RW puede mejorar aún más las propiedades del hormigón que conducen a una construcción sostenible, lo que justifica un estudio futuro más detallado. En relación al pretratamiento Li et al., (2021), indica que el caucho reciclado tratado con una solución de hidróxido de sodio puede reducir el impacto negativo sobre la resistencia a la compresión del concreto y que el efecto es más pronunciado en muestras de CR tratadas con solución de hidróxido de sodio. En este sentido Ataria & Wang, (2022), indica que el caucho granulado tiende a tener una influencia dañina en las características mecánicas del concreto; sin embargo, si considera un pretratamiento optimizado de las partículas de caucho granuladas, esta influencia puede revertirse. Del mismo modo, el porcentaje de agregados a reemplazados

también afecta la resistencia a la compresión. Se observa la carencia de investigaciones que analicen específicamente el concreto con 10% de caucho reciclado (0.15–1.18 mm) con pretratamiento con una solución de NaOH al 10%, 20%, 22% y 30%.

A nivel local se aprecia la carencia de investigaciones con las condiciones naturales de la región, con las condiciones de la dosificación, variando las concentraciones de hidróxido de sodio. Ello en un aporte en el desarrollo de nuevas metodologías duraderas en la construcción

Tabla 1. Antecedentes de dosificación de muestra

Trabajo de investigación	Porcentaje de Caucho Reciclado
Li et al., (2021) investiga la resistencia al ataque de sulfatos del hormigón con agregados reciclados con finos de caucho tratado (CT) con solución de NaOH. Las muestras de hormigón se prepararon de acuerdo con las normas chinas GB 50081 y GB T 50082	Las tasas de caucho tratado con solución de NaOH; empleados en tal investigación son: 10%, 20% y 30%. Las medidas de las partículas de caucho son; 0.16 - 0.3 mm, 0.85 - 2 mm y 10 - 20 milímetros. La tasa de reemplazo de partículas de CR fue según el volumen del agregado fino.
Alwi Assaggaf et al., (2022) analizaron los efectos de diferentes porcentajes de arena de caucho con tratamiento químico, ello aplicado sobre las características de durabilidad del hormigón cauchutado.	Las partículas de caucho utilizado por el investigador en total contenían un 40%. Sus medidas de caucho para una tasa del 40% son: 2.36 mm, 1.18 y 0,6 mm; para el 20% con medidas de 0,6 a 0,3 mm.
Abbas et al., (2022), este artículo investiga la utilización de caucho reciclado en estructuras de concreto para disminuir la reacción álcali sílice.	Los indagadores hicieron el uso de varias proporciones de caucho reciclado RW, en porcentajes del 5%, 10%, 15%, 20% y 25%; reemplazaron de forma parcial los agregados usados, ello en función al volumen del hormigón.

Fuente: Elaboración propia

La justificación práctica, con la presente investigación se pretende dar solución a la alta producción de caucho reciclado y para ello se pretende realizar un pretratamiento de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio, siendo incorporado en el diseño de mezcla como un reemplazante parcial de agregado fino. El concreto resultante es eco amigable, y se enfoca en el control de patologías del concreto para edificaciones.

La justificación social, en función al alto crecimiento poblacional, es necesario la construcción de viviendas. Una opción se da con programas de vivienda social, el presente estudio pretende establecer el control de las patologías de concreto

estructural con el uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio, el cual fomenta un concreto eco amigable.

Referente al objetivo principal de la investigación es determinar la influencia del uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio para el control de patologías del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023. Asimismo, tenemos (a) Determinar la influencia del uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio en la reacción álcali-sílice del concreto para edificaciones de Moquegua, como segundo objetivo específico (b) Determinar la influencia del uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio en la carbonatación del concreto para edificaciones de Moquegua, como tercer objetivo específico es (c) Determinar la influencia del uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones de Moquegua

Tratando la hipótesis general se tiene el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio, si influye en el control de patologías del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023. La primera hipótesis específica es (a) El uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio, si influye en la reacción álcali sílice del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023. La segunda hipótesis específica es (b) El uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio, si influye en la carbonatación del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023. Por último, la tercera hipótesis específica, (c) El uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio, si influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones, Moquegua, 2023

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

A nivel internacional, en Arabia Saudita se tiene a Alwi Assaggaf et al., (2022), en su artículo **“Efecto de diferentes tratamientos del caucho granulado sobre las características de durabilidad del hormigón cauchutado”** tuvo el propósito de evaluar el efecto del tratamiento del Caucho Reciclado (CR) con NaOH, KMnO_4 y cemento sobre la durabilidad del concreto. La investigación fue de modelo aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población son mezclas de concreto y la muestra se preparó con 2, 8, 16, 24 y 40 % de CR (en peso), reemplazada parcialmente la arena utilizada como agregado fino, la durabilidad del concreto granulado de caucho (CRC) se evaluó midiendo su absorción de agua, resistencia a los ácidos, resistividad eléctrica y permeabilidad al cloruro. La absorción de agua de CRC disminuyó debido al uso de CR tratado. Esta tendencia se notó particularmente en concreto con altas cantidades de CR. La resistencia a los ácidos del hormigón con hasta un 8 % de CRC tratado con NaOH fue mejor que la del CRC sin tratar. Aunque la disminución de peso fue inferior en el KMnO_4 CRC tratado, dicha pérdida de resistencia en este tipo de hormigón fue mayor que la del CRC tratado con NaOH y cemento. El CRC tratado con cemento exhibió el mejor desempeño contra el ataque ácido incluso con un 40% de CR reemplazando el agregado fino. Se notó un aumento notable en la resistividad eléctrica y la permeabilidad al cloruro de CRC debido a los cambios cruciales en la organización de orificio del concreto que contiene CR tratado. La mejora en la durabilidad de CRC fomenta el uso de CR para ayudar a conservar la arena como un bien escaso en muchas partes del mundo. Además, el uso de CR en el hormigón contribuye a la economía circular del mundo debido a la utilización de un material de desecho, a saber, neumáticos de automóviles desechados.

Asimismo, en China se tiene a Li et al., (2021), en su artículo **“Resistencia al ataque de sulfatos del hormigón con agregados reciclados con caucho granulado tratado con solución de NaOH”** este estudio investiga la resistencia al ataque de los sulfatos del hormigón con agregados reciclados con caucho triturado (CR) tratado con una solución de NaOH. La investigación fue de diseño experimental, de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo Para la población son

mezclas de concreto y para las muestras se desarrollaron varias mezclas de hormigón con áridos reciclados utilizando diferentes concentraciones (10 %, 20 % y 30 %) de CR tratado con solución de NaOH y diferentes tamaños de partículas de CR (0,16–0,3 mm, 0,85–2 mm y 10–20 mm). El rendimiento, incluida la pérdida de masa, la resistencia a la compresión residual, el módulo de elasticidad dinámico relativo (RDME) y la microestructura, se evaluó en el entorno de sulfato. Los resultados revelan que el comportamiento macroscópico del hormigón de áridos reciclados con CR presenta tres etapas: la etapa de mejora temprana o de declive lento, la etapa de declive medio y la etapa de declive acelerado posterior. La adición de partículas CR podría mejorar la resistencia al ataque de los sulfatos del hormigón con áridos reciclados, y el efecto fue más significativo para las partículas de CR tratadas con solución de NaOH que para las CR no tratadas. Además, las partículas CR de 0,16–0,3 mm y el pretratamiento con una solución de NaOH al 20 % fueron las condiciones óptimas en este rango de evaluación para mejorar la resistencia al ataque de los sulfatos. Aunque la incrustación de la superficie tendió a empeorar en las mezclas de concreto con agregados reciclados con CR de 10 a 20 mm debido a sus morteros más débiles, las mezclas aún eran duraderas en condiciones de ataque de sulfatos debido a su mayor RDME residual y resistencia a la compresión que las del concreto con agregados reciclados. Los resultados del análisis de los productos de corrosión por difracción de rayos X y de la microestructura por microscopía electrónica de barrido son consistentes con el desempeño macroscópico.

También, en Pakistán se tiene a Abbas et al., (2022) en su artículo **“Residuos de caucho reciclado sin tratar para controlar la reacción álcali-sílice en el hormigón”**. Este estudio investiga la posible aplicación de caucho reciclado (RW) en estructuras de hormigón para mitigar la reacción álcali-sílice (ASR). La investigación fue de diseño experimental, modelo aplicada, de enfoque cuantitativo. La población son mezclas de concreto y la muestra son varias proporciones de RW (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) reemplazaron parcialmente los agregados usados. RW se adquirió de una unidad local de reciclaje de caucho. Se prepararon especímenes de cubos, prismas y barras de mortero utilizando un diseño de mezcla recomendado por ASTM C1260 y se probaron para evaluar las resistencias a la compresión y a la flexión y la expansión en un entorno propicio para ASR para

especímenes que incorporan RW. Se observó que la resistencia a la compresión ya la flexión disminuyó para los especímenes que incorporaban RW en comparación con los especímenes de control sin RW. Por ejemplo, se observó una disminución del 18 % y del 8 % en las resistencias a la compresión y la flexión, respectivamente, para especímenes con 5 % de RW por volumen de agregados a los 28 días. Los especímenes de barras de mortero sin RW mostraron una expansión de 0,23 % y 0,28 % a los 14 y 28 días, respectivamente, lo que indica la reactividad potencial de ASR de acuerdo con la norma ASTM C1260. Se observó una disminución en la expansión para las mezclas que incorporaban RW. Los especímenes que incorporaron 20% de RW por volumen agregado mostraron expansiones de 0.17% a los 28 días, dentro del límite especificado por ASTM C1260. Además, las muestras que incorporaron RW mostraron una menor reducción en las resistencias a la compresión y la flexión en un entorno propicio para ASR en comparación con la muestra de control sin RW. El análisis micro estructural también mostró micro fisuras significativas para especímenes sin RW debido a ASR. Sin embargo, no se observaron grietas en la superficie de los especímenes que incorporaban RW. Se puede argumentar que el uso de RW en la industria de la construcción ayuda a reducir los problemas de depósito en rellenos sanitarios con el beneficio adicional de limitar la expansión de ASR.

En Australia, se tiene a Ul Islam et al., (2023) en su artículo **“Propiedades de microestructura, conductividad térmica y resistencia a la carbonatación del hormigón ligero estructural sostenible que incorpora partículas de caucho 100 % más gruesas”**, el objetivo principal de este estudio es investigar la conductividad térmica, la carbonatación, la tomografía computarizada con rayos X y las propiedades microestructurales extensas del novedoso concreto estructural liviano (SLWC) con 100% de caucho reciclado para sustituir el agregado convencional por primera vez. La investigación fue de modelo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Se introdujeron diferentes variables, como partículas de caucho grandes y pequeñas, muestras normales y prensadas y fibras de acero. La resistencia máxima a la compresión de 18 MPa con una densidad de 2115 kg / m³ cumplió el requisito anterior para SLWC prescrito por ACI 213R. Se realizaron pruebas no destructivas, incluidas la resistividad eléctrica y las

pruebas de velocidad de ultrapulso, para identificar la resistencia del concreto. Se evaluaron las propiedades microestructurales, es decir, la espectroscopía de dispersión de energía, la microscopía de exploración electrónica y la tomografía por rayos x rayos para demostrar la efectividad del nuevo método de fundición. La conductividad térmica de 0.29 W / mk indicó un excelente rendimiento de aislamiento térmico SLWC, indicado por ASTM C332. La resistencia a la carbonatación también ha mejorado considerablemente. Los resultados muestran que SLWC en este estudio tiene un excelente potencial para aplicaciones estructurales y no estructurales.

En Australia, se tiene a Saberian & Li, (2018) en su artículo **“Investigación de las propiedades mecánicas y carbonatación de materiales de construcción y demolición junto con el caucho”**, el objetivo de este artículo fue estudiar las propiedades mecánicas y la carbonatación de los materiales de construcción y la demolición de caucho a través de pruebas de resistencia a la compresión ilimitadas y un módulo de resiliencia. La investigación fue de diseño experimental, modelo aplicada, de enfoque cuantitativo. Con base a los resultados experimentales, se puede sacar las siguientes conclusiones, al aumentar el caucho granulado entre el 0,5 y el 2%, la UCS de las muestras no carbonatadas aumentó, mientras que la tasa de deformabilidad y la deformación de la falla disminuyeron. El proceso de carbonatación ha llevado a un aumento significativo en los valores de UCS para las mezclas CR y RCA. Según los resultados de la prueba del módulo de resiliencia, se observa que, con la excepción de RCA, no carbonatado con 2% de caucho, el M_r de las muestras carbonatadas y las muestras no carbonadas se encontraron entre rangos recomendados para la subbase. El proceso de carbonatación tuvo un efecto más significativo en los valores de M_r del RC que el RCA.

En Italia, se tiene a Rigotti & Dorigato, (2022) en su artículo **“Nuevos usos del caucho reciclado en aplicaciones civiles”**. En este artículo se examina el estado del reciclaje de neumáticos en aplicaciones civiles. Se examina el reciclaje de neumáticos en aplicaciones civiles Se examinó el reciclaje de neumáticos usados en mezclas bituminosas y aplicaciones geotécnicas después de que se explorara la reutilización de neumáticos usados en materiales a base de cemento. El estudio

utilizó un método cuantitativo, un modelo aplicado y un diseño experimental. Los resultados de los experimentos demuestran que el hormigón de caucho modificado se puede aplicar en situaciones en las que las cualidades mecánicas no son absolutamente necesarias. y resistencia a la flexión, pero también aumenta la tenacidad y la resistencia al agrietamiento, la mezcla puede mejorar sus cualidades como la resistencia a la corrosión, la absorción de agua y fusión y la resistencia a las heladas. Además, hay es un aumento en la absorción del sonido y absorción de aislamiento térmico en comparación con el concreto simple. Además, el caucho sobrante de llantas se puede utilizar en la mezcla asfáltica como agregado o como modificador de betún. Se puede utilizar en la mezcla asfáltica como agregado o como modificador de bitumen. Esto se puede hacer a través del proceso húmedo o seco. El asfalto de caucho autoproducido mixto mezclado con agregados, con resultados satisfactorios, se ha desarrollado ampliamente en todo el mundo. El asfalto cauchute tiene una mejor actividad, resistencia a las películas y buenas propiedades de absorción de ruido, y su vida útil puede ser más larga que la del asfalto convencional. Además, es posible construir carreteras de asfalto en una amplia gama de condiciones climáticas. Las explosiones de neumáticos también se pueden usar en aplicaciones geotécnicas, ya que pueden proporcionar un drenaje y estabilidad excelentes que los sistemas de pared en condiciones inestables del suelo. El uso del caucho neumático como geomaterial liviano para retener pendientes o paredes, y a medida que el suelo se fortalece, es muy prometedor y aún tiene que promoverse en el futuro.

En el Reino Unido, se tiene a Ataria & Wang, (2022) en su artículo **“Propiedades mecánicas y rendimiento de durabilidad del hormigón con agregado reciclado que contiene caucho granulado”**. Este estudio se basa en la trabajabilidad, propiedades mecánicas y durabilidad del concreto elaborado con áridos 100% reciclados y caucho granulado en diferentes niveles de reposición (5%, 10%, 15% y 20%). El estudio utilizó un enfoque cuantitativo, técnica de tipo aplicado y diseño experimental. El impacto de agregar caucho granulado a un sitio de trabajo en cantidades variables y las características mecánicas del concreto, incluidos los agregados reciclados, son sujetos de la primera fase del estudio. Los hallazgos demostraron que cuando se sustituye el 5% de caucho granulado por agregados

recicladados, las cualidades mecánicas y la trabajabilidad del concreto reciclado se pueden aplicar a aplicaciones estructurales. En comparación con el hormigón de agregado reciclado y las muestras de hormigón de control, la resistencia a la compresión a 28 días del hormigón reciclado cauchutado con una concentración del 5% de caucho granulado se reduce en un 21,1% y un 32,8%, respectivamente. En la segunda etapa del estudio se evalúa el desempeño en sustentabilidad del concreto con áridos reciclados con una concentración de 5% de caucho granulado. Las pruebas de velocidad de pulso mostraron que la calidad del concreto reciclado es dudosa si la concentración de partículas de caucho granular supera el 5%; se suministró un contenido de caucho granular del 5% para las pruebas de sostenibilidad. Como resultado, el estudio recomienda el uso de concreto con agregados de caucho reciclado en aplicaciones con condiciones de exposición leves.

En China, se tiene a Tang et al., (2021) en su artículo **“Propiedades compresivas del hormigón con áridos reciclados modificados con caucho sometido a temperaturas elevadas”**. En este estudio se investigaron las propiedades de compresión de Agregados reciclados modificados con cauchado (RRAC por sus siglas en inglés) después de la exposición a temperaturas elevadas. La investigación fue de diseño experimental, metodología tipo aplicada, de enfoque cuantitativo. La curva de deformación de voltaje, la resistencia a la compresión, el rendimiento de la deformación y la resistencia a las muestras de RRAC con 0%, 4% y 9% de resistencia al contenido de caucho se estudió después de la exposición a 20, 200, 400 y 600 ° C durante 60 minutos. Además, se ha seleccionado una ecuación única para la curva de voltaje RRAC y comparado con los resultados experimentales. Los resultados sugieren que la adición de partículas de caucho puede reducir significativamente la pérdida de masa, mejorar la resistencia a la compresión relativa y aumentar la deformación debido al defecto de concreto reciclado. Cuando el contenido de goma era grande, los poros adicionales se formaron después de la fusión de goma, lo que causó una mayor porosidad en la muestra. Mientras tanto, la estructura interna se aflojó demasiado, lo que causó una disminución de la resistencia. De los resultados obtenidos, se recomienda el contenido de goma del 4% para usarlo en el RRAC.

En Arabia Saudita, se tiene a Hamdi et al., (2021) en su artículo **“Alcance de la reutilización de neumáticos triturados de desecho en hormigón y materiales compuestos cementosos: una revisión”**, el objetivo principal de este estudio es para evaluar la viabilidad del uso de neumáticos de concreto triturados para estructuras y aceras, gracias a una revisión crítica de sus propiedades reológicas, mecánica estática / dinámica y de sostenibilidad. La investigación fue de diseño experimental, metodología tipo aplicada, de enfoque cuantitativo. Además, el estudio también planea explorar diferentes tratamientos, cambios y composiciones para la utilidad / compuestos de concreto ideal incorporado en los neumáticos. El manuscrito también tiene la intención de actualizar la base de datos de concreto / compuestos de neumáticos triturados para una investigación experimental y cuantitativa.

En China, se menciona a Chang et al., (2022) en su artículo **“Modificación del hormigón cauchutado: una revisión”**, esta investigación resume estudios sobre la modificación del hormigón cauchutado, considerando la resistencia a la compresión, el rendimiento de la durabilidad y el rendimiento de aislamiento. La investigación fue de diseño experimental, modelo aplicada, de enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que las afirmaciones químicas, como el hidróxido de sodio, pueden mejorar significativamente la adhesión entre las partículas de caucho y las matrices de cemento. Mezclas de polvo mineral, como las mezclas de humo de sílice y fibra, por ejemplo, las fibras de PP pueden mejorar la resistencia a la compresión del concreto de caucho.

