

Mirian Mercedes Parque Aquise

Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

 My Files My Files Universidad Peruana Union

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::29566:452505803

Fecha de entrega

25 abr 2025, 10:14 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

2 may 2025, 9:32 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Articulo_C.pdf

Tamaño de archivo

22.1 MB

50 Páginas

5285 Palabras

27.088 Caracteres

20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 15%  Internet sources
- 2%  Publications
- 16%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 15% Internet sources
- 2% Publications
- 16% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	2%
2	Internet	hdl.handle.net	2%
3	Submitted works	UNIV DE LAS AMERICAS on 2025-01-24	<1%
4	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2022-05-30	<1%
5	Submitted works	Universidad Tecnologica de los Andes on 2020-01-23	<1%
6	Submitted works	Universidad Privada del Norte on 2024-11-16	<1%
7	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	<1%
8	Internet	revistas.ucv.edu.pe	<1%
9	Submitted works	usmp on 2025-04-22	<1%
10	Internet	www.coursehero.com	<1%
11	Submitted works	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA on 2025-02-14	<1%

12	Internet	revista.gnerando.org	<1%
13	Submitted works	Universidad Privada Antenor Orrego on 2024-09-11	<1%
14	Submitted works	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2023-08-21	<1%
15	Submitted works	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-01-07	<1%
16	Submitted works	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-12	<1%
17	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2016-12-07	<1%
18	Internet	documents.mx	<1%
19	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
20	Internet	revistas.udistrital.edu.co	<1%
21	Internet	usmp.edu.pe	<1%
22	Submitted works	Universidad Católica de Santa María on 2018-11-15	<1%
23	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-17	<1%
24	Submitted works	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2024-12-11	<1%
25	Submitted works	uncedu on 2023-11-25	<1%

26	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-22	<1%
27	Submitted works	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-01-23	<1%
28	Internet	avestia.com	<1%
29	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2023-07-13	<1%
30	Internet	(9-28-03) http://132.248.3.38/Instruments/laruca/elecruca.html	<1%
31	Publication	Juan Cosa Martínez. "Utilización de mezclas de residuos para la obtención de cem...	<1%
32	Submitted works	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-11-06	<1%
33	Submitted works	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-05	<1%
34	Submitted works	Universidad Autonoma de Chile on 2024-10-03	<1%
35	Submitted works	Universidad Católica San Pablo on 2024-05-10	<1%
36	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2024-11-05	<1%
37	Submitted works	Universidad Continental on 2025-03-15	<1%
38	Submitted works	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-03-07	<1%
39	Internet	congreso.aitec.edu.ec	<1%

40	Internet	docplayer.es	<1%
41	Internet	koreascience.or.kr	<1%
42	Internet	laccei.org	<1%
43	Internet	nepis.epa.gov	<1%
44	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	<1%
45	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
46	Submitted works	uncedu on 2024-07-10	<1%
47	Internet	www.elsevier.es	<1%
48	Internet	www.paris21.org	<1%
49	Publication	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of Bi...	<1%
50	Submitted works	Universidad Andina del Cusco on 2017-12-01	<1%
51	Submitted works	Universidad Cesar Vallejo on 2025-04-04	<1%
52	Submitted works	Universidad Privada Antenor Orrego on 2024-12-01	<1%
53	Submitted works	Universidad Privada del Norte on 2025-03-31	<1%

54	Submitted works	Universidad Ricardo Palma on 2020-12-17	<1%
55	Submitted works	Universidad San Francisco de Quito on 2014-02-06	<1%
56	Submitted works	Universidad de Medellin on 2019-02-23	<1%
57	Internet	doczz.es	<1%
58	Internet	eprints.uanl.mx	<1%
59	Internet	repositorio.unicoc.edu.co:8080	<1%
60	Internet	repositorio.upse.edu.ec	<1%
61	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
62	Submitted works	uncedu on 2023-11-30	<1%
63	Internet	www.libreria.educacion.gob.es	<1%

Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto.

Mirian Mercedes Parque Aquise*

*Universidad Peruana Unión (Upeu), Juliaca. PERU

Resumen

En los últimos años se viene analizando una serie de productos en el concreto con el fin de mejorar el desempeño obteniendo la misma calidad, surge la idea del uso de caucho reciclado de neumáticos en el concreto que es una forma de optimización y reducción de los recursos naturales para la producción de concretos. El caucho reciclado se obtiene de los neumáticos fuera de uso que son recursos que más se desechan en el planeta y no son biodegradables, traen consigo problemas de contaminación y efecto negativo en el medio ambiente, por ende, el presente estudio se desarrolló con el fin de evaluar el efecto del caucho reciclado de neumáticos en las propiedades mecánicas del concreto siendo una investigación aplicada, con un diseño cuasi-experimental para analizar el concreto tradicional de diseño 210 Kg/cm² y concretos con el reemplazo de 1%, 3% y 5% de caucho reciclado en la arena los cuales fueron evaluados a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. Los ensayos realizados demostraron que la incorporación del 3% de caucho reciclado como reemplazo parcial del agregado fino mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto. Esta mezcla alcanzó los mayores valores en compresión (226.09 kg/cm²), tracción (24.18 kg/cm²) y flexión (33.50 kg/cm²), superando al concreto patrón. Por tanto, el 3% se identifica como el porcentaje óptimo, siendo una alternativa viable y sostenible para la producción de concreto.

Palabras claves: caucho reciclado, concreto, propiedades mecánicas.

Abstract

In recent years a series of products have been analyzed in concrete in order to improve the performance while obtaining the same quality, the idea of using recycled rubber from tires in concrete arises, which is a way of optimizing and reducing natural resources for the production of concrete. Recycled rubber is obtained from used tires, which are resources that are most discarded on the planet and are not biodegradable, they bring with them pollution problems and negative effects on the environment, therefore, the present study was developed in order to evaluate the effect of recycled rubber from tires on the mechanical properties of concrete being an applied research, with a quasi-experimental design to analyze traditional design concrete 210 Kg / cm² and concrete with the replacement of 1%, 3% and 5% of recycled rubber in the sand which were evaluated at 7, 14, 21 and 28 days of age. The tests carried out showed that the incorporation of 3% recycled rubber as a partial replacement for fine aggregate significantly improves the mechanical properties of concrete. This mix achieved the highest values in compression (226.09 kg/cm²), tensile (24.18 kg/cm²), and flexural (33.50 kg/cm²), surpassing the standard concrete. Therefore, 3% is identified as the optimal percentage, making it a viable and sustainable alternative for concrete production.

Key words: recycled rubber, concrete, mechanical properties.

1. Introducción

El concreto, como material compuesto a base de cemento Portland, agregados y agua, continúa siendo la principal matriz en la construcción de obras civiles debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad. No obstante, su uso intensivo en proyectos de infraestructura ha generado una creciente demanda de recursos naturales y energía, lo que plantea desafíos ambientales significativos. A pesar de sus propiedades, muchas estructuras de concreto no alcanzan su vida útil proyectada, presentando deterioros prematuros e imperfecciones asociadas a fenómenos como la carbonatación y otros procesos de degradación, lo que ha motivado el desarrollo de investigaciones orientadas a mejorar su durabilidad y sostenibilidad (Henriques et al., 2023). Por otra parte, Coronel et al. (2022) aunque el concreto tradicional es ampliamente valorado por su resistencia y versatilidad en la construcción civil, en los últimos años ha surgido una necesidad creciente de modificar sus propiedades mecánicas y reducir su impacto ambiental. Esta necesidad ha impulsado el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que incorporan materiales reciclados como alternativa sostenible. Entre estos, el uso de caucho reciclado proveniente de neumáticos desechados como reemplazo parcial del agregado fino se perfila como una opción innovadora que no solo contribuye al aprovechamiento de residuos sólidos, sino que también puede mejorar ciertas propiedades del concreto, promoviendo así un enfoque más ecológico y eficiente en la industria constructiva.

El creciente volumen de neumáticos desechados representa una seria amenaza ambiental debido a su naturaleza no biodegradable y a la inadecuada disposición final, que en muchos casos incluye su acumulación en vertederos o su abandono en espacios públicos. Esta problemática ha generado gran preocupación en las sociedades modernas, ya que estos residuos, por su durabilidad y volumen, contribuyen significativamente a la degradación ambiental. Ante este escenario, se vuelve urgente implementar estrategias de valorización, como el uso del caucho reciclado en mezclas asfálticas o de concreto, promoviendo así una gestión más sostenible de los residuos sólidos y reduciendo el impacto negativo sobre el entorno (Flores et al., 2022).

Muñoz et al. (2021) menciona que la acumulación masiva de neumáticos desechados constituye una problemática ambiental de gran magnitud debido a su carácter no biodegradable y al volumen creciente de residuos generados anualmente. Se estima que más de 1,500 millones de neumáticos son descartados cada año a nivel mundial, lo que representa un riesgo significativo tanto para el ambiente como para la salud pública. Ante este escenario, el uso del caucho reciclado proveniente de neumáticos en la producción de concreto surge como una estrategia viable y sostenible, permitiendo no solo mitigar el impacto ambiental de estos residuos, sino también contribuir a la conservación de los recursos naturales al sustituir parcialmente a los agregados convencionales.

Fernandez et al. (2022) evaluaron el uso de caucho reciclado como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto, utilizando porcentajes de 5%, 10% y 20%, tal como se establece en investigaciones previas. Se comprobó que, aunque porcentajes altos reducen las propiedades mecánicas, el 5% mantiene un comportamiento similar al concreto convencional, siendo una opción viable y sostenible. A su vez, Muñoz et al. (2021) revisaron investigaciones sobre el uso de caucho reciclado en el concreto, identificando que los porcentajes de reemplazo más comunes van del 0% al 20%. Estos rangos han

demostrado ser técnicamente viables y sostenibles, ya que permiten mejorar ciertas propiedades del concreto y reducir el impacto ambiental.