A nivel nacional, según Salazar, (2019) en su tesis **“Incorporación de Caucho Reciclado en las Mezclas Asfálticas para Mejorar Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019”**. La investigación se aplica experimental. La muestra consta de briquetas de asfalto convencionales y otra mejora con el polvo de goma reciclado en desuso. Los datos se pueden obtener a través del laboratorio, donde se realizó un proyecto estándar 01, que sería la combinación de asfalto tradicional y otras 03 otras mezclas con la incorporación de caucho reciclado (2.5%, 3.5% y 4, 5%) están relacionadas con El peso total está relacionado con el peso total de la

mezcla y se registra para obtener los resultados que buscamos todo esto implicará la prueba del método Marshall de acuerdo con (AASHTO t -245, ASTM d -1559) cuando obtuvieron el obtenido el obtenido. Resultados al ver la relación entre la propiedad de estabilidad y el flujo de mezcla, por lo que se especificó que la incorporación del caucho reciclado como agregado aumenta más, la estabilidad mejora la basura y la sorpresa. En consecuencia, se ha obtenido el polvo de caucho reciclado para beneficiar el proyecto de mezcla de asfalto para Lima 2019, en el que usamos un cemento de asfalto 4.5 % con 4.5 % de polvo de caucho reciclado.

En Cajamarca, se tiene a Díaz Tello, (2017) en su tesis “**Análisis de la Influencia de la Reactividad Álcali Sílice de los Agregados en la Durabilidad del Concreto F’c: 280 Kg/Cm2 según la Norma ASTM C-1260 Evaluado en Canteras de Cajamarca**”. El diseño de la investigación en experimental aplicada, el tipo de investigación es cuasi experimental. El propósito de esta investigación es determinar el grado de reacción álcali sílice en el agregado final utilizado para el concreto en la construcción, los estudios se realizaron mediante el método acelerado descrito por la reactividad del estudio ASTM C1260 y la NTP 334.110 (Método de la barra de mortero). El ensayo se realizó en tres canteras de agregado a Cajamarca; en conclusión, se encontró que dos carreras tienen grados de reactividad alcalina de agregados muy cercanos, valores máximos autorizados y una sobrepasa los valores máximos autorizados. Varias causas de deterioro del concreto son la reacción adicional de álcali. Un compuesto gelatinoso de vasto silicato alcalino y puede destruir el concreto que afecta la vida de la estructura y la sostenibilidad del concreto.

Bases teóricas

Al hacer mención de las **bases teóricas** de la investigación se tienen los siguientes conceptos:

Con respecto insumos de la variable independiente, el **Caucho Reciclado**, para definir el concepto de caucho reciclado se ha utilizado diversas fuentes escritas, según Fajardo & Vergaray, (2014) en los países americanos donde se utiliza , el caucho reciclado se conoce comúnmente como grano de caucho reciclado (GCR), la mayoría de las naciones latinoamericanas que los han empleado. Los cauchos

les confieren su estabilidad térmica. La estabilidad la proporcionan los cauchos sintéticos conectados mediante vulcanización, que es el proceso de unir cadenas de polímeros a alta presión y temperatura con moléculas de azufre. Hay algunos métodos alternativos para crear gránulos de caucho reciclado, pero los dos más comunes son la trituración criogénica y a temperatura ambiente. Los tamaños se producen durante el primer proceso de trituración mecánica, que depende de las etapas por las que ha pasado el caucho.

Figura 3. *Neumáticos fuera de uso*



Nota: desperdicios de caucho. Tomado de “Caracterización de las Propiedades Físico - Mecánicas del Concreto Incorporando Caucho Desmenuzado”, por Asenjo, (2023)

El caucho Granulado. Es un elemento fabricado a partir de aquellos neumáticos que se encuentran fuera de uso, esta acción es el único punto que permite su reciclaje. Además según señala Criollo, (2014) este elemento es utilizado en lugares donde se emplea el césped artificial, no obstante, el consumo en dicha área es muy minoritaria en relación a la contaminación existente por dicho material.

Figura 4. *Caucho Reciclado*



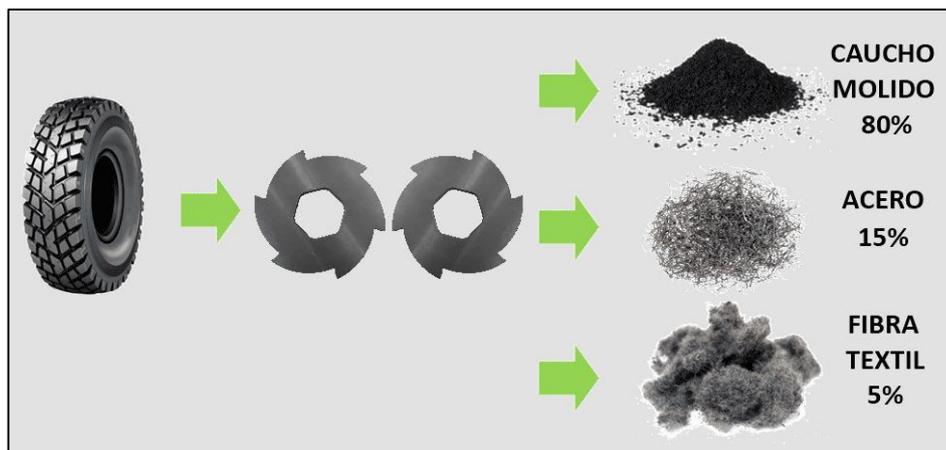
Nota: Adaptado de “Residuos de caucho reciclado sin tratar para controlar la reacción álcali-sílice en el hormigón”, por Abbas et al., 2022

Ramarad et al., (2015) menciona que la conversión efectiva de llantas de desecho en energía o material es el resultado de la efectividad de los modelos de recuperación de materias primas. El neumático es una sustancia polimérica que tiene más del 50% de caucho y también se conoce como llanta de desecho. El caucho podría mezclarse para reducir el costo de los productos terminados.

El tratamiento que se realiza las llantas recicladas, para la obtención del caucho triturado es mediante el siguiente procedimiento:

- Destalonado, lavado y desinfección, secado, almacenamiento, trituración primaria, triturador secundario, granulado, separación de metales, granulación secundaria o pulverización

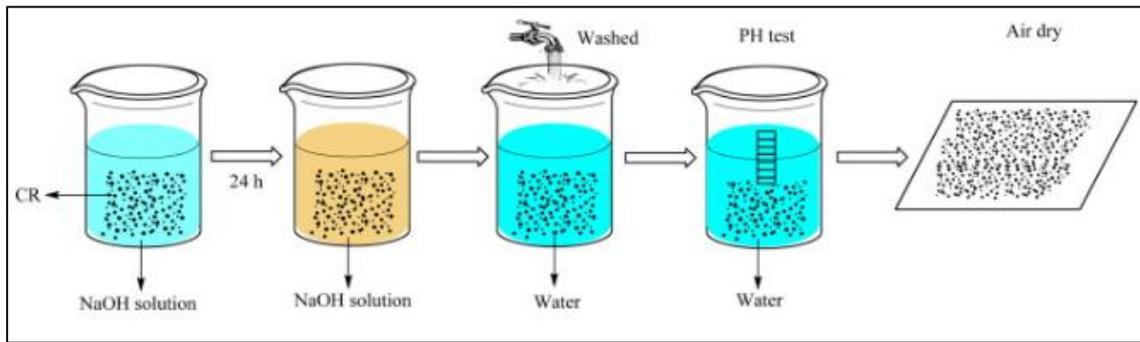
Figura 5. Composición física de un neumático de caucho



Nota: porcentaje de caucho. Tomado de "Reciclaje de caucho y plástico, 2023"

Asimismo, se tiene el insumo de variable independiente, el hidróxido de sodio según Lee et al., (2023) en la industria farmacéutica, el hidróxido de sodio (NaOH) se utiliza frecuentemente como agente de esterilización, especialmente para procesos donde el vapor no es una opción.

Figura 6. Diagrama de flujo del procesamiento de NaOH de partículas CR.

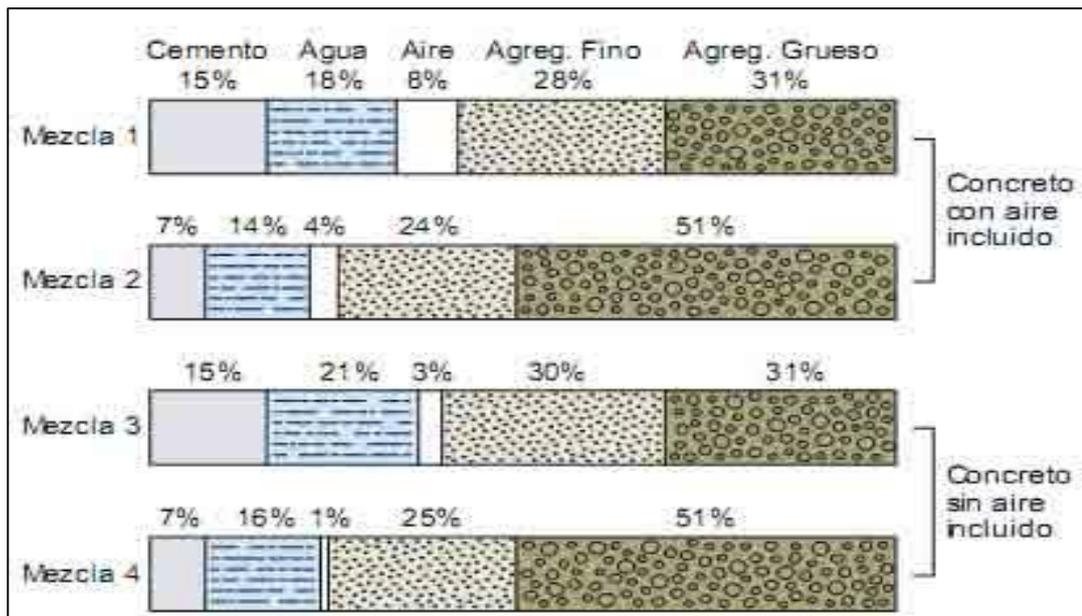


Nota. Adaptado de “Resistencia al ataque de sulfatos del hormigón con agregados reciclados con caucho granulado tratado con solución de NaOH”, por Li et al., 2021

Por otro lado, se tiene la variable independiente. El concreto es un compuesto de cemento, agregado (grueso y fino) y agua NTP 339.070, (2009). Como parte de la variable dependiente se tiene las patologías del concreto, en referencia a ello según Nguyen & Livaoğlu, (2020), la falla de un sistema estructural puede deberse a una variedad de patologías y plantear una serie de problemas durante la actividad sísmica. Resultan de una variedad de patologías y plantean una serie de problemas durante la actividad sísmica. Estas patologías incluyen un mal diseño un diseño y ejecución y, el uso de materiales de baja calidad y la subestimación de la capacidad necesaria de la sección o la demanda sísmica ejecución, utilizando materiales de baja calidad y subestimando la capacidad necesaria de la sección o la demanda sísmica.

Existen diversas metodologías para categorizar **los agregados**, la más común la diferenciación entre áridos finos y gruesos según el diámetro medio entre partícula. Los agregados más grandes se contienen en este filtro empleando un tamiz de tamaño 4, que tiene una apertura de 4,75 milímetros. Los áridos más pequeños, en cambio, pasan a través de esta malla y quedan retenidos en una malla 200, que tiene una apertura de 0,075 milímetros, según (Torres, 2014).

Figura 7. Componentes del concreto



Nota: Insumos del concreto. Tomado de "Modificación de las propiedades de concreto $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para fines de pavimentación empleando ceniza de eucalipto", por (Alva & Soto, 2022)

La reacción Ácali-sílice (ASR) es el principal proceso deletéreo responsable del deterioro prematuro de las estructuras de hormigón. Es una reacción química entre los álcalis presentes en la matriz del cemento y las fases silíceas reactivas en los agregados. Debido a esta reacción, se formará gel de sílice alcalino que genera presión y crea tensiones en el hormigón circundante en circunstancias especiales, incluida la disponibilidad de humedad y la exposición a temperaturas elevadas. Varios síntomas visuales de las estructuras afectadas por ASR incluyen agrietamiento, aplastamiento de concreto localizado, expansión y deformación relativas, manchas en la superficie, exudaciones de gel y desprendimiento de la superficie (Assaggaf et al. 2021).

Tabla 2. Álcalis libres en el agua

Pasta	Álcalis en líquido de poro (ppm)								
	2 días		14 días				28 días		
	Na ₂ O eq	K ₂ O	Na ₂ O	Na ₂ O eq	K ₂ O	Na ₂ O	Na ₂ Oe q	K ₂ O	Na ₂ O
CPN	8779	11450	1445	9718	12375	1575	7019	8942	1136
25IC	16975	21270	21270	17715	20890	3970	17204	20592	3655
35IC	14429	18380	18380	13135	14018	3912	15176	17875	3415

Nota: Agua con material alcalino. Tomado de "estudios de las arcillas illíticas calcinadas como posibles inhibidoras de la reacción álcali sílice", por Rossetti et al., (2020)

Figura 8. Fisuras en el concreto



Nota: Agrietamiento del concreto. Tomado de “Patologías en las estructuras de concreto armado”, por Dos Santos & Santana, (2022)

Según la norma internacional ASTM C 1260, método acelerado de barras de mortero, determina la susceptibilidad de la relación cemento – agregado a las reacciones expansivas que tienen que ver con los álcalis, con la medida del aumento o disminución de las barras de mortero.

Figura 9. Preparación y prueba de muestras



Nota: (a) Preparado de múltiples muestras; (b) Muestras puestas en solución; (c) Muestras puestas en un horno a 80 °C; (d) Comparador de medidas digital. Adaptado de “Recycled Untreated Rubber Waste for Controlling the Alkali–Silica Reaction in Concrete”, por Abbas et al., 2022

ASTM D1293- 18, métodos de prueba estándar para pH de agua, mide con colorimetría, con fenolftaleína la penetración de carbonatación.

III. METODOLOGÍA:

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación es aplicada, esta investigación tiene el fundamento de aplicar conocimientos existentes que permitan la resolución de problemas de manera inmediata. La creación de aspectos teóricos básicos son situaciones secundarias (Méndez, 2020). La investigación aplicada se lleva a cabo para obtener nuevos conocimientos, se centra en un método práctico concreto (Colás et al., 2009). Por lo tanto cabe señalar que en la coyuntura de este estudio se opta por este tipo de investigación, ya que se emplearán conocimientos que ya existen, ello con la prioridad de dar solución a los problemas específicos del estudio

Enfoque de investigación es cuantitativa, y según señala Ñaupá et al., (2018), el enfoque cuantitativo usa datos con valor numérico que mediante procesos matemáticos se enfoca en responder las interrogantes de una determinada investigación así como interpretar una hipótesis enunciada previamente. Bajo lo mencionado el presente trabajo indagatorio establece hacer el uso de este enfoque ya que aquí se han de usar datos con valor numérico para analizarlos de forma matemática y estadística.

Asimismo, según Cortés & Iglesias, (2004) las mejores aplicaciones de esta estrategia son las que pueden medirse o cuantificarse por la naturaleza. La investigación cuantitativa según Cabezas et al., (2018), se basa en la observación del proceso mediante la recogida y el análisis de datos con el fin de dar respuesta a las preguntas iniciales de la investigación. Gestiona la recogida de datos, la medición de parámetros, la adquisición de frecuencias y el análisis estadístico de la población objeto de estudio con el fin de comprobar las hipótesis.

El diseño de la investigación, es diseño cuasi experimental, como las pruebas se realizarán en un laboratorio, donde las variables independientes se manipularán para analizar su efecto sobre la variable dependiente. La concepción experimental, también conocida como un método o experiencia experimental, representa un enfoque científico que busca demostrar correlaciones empíricas entre variables o validar la corrección de una hipótesis, ley o modelo a través de la experiencia controlada (Baena, 2017).

Este tipo de investigación tiene grupos preformados; no hay asignación aleatoria; los grupos no están emparejados con el grupo de control; el tamaño de ninguno de los grupos tiene que coincidir exactamente (Cabezas et al., 2018)

El alcance de la investigación es del tipo explicativo. Este análisis adopta un enfoque explicativo al examinar la correlación causal entre las variables, centrándose en la inclusión de residuos de caucho tratado con NaOH, en las propiedades físico-mecánicas del concreto. Además, justifica la ocurrencia de este fenómeno, las condiciones en las que se manifiesta y su relación con las variables pertinentes (Hernández & Mendoza, 2018).

3.2 Variables y Operacionalización

La variable independiente; es el uso de Caucho Reciclado tratado con Hidróxido de Sodio

La variable independiente; es el control de las patologías del concreto para edificaciones.

Por lo tanto, la alternativa de solución está basada en el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio para el control de patologías del concreto para edificaciones.

La operacionalización de variables según Gómez et al., (2016) implica transferir una variable abstracta a una forma tangible y hacerla medible, traducible y cuantificable, transfiere los conceptos de investigación en forma mensurable. Por lo indicado, se tiene la operacionalización de variables en el Anexo 1.

3.3 Población, Muestra y Muestreo:

Población. Es aquel grupo compuesto por elementos que poseen las mismas cualidades intrínsecas, pueden ser personas, objetos. Además, los elementos en mención son susceptibles a ser estudiados (Valderrama, 2013). Es el subconjunto bien definido, restringido y alcanzable del universo que sirve de punto de referencia para seleccionar la muestra. Se trata de generalizar los resultados para esta población concreta (Colás et al., 2009). Para la actual investigación se considerará la población de acuerdo con el volumen total de concreto elaborado con caucho

reciclado con un pretratamiento de Hidróxido de Sodio. En relación a la población se desarrolló una muestra patrón más cuatro combinaciones de diseño de mezcla. Según la Especificaciones normalizadas ASTM C 94 / C 94m para concreto prefabricado, Nota 1 - Volumen de concreto endurecido puede o aparece más bajo que la provisión debido a los desechos, derrames, excavación, aumento de marcos, algunos incorporados con pérdidas de aire o mezclas de sedimentación fundidas. El rendimiento de endurecimiento de concreto puede ser del 2% de su volumen en estado fresco.

Tabla 3. Número de elementos

N°	Diseño de concreto	Elementos
01	Muestra Patrón	42 und
02	Concreto con 10% de caucho reciclado (0.15-1.18 mm) pretratadas con solución de NaOH al 10%	42 und
03	Concreto con 10% de caucho reciclado (0.15-1.18 mm) pretratadas con solución de NaOH al 20%	42 und
04	Concreto con 10% de caucho reciclado (0.15-1.18 mm) pretratadas con solución de NaOH al 22%	42 und
05	Concreto con 10% de caucho reciclado (0.15-1.18 mm) pretratadas con solución de NaOH al 30%	42 und
Total:		210 und

Fuente: Elaboración propia

La selección de participantes para la población de estudio se facilita por los criterios de inclusión (Icart et al., 2012). Son las cualidades particulares que el tema u objeto de estudio debe poseer o mostrar para ser incluido en la investigación o estudio (Huaire et al., 2022). El presente estudio utiliza insumos de buena calidad para la elaboración del diseño de mezcla, de acuerdo a la normativa estudiada.

Los criterios de exclusión establecen condiciones o características que podrían excluir a un participante (Icart et al., 2012). Se conocen como tales los rasgos que presenta el sujeto u objeto de investigación que impiden utilizarlo en una investigación o estudio porque tienen el potencial de cambiar o modificar los hallazgos (Huaire et al., 2022). Para la presente investigación, se excluye los insumos que no cumplan con la normativa estudiada.

Muestra. Es aquel sub grupo o sub conjunto formado por elementos provenientes de una población; los tales son seleccionados con el objeto de ser estudiados, por lo que sus características deben ser similares de tal manera que puedan ser extrapolables Hernández & Mendoza, (2018). Es un grupo de personas elegidas a través de un determinado proceso de la población general. Las estadísticas son los valores que derivamos del análisis estadístico de la muestra (Colás et al., 2009). La muestra de estudio está representada por 45 probetas con dimensiones de 10 x 20 cm, 150 mitades de probetas ce 10 x 20 cm y 15 barras de concreto de 2.5 cm x 2.5 cm x 28.5 cm, las cuales están compuestas por muestra patrón y 4 dosificaciones de que incluyen caucho reciclado tratado con hidróxido de sodio. En cuanto a la normativa, se consideró la ASTM C 172/C172M-10 y la E060. En relación a la elaboración de barras de mortero se realizó en cumpliendo la normativa ASTM C1567:2013 y la NTP 334.076 con una medición hasta los 14 días, con respecto a la medición de la carbonatación se aplicó la norma UNE 112011:2011, con edades de 7, 14, 28, 56 y 95 días; finalmente en lo que respecta a la rotura de probetas, esta se realizó en base a la normativa ASTM C39 y la NTP 339.034:2015, se realizó la medición a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 4. **Muestras de estudio**

Tipo de Dosificación	Compresión			Carbonatación					Álcali Sílice
	07 d	14 d	28 d	07 d	14 d	28 d	56 d	95 d	
Patrón	03	03	03	06	06	06	06	06	03
10% CR con 10% NaOH	03	03	03	06	06	06	06	06	03
10% CR con 20% NaOH	03	03	03	06	06	06	06	06	03
10% CR con 22% NaOH	03	03	03	06	06	06	06	06	03
10% CR con 30% NaOH	03	03	03	06	06	06	06	06	03
Total:	15	15	15	30	30	30	30	30	15

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: En la investigación, según Gomez, (2012), el muestreo es una herramienta extremadamente útil que proporciona al investigador un medio para elegir unidades representativas de las cuales recopilar datos que le permitirán aprender más sobre la población bajo investigación. El presente

estudio un muestreo no probabilístico el cual define Cabezas et al., (2018) como las muestras dirigidas, también conocidas como muestras no probabilísticas, se seleccionan mediante un proceso informal y en cierto modo arbitrario. Este tipo de muestra suele emplearse en estudios de investigación, sobre todo en aquellos en los que el enunciado del problema especifica una característica que deben cumplir los sujetos.

Para el muestreo se realizó considerando la ASTM C 172/C172M-10, la cual indica que las muestras para las pruebas de resistencia deben ser al menos 28 L (1 P3). Las muestras más pequeñas no están prohibidas para las pruebas de aire, temperatura y liquidación. El tamaño del muestreo debe estar dictado por el tamaño del agregado máximo.

Para la confección de barras de mortero la determinación de la reactividad potencial álcali sílice se utilizó la norma ASTM C1567:2013, según la norma ASTM C 490, deben crearse moldes de 2,5 cm por 2,5 cm por 28,5 cm para cada combinación de materiales cementosos y áridos. Los materiales que se sugiere utilizar como áridos también deben tener un tamizado suficiente para el muestreo, el mortero se mezcla de acuerdo con las especificaciones ASTM C 305, los moldes se rellenan en dos capas aproximadamente iguales, cada una compactada con un pisón, y deben dejarse en el molde durante 24 \pm 2 horas. A continuación, se utiliza un comparador de longitudes para tomar una lectura inicial, las muestras se colocan en un recipiente lleno de agua, se cierran herméticamente y los recipientes de almacenamiento se introducen en un horno de convección o en un baño de agua mantenido a una temperatura de 80 \pm 2 °C durante 24 horas. A continuación, se toma la lectura cero de cada barra, se introducen los recipientes en suficiente solución de NaOH 1N, a 80 \pm 2,2 °C, se sella la superficie y se vuelve a utilizar el horno y se realizan lecturas durante 14 días.

Unidad de análisis: La unidad de análisis está compuesta por probetas cilíndricas, barras de concreto, las cuales suman un total de 210 unidades.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigación. Comprenda cómo se recopilarán los datos, que se utilizarán en la investigación en sí, en este caso, se utilizarán técnicas de prueba de laboratorio, así como en el análisis para interpretar los resultados. También se utilizó como una técnica para dirigir la observación porque, como estudio experimental, se desarrolla con lo que se puede medir, observar y comprender, (Ñaupá et al., 2018).

Instrumentos de recolección de datos. En correspondencia con los instrumentos utilizados en esta investigación, se incluyen en las hojas de observación para recopilar información sobre las pruebas realizadas, así como en los estándares técnicos peruanos, toda esta información fue almacenada por el programa Microsoft Excel. Los archivos de observación dicen que la estrella toma nota de las situaciones que el estudio puede observar durante el estudio, (Ñaupá et al., 2018).

3.5 Procedimiento:

Para procesar las partículas CR (caucho triturado) se prepararán cuatro concentraciones de solución de NaOH (10%, 20%, 22% y 30%). En primer lugar, las partículas de CR se colocaron en diferentes recipientes que contenían la solución de NaOH preparada. A continuación, las partículas de CR se agitaron para asegurar el tratamiento uniforme de las partículas de CR. Después de remojar durante 24 h, las partículas de CR se lavaron con agua del grifo varias veces hasta que el pH del agua de lavado estuvo cerca de la neutralidad. El lavado es necesario para eliminar las impurezas y la solución residual de NaOH y evitar cualquier efecto negativo en la resistencia y durabilidad del hormigón. Finalmente, las partículas de CR tratadas se secaron al aire a temperatura ambiente. Como se muestra en la Fig. 2, el color de la solución de NaOH cambió continuamente de amarillo claro a amarillo oscuro con el aumento de la concentración. El continuo cambio de color de la solución revela la reacción química entre el NaOH y el CR.

(ASTM C 1260, 2007): El desarrollo de este método requiere muestras de concreto de 25 mm x 25 mm x 285 mm con un tamaño de partícula agregado estándar según ASTM C33 o ASTM C150. Sin embargo, la expansión del

cemento de autoclave se limita al 0.20%. El procedimiento de prueba se realiza mediante la inmersión completa de muestras en una solución de NaOH de 1N a 80 ° C (176 ° F) durante 14 días. Los resultados se obtienen dentro de los 16 días a partir de la fecha de la instalación. Las extensiones de barras de mortero inferiores a 0.10% a 16 días después del detergente son principalmente indicativos de agregados no reactivos.

(ASTM D1293- 18, 2018), mide con colorimetría, con fenolftaleína la penetración de carbonatación.

ASTM C490, practica Normalizada para el Empleo de Aparatos que Determinan el Cambio en Longitud de la Pasta de Cemento Endurecido, Mortero y Concreto

3.6 Método de análisis de datos

El método a emplear en la presente investigación es inductivo, porque se requiere demostrar resultados con la observación de patologías a partir de la incorporación de caucho reciclado pre tratado con hidróxido de sodio

3.7 Aspectos éticos

Para Hernández y Mendoza, la moral es el objeto de estudio de la ética profesional Hernández & Mendoza, (2018). El investigador tiene como premisa la transparencia, sin tergiversar la información. Como parte de conocer aspectos éticos en la investigación he llevado el curso de Conducta Responsable en Investigación (CRI), el cual se divide en siete módulos y una evaluación final.

IV. RESULTADOS:

(a) Determinar la influencia del uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio en la reacción álcali-sílice

Se utilizó la norma ASTM 1567 Método de ensayo. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de materiales cementantes y agregados- (Método acelerado de la barra de mortero)

Tabla 5. Resumen de variación de longitud de barras de mortero del 01 al 05 lectura

Probetas N°	Longitud (mm)	Lec. Inic.	Lectura 1	1 día		Lectura 3	3 día		Lectura 5	5 día	
				%	Expansión		%	Expansión		%	Expansión
Muestra Patron (1)	252.50	2.6010	2.9337	0.1318		3.6068	0.3984		3.683	0.4285	
Muestra Patron (2)	252.64	3.2969	3.3122	0.0060		3.3147	0.0070		3.32232	0.0101	
Muestra Patron (3)	252.16	2.6734	3.9421	0.5031		3.97256	0.5152		4.0005	0.5263	
CR+Na 10% (1)	250.43	1.2065	1.2065	0.0000		1.22682	0.0081		1.23063	0.0096	
CR+Na 10% (2)	249.74	0.5080	0.5994	0.0366		0.66294	0.0620		0.68707	0.0717	
CR+Na 10% (3)	250.47	0.7493	0.9157	0.0664		0.9271	0.0710		0.9398	0.0761	
CR+Na 20% (1)	250.14	0.0178	1.6510	0.6529		1.8415	0.7291		1.84658	0.7311	
CR+Na 20% (2)	251.80	1.6027	1.6129	0.0040		1.61925	0.0066		1.6256	0.0091	
CR+Na 20% (3)	250.70	0.0076	0.0635	0.0223		0.09398	0.0344		1.1176	0.4428	
CR+Na 22% (1)	249.56	0.2286	0.2286	0.0000		0.23876	0.0041		0.254	0.0102	
CR+Na 22% (2)	251.09	0.3073	0.3175	0.0040		0.3175	0.0040		0.3175	0.0040	
CR+Na 22% (3)	252.26	0.9627	0.9677	0.0020		0.97155	0.0035		0.977392	0.0058	
CR+Na 30% (1)	249.53	0.1397	0.6807	0.2168		0.6858	0.2189		0.70866	0.2280	
CR+Na 30% (2)	250.36	0.0381	0.8280	0.3155		1.7399	0.6797		1.77546	0.6939	
CR+Na 30% (3)	250.62	0.7747	0.8280	0.0213		0.82804	0.0213		0.83566	0.0243	

Nota. Elaboración Propia

Tabla 6. Resumen de variación de longitud de barras de mortero del 07 al 14 lectura

Probetas N°	Longitud (mm)	Lec. Inic.	Lectura 7	7 día % Exp.	Lectura 9	9 día % Exp.	Lectura 11	11 días % Exp.	Lectura 14	14 días % Exp.
Muestra Patron (1)	252.50	2.6010	3.7211	0.4436	3.72364	0.4446	3.74015	0.4512	4.00685	0.5568
Muestra Patron (2)	252.64	3.2969	3.32867	0.0126	3.33248	0.0141	3.34645	0.0196	3.59664	0.1186
Muestra Patron (3)	252.16	2.6734	4.0513	0.5465	4.05384	0.5475	4.064	0.5515	4.3053	0.6472
CR+Na 10% (1)	250.43	1.2065	1.2446	0.0152	1.24714	0.0162	1.2573	0.0203	2.50698	0.5193
CR+Na 10% (2)	249.74	0.5080	0.70104	0.0773	0.70866	0.0803	0.73406	0.0905	3.583686	1.2316
CR+Na 10% (3)	250.47	0.7493	0.94615	0.0786	0.94742	0.0791	0.96393	0.0857	2.2098	0.5831
CR+Na 20% (1)	250.14	0.0178	1.85293	0.7336	1.8542	0.7342	1.85547	0.7347	1.8923	0.7494
CR+Na 20% (2)	251.80	1.6027	1.63449	0.0126	1.66243	0.0237	1.69291	0.0358	2.27203	0.2658
CR+Na 20% (3)	250.70	0.0076	1.12522	0.4458	1.12903	0.4473	1.14427	0.4534	1.9304	0.7670
CR+Na 22% (1)	249.56	0.2286	0.254	0.0102	0.25908	0.0122	0.38227	0.0616	1.0541	0.3308
CR+Na 22% (2)	251.09	0.3073	0.3302	0.0091	0.3429	0.0142	0.38227	0.0298	1.0922	0.3126
CR+Na 22% (3)	252.26	0.9627	0.9779	0.0060	0.97917	0.0065	0.98298	0.0081	1.1811	0.0866
CR+Na 30% (1)	249.53	0.1397	0.71247	0.2295	0.72136	0.2331	0.723392	0.2339	0.80264	0.2657
CR+Na 30% (2)	250.36	0.0381	1.78816	0.6990	1.79578	0.7021	1.80975	0.7076	2.08026	0.8157
CR+Na 30% (3)	250.62	0.7747	0.84455	0.0279	0.84836	0.0294	0.8509	0.0304	1.7907	0.4054

Nota. Elaboración Propia

Figura 10. Tamizado y rotulado de muestras



Nota. Elaboración propia.

Figura 11. Muestras de barras de concreto



Nota. Elaboración propia.

(b) Determinar la carbonatación del concreto para edificaciones con el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio

Carbonatación:

NORMA UNE 112011:2011: Determinación de la profundidad de carbonatación de hormigones endurecidos y puestos en servicio

Tabla 7. Muestra Patrón Carbonatación 7 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-1	0.80	0.50	1.00	0.60	1.20	0.80	1.30	0.50	12
M-2	0.90	0.90	1.10	1.00	0.90	0.90	1.10	1.20	12
M-3	1.00	0.70	1.20	0.80	1.00	0.60	1.20	0.90	12
M-4	0.90	1.00	1.10	0.70	1.20	0.90	0.80	0.80	12
M-5	1.20	0.70	0.90	1.00	0.90	0.80	1.00	9.00	12
M-6	1.10	9.00	1.00	0.80	1.20	1.00	1.10	1.00	12

Nota. Elaboración propia.

Tabla 8. Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 7 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-7	1.20	0.90	0.50	1.00	1.00	0.80	0.90	1.00	11
M-8	0.90	1.00	1.20	0.90	0.80	0.70	1.00	1.10	11
M-9	1.00	1.30	0.90	0.70	0.90	1.20	0.80	9.00	12
M-10	1.20	0.90	0.80	1.10	1.10	1.00	0.60	6.00	12
M-11	0.90	1.10	9.00	1.20	1.00	0.90	1.10	1.20	11
M-12	1.20	0.80	1.00	0.80	1.00	0.60	1.20	1.00	11

Nota. Elaboración propia.

Tabla 9. Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 7 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-13	1.30	0.60	1.10	0.60	0.80	0.90	0.80	0.90	11
M-14	0.80	1.00	0.90	1.20	0.70	1.00	1.10	0.80	11
M-15	1.00	1.10	1.10	0.80	1.00	1.20	1.20	1.00	12
M-16	1.20	0.90	0.70	1.00	1.20	0.80	0.90	0.90	12
M-17	0.70	0.90	1.00	1.10	1.10	1.00	0.70	1.10	11
M-18	1.10	1.10	1.20	0.90	0.90	0.70	1.30	0.80	11

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10. Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 7 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-19	0.90	1.00	0.70	0.80	0.80	1.20	1.20	0.80	11
M-20	0.80	0.80	0.60	0.70	0.70	1.10	1.10	0.10	11
M-21	1.20	0.60	0.90	1.00	1.00	0.80	0.90	1.10	11
M-22	1.10	1.00	1.00	1.00	0.60	0.90	0.60	0.90	11
M-23	0.70	1.10	1.10	1.10	1.20	0.80	0.70	1.00	12
M-24	1.00	1.20	0.80	0.90	1.20	1.00	1.10	0.70	12

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11. Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 7 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-25	1.20	1.10	0.90	0.70	0.60	1.10	1.00	0.90	11
M-26	0.80	0.90	0.70	1.20	0.70	1.00	1.20	1.00	11
M-27	1.00	1.10	0.90	1.00	1.10	0.80	0.90	0.12	11
M-28	0.90	1.10	0.80	1.00	1.30	0.90	0.60	0.70	11
M-29	1.10	0.90	1.30	0.90	0.80	1.20	0.90	0.90	12
M-30	0.90	1.10	0.60	0.80	0.70	1.10	0.80	1.10	12

*Nota. Elaboración propia***Tabla 12. Muestra Partrón Carbonatación 14 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-31	1.00	1.80	1.10	2.50	2.70	2.00	0.80	1.60	12
M-32	2.80	2.50	1.70	2.60	1.90	1.80	1.80	1.20	12
M-33	0.90	1.70	1.20	2.00	1.90	0.90	2.10	3.60	12
M-34	1.00	1.30	1.60	2.10	1.30	1.00	2.50	1.80	12
M-35	2.20	1.90	2.00	3.00	1.20	3.00	1.80	2.60	12
M-36	2.30	0.90	1.90	1.60	2.00	2.20	1.90	2.00	12

*Nota. Elaboración propia***Tabla 13. Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 14 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-37	1.10	1.50	1.80	2.10	2.70	1.20	0.90	0.90	11
M-38	2.10	0.80	1.50	1.20	1.10	1.80	2.20	2.70	11
M-39	1.80	1.10	1.00	1.70	1.60	1.20	2.00	2.60	12
M-40	1.20	1.10	2.00	1.20	1.30	1.10	1.00	2.50	12
M-41	1.00	1.30	1.50	1.80	2.00	2.20	1.00	1.10	11
M-42	2.00	3.10	1.90	0.80	1.10	0.90	2.10	1.20	11

*Nota. Elaboración propia***Tabla 14. Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 14 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-43	1.50	1.70	2.20	1.70	2.10	0.90	1.40	1.00	11
M-44	2.50	1.40	2.10	3.30	1.20	0.90	1.30	0.90	11
M-45	1.30	1.20	1.20	1.80	1.60	1.00	1.50	1.40	12
M-46	1.50	3.60	1.60	2.80	0.90	1.50	1.10	1.20	12
M-47	3.40	1.70	1.00	1.90	1.40	1.30	1.10	1.00	11
M-48	1.80	1.10	0.90	1.80	3.20	2.30	1.10	1.20	11

Nota. Elaboración propia

Tabla 15. Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 14 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-49	2.80	1.30	0.90	1.50	1.80	2.10	2.20	1.60	11
M-50	2.60	1.20	1.10	1.80	2.60	1.30	3.40	1.10	11
M-51	2.30	1.10	2.10	1.50	1.00	2.70	1.80	1.00	11
M-52	2.90	2.60	1.10	2.10	1.50	2.00	1.10	1.40	11
M-53	1.90	2.10	1.60	1.80	1.60	2.10	2.20	2.00	12
M-54	2.00	2.90	1.80	1.80	1.00	1.10	1.20	1.50	12

*Nota. Elaboración propia***Tabla 16. Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 14 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-55	1.50	2.60	1.40	1.10	2.30	1.70	1.40	1.80	11
M-56	2.50	2.50	1.20	1.10	0.90	1.40	2.00	2.30	11
M-57	2.40	1.30	1.50	1.00	0.90	2.50	1.60	1.80	11
M-58	2.30	1.30	0.90	3.00	4.10	0.90	1.30	1.80	11
M-59	1.80	0.90	2.60	2.30	1.80	1.00	1.10	1.00	12
M-60	2.70	1.20	2.40	1.80	1.90	1.50	1.90	2.90	12

*Nota. Elaboración propia***Tabla 17. Muestra Partrón Carbonatación 28 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-61	0.90	1.40	1.30	1.60	1.00	0.90	2.00	1.00	10
M-62	2.10	2.50	1.60	1.50	0.80	3.90	1.10	0.80	10
M-63	2.20	2.60	0.90	0.80	0.90	3.30	0.60	0.50	10
M-64	2.50	1.30	3.40	1.90	2.00	1.80	1.10	2.70	10
M-65	1.10	0.90	0.80	1.00	0.95	1.10	2.20	1.10	10
M-66	4.90	1.10	1.70	1.80	1.70	1.70	0.90	1.00	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 18. Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 28 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-67	0.90	1.90	1.20	0.50	0.60	1.70	1.10	1.10	9
M-68	4.00	1.80	0.70	2.90	1.10	1.00	0.90	1.70	9
M-69	1.40	2.90	2.10	0.90	1.50	0.60	0.80	1.10	10
M-70	1.40	2.60	1.20	3.20	1.90	1.10	1.90	0.70	10
M-71	1.60	2.30	3.70	1.20	1.40	2.00	2.10	1.40	10
M-72	3.40	2.40	0.60	1.80	0.90	1.70	0.90	1.20	10