Tomando en cuenta que las investigaciones anteriores optaron por usar proporciones que planteaban una media superior al 10% y se obtuvo como respuesta que la proporción ideal sería de 5%, se plantea optar por buscar una proporción que se encuentre en el intervalo de 0% a 5% dando como resultado valores de 1%, 3% y 5% de caucho reciclado como reemplazo porcentual del agregado fino.

2. Materiales y métodos

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como finalidad proponer soluciones prácticas a una problemática específica, a través de la evaluación del efecto del caucho reciclado en las propiedades del concreto. Este enfoque se justifica teóricamente en función de lo señalado por Hernandez et al. (2014), quienes afirman que la investigación aplicada se orienta a la transformación de la realidad mediante el uso del conocimiento científico para resolver necesidades concretas.

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a través de ensayos experimentales, con el propósito de medir, organizar, tabular y describir de manera objetiva los resultados. Esta elección metodológica se fundamenta en lo señalado por Yucra & Bernedo (2020) quienes indican que el enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de la medición y el análisis estadístico para explicar fenómenos y probar hipótesis.

El estudio presenta un diseño cuasi-experimental, ya que se manipulará la variable independiente el porcentaje de caucho reciclado incorporado al concreto con el fin de observar su efecto sobre la variable dependiente, que en este caso corresponde a las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión, tracción y flexión). Este tipo de diseño se justifica teóricamente según Bonilla (2020) (Bono, n.d.) quien señala que los estudios cuasi-experimentales permiten establecer relaciones causales cuando no es posible controlar completamente todas las condiciones del experimento, pero sí se puede intervenir deliberadamente en las variables para evaluar sus efectos en situaciones reales o semi-controladas.

Este estudio es de nivel descriptivo y explicativo. De acuerdo con Alban et al. (2020), el nivel descriptivo permite observar, registrar y analizar diversas características del fenómeno de estudio, lo cual en esta investigación se traduce en la descripción detallada del efecto del caucho reciclado sobre las propiedades mecánicas del concreto. A su vez, es explicativo porque busca identificar las causas y relaciones entre variables, profundizando en cómo y por qué el caucho influye en el comportamiento del concreto.

La población está conformada por el concreto de resistencia de 210 Kg/cm², con un muestreo no probabilístico, denominado por conveniencia.

Materia prima

Los materiales empleados en esta investigación incluyeron agregados finos y gruesos de la Cantera Isla (Juliaca), cemento Portland tipo IP, caucho reciclado de neumáticos desechados en botaderos y talleres de reencauche de Juliaca, y agua potable de la red local.

Según la norma ASTM C33, se realizaron ensayos de granulometría, peso unitario, masa específica, absorción y humedad, conforme a las normas ASTM C-136, C-29, C-33, C-127, C-128 y D2216 (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de los agregados

Propiedad	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Peso unitario seco compactado	(kg/m ³)	1715	1690
Peso unitario seco suelto	(kg/m ³)	1602	1591
Masa específica	(kg/m ³)	2482	2524
Porcentaje de absorción	(%)	2.88	2.37
Contenido de humedad	(%)	6.34	3.27
Módulo de finura		3	7.85
Tamaño máximo nominal	pulg.	-	3/4"

El caucho reciclado empleado en esta investigación proviene de neumáticos fuera de uso (NFU) recolectados en vertederos, talleres de reencauche y zonas periféricas de la ciudad. Estos fueron parcialmente limpiados y triturados mecánicamente, separando el acero y el textil, obteniendo partículas de entre 2.5 y 3 mm de tamaño, con una densidad aproximada de 1.05 g/cm³.

Métodos

En un inicio, la investigación consideró porcentajes de caucho reciclado del 5%, 10% y 15% como reemplazo del agregado fino, observándose que a partir del 10% las propiedades mecánicas del concreto se deterioraban notablemente. Diversos estudios señalan que el 5% es la proporción más adecuada dentro de los rangos evaluados. Para verificar esta afirmación y explorar mejoras, se optó por estudiar proporciones menores: 1%, 3% y 5%, manteniendo constante la relación agua/cemento en 0.56 para asegurar condiciones uniformes. El diseño de mezcla se realizó según el método ACI 211 para una resistencia de 210 kg/cm², elaborándose especímenes cilíndricos para ensayos de compresión y tracción a los 7, 14, 21 y 28 días, y vigas para el ensayo de flexión a los 28 días.