Nota. Elaboración propia

Tabla 19. Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 28 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-73	1.60	0.80	0.90	1.10	2.00	1.00	1.50	0.85	10
M-74	1.70	1.50	0.90	1.10	0.80	2.80	3.70	1.40	10
M-75	2.30	1.80	1.20	1.10	0.90	1.40	0.50	0.30	10
M-76	0.90	4.00	1.10	1.00	1.90	1.90	1.50	1.40	10
M-77	0.90	1.50	2.30	1.10	0.90	2.30	1.60	0.90	10
M-78	1.80	1.10	2.00	0.80	4.90	0.70	1.90	0.60	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 20. Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 28 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-79	1.20	1.10	3.20	1.90	1.70	2.10	1.10	1.20	10
M-80	2.40	1.70	1.10	2.90	1.10	2.20	1.90	1.20	10
M-81	1.70	2.00	0.60	1.20	0.90	2.50	0.80	0.85	9
M-82	3.00	2.40	2.20	1.70	1.20	0.50	1.40	1.50	9
M-83	1.10	0.90	1.10	1.80	0.80	1.60	1.10	0.40	10
M-84	1.20	2.20	1.40	1.30	0.50	1.20	0.90	1.20	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 21. Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 28 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-85	1.80	4.10	0.90	0.50	1.40	0.80	0.90	1.00	10
M-86	5.90	3.90	3.20	1.30	0.90	1.50	3.10	0.90	10
M-87	4.10	1.10	1.80	1.40	1.30	0.50	0.70	1.00	10
M-88	2.80	1.20	1.10	1.40	0.50	0.90	0.80	1.20	10
M-89	0.90	1.00	2.20	0.90	0.80	1.00	1.10	1.10	10
M-90	1.50	2.50	1.40	1.50	1.00	2.10	1.40	1.10	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 22. Muestra Patrón Carbonatación 56 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-91	1.10	1.20	3.10	2.00	1.50	1.80	1.10	1.70	9
M-92	1.50	2.10	1.30	1.40	1.20	1.30	0.90	2.10	9
M-93	2.10	2.00	0.90	2.00	1.70	2.50	1.50	1.30	10
M-94	2.20	1.80	0.90	3.30	1.90	1.80	0.80	2.00	10
M-95	1.20	1.60	1.00	2.20	1.80	2.00	1.30	1.80	10
M-96	1.90	1.70	2.60	2.40	1.30	1.70	0.90	1.80	10

Nota. Elaboración propia

Tabla 23. Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 56 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-97	1.20	1.90	5.80	1.80	1.30	2.20	4.10	0.90	9
M-98	1.90	1.90	0.80	2.10	2.30	0.90	1.80	1.10	9
M-99	2.10	3.50	1.10	4.60	1.60	1.00	0.50	2.20	10
M-100	1.10	2.90	1.00	1.20	5.80	1.80	0.90	0.80	10
M-101	1.50	2.30	3.30	2.80	1.70	0.90	1.50	1.30	10
M-102	1.80	2.60	1.90	2.00	3.10	1.20	1.50	0.80	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 24. Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 56 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-103	2.60	1.00	2.20	1.40	1.00	0.90	2.70	1.10	10
M-104	2.40	1.20	2.00	1.80	0.80	2.20	0.90	2.10	10
M-105	2.80	1.20	1.10	1.00	0.80	2.50	0.90	1.80	10
M-106	1.80	0.90	2.80	1.90	1.20	1.90	2.20	1.40	10
M-107	2.20	1.50	1.50	1.70	0.90	1.80	1.10	2.00	10
M-108	2.50	1.40	1.70	2.10	1.90	1.20	1.40	1.80	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 25. Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 56 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-109	4.10	1.80	1.00	1.60	3.50	2.80	1.40	3.10	10
M-110	1.80	1.70	1.10	0.80	1.00	2.00	1.20	1.10	10
M-111	1.20	1.80	4.90	3.20	2.20	3.10	1.20	1.90	9
M-112	3.20	1.20	1.10	2.20	3.30	0.90	1.80	0.90	9
M-113	2.60	1.50	1.80	0.90	2.40	2.20	1.40	2.20	10
M-114	1.30	0.90	1.00	2.40	1.60	2.30	1.40	1.10	10

*Nota. Elaboración propia***Tabla 26. Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 56 días**

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-115	1.80	0.80	2.20	2.00	2.10	1.10	1.70	3.60	10
M-116	3.30	1.70	0.80	2.10	0.80	2.70	1.30	2.20	10
M-117	2.10	1.60	1.60	2.70	1.50	2.20	1.90	2.80	10
M-118	2.00	2.10	2.10	1.30	2.10	1.80	1.50	1.40	10
M-119	1.80	1.00	1.40	2.20	1.80	2.00	1.30	2.20	10
M-120	2.10	1.70	0.90	2.70	2.10	1.90	1.50	1.70	10

Nota. Elaboración propia

Tabla 27. Muestra Patrón, Carbonatación 95 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-121	1.80	1.90	1.80	2.00	1.80	1.50	1.00	2.80	8
M-122	1.10	5.50	1.50	1.80	4.50	3.80	2.10	1.80	8
M-123	5.80	3.20	3.80	1.30	2.90	2.80	2.00	2.80	9
M-124	2.10	4.20	2.10	1.50	1.30	1.80	2.70	2.40	9
M-125	2.80	2.40	4.30	1.80	1.50	2.30	2.20	4.00	9
M-126	2.80	2.00	1.00	2.10	1.30	1.90	6.00	1.90	9

Nota. Elaboración propia

Tabla 28. Muestra CR + Na 10%, Carbonatación 95 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-127	2.20	2.40	1.90	3.10	2.00	4.00	3.00	2.90	8
M-128	2.80	2.00	2.90	2.50	2.80	2.10	3.10	3.50	8
M-129	3.20	3.90	6.10	1.10	2.20	2.20	3.20	1.90	9
M-130	2.00	3.00	2.80	4.00	2.40	1.90	0.40	2.90	9
M-131	1.90	2.00	7.50	4.80	3.90	3.00	4.40	4.20	9
M-132	1.90	8.80	6.10	2.80	1.30	2.50	2.90	1.50	9

Nota. Elaboración propia

Tabla 29. Muestra CR + Na 20%, Carbonatación 95 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-133	3.50	4.90	3.10	2.50	4.20	4.00	2.80	2.20	8
M-134	6.80	2.90	1.80	6.10	7.10	1.80	1.10	3.80	8
M-135	3.90	4.90	1.20	1.80	2.00	2.40	2.20	2.00	8
M-136	3.20	2.80	1.80	1.80	4.10	4.90	2.30	2.10	8
M-137	3.20	2.80	3.20	3.00	4.80	1.90	1.10	1.90	9
M-138	1.10	1.80	2.70	0.70	1.80	2.50	1.00	2.80	9

Nota. Elaboración propia

Tabla 30. Muestra CR + Na 22%, Carbonatación 95 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-139	2.10	1.10	1.50	0.90	1.10	1.00	1.20	1.30	9
M-140	2.60	1.20	2.50	1.10	2.10	2.00	2.20	2.00	9
M-141	5.20	2.10	3.20	1.00	5.50	3.10	1.50	1.60	8
M-142	7.10	1.90	3.10	4.90	5.10	1.80	3.80	2.10	8
M-143	4.00	1.50	4.70	7.80	2.90	3.00	2.50	2.20	8
M-144	4.20	2.80	2.20	5.00	3.90	2.00	2.20	1.20	8

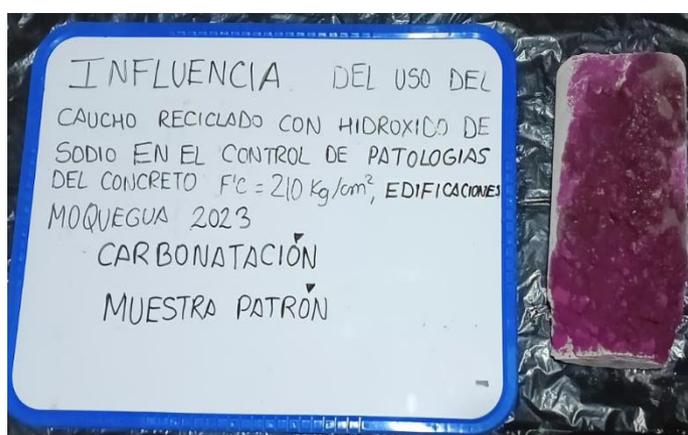
Nota. Elaboración propia

Tabla 31. Muestra CR + Na 30%, Carbonatación 95 días

Muestras	Profundidad de Carbonatación (mm)								Valor de PH
	1	2	3	4	5	6	7	8	
M-145	1.00	5.00	2.50	2.20	1.00	1.10	0.70	1.80	10
M-146	2.00	2.80	3.20	2.00	2.80	1.90	1.20	0.80	10
M-147	1.30	3.20	2.80	4.80	2.70	1.80	3.20	1.90	10
M-148	2.20	1.50	1.70	2.10	1.50	1.00	3.10	1.90	10
M-149	7.10	1.90	3.20	2.10	4.00	1.90	3.30	2.50	9
M-150	2.30	3.80	3.70	2.80	1.00	2.10	2.00	3.90	9

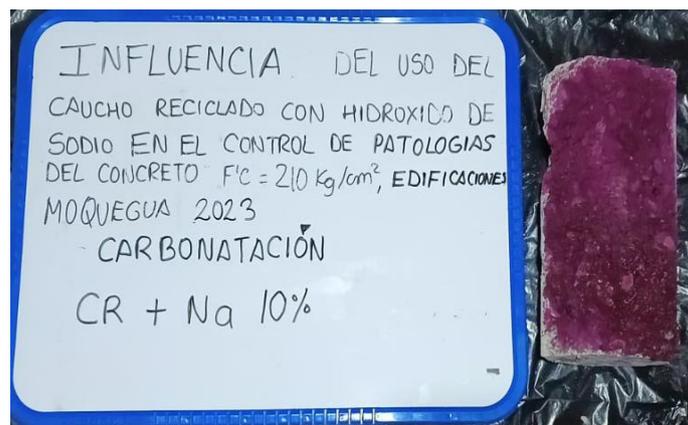
Nota. Elaboración propia

Figura 12. Muestra patrón 7 días carbonatación



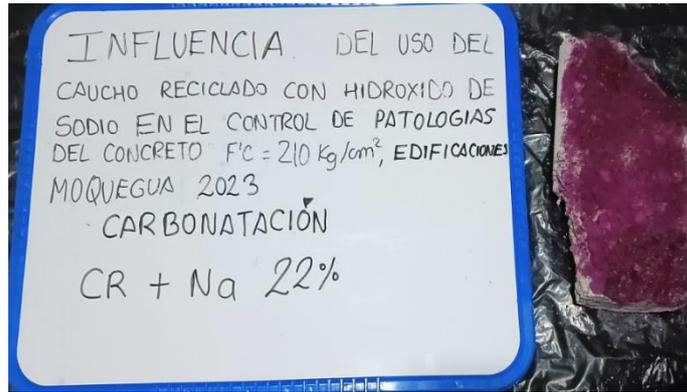
Nota. Elaboración propia

Figura 13. Muestras CR + Na 10%, 7 días carbonatación



Nota. Elaboración propia.

Figura 14. Muestras CR + Na 22%, 7 días carbonatación



Nota. Elaboración propia

Figura 15. Muestras carbonatadas



Nota. Elaboración propia

Figura 16. Muestras ensayadas



Nota. Elaboración propia

(c) Determinar la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones con el uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio

Tabla 32. Muestra Resistencia a la Compresión, 7 días

N°	Descripción	Diam	Área	Carga Máxima	F'c	F'c prom	Tipo de Fractur a
1	Muestra Patrón (1)	10.26	82.68	17488.50	211.53		Tipo 5
2	Muestra Patrón (2)	10.11	80.28	15690.50	195.45	203.07	Tipo 5
3	Muestra Patrón (3)	10.22	82.03	16589.50	202.23		Tipo 5
4	CR Na 10 (1)	10.25	82.52	9093.70	110.21		Tipo 5
5	CR Na 10 (2)	10.11	80.28	10002.60	124.60	117.37	Tipo 5
6	CR Na 10 (3)	10.18	81.39	9548.15	117.31		Tipo 5
7	CR Na 20 (1)	10.26	82.68	10199.30	123.36		Tipo 5
8	CR Na 20 (2)	10.12	80.44	9450.40	117.49	120.44	Tipo 4
9	CR Na 20 (3)	10.19	81.55	9824.85	120.47		Tipo 4
10	CR Na 22 (1)	10.38	84.62	10137.70	119.80		Tipo 5
11	CR Na 22 (2)	10.28	83.00	9862.10	118.82	119.31	Tipo 4
12	CR Na 22 (3)	10.33	83.81	9999.90	119.32		Tipo 4
13	CR Na 30 (1)	10.00	78.54	10883.70	138.58		Tipo 3
14	CR Na 30 (2)	10.22	82.03	10543.40	128.53	133.52	Tipo 3
15	CR Na 30 (3)	10.11	80.28	10713.55	133.46		Tipo 4

Nota. Elaboración propia

Tabla 33. Muestra Resistencia a la Compresión, 14 días

N°	Descripción	Diam.	Área	Carga Máxima	F'c	F'c prom	Tipo de Fractura
1	Muestra Patrón (1)	10.00	78.54	16797.00	213.87		Tipo 3
2	Muestra Patrón (2)	10.00	78.54	17011.50	216.60	210.85	Tipo 5
3	Muestra Patrón (3)	10.00	78.54	15872.40	202.09		Tipo 3
4	CR Na 10 (1)	10.00	78.54	10638.90	135.46		Tipo 3
5	CR Na 10 (2)	10.00	78.54	8721.20	111.04	123.00	Tipo 3
6	CR Na 10 (3)	10.00	78.54	9622.10	122.51		Tipo 2
7	CR Na 20 (1)	10.22	82.03	11213.60	136.70		Tipo 2
8	CR Na 20 (2)	10.31	83.48	10016.80	119.98	126.79	Tipo 3
9	CR Na 20 (3)	10.31	83.48	10325.20	123.68		Tipo 5
10	CR Na 22 (1)	10.14	80.75	9705.50	120.19		Tipo 2
11	CR Na 22 (2)	10.24	82.35	10434.40	126.70	122.41	Tipo 4
12	CR Na 22 (3)	10.23	82.19	9891.90	120.35		Tipo 3
13	CR Na 30 (1)	10.42	85.28	11067.10	129.78		Tipo 5
14	CR Na 30 (2)	10.35	84.13	11322.60	134.58	140.00	Tipo 5
15	CR Na 30 (3)	10.36	84.30	13119.60	155.64		Tipo 5

Nota. Elaboración propia

Tabla 34. Muestra Resistencia a la Compresión, 28 días

N°	Descripción	Diam.	Área	Carga Máxima	F'c	F'c prom	Tipo de Fractura
1	Muestra Patrón (1)	10.15	80.91	19177.00	237.01		Tipo 3
2	Muestra Patrón (2)	10.08	79.80	18942.00	237.36	241.30	Tipo 5
3	Muestra Patrón (3)	9.9	76.98	19208.00	249.53		Tipo 3
4	CR Na 10 (1)	10.15	80.91	12398.00	153.23		Tipo 3
5	CR Na 10 (2)	10.11	80.28	11929.00	148.60	142.13	Tipo 3
6	CR Na 10 (3)	10.1	80.12	9980.00	124.57		Tipo 2
7	CR Na 20 (1)	10.12	80.44	12863.00	159.92		Tipo 2
8	CR Na 20 (2)	10.11	80.28	12895.00	160.63	154.56	Tipo 3
9	CR Na 20 (3)	10.1	80.12	11467.00	143.13		Tipo 5
10	CR Na 22 (1)	9.91	77.13	13433.00	174.15		Tipo 2
11	CR Na 22 (2)	9.92	77.29	12288.00	158.99	160.55	Tipo 4
12	CR Na 22 (3)	10.09	79.96	11875.00	148.51		Tipo 3
13	CR Na 30 (1)	10.14	80.75	14688.00	181.88		Tipo 5
14	CR Na 30 (2)	10.12	80.44	12678.00	157.62	173.85	Tipo 5
15	CR Na 30 (3)	10.12	80.44	14644.00	182.06		Tipo 5

Nota. Elaboración propia

Figura 17. *Elaboración de probetas de concreto*



Nota. Elaboración propia

Figura 18. *Briquetas con dosificación de concreto preparadas*



Figura 19. Rotura de probetas de concreto 7 días



Nota. Elaboración propia

Figura 20. Rotura de probetas de concreto 14 días



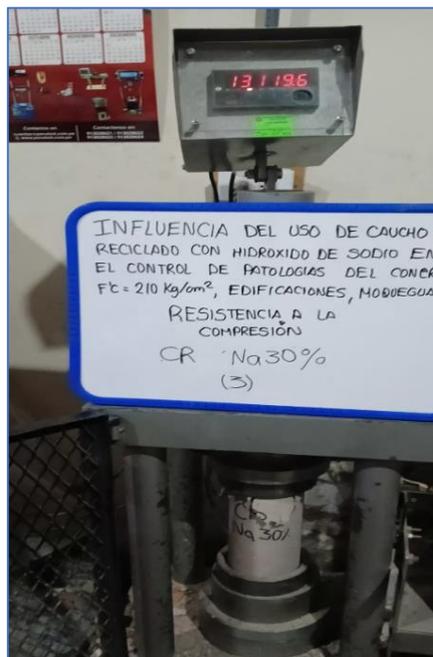
Nota. Elaboración propia

Figura 21. Rotura de probetas de concreto 28 días



Nota. Elaboración propia

Figura 22. Ensayo de Resistencia a la Compresión



Nota. Elaboración propia

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

(A) Determinar la Reacción Álcali Sílice del Concreto para Edificaciones con el Uso de Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio

Formulación de la Normalidad:

Ho: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Reacción álcali Sílice) tiene normalidad.

H1: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Reacción álcali Sílice) no tiene normalidad

Nivel de Significancia $\alpha = 5\%$ (0.05) – 95% de confidencialidad

Elección de la prueba estadística: Se eligió la técnica de Shapiro-Wilk

Tabla 35. Prueba de Normalidad - Reacción Álcali Sílice del Concreto a los 14 días

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Dosificación de Mezcla		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Nivel de Libertad	Sig.
Reacción álcali Sílice	Muestra Patrón	0.991	3	0.817
	Na 10%	0.998	3	0.918
	Na 20%	0.932	3	0.497
	Na 22%	0.995	3	0.860
	Na 30%	0.866	3	0.286

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable reacción álcali sílice, que tiene normalidad.

Cálculo de la Prueba estadística - ANOVA

Planteamiento del problema:

Ho: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la reacción álcali sílice del concreto para edificaciones”.

Ha: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la reacción álcali sílice del concreto para edificaciones”.

Grado de significancia: $\alpha = 5\%$ (0.05)

Selección de la prueba estadística:

Tabla 36. Efecto de la Reacción Álcali Sílice

ANDEVA					
Reacción Álcali Sílice 14 días					
	Adición de cuadrados	Grado de libertad	Media Cuadrática	Fisher	P- value
Intergrupo	0.001	4	0.000	0.537	0.712
Intragrupo	0.004	10	0.000		
Total	0.005	14			

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable, por ello se indica que: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la reacción álcali sílice del concreto para edificaciones”.