Tabla 2. Proporción de materiales por m³

Materiales	Unidad	Patrón 0%	1% CR	3%CR	5%CR
Cemento	Kg/m ³	366.071	366.071	366.071	366.071
Agregado Fino	Kg/m ³	607.600	601.524	589.372	577.220
Agregado Grueso	Kg/m ³	1014.048	1014.048	1014.048	1014.048
Agua	Lt/m ³	247	247	247	247
Caucho reciclado	Kg/m ³	-	6	18	30

Las mezclas se prepararon en una mezcladora con capacidad de 60 litros, destinada a ensayos mecánicos. Se moldearon 40 muestras cilíndricas tanto para el concreto patrón como para cada uno de los porcentajes evaluados (1 %, 3 % y 5 %) con el fin de realizar ensayos de resistencia a la compresión. Asimismo, se elaboraron 20 muestras cilíndricas para los mismos porcentajes, destinadas a ensayos de tracción. Para los ensayos de flexión, se fabricaron dos vigas por cada proporción, incluyendo el concreto patrón. Luego del curado inicial de 24 horas, se procedió al desmolde de las probetas, siguiendo lo establecido en la NTP 339.033:2025. Posteriormente, las muestras fueron almacenadas en tanques de agua para su curado por inmersión, conforme a lo indicado en la norma ACI 308R-16.



Figura 1. Ensayo de Compresión



Figura 2. Ensayo de Tracción



Figura 3. Ensayo de Flexión

3. Resultados

Resistencia a la Compresión

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados en todo el mundo, ya que tiene una amplia variedad de aplicaciones. Más allá de la muestra de control, las mezclas con 1% y 3% de caucho presentaron valores de resistencia más altos, especialmente a los 28 días. Por otro lado, el 5% de caucho resultó en una reducción progresiva de la resistencia, lo que sugiere que un contenido excesivo de caucho puede debilitar el desempeño mecánico del concreto. Por lo tanto, porcentajes moderados (1% a 3%) son efectivos para mejorar o conservar la resistencia a la compresión. (Figura 4).

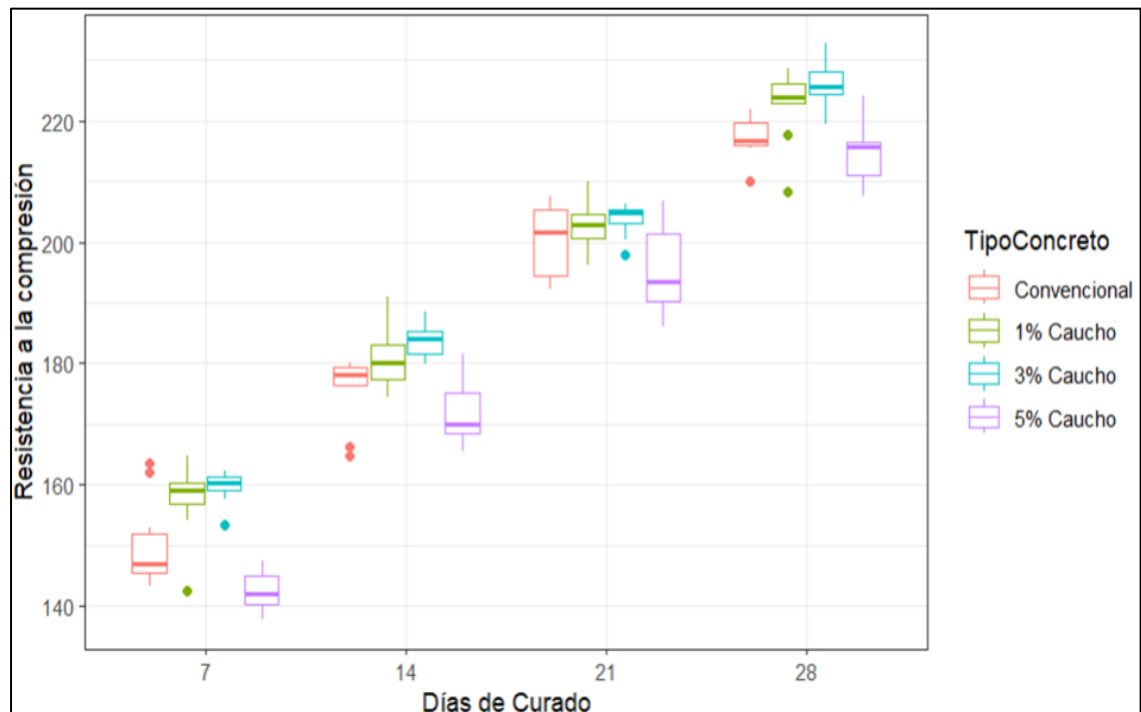


Figura 4. Diagrama de resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días

A su vez, se puede apreciar la variación de los valores de resistencia a la compresión tanto por su media de cada tipo de concreto, así como el tiempo de curado con el fin de verificar esta variación de manera numérica (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de media y desviación estándar de resistencia a la compresión

Tipo de Concreto	7 Días		14 Días		21 Días		28 Días	
	Media	Desv.Est	Media	Desv.Est	Media	Desv.Est	Media	Desv.Est
Convencional	149.94	7.28	175.87	5.63	200.21	5.85	217.19	3.41
1% Caucho	157.36	5.91	180.56	4.82	203.03	4.26	222.68	5.92

3% Caucho	159.64	2.62	183.67	2.69	203.72	2.7	226.09	3.62
5% Caucho	142.41	3.36	171.63	5.03	195.46	7.01	214.83	4.82

Por otro lado, se presenta el grado de interacción de los resultados tomando en cuenta el tipo de concreto analizado y los días de curado donde se observa que los concretos con 1% y 3% de caucho (líneas verde y azul, respectivamente) muestran un comportamiento similar entre sí, mientras que el concreto con 5% de caucho (línea morada) tiende a tener la menor resistencia a la compresión en general (Figura 5).

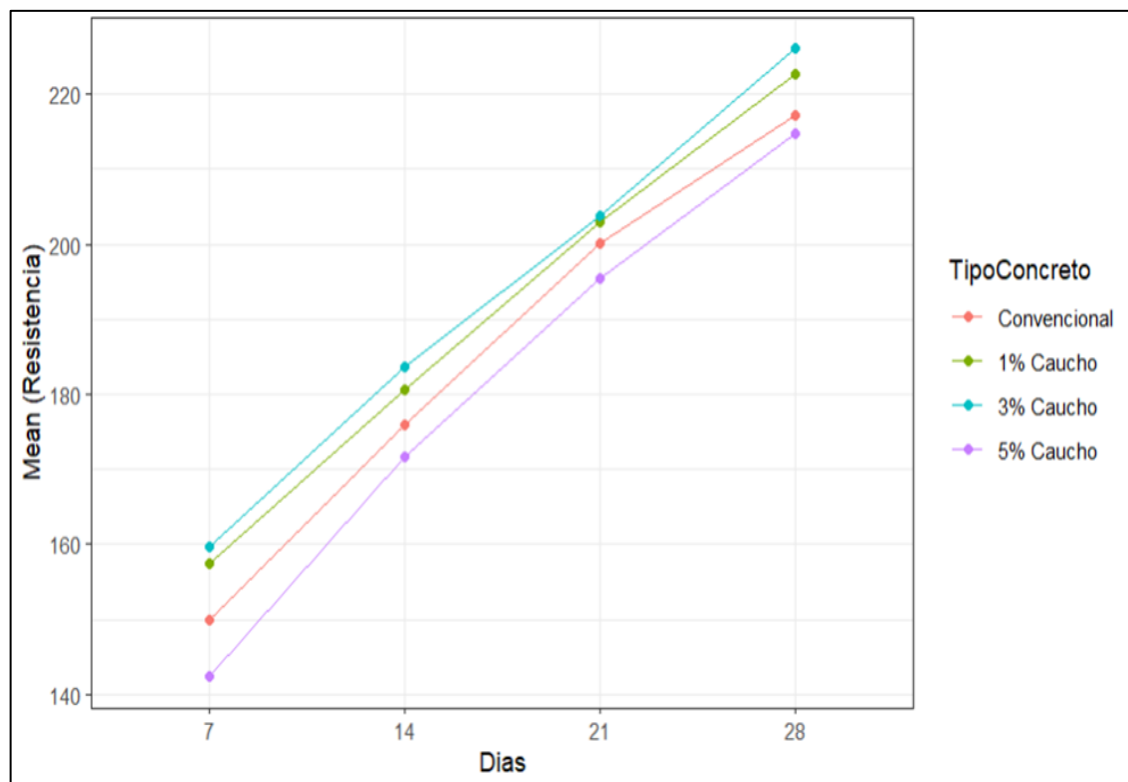


Figura 5. Gráfico de interacción para tipo de concreto en la resistencia a la compresión

El análisis ANOVA de dos factores mostró que tanto el tipo de concreto como los días de curado influyen significativamente en la resistencia a la compresión, con valores de $p < 2e-16$ en ambos casos, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar diferencias significativas. El tipo de concreto afecta directamente los niveles de resistencia entre mezclas, mientras que el tiempo de curado evidencia un aumento progresivo de la resistencia, como es habitual en el comportamiento del concreto. Sin embargo, la interacción entre ambos factores no resultó significativa ($p = 0.154$), lo que indica que el efecto del curado es consistente independientemente del tipo de mezcla. En resumen, ambos factores influyen de forma individual, pero no generan un efecto combinado relevante (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del ANOVA para la resistencia a la compresión en función del tipo de concreto y los días de curado

Fuente de Variación	Grados de Libertad (Df)	Suma de Cuadrados (Sum Sq)	Media de Cuadrados (Mean Sq)	Valor F (F value)	Valor p (Pr(>F))
Tipo de Concreto	3	3551	1184	49.169	< 2e-16 ***
Días de Curado	3	102732	34244	1422.657	< 2e-16 ***
Interacción (TipoConcreto:Días)	9	324	36	1.497	0.154
Residuos (Residual)	144	3466	24		

El tamaño del efecto del modelo ANOVA mediante los coeficientes eta cuadrado (η^2) y eta cuadrado parcial se observa que los días de curado tienen un efecto muy grande ($\eta^2 = 0.9333$; η^2 parcial = 0.9674), siendo el factor que más influye en la variabilidad de los resultados. En cambio, el tipo de concreto muestra un efecto moderado ($\eta^2 = 0.0323$; η^2 parcial = 0.506), mientras que la interacción entre ambos factores tiene un efecto muy pequeño ($\eta^2 = 0.0029$; η^2 parcial = 0.0855).