(B) Determinar la reacción carbonatación del concreto para edificaciones con el uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio

Formulación de la Normalidad:

Ho: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Carbonatación) tiene normalidad.

H1: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Carbonatación) no tiene normalidad

Nivel de Significancia $\alpha = 5\%$ (0.05) – 95% de confidencialidad

Elección de la prueba estadística: Se eligió la técnica de Shapiro-Wilk

Tabla 37. Prueba de Normalidad – Carbonatación del concreto a los 95 días

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Dosificación de Mezcla		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Nivel de Libertad	Sig.
Carbonatación	Muestra Patrón	0.253	48	<.001
	Na 10%	0.952	48	0.047
	Na 20%	0.959	48	0.088
	Na 22%	0.910	48	0.002
	Na 30%	0.542	50	<.001

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable carbonatación, que tiene normalidad.

Cálculo de la Prueba estadística - ANOVA

Planteamiento del problema:

Ho: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la carbonatación del concreto para edificaciones”.

Ha: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la carbonatación del concreto para edificaciones”.

Grado de significancia: $\alpha = 5\%$ (0.05)

Selección de la prueba estadística:

Tabla 38. Efecto de la Carbonatación

ANDEVA					
Carbonatación 95 días					
	Adición de cuadrados	Grado de libertad	Media Cuadrática	Fisher	P- value
Intergrupo	0.011	4	0.003	0.769	0.546
Intragrupo	0.812	235	0.003		
Total	0.822	239			

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable, por ello se indica que: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la carbonatación del concreto para edificaciones”.

(C) Determinar la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones con el uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio

Resistencia a la Compresión 7 días:

Formulación de la Normalidad:

Ho: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Resistencia a la Compresión) tiene normalidad.

H1: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Resistencia a la Compresión) no tiene normalidad

Nivel de Significancia $\alpha = 5\%$ (0.05) – 95% de confidencialidad

Elección de la prueba estadística: Se eligió la técnica de Shapiro-Wilk

Tabla 39. Prueba de normalidad – Resistencia a la Compresión del concreto a los 07 días

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Dosificación de Mezcla		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Nivel de Libertad	Sig.
Carbonatación	Muestra Patrón	0.253	48	<.001
	Na 10%	0.952	48	0.047
	Na 20%	0.959	48	0.088
	Na 22%	0.910	48	0.002
	Na 30%	0.542	50	<.001

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable resistencia a la compresión, que tiene normalidad.

Cálculo de la Prueba estadística - ANOVA

Planteamiento del problema:

Ho: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Ha: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Grado de significancia: $\alpha = 5\%$ (0.05)

Selección de la prueba estadística:

Tabla 40. Efecto de la Resistencia a la Compresión

ANDEVA					
Resistencia a la Compresión 14 días					
	Adición de cuadrados	Grado de libertad	Media Cuadrática	Fisher	P- value
Intergrupo	16003.147	4	4000.787	132.432	<.001
Intragrupo	302.101	10	30.210		
Total	16305.248	14			

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores menores que 0.05, la hipótesis alternativa es adopta

Conclusión: Menor al 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable, por ello se indica que: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Resistencia a la Compresión 14 días:

Formulación de la Normalidad:

Ho: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Resistencia a la Compresión) tiene normalidad.

H1: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Resistencia a la Compresión) no tiene normalidad

Nivel de Significancia $\alpha = 5\%$ (0.05) – 95% de confidencialidad

Elección de la prueba estadística: Se eligió la técnica de Shapiro-Wilk

Tabla 41. Prueba de normalidad – Resistencia a la Compresión del concreto a los 14 días

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Dosificación de Mezcla		Estadístico	Shapiro-Wilk	
			Nivel de Libertad	Sig.
Resistencia a la compresión	Resist. Compresión	0.743	15	<.001
	Dosif. de Mezcla	0.902	15	.103

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable resistencia a la compresión, que tiene normalidad.

Cálculo de la Prueba estadística - ANOVA

Planteamiento del problema:

Ho: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Ha: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Grado de significancia: $\alpha = 5\%$ (0.05)

Selección de la prueba estadística:

Tabla 42. Efecto de la Resistencia a la Compresión

ANDEVA					
Resistencia a la Compresión 14 días					
	Adición de cuadrados	Grado de libertad	Media Cuadrática	Fisher	P- value
Intergrupo	17059.928	4	4264.982	43.622	<.001
Intragrupo	977.720	10	97.772		
Total	18037.648	14			

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores menores que 0.05, la hipótesis alternativa es adopta

Conclusión: Menor al 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable, por ello se indica que: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Resistencia a la Compresión 28 días:

Formulación de la Normalidad:

Ho: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Resistencia a la Compresión) tiene normalidad.

H1: Influencia del uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio x (Resistencia a la Compresión) no tiene normalidad

Nivel de Significancia $\alpha = 5\%$ (0.05) – 95% de confidencialidad

Elección de la prueba estadística: Se eligió la técnica de Shapiro-Wilk

Tabla 43. Prueba de normalidad – Resistencia a la Compresión del concreto a los 28 días

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Dosificación de Mezcla		Estadístico	Shapiro-Wilk	
			Nivel de Libertad	Sig.
Resistencia a la compresión	Resist. Compresión	0.844	15	0.014
	Dosif. de Mezcla	0.902	15	0.103

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores mayores que 0.05, la hipótesis nula es adopta

Conclusión: El 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable resistencia a la compresión, que tiene normalidad.

Cálculo de la Prueba estadística - ANOVA

Planteamiento del problema:

Ho: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio NO influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Ha: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

Grado de significancia: $\alpha = 5\%$ (0.05)

Selección de la prueba estadística:

Tabla 44. Efecto de la Resistencia a la Compresión

ANDEVA					
Resistencia a la Compresión 28 días					
	Adición de cuadrados	Grado de libertad	Media Cuadrática	Fisher	P- value
Intergrupo	18307.390	4	4576.847	30.534	<.001
Intragrupo	1498.958	10	149.896		
Total	19806.347	14			

Nota. SPSS – V25

Regla de toma de decisiones:

Si la sig. ≤ 0.05 Optar por no aceptar la hipótesis nula y seguir la hipótesis alternativa

Si la sig. > 0.05 se adopta la hipótesis nula

Dado que la significancia arroja valores menores que 0.05, la hipótesis alternativa es adopta

Conclusión: Menor al 5% es el nivel de significancia de los datos de la variable, por ello se indica que: “El uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones”.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1, Con respecto al objetivo específico N°1 de demostrar como el uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio influye en la reacción álcali sílice del concreto en edificaciones. De acuerdo a los resultados obtenidos las cuales reflejan el valor de reacción álcali sílice del concreto patrón de 0.44 % y se realizó cuatro dosificaciones de caucho reciclado con hidróxido de sodio al 10%, 20%, 22% y 30% lograron un porcentaje de reducción de reacción álcali sílice de 0.77%, 0.59%, 0.24% y 0.50%, esto quiere decir que según la contratación de hipótesis los valores son aceptables y confiables. Según los resultados se puede deducir que con la incorporación del uso del caucho reciclado con hidróxido de sodio con concentración al 22% se observó un impacto positivo para la reducción de la reacción álcali sílice del concreto.

Discusión 2, con respecto al objetivo específico N°2 de demostrar como uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio influye en la carbonatación del concreto en edificaciones. Los resultados muestran el valor de la profundidad de carbonatación del concreto patrón de 2.49 mm, con un valor de PH de 9. Asimismo, se realizaron cuatro dosificaciones de caucho reciclado con hidróxido de sodio al 10%, 20%, 22% y 30% lograron así la profundidad de carbonatación de 3.04 mm con PH de 9, 2.88 mm con PH de 9, 2.73 mm con PH de 8 y 2.42 mm con PH de 10, esto quiere decir que según la contratación de hipótesis los valores son aceptables y confiables. De acuerdo a los datos podemos interpretar que con el porcentaje de caucho reciclado con hidróxido de sodio al 30% tiene menor profundidad de carbonatación.

Discusión 3, De acuerdo al objetivo específico N°3 Demostrar como uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio influye en la resistencia a la compresión del concreto para edificaciones. Los resultados reflejaron el valor promedio del concreto patrón en 28 días de 241.30kg/ cm². Asimismo, se realizan cuatro dosificaciones concreto patrón más caucho reciclado con hidróxido de sodio al 10%, 20%, 22% y 30% lograron una resistencia de 142.13 kg/cm², 154.56 kg/cm², 160.55 kg/cm² y 173.85 kg/cm²; esto quiere decir que según la contratación de hipótesis los valores son aceptables y confiables. Podemos interpretar que con dosificaciones al concreto de 30% de caucho reciclado con hidróxido de sodio tuvo un aumento en la resistencia a la compresión hasta un

27.95% con respecto al concreto patrón. Por otro lado, (Ali et al., 2022) en su artículo evaluaron diferentes dosificaciones. Por ende, se obtuvo 20% de caucho reciclado con hidróxido de sodio obtuvo una ganancia en la resistencia a la compresión de 24.54% con respecto a la resistencia a la compresión del concreto patrón. Según Nehedi et al (2001), se observó una disminución del 18 % y del 8 % en las resistencias a la compresión y la flexión, respectivamente, para especímenes con 5 % de RW por volumen de agregados a los 28 días.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que, con el uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio influyeron de manera favorable en la reducción de álcali sílice del concreto, la que más influyó en la reducción de reducción de álcali sílice del concreto fue de 0.2433%, el uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio al 22%.

Se encontró que la profundidad de carbonatación influye de manera positiva, se observó una reducción máxima de 2.42 mm con 10 PH. De acuerdo a los datos podemos interpretar que con el porcentaje de caucho reciclado con hidróxido de sodio al 30% tiene menor profundidad de carbonatación.

Los resultados de la resistencia a la compresión se pueden verificar los resultados obtenidos confirman que la resistencia más alta, reflejaron el valor promedio del concreto patrón en 28 días de 241.30kg/ cm². Asimismo, se realizan cuatro dosificaciones concreto patrón más caucho reciclado con hidróxido de sodio al 10%, 20%, 22% y 30% lograron una resistencia de 142.13 kg/cm², 154.56 kg/cm², 160.55 kg/cm² y 173.85 kg/cm²; esto quiere decir que según la contratación de hipótesis los valores son aceptables y confiables. Podemos interpretar que con dosificaciones al concreto de 30% de caucho reciclado con hidróxido de sodio tuvo un aumento en la resistencia a la compresión hasta un 27.95% con respecto al concreto patrón.

Se realiza el cierre de brecha de conocimiento, por cuanto se realizó un pretratamiento al caucho reciclado propuesto por Abbas et al. (2022), para una construcción sostenible.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones de reacción álcali sílice con mayores concentraciones de caucho reciclado con hidróxido de sodio, ya que los resultados obtenidos fueron favorables los ensayos experimentales que se realizaron. Por lo tanto, se recomienda utilizarlos en obras el caucho reciclado con hidróxido de sodio.

Para futuros estudios, recomendamos reducir la proporción de uso de caucho reciclado con hidróxido de sodio con respecto a 35% a fin de lograr aumento en la resistencia a la compresión y control de patologías del concreto.

REFERENCIAS

- Abbas, S., Ahmed, A., Waheed, A., Abbass, W., Yousaf, M., Shaukat, S., Alabduljabbar, H., & Awad, Y. A. (2022). Recycled Untreated Rubber Waste for Controlling the Alkali–Silica Reaction in Concrete. *Materials*, 15(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ma15103584>
- Ali, B., Fahad, M., Mohammed, A. S., Ahmed, H., Elhag, A. B., & Azab, M. (2022). Improving the performance of recycled aggregate concrete using nylon waste fibers. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01468. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01468>
- Alva, M., & Soto, S. (2022). *Modificación de las propiedades de concreto $F'c=280\text{kg/cm}^2$ para fines de pavimentación empleando ceniza de eucalipto, Av. Alfonso Ugarte, Cajamarca, 2021*. [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92205>
- Alwi Assaggaf, R., Uthman Al-Dulaijan, S., Maslehuddin, M., Baghabra Al-Amoudi, O. S., Ahmad, S., & Ibrahim, M. (2022). Effect of different treatments of crumb rubber on the durability characteristics of rubberized concrete. *Construction and Building Materials*, 318, 126030. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126030>
- Asenjo, J. (2023). *CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO INCORPORANDO CAUCHO DESMENUZADO* [Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11069/Asenjo%20Bustamante%20James%20Smith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ataria, R. B., & Wang, Y. C. (2022). Mechanical Properties and Durability Performance of Recycled Aggregate Concrete Containing Crumb Rubber. *Materials*, 15(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/ma15051776>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3ra edición). Grupo Editoria Patria. <https://www.calameo.com/read/0060714041cef948e6094>
- Bu, C., Zhu, D., Lu, X., Liu, L., Sun, Y., Yu, L., Xiao, T., & Zhang, W. (2022). Modification of Rubberized Concrete: A Review. *Buildings*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/buildings12070999>
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la Investigación científica* (1ra Edición). Comisión Editorial de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE. <https://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientific a.pdf>
- Colás, P., Buendía, L., & Hernández, F. (2009). *Competencias científicas para la realización de una tesis doctoral*. Editorial Davinci.
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación* (1ra Edición). Universidad Autónoma del Carmen. https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-12/Doc/metodologia_investigacion.pdf
- Criollo, A. (2014). *Caracterización de caucho reciclado proveniente de SCRAP y de neumáticos fuera de uso para su potencial aplicación como materia prima* [Universidad Politécnica de Saleciana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6770/1/UPS-CT003492.pdf>

Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio, Pub. L. No. UNE 112011:2011 (2011).

Determinación de la Reactividad potencial álcali sílice de combinaciones de materiales cementantes y agregados (Método acelerado de la barra de mortero), Pub. L. No. ASTM C1567-132 (2013).

Díaz Tello, O. A. (2017). *Análisis de la Influencia de la Reactividad Álcali Sílice de los Agregados en la Durabilidad del Concreto F'c: 280 Kg/Cm² según la Norma ASTM C-1260 Evaluado en Canteras de Cajamarca*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

Dos Santos, É., & Santana, M. (2022). *Estudio de Métodos para prevenir la corrosión en las armaduras*. 27.

Fajardo, L. E., & Vergaray, D. A. (2014). *Efecto de la Incorporación por Vía Seca, del Polvo de Neumático Reciclado, como Agregado Fino en Mezclas Asfálticas*. [Universidad San Martín de Porres]. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1044/vergaray_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gomez, S. (2012). *Metodología de la Investigación* (1.^a ed.). Red Tercer Milenio SC.

Gómez, W., Gonzales, E., & Rosales, R. (2016). *Metodología de la Investigación de la Universidad María Auxiliadora*. <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/96/LIBRO%20METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20-%20REPOSITORIO%20DIGITAL%20UMA.pdf?sequence=1>

Hamdi, A., Abdelaziz, G., & Farhan, K. Z. (2021). Scope of reusing waste shredded tires in concrete and cementitious composite materials: A review.

Journal of Building Engineering, 35, 102014.

<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102014>

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

Icart, T., Pulpón, A., Garrido, E., & Delgado, P. (2012). *Cómo elaborar y presentar un proyecto de investigación, una tesina y una tesis*. Ediciones Universitarias Barcelona.

Lee, J., Yang, J., Huh, E., Park, S., Koo, B., & Ahn, I.-S. (2023). Electrochemical Desalination of a 50% w/w Sodium Hydroxide Solution, a Pharmaceutical Sterilization Agent. *Journal of Electrochemical Science and Technology*, 14(1), 59-65. <https://doi.org/10.33961/jecst.2022.00472>

Li, Y., Yang, X., Lou, P., Wang, R., Li, Y., & Si, Z. (2021). Sulfate attack resistance of recycled aggregate concrete with NaOH-solution-treated crumb rubber. *Construction and Building Materials*, 287, 123044. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123044>

Mendez, C. (2020). *Metodología de la investigación: Diseño y desarrollo del proceso de investigación en ciencias empresariales* (5ta ed.). Alfa Editorial SA.

Método de Ensayo Estándar para Esfuerzos de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto, Pub. L. No. ASTM C39.

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, Pub. L. No. NTP 339.034 (2015).

- Nguyen, Q. T., & Livaoğlu, R. (2020). The effect of the ratio of Λ -shaped shear connectors on the flexural behavior of a reinforced concrete frame. *Advances in Structural Engineering*, 23(12), 2724-2740. <https://doi.org/10.1177/1369433220920442>
- NTP 339.070. (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Toma de muestras de aguas usadas para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento Portland y aguas agresivas.*
- Ñaupá, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa—Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5ta Edición). Ediciones de la U. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
- Práctica Normalizada para muestreo de Concreto Recién Mezclado, Pub. L. No. ASTM C 172/C172M-10, 10.
- Ramarad, S., Khalid, M., Ratnam, C. T., Chuah, A. L., & Rashmi, W. (2015). Waste tire rubber in polymer blends: A review on the evolution, properties and future. *Progress in Materials Science*, 72, 100-140. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.02.004>
- Rigotti, D., & Dorigato, A. (2022). Novel uses of recycled rubber in civil applications. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 5(4), 214-233. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2022.08.005>
- Rossetti, A., Coelho, G., Falcone, D., & Irassar, F. (2020). *Estudio de las Arcillas Illíticas Calcinadas como Posibles Inhibidoras de la Reacción Álcali Sílice.* https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/CICBA_cfd2549179bcf769854c377212f9fddb

- Saberian, M., & Li, J. (2018). Investigation of the mechanical properties and carbonation of construction and demolition materials together with rubber. *Journal of Cleaner Production*, 202, 553-560. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.183>
- Salazar, S. (2019). *Incorporación de Caucho Reciclado en las Mezclas Asfálticas para Mejorar Pavimentos Flexibles en la Ciudad de Lima, Perú 2019* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46143?show=full&locale-attribute=en>
- Tang, Y., Feng, W., Feng, W., Chen, J., Bao, D., & Li, L. (2021). Compressive properties of rubber-modified recycled aggregate concrete subjected to elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 268, 121181. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121181>
- Torres, H. (2014). *Valoración de Propiedades Mecánicas y de Durabilidad de Concreto Adicionado con Residuos de Llantas de Caucho* [Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/169>
- Ul Islam, M. M., Li, J., Roychand, R., & Saberian, M. (2023). Microstructure, thermal conductivity and carbonation resistance properties of sustainable structural lightweight concrete incorporating 100% coarser rubber particles. *CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS*, 408, 133658. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133658>
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cualitativa, Cuantitativa y Mixta* (2da Edición). Editorial San Marcos.

ANEXOS

Anexo 1. Sostenibilidad

Cita	Referencia	Q y país	Vacío Teórico (brecha de conocimiento a cerrar)	Proceso verde asociado a la construcción (producción)	Sostenibilidad (será permanente y su impacto en el medio ambiente)
El hormigón con agregados reciclados con caucho granulado (CR) tratado con solución de NaOH. Para este propósito, se desarrollaron varias mezclas de concreto con agregado reciclado utilizando diferentes concentraciones (10%, 20% y 30%) de CR tratado con solución de NaOH y diferentes tamaños de partículas de CR.	Yang et al (2021)	Q1 China	En trabajos posteriores, se deben realizar estudios intensivos sobre el comportamiento de los productos de hidratación y corrosión entre las partículas de CR tratadas con solución de NaOH y la pasta de cemento. Se prevén más investigaciones sobre la durabilidad del hormigón con agregados reciclados con CR tratado con solución de NaOH después de una exposición prolongada a sulfatos y soluciones ácidas.	Reemplazar el agregado de concreto natural (NCA) con caucho granulado (CR) y agregado de concreto reciclado (RCA) ayudará a reducir el impacto negativo del caucho de llantas de desecho, los escombros de construcción y los desechos de demolición en el medio ambiente.	Es permanente, en la actualidad, los restos de caucho se suelen romper en partículas finas o en polvo y se utilizan como agregados en el hormigón.