Tabla 5. Tamaño del efecto (η^2 y η^2 parcial) para el modelo ANOVA de la resistencia a la compresión

Fuente de Variación	Eta Cuadrado (η^2)	Eta Cuadrado Parcial (η^2 parcial)
Tipo de Concreto	0.0323	0.506
Días de Curado	0.9333	0.9674
Interacción (TipoConcreto $\times$ Días)	0.0029	0.0855

Resistencia a la Tracción

La incorporación de caucho reciclado en el concreto influye positivamente en su resistencia a la tracción, especialmente cuando se emplea en proporciones moderadas. Las mezclas con 1% y 3% de caucho superaron consistentemente a la muestra patrón en todos los periodos de curado, alcanzando los mayores valores a los 28 días, donde el 3% obtuvo el mejor desempeño. Aunque el 5% también mejoró respecto al patrón, su efecto fue menor. Este comportamiento sugiere que porcentajes moderados (1% a 3%) optimizan la resistencia a la tracción del concreto, al actuar el caucho como un refuerzo que absorbe energía y distribuye tensiones (Figura 6).

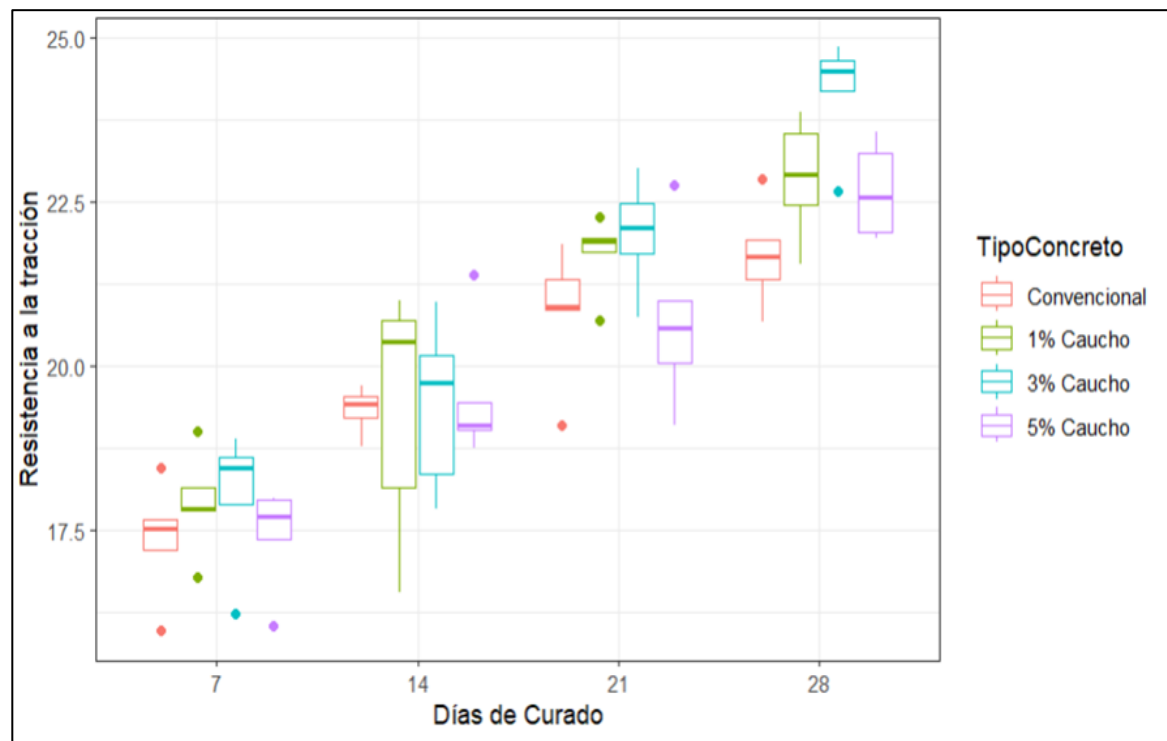


Figura 6. Resistencia a la tracción por tipo de concreto y días

A su vez, se puede apreciar la variación de los valores de resistencia a la tracción tanto por su media de cada tipo de concreto, así como el tiempo de curado con el fin de verificar esta variación de manera numérica (Tabla 6).