Anexo 1. Sostenibilidad

Cita	Referencia	Q y país	Vacío Teórico (brecha de conocimiento a cerrar)	Proceso verde asociado a la construcción (producción)	Sostenibilidad (será permanente y su impacto en el medio ambiente)
<p>Este estudio investiga la posible aplicación de caucho reciclado (RW) en estructuras de hormigón para mitigar la reacción álcali-sílice (ASR). Varias proporciones de RW (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) reemplazaron parcialmente los agregados usados. Se observó que la resistencia a la compresión y a la flexión disminuyó para las muestras que incorporaban RW en comparación con las muestras de control sin RW.</p>	<p>Abbas et al (2022)</p>	<p>Q2 Pakistán</p>	<p>El pretratamiento de RW puede mejorar aún más las propiedades del hormigón que conducen a una construcción sostenible, lo que justifica un estudio futuro más detallado. Además, es necesario realizar un estudio futuro utilizando pruebas de expansión de prismas de concreto (ASTM C1293) para comparar y validar los hallazgos experimentales de esta investigación actual.</p>	<p>Con el uso de RW como sustitución parcial de los áridos reactivos en la industria de la construcción reducirá los problemas de vertido de RW, al tiempo que controlará los daños desastrosos debidos a la ASR en infraestructuras de hormigón.</p>	<p>Es permanente, se puede argumentar que el uso de RW en la industria de la construcción ayuda a reducir los problemas de depósito en vertederos con el beneficio adicional de limitar la expansión de la ASR</p>

Anexo 1. Sostenibilidad

Cita	Referencia	Q y país	Vacío (brecha de conocimiento a cerrar)	Teórico de a	Proceso verde asociado a la construcción (producción)	Sostenibilidad (será permanente y su impacto en el medio ambiente)
<p>Estudios experimentales relevantes han demostrado que el hormigón de caucho puede ayudar a resolver el problema de la contaminación negra causada por los neumáticos de caucho usados, pero es innegable que las partículas de caucho reducirán las propiedades mecánicas del hormigón. Se han llevado a cabo muchos estudios sobre la modificación del hormigón cauchutado, y este artículo resume estos estudios, considerando la resistencia a la compresión, el rendimiento de durabilidad y el rendimiento de aislamiento.</p>	<p>Bu et al (2022)</p>	<p>Q4 China</p>	<p>Las propiedades mecánicas del hormigón y el caucho disminuyen obviamente después de la mezcla, lo que limita la gama de aplicaciones potenciales. Sin embargo, sobre la base de los resultados de la investigación actual sobre la modificación del hormigón de caucho, el hormigón de caucho modificado tiene un buen valor de aplicación en el mercado y merece una mayor exploración.</p>		<p>Este artículo resume la modificación del hormigón cauchutado con soluciones químicas, aditivos, aprestos y fibras de caucho, caracterizados por su resistencia a la compresión y durabilidad, y también resume la influencia del hormigón sobre la conductividad térmica del caucho.</p>	<p>Es permanente, el concreto de caucho puede ayudar a resolver el problema de la contaminación negra causada por los neumáticos de caucho usados</p>

Anexo 2. Validación de instrumentos de recolección de datos



CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Erick Ángel Flores Arias
CIP: 145225

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con lo cual optaré el Título de Ingeniero Civil.

El Título del proyecto de Investigación es **"Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f'_c=210$ Kg/Cm², edificaciones, Moquegua, 2023"** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense la presente.



Gladys Esther Ramos Gondvi

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

"Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², edificaciones, Moquegua, 2023"

MAGISTER / LICENCIADO EXPERTO:

Ing. Erick Ángel Flores Arias, CIP N° 145225

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos del Proyecto de Investigación para su revisión y sugerencias:

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de la investigación?	Si
3. ¿Los instrumentos de la recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	Si
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de Item apropiados?	Se necesitan realizar algunos cambios
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún dato?	No
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún Item?	No
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún Item?	No
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
11. ¿La recolección de instrumentos de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

SUGERENCIAS:

Atentamente,


ERICK ANGELO FLORES ARIAS
INGENIERO CIVIL
CIP. 145225

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Oscar Dionel Gamez Díaz
CIP: 74727

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con lo cual optaré el Título de Ingeniero Civil.

El Título del proyecto de Investigación es **"Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f_c=210$ Kg/Cm², edificaciones, Moquegua, 2023"** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense la presente.



Gladys Esther Ramos Godin

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

"Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f_c=210$ Kg/Cm², edificaciones, Moquegua, 2023"

MAGISTER / LICENCIADO EXPERTO:

Ing. Oscar Dionel Gámez Díaz CIP 74727

Se presenta a usted el instrumento de recolección de datos del Proyecto de Investigación para su revisión y sugerencias:

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2. ¿En el instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de la investigación?	Si
3. ¿Los instrumentos de la recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	Si
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
5. ¿El instrumento de recolección de datos presenta la cantidad de ítem apropiados?	
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Se necesita realizar algunos cambios
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos, facilitará el análisis y procesamiento de datos?	Si
8. ¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	No
9. ¿En el instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	No
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
11. ¿La recolección de instrumentos de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

SUGERENCIAS:

Atentamente,



OSCAR DIONEL GÁMEZ DÍAZ
INGENIERO CIVIL
CIP 74727

1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

1.1 VARIABLE DEPENDIENTE

1.1.1 VARIABLE: V1- INFLUENCIA DEL USO DE CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO

Caucho Reciclado, para definir el concepto de caucho reciclado hemos utilizado diversas fuentes escritas, Beliski, (2014), nos dice que el caucho reciclado es la acumulación de llantas o neumáticos cuando termina su vida útil, la misma que se convierte en un desecho o material contaminante para nuestro medio ambiente, no pudiendo degradarse por su tamaño y forma., por lo tanto, se puede decir que el caucho reciclado es aquel material en desuso proveniente de los vehículos automotores, el mismo que no ha podido ser comprobado debido a su excesiva fabricación, sirviendo al término de su vida útil como plantas térmicas, basureros abiertos o rellenos sanitarios, causando un grave impacto a nuestro medio ambiente.

Fajardo et al, (2014) menciona que el volver a utilizar llantas desechadas tiene gran variedad de usos en los países que tienen normas que permiten la conservación del medio ambiente, el caucho para el autor se caracteriza por ser resistente a la electricidad, por ser elástico y por repeler el agua. La excesiva fabricación de neumáticos, se ha convertido en un gran problema, divido que al culminar su tiempo de vida son muy difícil para desaparecerlos

El hidróxido de sodio es un sólido blanco, es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos, The National Institute For Occupational and Health, (2015).

1.1.2 VARIABLE: V2- PARA EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C= 210KG/CM2, EDIFICACIONES, 2023

Patologías del concreto, se define conceptualmente como aquellos signos de deterioro en las estructuras de concreto, por lo que, se debe determinar las causas que lo originan, las consecuencias que ocasiona y las soluciones para su mejoría, Casas (2017).

Las patologías se miden mediante pruebas para estimar la resistencia, la dureza, la uniformidad, la permeabilidad, la decoloración, las grietas, la hinchazón, entre otras, del concreto en ubicaciones seleccionadas de la estructura para analizar y posiblemente determinar el estado de la estructura desde su diseño o construcción, y los impactos que pueden experimentar durante un período determinado de vida útil y los resultados de desastres.

D1xV2=Reacción Álcali-Sílice

La reacción Álcali-sílice (ASR) es el principal proceso deletéreo responsable del deterioro prematuro de las estructuras de hormigón. Es una reacción química entre los álcalis presentes en la matriz del cemento y las fases síliceas reactivas en los agregados. Debido a esta reacción, se formará gel de sílice alcalino que genera presión y crea tensiones en el hormigón circundante en circunstancias especiales, incluida la disponibilidad de humedad y la exposición a temperaturas elevadas. Varios síntomas visuales de las estructuras afectadas por ASR incluyen

agrietamiento, aplastamiento de concreto localizado, expansión y deformación relativas, manchas en la superficie, exudaciones de gel y desprendimiento de la superficie (Assaggaf et al. 2021)

D2xV2= Carbonatación

Según Pancorbo (2010), la carbonatación es un fenómeno natural cuyo proceso es bien comprendido y que ha sido investigado y documentado perfectamente. En el hormigón que no contiene acero de refuerzo, la carbonatación es generalmente un proceso de pocas consecuencias, sin embargo, en el hormigón armado, este proceso químico aparentemente inocuo, avanza lenta y progresivamente hacia el interior desde la superficie expuesta del hormigón, y alcanza al acero de refuerzo causando la corrosión. Aunque la carbonatación es una causa de la corrosión menos importante que los cloruros, no por ello es menos seria en términos de daño que provoca y del costo para remediar sus efectos.

D3xV3= Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se puede diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras

MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente Influencia del uso de caucho reciclado con Hidróxido de Sodio	<p>Caucho Reciclado, para definir el concepto de caucho reciclado hemos utilizado diversas fuentes escritas, Beliski, (2014), nos dice que el caucho reciclado es la acumulación de llantas o neumáticos cuando termina su vida útil, la misma que se convierte en un desecho o material contaminante para nuestro medio ambiente, no pudiendo degradarse por su tamaño y forma., por lo tanto, se puede decir que el caucho reciclado es aquel material en desuso proveniente de los vehículos automotores, el mismo que no ha podido ser comprobado debido a su excesiva fabricación, sirviendo al término de su vida útil como plantas térmicas, basureros abiertos o rellenos sanitarios, causando un grave impacto a nuestro medio ambiente.</p>	<p>Según Yang et a. (2021), este estudio indaga el hormigón con caucho triturado (CR) tratado con una solución de NaOH.</p>	<p>- Caucho triturado reciclado - Hidróxido de Sodio</p>	<p>Propiedades de caucho triturado pretratado con Hidróxido de Sodio</p>	<p>Razón</p>
	<p>El hidróxido de sodio, es un sólido blanco, es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos, The National Institute For Occupational and Health, (2015)</p>		<p>- Proporciones de caucho triturado con hidróxido de sodio</p>	<p>- 10% de caucho reciclado (0,16-0,3 mm) con solución de NaOH al 10%. - 10% de caucho reciclado (0,16-0,3 mm) con solución de NaOH al 20%. - 10% de caucho reciclado (0,16-0,3 mm) con solución de NaOH al 22%. - 10% de caucho reciclado (0,16-0,3 mm) con solución de NaOH al 30%</p>	<p>Razón</p>
					<p>Razón</p>
Variable Dependiente Para el control de patologías del concreto para edificaciones, Moquegua 2023.	<p>Patologías del concreto, se define conceptualmente como aquellos signos de deterioro en las estructuras de concreto, por lo que, se debe determinar las causas que lo originan, las consecuencias que ocasiona y las soluciones para su mejoría, Casas (2017).</p>	<p>Las patologías se miden mediante pruebas para estimar la resistencia, la dureza, la uniformidad, la permeabilidad, la decoloración, las grietas, la hinchazón, entre otras, del concreto en ubicaciones seleccionadas de la estructura para analizar y posiblemente determinar el estado de la estructura desde su diseño o construcción, y los impactos que pueden experimentar durante un período determinado de vida útil y los resultados de desastres.</p>	<p>Reacción Alkali - Sílice</p>	<p>Propiedades físico - químicas</p>	<p>Razón</p>
			<p>Carbonatación</p>		<p>Razón</p>
			<p>Resistencia a la compresión del concreto</p>		<p>Razón</p>

TESIS : Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², edificaciones, Moquegua, 2023

UBICACIÓN :
SOLICITANTE :
CANTERA :
FECHA :

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM C-136)

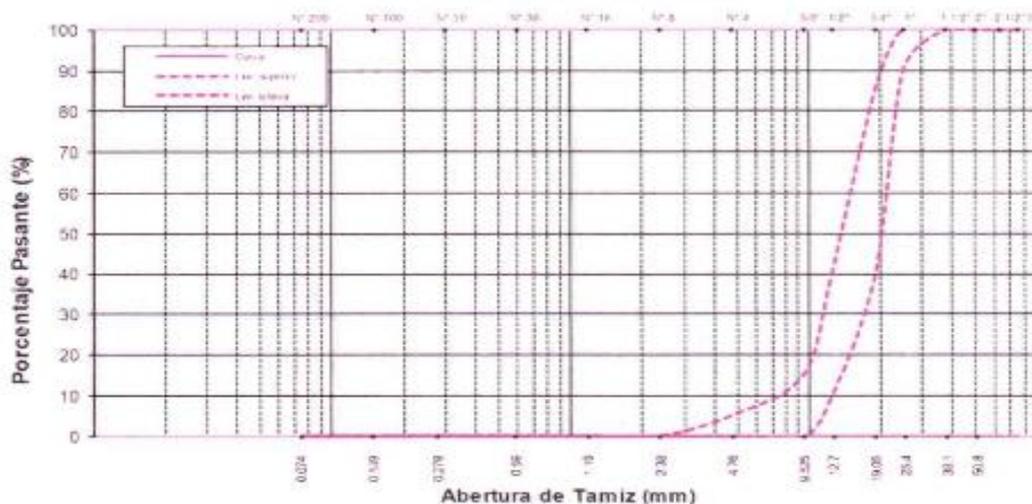
TAMIZ		% Retenido	% Pasante	Especificaciones ASTM C33	
Denominación	mm				
3"	75.00			100	100
2 1/2"	63.00			100	100
2"	50.00			100	100
1 1/2"	37.50			100	100
1"	25.00			90	100
3/4"	19.00			40	85
1/2"	12.50			10	40
3/8"	9.50			0	15
N° 4	4.75			0	5
N° 8	2.36			0	0
N° 16	1.18			0	0
N° 30	0.600			0	0
N° 50	0.300			0	0
N° 100	0.150			0	0
N° 200	0.075			0	0

Muestra : Agregado Grueso
Procedencia :

Ø Máx. nominal :
Mod. Fines :
Huso :

OBSERVACIONES

Curva Granulométrica



[Handwritten Signature]
OSCAR DIONEL GARCÍA DÍAZ
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14232

Tesis : Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², edificaciones, Moquegua, 2023

UBICACIÓN :
 SOLICITANTE :
 FECHA :
 RESPONSABLE :

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 (ASTM C-136)

TAMIZ		% Retenido	% Pasante	Especificaciones ASTM C37	
Designación	mm				
2"	75.00				
1 1/2"	37.50				
2"	50.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.50	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	100.00		
3/4"	19.00	0.00	100.00		
1/2"	12.50	0.00	100.00		
1/4"	6.25	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0.00	100.00	95	100
N° 8	2.36	0.00	100.00	80	100
N° 16	1.18	0.00	100.00	50	85
N° 30	0.60	0.00	100.00	25	60
N° 50	0.30	0.00	100.00	5	30
N° 100	0.150	0.00	100.00	0	10
N° 200	0.075	0.00	100.00	0	5

Muestra : Agregado Fino
 Proveedor :
 Mod. Form : 3.11

OBSERVACIONES




 OSCAR DANIEL GAMERO
 INGENIERO CIVIL
 Universidad Tecnológica del Perú

TESIS : Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $F_c=210 \text{ Kg/Cm}^2$, edificaciones, Moquegua, 2023
UBICACIÓN :
SOLICITANTE :
FECHA :
RESPONSABLE :
PROCEDENCIA :

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

HUMEDAD NATURAL (ASTM C-566)

Descripción	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Nº Recipiente		
Peso Recipiente		
Peso Recipiente + Muestra húmeda		
Peso Recipiente + Muestra seca		
Humedad (%)		
<i>Humedad Promedio</i>	%	%

PESO UNITARIO (ASTM C-29)

Descripción	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
	suelto	varillado	suelto	varillado
Peso Molde				
Volumen Molde				
Peso Muestra + Molde				
<i>Peso Unitario</i>				

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-127)

Peso muestra sumergida	
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	
Peso muestra seca	
Gravedad Específica	
Absorción	
<i>Gravedad Específica (valor promedio)</i>	
<i>Absorción (valor promedio)</i>	

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128)

Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	
Peso muestra seca	
Peso muestra + matraz + H ₂ O	
Nº de Fiola	
Temperatura de H ₂ O en fiola °C	
Peso matraz + H ₂ O	
Gravedad Específica	
Absorción	
<i>Gravedad Específica (valor promedio)</i>	
<i>Absorción (valor promedio)</i>	



OSCAR DIONEL GAMEZ DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 del Colegio de Ingenieros N° 14737

TESIS	:	Influencia del Uso del Caucho Reciclado con Hidróxido de Sodio en el Control de Patologías del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm ² , edificaciones, Moquegua, 2023		
SOLICITANTE	:			
UBICACIÓN	:	MOQUEGUA		
CANTERA	:	MARON		
FECHA	:			
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI				
210 Kg / cm²				
Procedencia del material	:			
Tipo de Cemento		P.c.= <input style="width: 50px; height: 15px;" type="text"/>		
PROPIEDADES FÍSICAS	Agregado Grueso	Agregado Fino		
Tamaño máximo nominal				
Módulo de fineza				
Peso específico				
Peso unitario (suelto)				
Peso unitario (varillado)				
% Humedad natural				
% Absorción				
CONSIDERACIONES:				
Slump		<input style="width: 100px; height: 50px;" type="text"/>		
Agua				
Aire atrapado				
Relación agua-cemento				
Vol. Agregado grueso				
Materiales para 1 m³ de Concreto	Volumen Absoluto (m³)	Peso (kg.)		
Agua				
Cemento				
Aire				
Agregado Grueso				
Agregado Fino				
Corrección por humedad y absorción	Volumen Aparente (m³)	Peso (kg.)		
Agua				
Cemento				
Agregado Grueso				
Agregado Fino				
Dosificación	Cemento	Agreg. fino	Agreg. grueso	Agua
En peso (kg)				
En volumen (Pie ³)				
Peso por tanda de 1 bolsa				
Observaciones:				
* Diseño realizado de acuerdo a las especificaciones del ACL.				
* Diseño realizado con ADITIVOS SIKAMENT 290N dosificación normal, es decir, 30ml x 42.5kg de cemento.				
* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.				
* Los datos fueron proporciones por el solicitante.				
FACTOR CEMENTO	Bolsas / m³			



OSCAR DIONEL GÁMEZ DÍAZ
INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 74027

ENSAYO DE REACCIÓN ÁLCALI SÍLICE

ASTM C 1260: Método acelerado de Barras de Mortero

Expansión para ASTM C-1260

Probetas N°	Longitud (mm)	Lea. Inic.	Lectura 1	1 día %Expansión	Lectura 3	3 día %Expansión	Lectura 5	5 día %Expansión	Lectura 7	7 día %Expansión	Lectura 9	9 día %Expansión	Lectura 11	11 días %Expansión	Lectura 14	14 días %Expansión
M-1																
M-2																
M-3																
M-4																
M-5																
M-6																
M-7																
M-8																
M-9																
M-10																
M-11																
M-12																
M-13																
M-14																
M-15																



OSCAR DONEL GÁMEZ DÍAZ
INGENIERO CIVIL
Registro Colegiado de Ingenieros N° 73298

Anexo 3. Boucher de pago del laboratorio



ABG

BUILDING S.R.L.

Calle Amazonas N° 105 Urb. Centro Urbano
MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

Telf: (053) 484111 Cel: 970009492 #953972407
985007731 abgbuildingari@gmail.com

R.U.C. 20600479866

BOLETA DE VENTA

0001 · N° 000059

Señor(es): Gladys Esther Ramos Conzori

Dirección: Calle Bolagnesi P-8 D.N.I. 49964790

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
01	Diseño de Mezcla	350.00	350.00
01	Granulometría de Caucho	35.00	35.00
45	RESISTENCIA a la compresión de Probetas	10.00	450.00
05	Carbonatación	393.00	1965.00
05	Reacción alcali sílice	550.00	2750.00

CP GRÁFICA EL PAPEL E.I.R.L.
RUC: 20519948258
Calle Moquegua 844 Telf: 509159
Serie: 0001 del 00051 al 00100
N° Aut. 0731189113 F.I. 05-12-2019

TOTAL S/ 5550.00

ADQUIRENTE O USUARIO

Anexo 4. Certificados de Calibración de Equipos

 Laboratorio PP	<p style="text-align: center;">Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033</p>	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-540-2023		
Página: 1 de 3		
Expediente	: 178-2023	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2023-06-26	
1. Solicitante	: ABG BUILDING S.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Dirección	: CAL AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: NV622ZH	
Número de Serie	: 8341205147	
Alcance de Indicación	: 620 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g	
División de Escala Real (d)	: 0,01 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-06-23	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de ABG BUILDING S.R.L. CAL AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-540-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,3	22,4
Humedad Relativa	42,0	42,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 620,16 g para una carga de 620,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 26 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCURACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,4	22,4

Medición N°	Carga L1= 300,000 g			Carga L2= 600,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	299,99	0,007	-0,012	600,01	0,006	0,009
2	300,00	0,006	-0,001	599,99	0,008	-0,013
3	299,99	0,008	-0,013	599,98	0,009	-0,024
4	300,00	0,009	-0,004	600,02	0,007	0,018
5	300,00	0,007	-0,002	599,99	0,006	-0,011
6	300,00	0,006	-0,001	599,99	0,008	-0,013
7	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,009	-0,004
8	300,00	0,009	-0,004	599,99	0,007	-0,012
9	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,006	0,009
10	300,00	0,006	-0,001	599,99	0,008	-0,013
Diferencia Máxima				0,012		
Error máximo permitido ±	0,3 g			± 0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro #132-833

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-540-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,007	-0,002	200,000	200,01	0,006	0,009	0,011
2		0,10	0,006	-0,001		199,98	0,008	-0,023	-0,022
3		0,10	0,008	-0,003		199,99	0,007	-0,012	-0,009
4		0,10	0,009	-0,004		200,01	0,006	0,009	0,013
5		0,10	0,007	-0,002		199,98	0,006	-0,023	-0,021
6		0,10	0,007	-0,002					

Temp. (°C) Inicial: 22,3 Final: 22,3

(*) valor entre 0 y 10 a

Error máximo permitido: ± 0,3 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,006	0,000	0,001	0,1
5,000	5,00	0,008	-0,003	-0,002	5,00	0,007	-0,002	-0,001	0,1
50,000	50,01	0,009	0,006	0,007	50,00	0,008	-0,001	0,000	0,1
70,000	70,01	0,007	0,008	0,009	70,00	0,008	-0,003	-0,002	0,2
100,000	100,02	0,006	0,019	0,020	100,01	0,009	0,006	0,007	0,2
150,000	150,02	0,008	0,017	0,018	150,01	0,007	0,008	0,009	0,2
200,000	200,02	0,009	0,016	0,017	200,01	0,006	0,008	0,010	0,2
500,000	500,01	0,008	0,007	0,008	500,00	0,009	-0,004	-0,003	0,3
600,000	600,01	0,009	0,006	0,007	600,00	0,007	-0,002	-0,001	0,3
620,000	620,01	0,008	0,007	0,008	620,01	0,008	0,007	0,008	0,3

e n. p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,65 \times 10^{-4} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,04 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 3,25 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error enbruido E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R; en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-541-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 178-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SPJ6001

Número de Serie : B403233747

Alcance de Indicación : 6 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-06-23

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ABG BUILDING S.R.L.
CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro #107-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-541-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	22,1	22,2
Humedad Relativa	43,0	43,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 26 °C.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 000,00 g			Carga L2= 6 000,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,0	0,08	-0,03
2	2 999,9	0,06	-0,11	6 000,0	0,07	-0,02
3	2 999,9	0,06	-0,13	6 000,0	0,06	-0,01
4	2 999,9	0,06	-0,14	6 000,0	0,08	-0,03
5	3 000,0	0,07	-0,02	5 999,9	0,09	-0,14
6	2 999,9	0,06	-0,11	6 000,0	0,07	-0,02
7	2 999,9	0,06	-0,13	6 000,0	0,06	-0,01
8	3 000,0	0,06	-0,04	6 000,0	0,08	-0,03
9	3 000,0	0,07	-0,02	6 000,1	0,09	0,06
10	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,1	0,07	0,08
Diferencia Máxima			0,13	0,22		
Error máximo permitido ±			0,3 g	0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-541-2023

Página 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,1	22,1

Posición de la Carga	Determinación de E _p				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	Eo (g)	Carga I. (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Eo (g)
1	1,00	1,0	0,06	-0,01	2 000,00	2 000,0	0,06	-0,03	-0,02
2		1,0	0,06	-0,03		2 000,1	0,07	0,06	0,11
3		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,06	-0,01	0,03
4		1,0	0,07	-0,02		2 000,1	0,08	0,07	0,09
5		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,08	-0,04	-0,03
Error máximo permitido : e = 0,3 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,1	22,1

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e emp. (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ee (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Ee (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,06	-0,03	-0,01	2,0	0,07	-0,02	0,00	0,1
50,00	50,0	0,09	-0,04	-0,02	50,0	0,06	-0,01	0,01	0,1
100,00	100,0	0,07	-0,02	0,00	100,0	0,08	-0,03	-0,01	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,01	499,9	0,06	-0,11	-0,09	0,1
1 000,00	999,9	0,06	-0,13	-0,11	999,9	0,07	-0,12	-0,10	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,02	1 500,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	0,00	2 000,0	0,08	-0,03	-0,01	0,2
4 000,01	4 000,0	0,06	-0,02	0,00	4 000,0	0,09	-0,05	-0,03	0,3
5 000,00	5 000,0	0,06	-0,03	-0,01	5 000,0	0,07	-0,02	0,00	0,3
6 000,00	6 000,0	0,09	-0,04	-0,02	6 000,0	0,09	-0,04	-0,02	0,3

e emp.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,03 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,95 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 8,94 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza AL : Carga Incrementada E : Error encontrado E_p : Error en caso E_c : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. GIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-542-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 178-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8341478622

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-06-23

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

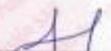
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de ABG BUILDING S.R.L.
CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-542-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	22,0	22,1
Humedad Relativa	45,0	45,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 995 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 19 °C a 26 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SGT. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 ^a 15 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2 ^a 30 000,0 g		
		Inicial	Final			
		22,0	22,1		f (g)	ΔL (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
5	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
8	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
9	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima		0,3				0,3
Error máximo permitido ±		2 g		±		3 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-542-2023
 Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,0	22,0

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,8	-0,3		9 997	0,3	-2,8	-2,5
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,1	0,1
4		10	0,6	-0,1		10 002	0,8	1,7	1,8
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,9	-1,4	-1,1

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : e = 2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,0	22,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,6	-0,1	0,2	50	0,8	-0,3	0,0	1
500,0	500	0,8	-0,3	0,0	500	0,7	-0,2	0,1	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,2	1
5 000,0	5 000	0,7	-0,2	0,1	5 000	0,8	-0,3	0,0	1
7 000,0	7 000	0,6	-0,1	0,2	7 000	0,9	-0,4	-0,1	2
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	0,0	10 000	0,7	-0,2	0,1	2
15 000,0	15 000	0,9	-0,4	-0,1	15 000	0,6	-0,1	0,2	2
20 000,0	20 000	0,7	-0,2	0,1	20 000	0,8	-0,3	0,0	2
25 000,0	25 000	0,6	-0,1	0,2	25 000	0,9	-0,4	-0,1	3
30 000,0	30 000	0,8	-0,3	0,0	30 000	0,8	-0,3	0,0	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,88 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,88 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 6,50 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023

Página 1 de 5

Expediente : 178-2023
Fecha de emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de medición : MEDIO ISORTERMO (HORNO)

Marca : PyS EQUIPOS
Modelo : STHX-2A
Número de Serie : 200412
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL
Alcance del Indicador : NO INDICA
Resolución del Indicador : 0,1 °C
Marca del Indicador : AUTCOMP
Modelo del Indicador : TCO
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selo : DIGITAL
Alcance del Selector : NO INDICA
División de Escala : 0,1 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-06-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotérmicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023
Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	22,8	23,3
Humedad relativa (%hr)	42,0	42,0

6. Trazabilidad

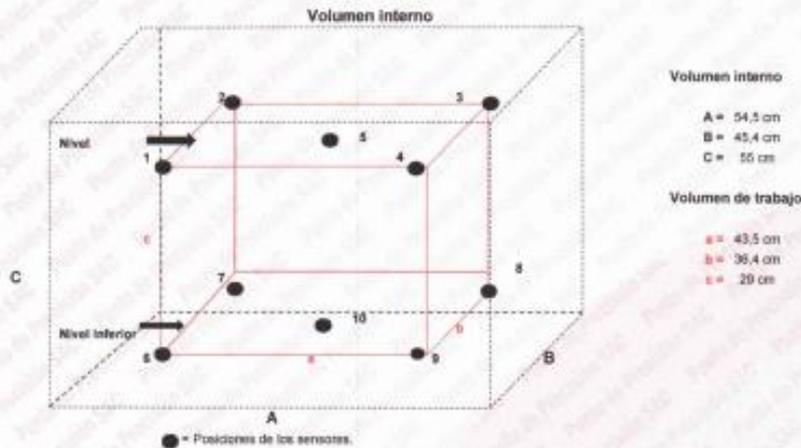
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores temporales tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para la prueba consistió en tazon de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.
a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.
Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 18,5 cm
Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 7,5 cm




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Cepcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023

Página 3 de 5

9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	109,8	111,9	108,0	115,0	108,2	106,1	108,7	112,4	107,8	106,7	109,1	109,6	8,0
00:02	110,1	112,4	109,1	115,5	109,4	106,2	110,0	112,8	107,9	107,1	109,3	110,0	0,3
00:04	110,2	112,6	109,3	114,9	109,3	106,4	110,1	112,7	107,9	107,1	109,3	109,0	8,5
00:06	110,0	112,2	108,9	114,6	108,8	105,9	108,9	112,5	107,6	106,8	109,2	109,6	8,7
00:08	109,8	112,0	108,9	114,3	109,0	106,1	109,9	112,3	107,6	106,6	109,0	109,6	8,2
00:10	109,8	112,3	109,3	115,0	109,3	106,1	110,0	112,4	107,8	107,2	109,1	109,6	8,0
00:12	110,0	112,4	109,2	114,9	109,3	106,2	110,1	112,7	107,7	107,2	109,3	109,9	8,7
00:14	110,1	112,5	109,2	115,2	109,4	106,3	109,8	112,7	107,9	107,2	109,3	109,9	8,9
00:16	110,0	112,7	109,2	115,7	109,0	106,1	110,0	112,5	107,5	107,1	109,2	109,8	9,8
00:18	109,8	112,1	108,9	115,5	108,9	106,1	109,8	112,5	107,5	107,3	109,1	109,8	9,4
00:20	110,0	112,5	109,1	115,3	109,1	106,2	109,8	112,7	107,7	107,2	109,2	109,9	9,1
00:22	110,2	112,5	109,4	115,2	109,3	106,3	110,0	112,7	108,0	107,3	109,4	110,0	8,9
00:24	110,0	112,3	109,0	114,6	109,0	106,0	110,0	112,6	107,7	107,1	109,3	109,7	8,6
00:26	109,8	112,0	109,2	114,4	109,0	105,9	109,8	112,3	107,6	107,1	109,1	109,6	8,5
00:28	109,9	112,2	109,0	114,7	108,8	106,2	109,7	112,3	107,6	106,9	109,1	109,6	8,5
00:30	110,1	112,6	109,1	115,2	109,2	106,2	109,7	112,6	107,8	107,3	109,2	109,9	9,0
00:32	110,1	112,2	108,9	115,0	109,2	106,1	109,7	112,4	107,6	106,7	109,1	109,7	8,9
00:34	110,1	112,2	109,5	115,7	109,6	106,6	110,6	112,7	107,8	107,5	109,5	110,2	9,1
00:36	110,1	112,6	109,5	115,7	109,4	106,6	110,7	112,7	107,6	107,5	109,5	110,2	9,1
00:38	110,1	111,8	108,7	114,6	109,2	106,2	109,8	112,1	107,6	106,9	109,8	109,6	8,4
00:40	110,1	111,6	108,7	114,3	109,6	106,0	110,2	112,1	107,0	106,5	109,8	109,5	8,3
00:42	109,8	112,3	109,5	114,6	109,6	106,6	110,0	112,5	107,0	106,5	109,3	109,8	8,3
00:44	109,8	112,4	109,5	114,9	109,0	106,7	110,7	112,5	107,2	107,1	109,3	109,9	8,2
00:46	109,8	111,8	108,9	115,4	109,0	106,4	110,7	111,9	107,2	107,1	109,8	109,7	9,0
00:48	110,1	111,8	108,9	115,7	109,0	106,6	110,0	111,9	107,6	107,5	109,8	109,8	9,1
00:50	110,1	112,4	109,6	115,5	108,9	106,1	109,8	111,9	107,8	107,5	109,7	109,8	9,4
00:52	110,1	112,5	109,4	115,3	109,6	106,0	109,8	112,5	107,1	107,5	109,3	109,9	9,3
00:54	109,8	112,5	108,7	115,0	109,6	106,0	110,6	112,5	107,1	107,3	109,3	109,6	9,0
00:56	109,8	111,6	108,7	114,6	109,0	106,7	110,6	112,6	107,7	106,7	109,8	109,7	7,9
00:58	110,1	111,6	109,5	114,4	109,0	106,7	109,8	112,3	107,6	106,9	109,1	109,7	7,7
01:00	110,1	112,2	109,5	115,0	109,4	106,0	110,3	111,9	108,0	106,9	109,1	109,6	8,0

T. Promedio	112,2	109,1	115,0	108,2	106,2	110,0	112,4	107,6	107,0	109,2	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	112,6	109,6	115,7	109,6	106,7	110,7	112,8	108,0	107,5	109,5	
T. Mínimo	111,6	108,7	114,3	108,8	105,9	109,7	111,9	107,0	106,5	108,7	
DTT	1,0	0,9	1,4	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	109,9

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	115,7	0,1
Mínima temperatura registrada durante la calibración	105,9	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	1,4	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	8,8	0,1
Estabilidad (s)	0,70	0,04
Uniformidad	9,6	0,1



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

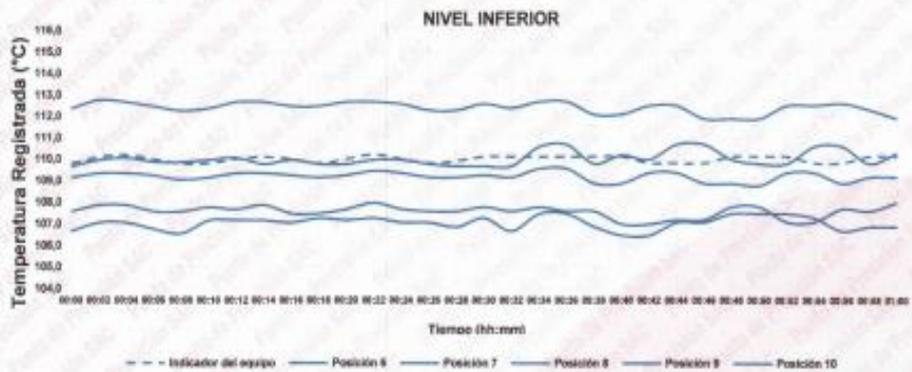
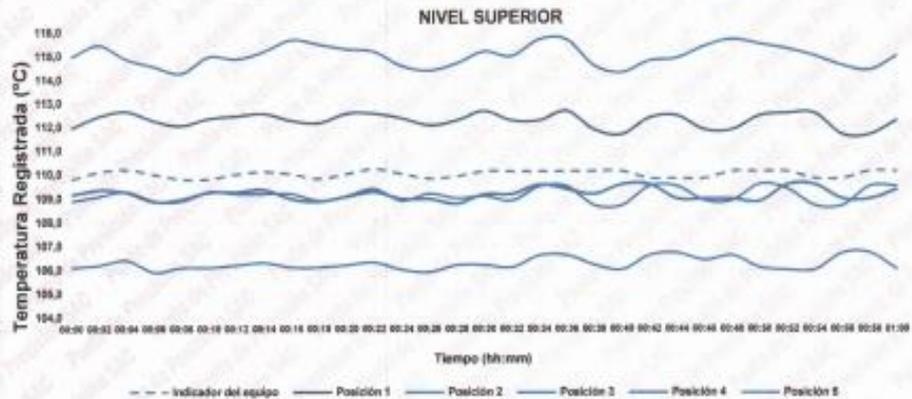
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023

Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631





Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-326-2023
Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
ΔT	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

Fotografía interna del equipo.



FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CP N° 152631



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-325-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 178-2023
Fecha de emisión : 2023-05-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO -
MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO

Indicación : DIGITAL

Intervalo de Indicación : -50 °C a 150 °C ; - 58 °F a 302 °F

Resolución : 0,1 °C ; 0,1 °F

Marca : HANNA

Modelo : EN13485

Serie : 29277B

Procedencia : ROMANIA

Elemento Sensor : UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO

Longitud de Bulbo : 10,0 cm

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
22 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-099-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,8	22,8
Humedad %	42	42

7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente. tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Lqayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT-325-2023

Página : 2 de 2

Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
20,5	20,78	0,28	0,083
30,3	30,79	0,49	0,083
40,4	40,83	0,43	0,084

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO} + \text{CORRECCIÓN}$

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue de 9 cm aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Leayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-453-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 178-2023
Fecha de emisión : 2023-06-26

1. Solicitante : ABG BUILDING S.R.L.

Dirección : CALAMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO
MOQUEGUA - MOQUEGUA - MARISCAL NIETO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : ORION
Modelo de Prensa : PC-01
Serie de Prensa : 20020301
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : MCC
Modelo de Indicador : SAFIR
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : WIKA
Modelo de Transductor : A-10
Serie de Transductor : 1A00PYA762L

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL. AMAZONAS NRO. 105 URB. CENTRO URBANO MOQUEGUA MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
23 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19.6	20.2
Humedad %	49	48

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-453-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10030	10030	-0,30	-0,30	10030	-0,30	0,00
20000	20090	20090	-0,45	-0,45	20090	-0,45	0,00
30000	30210	30210	-0,70	-0,70	30210	-0,70	0,00
40000	40220	40220	-0,55	-0,55	40220	-0,55	0,00
50000	50330	50330	-0,66	-0,66	50330	-0,66	0,00
60000	60460	60460	-0,77	-0,75	60455	-0,75	0,02
70000	70550	70540	-0,79	-0,77	70545	-0,77	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9915x + 73,013$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

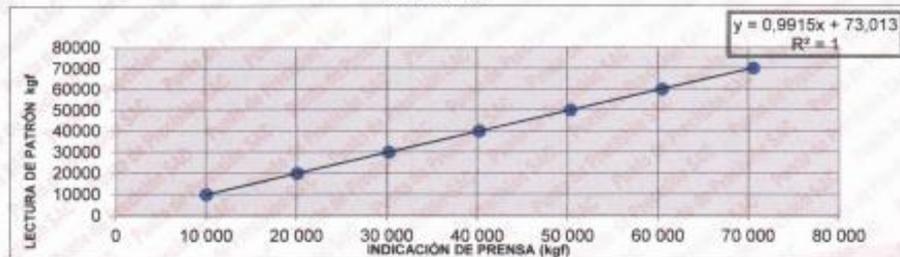
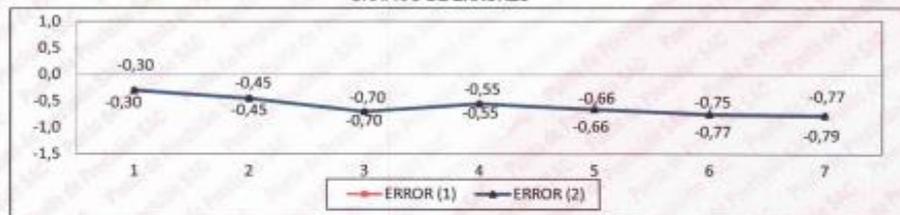


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 5. Hoja de Dosificaciones de muestra patrón

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO REICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI

FECHA : 31 DE SEPTIEMBRE DE 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C-136)

TAMIZ		%	%Retenido	%	Especificaciones	
Denominación	mm	Retenido	Acumulado	Pasante	ASTM C33	
3"	75.00	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90	100
3/4"	19.00	24.8	24.8	75.2	40	85
1/2"	12.50	52.9	77.7	22.3	10	40
3/8"	9.50	17.7	95.4	4.6	0	15
Nº 4	4.75	4.1	99.5	0.5	0	5
Nº 8	2.36	0.4	99.9	0.1		
Nº 16	1.18	0.1	100.0	0.0		
Nº 30	0.600	0.0	100.0	0.0		
Nº 50	0.300	0.0	100.0	0.0		
Nº 100	0.150	0.0	100.0	0.0		
Nº 200	0.075	0.0	100.0	0.0		

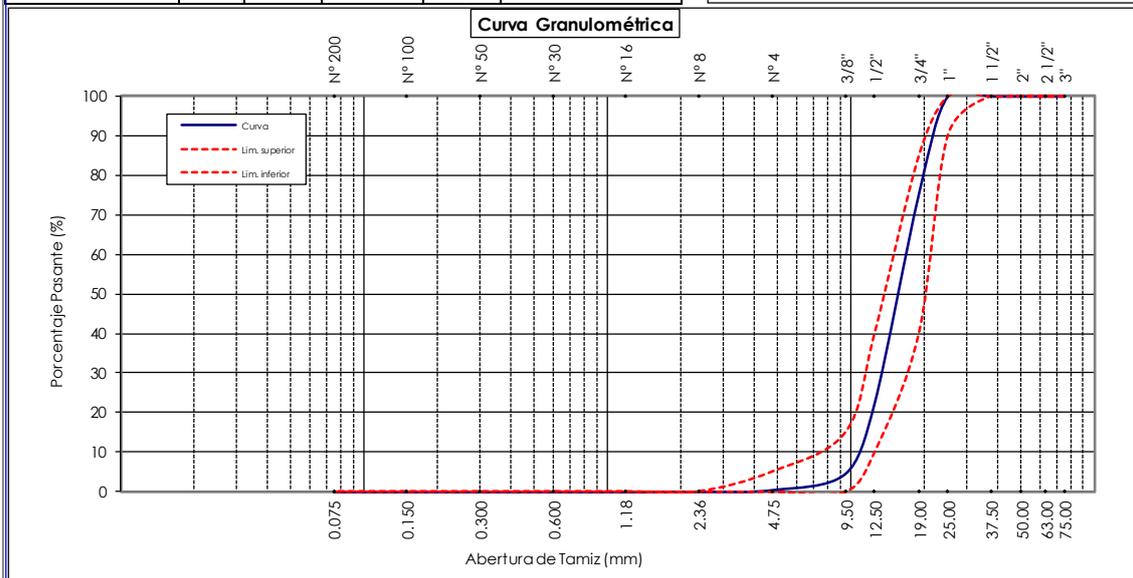
Muestra : **Piedra**
Cantera : **MARON**

Ø Máx. nominal : 3/4 "

Mod. Fineza : 7.20

Huso : 56

OBSERVACIONES:



Observaciones:

* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.

*Los datos fueron proporcionados por el solicitante.

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"

UBICACIÓN : DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA

SOLICITANTE : GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI

FECHA : 31 DE SETIEMBRE DE 2023

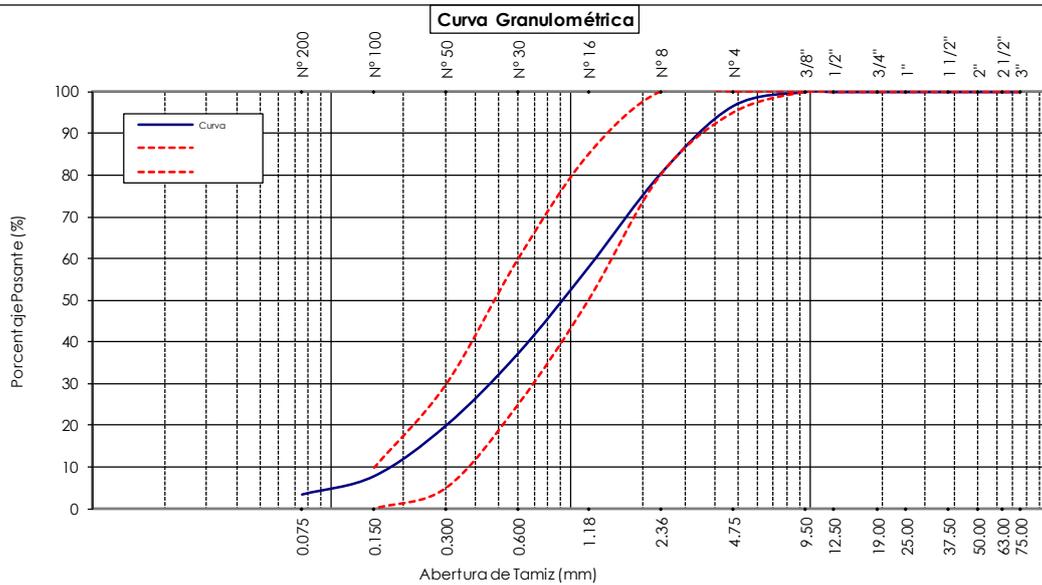
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM C-136)

TAMIZ		% Retenido	% Acumulado	% Pasante	Especificaciones	
Denominación	mm				ASTM C33	
3"	75.00	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	100.0		
2"	50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	25.00	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 4	4.75	3.4	3.4	96.6	95	100
Nº 8	2.36	16.3	19.7	80.3	80	100
Nº 16	1.18	22.4	42.1	57.9	50	85
Nº 30	0.600	20.6	62.7	37.3	25	60
Nº 50	0.300	17.3	80.0	20.0	5	30
Nº 100	0.150	12.2	92.2	7.8	0	10
Nº 200	0.075	4.4	96.6	3.4	0	0

Muestra : **Arena Gruesa**
Cantera : **MARON**

Mod. Fineza : 3.00

OBSERVACIONES:



Observaciones:

- * El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.
- * Los datos fueron proporcionados por el solicitante.

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA
SOLICITANTE	: GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI
FECHA	: 31 DE SETIEMBRE DE 2023

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

HUMEDAD NATURAL (ASTM C-566)

Descripción	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Nº Recipiente	1	2
Peso Recipiente	733.00	820.00
Peso Recipiente + Muestra húmeda	12126.00	12347.00
Peso Recipiente + Muestra seca	12062.00	11917.00
Humedad	0.56 %	3.87 %

PESO UNITARIO (ASTM C-29)

Descripción	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
	suelto	varillado	suelto	varillado
Peso Molde (gr.)	6391.00	6391.00	6391.00	6391.00
Volumen Molde (cm3)	9340.10	9340.10	9340.10	9340.10
Peso Muestra + Molde (gr.)	18795.00	20498.00	21332.00	22710.00
Peso Unitario (gr. / cm3)	1.328	1.510	1.600	1.747

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-127)

Descripción	Datos
Peso muestra sumergida (gr.)	2377.00
Peso muestra húmeda (Sup. Seca) (gr.)	3875.80
Peso muestra seca (gr.)	3825.50
Gravedad Específica (gr. / cm3)	2.586
Absorción (%)	1.31

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128)

Descripción	Datos
Peso muestra húmeda (Sup. Seca) (gr.)	502.60
Peso muestra seca (gr.)	493.10
Peso muestra + matraz + H ₂ O (gr.)	1583.80
Nº de Fiola	F1
Temperatura de H ₂ O en fiola °c	25.00
Peso matraz + H ₂ O (gr.)	1278.40
Gravedad Específica (gr. / cm3)	2.549
Absorción (%)	1.93

Observaciones:

* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.

* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"				
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA				
SOLICITANTE	: GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI				
FECHA	: 31 DE SETIEMBRE DE 2023				
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI					
210 Kg / cm2					
Tipo de Cemento	Yura Tipo I P	P.e.=	2.85	gr/cm3	
PROPIEDADES FÍSICAS		Agregado Grueso		Agregado Fino	
Tamaño máximo nominal		3/4 "		-	
Módulo de fineza		7.20		3.00	
Peso específico		2.586		2.549	
Peso unitario (suelto)		1.328		1.600	
Peso unitario (varillado)		1.510		1.75	
% Humedad natural		0.56		3.87	
% Absorción		1.31		1.93	
CONSIDERACIONES:					
Slump		3" @ 4"			
Agua		210.00			
Aire atrapado		2.00			
Relación agua-cemento		0.558			
Vol. Agregado grueso		0.600			
Materiales para 1 m3 de Concreto		Volumen Absoluto (m3)		Peso (kg.)	
Agua		0.210		210.000	
Cemento		0.132		376.074	
Aire		0.020			
Agregado Grueso		0.350		906.033	
Agregado Fino		0.288		733.191	
Corrección por humedad y absorción		Volumen Aparente (m3)		Peso (kg.)	
Agua		0.203		202.510	
Cemento		0.251		376.074	
Agregado Grueso		0.686		911.151	
Agregado Fino		0.476		761.602	
Dosificación		Cemento	Agreg. fino	Agreg. grueso	Agua
En peso (kg)		1.00	2.03	2.42	0.54
En volumen (Pie3)		1.00	1.90	2.74	0.81
Peso por tanda de 1 bolsa		42.50	86.07	102.97	22.89
FACTOR CEMENTO		8.85 Bolsas / m3			
Observaciones:					
* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.					
* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.					

Anexo 6. Hoja de dosificación con 10% de caucho triturado pre-tratado con solución de NaOH al 10%

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"					
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA					
SOLICITANTE	: GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI					
FECHA	: 31 DE SETIEMBRE DE 2023					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI						
210 Kg / cm2						
Tipo de Cemento	Yura Tipo I P	P.e.=	2.85	gr/cm3		
PROPIEDADES FÍSICAS		Agregado Grueso		Agregado Fino		
Tamaño máximo nominal		3/4 "		-		
Módulo de fineza		7.20		3.00		
Peso específico		2.586		2.549		
Peso unitario (suelto)		1.328		1.600		
Peso unitario (varillado)		1.510		1.75		
% Humedad natural		0.56		3.87		
% Absorción		1.31		1.93		
CONSIDERACIONES:						
Slump		3" @ 4"				
Agua		210.00				
Aire atrapado		2.00				
Relación agua-cemento		0.558				
Vol. Agregado grueso		0.600				
Materiales para 1 m3 de Concreto		Volumen Absoluto (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.210		210.000		
Cemento		0.132		376.074		
Aire		0.020				
Agregado Grueso		0.350		906.033		
Agregado Fino		0.288		733.191		
Corrección por humedad y absorción		Volumen Aparente (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.203		202.510		
Cemento		0.251		376.074		
Agregado Grueso		0.686		911.151		
Agregado Fino		0.476		761.602		
Dosificación con 10% de caucho triturado pretratado con solución de NaOH al 10%		Cemento	Agreg. fino	Agreg. grueso	Agua	Caucho Reciclado 10%
En peso (kg)		1.00	1.82	2.42	0.54	0.20
En volumen (Pie3)		1.00	1.71	2.74	0.81	0.19
Peso por tanda de 1 bolsa		42.50	77.46	102.97	22.89	8.61
FACTOR CEMENTO		8.85 Bolsas / m3				
Observaciones:						
* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.						
* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.						

Anexo 7. Hoja de dosificación con 10% de caucho triturado pre-tratado con solución de NaOH al 20%

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"					
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA					
SOLICITANTE	: GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI					
FECHA	: 31 DE SETIEMBRE DE 2023					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI						
210 Kg / cm2						
Tipo de Cemento	Yura Tipo I P	P.e.=	2.85	gr/cm3		
PROPIEDADES FÍSICAS		Agregado Grueso		Agregado Fino		
Tamaño máximo nominal		3/4 "		-		
Módulo de fineza		7.20		3.00		
Peso específico		2.586		2.549		
Peso unitario (suelto)		1.328		1.600		
Peso unitario (varillado)		1.510		1.75		
% Humedad natural		0.56		3.87		
% Absorción		1.31		1.93		
CONSIDERACIONES:						
Slump		3" @ 4"				
Agua		210.00				
Aire atrapado		2.00				
Relación agua-cemento		0.558				
Vol. Agregado grueso		0.600				
Materiales para 1 m3 de Concreto		Volumen Absoluto (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.210		210.000		
Cemento		0.132		376.074		
Aire		0.020				
Agregado Grueso		0.350		906.033		
Agregado Fino		0.288		733.191		
Corrección por humedad y absorción		Volumen Aparente (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.203		202.510		
Cemento		0.251		376.074		
Agregado Grueso		0.686		911.151		
Agregado Fino		0.476		761.602		
Dosificación con 10% de caucho triturado pretratado con solución de NaOH al 20%		Cemento	Agreg. fino	Agreg. grueso	Agua	Caucho Reciclado 10%
En peso (kg)		1.00	1.82	2.42	0.54	0.20
En volumen (Pie3)		1.00	1.71	2.74	0.81	0.19
Peso por tanda de 1 bolsa		42.50	77.46	102.97	22.89	8.61
FACTOR CEMENTO		8.85 Bolsas / m3				
Observaciones:						
* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.						
* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.						

Anexo 8. Hoja de dosificación con 10% de caucho triturado pre-tratado con solución de NaOH al 22%

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"					
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA					
SOLICITANTE	: GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI					
FECHA	: 31 DE SETIEMBRE DE 2023					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI						
210 Kg / cm2						
Tipo de Cemento	Yura Tipo I P	P.e.=	2.85	gr/cm3		
PROPIEDADES FÍSICAS		Agregado Grueso		Agregado Fino		
Tamaño máximo nominal		3/4 "		-		
Módulo de fineza		7.20		3.00		
Peso específico		2.586		2.549		
Peso unitario (suelto)		1.328		1.600		
Peso unitario (varillado)		1.510		1.75		
% Humedad natural		0.56		3.87		
% Absorción		1.31		1.93		
CONSIDERACIONES:						
Slump		3" @ 4"				
Agua		210.00				
Aire atrapado		2.00				
Relación agua-cemento		0.558				
Vol. Agregado grueso		0.600				
Materiales para 1 m3 de Concreto		Volumen Absoluto (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.210		210.000		
Cemento		0.132		376.074		
Aire		0.020				
Agregado Grueso		0.350		906.033		
Agregado Fino		0.288		733.191		
Corrección por humedad y absorción		Volumen Aparente (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.203		202.510		
Cemento		0.251		376.074		
Agregado Grueso		0.686		911.151		
Agregado Fino		0.476		761.602		
Dosificación con 10% de caucho triturado pretratado con solución de NaOH al 22%		Cemento	Agreg. fino	Agreg. grueso	Agua	Caucho Reciclado 10%
En peso (kg)		1.00	1.82	2.42	0.54	0.20
En volumen (Pie3)		1.00	1.71	2.74	0.81	0.19
Peso por tanda de 1 bolsa		42.50	77.46	102.97	22.89	8.61
FACTOR CEMENTO		8.85 Bolsas / m3				
Observaciones:						
* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.						
* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.						

Anexo 9. Hoja de dosificación con 10% de caucho triturado pre-tratado con solución de NaOH al 30%

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL USO DEL CAUCHO RECICLADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EDIFICACIONES, MOQUEGUA, 2023"					
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOQUEGUA - PROVINCIA MARISCAL NIETO - REGION MOQUEGUA					
SOLICITANTE	: GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI					
FECHA	: 31 DE SETIEMBRE DE 2023					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI						
210 Kg / cm2						
Tipo de Cemento	Yura Tipo I P	P.e.=	2.85	gr/cm3		
PROPIEDADES FÍSICAS		Agregado Grueso		Agregado Fino		
Tamaño máximo nominal		3/4 "		-		
Módulo de fineza		7.20		3.00		
Peso específico		2.586		2.549		
Peso unitario (suelto)		1.328		1.600		
Peso unitario (varillado)		1.510		1.75		
% Humedad natural		0.56		3.87		
% Absorción		1.31		1.93		
CONSIDERACIONES:						
Slump		3" @ 4"				
Agua		210.00				
Aire atrapado		2.00				
Relación agua-cemento		0.558				
Vol. Agregado grueso		0.600				
Materiales para 1 m3 de Concreto		Volumen Absoluto (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.210		210.000		
Cemento		0.132		376.074		
Aire		0.020				
Agregado Grueso		0.350		906.033		
Agregado Fino		0.288		733.191		
Corrección por humedad y absorción		Volumen Aparente (m3)		Peso (kg.)		
Agua		0.203		202.510		
Cemento		0.251		376.074		
Agregado Grueso		0.686		911.151		
Agregado Fino		0.476		761.602		
Dosificación con 10% de caucho triturado pretratado con solución de NaOH al 30%		Cemento	Agreg. fino	Agreg. grueso	Agua	Caucho Reciclado 10%
En peso (kg)		1.00	1.82	2.42	0.54	0.20
En volumen (Pie3)		1.00	1.71	2.74	0.81	0.19
Peso por tanda de 1 bolsa		42.50	77.46	102.97	22.89	8.61
FACTOR CEMENTO		8.85 Bolsas / m3				
Observaciones:						
* El material fue puesto en el laboratorio por el solicitante.						
* Los datos fueron proporcionados por el solicitante.						

Anexo 10. Hoja de Conducta responsable de investigación

PERFIL

GLADYS ESTHER RAMOS CONDORI



Calificación, Clasificación y Registro de Investigadores

Solicitar Incorporación

Conducta Responsable en Investigación

Fecha: 14/10/2023

Elegir archivo No se eligió ningún archivo

Agregar foto Eliminar foto ?

Resumen

Soy bachiller de la carrera de Ingeniería Civil, actualmente estoy desarrollando una tesis en la universidad César Vallejo, la cual es aplicada, cuantitativa, de diseño cuasi experimental y explicativo.