Tabla 6. Medias y desviaciones estándar de la resistencia a la tracción por tipo de concreto y días de curado

Tipo de Concreto	7 Días		14 Días		21 Días		28 Días	
	Media	Desv.Est	Media	Desv.Est	Media	Desv.Est	Media	Desv.Est
Convencional	17.354	0.909027	19.332	0.3548521	20.806	1.0351	21.688	0.802197
1% Caucho	17.91	0.7931267	19.352	1.9297461	21.716	0.60525	22.872	0.917508
3% Caucho	18.014	1.061287	19.412	1.2945926	22.014	0.8581	24.18	0.885381
5% Caucho	17.408	0.8048105	19.544	1.0616402	20.702	1.35409	22.676	0.715143

Por otro lado, se presenta el grado de interacción entre el tipo de concreto y los días de curado en la resistencia a la tracción, observándose que el concreto con 3% de caucho (línea azul) alcanza las mayores resistencias en los días 21 y 28, mientras que el concreto con 1% de caucho (línea verde) muestra las menores resistencias en todos los periodos. El concreto convencional y el concreto con 5% de caucho (líneas roja y morada, respectivamente) presentan valores intermedios y similares entre sí. La falta de paralelismo entre las líneas confirma la existencia de interacción, es decir, el efecto del curado varía según el tipo de concreto analizado (Figura 7).

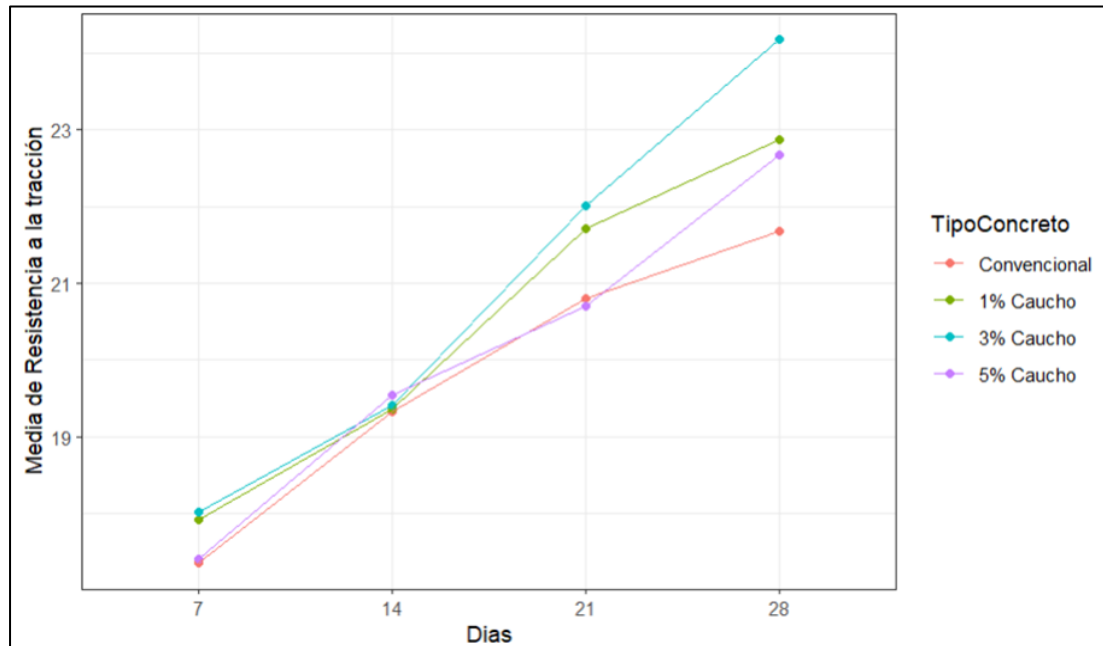


Figura 7. Gráfico de interacción para tipo de concreto en la resistencia a la tracción

El análisis ANOVA de dos factores mostró que tanto el tipo de concreto como los días de curado influyen significativamente en la resistencia a la tracción, con valores de $p < 0.001$ en ambos casos, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar diferencias significativas. A diferencia del comportamiento en la compresión, en este caso la interacción entre ambos factores también resultó significativa ($p < 0.001$), lo que indica que el efecto del curado sobre la resistencia a la tracción varía según el tipo de mezcla utilizada. En resumen, tanto el tipo de concreto como el tiempo de curado son factores determinantes para optimizar esta propiedad, siendo la combinación de 3% de caucho y 28 días de curado la que presenta los mejores resultados (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del ANOVA para resistencia a la tracción en función al tipo de concreto y días de curado

Fuente de Variación	Grados de Libertad (Df)	Suma de Cuadrados (Sum Sq)	Media de Cuadrados (Mean Sq)	Valor F (F value)	Valor p (Pr(>F))
Tipo de Concreto	3	13.89	4.63	4.442	0.00673 ***
Días de Curado	3	304.85	101.62	97.529	< 2e-16 ***
Interacción (TipoConcreto:Días)	9	10.14	1.13	1.082	0.38849
Residuos (Residuals)	64	66.68	1.04		

El tamaño del efecto del modelo ANOVA, medido mediante los coeficientes eta cuadrado (η^2) y eta cuadrado parcial, muestra que los días de curado tienen un efecto grande sobre la resistencia a la tracción ($\eta^2 = 0.77$; η^2 parcial = 0.82), siendo el factor que más contribuye a la variabilidad observada. En comparación, el tipo de concreto presenta un efecto menor ($\eta^2 = 0.035$; η^2 parcial = 0.17), al igual que la interacción entre ambos factores ($\eta^2 = 0.026$; η^2 parcial = 0.13). Esto indica que, aunque los tres factores son significativos, los días de curado son el principal determinante en la resistencia a la tracción del concreto (Tabla 8).

Tabla 8. Tamaño del efecto (η^2 y η^2 parcial) para el modelo ANOVA de la resistencia a la tracción

Fuente de Variación	Eta Cuadrado (η^2)	Eta Cuadrado Parcial (η^2 parcial)
Tipo de Concreto	0.03510211	0.1723410
Días de Curado	0.77067767	0.8205213
Interacción (TipoConcreto $\times$ Días)	0.02564416	0.1320365

Resistencia a la Flexión

La incorporación de caucho reciclado en el concreto influye positivamente en su resistencia a la flexión cuando se utiliza en proporciones moderadas. A los 28 días, la mezcla con 3% de caucho alcanzó el mayor valor, superando significativamente a la muestra patrón, mientras que el 1% mostró un comportamiento similar a esta y el 5% registró la menor resistencia. Estos resultados sugieren que porcentajes moderados (alrededor del 3%) mejoran la flexión del concreto, probablemente por el efecto de absorción de energía y aumento de ductilidad, mientras que porcentajes más altos pueden afectar negativamente la cohesión del material (Figura 8).

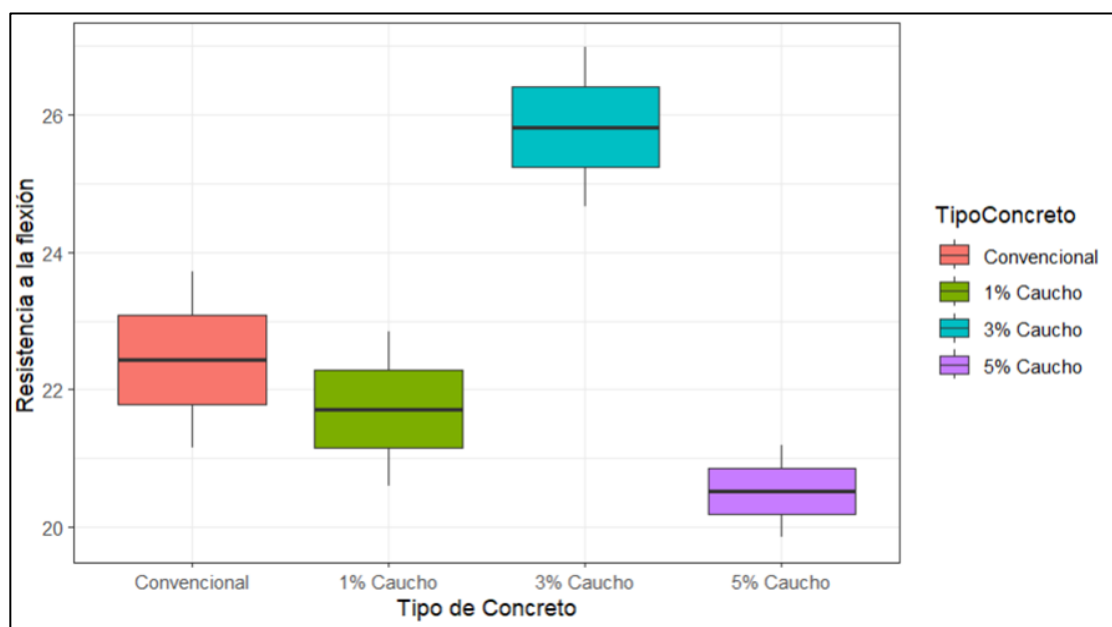


Figura 8. Box plot para la resistencia a la flexión por tipo de concreto (28 días).

A su vez, se puede apreciar la variación de los valores de resistencia a la flexión tanto por su media de cada tipo de concreto, así como el tiempo de curado con el fin de verificar esta variación de manera numérica (Tabla 9).

Tabla 9. Medias y desviaciones estándar de la resistencia a la flexión por tipo de concreto

Tipo de Concreto	28 Días	
	Media	Desv.Est
Convencional	22.435	1.817264
1% Caucho	21.720	1.598061
3% Caucho	25.820	1.640487
5% Caucho	20.525	0.954594

Por otro lado, se presenta una comparación de medias de la resistencia a la flexión entre los distintos tipos de concreto, donde se observa que el concreto con 3% de caucho reciclado alcanza el valor promedio más alto, mientras que el concreto con 5% presenta la menor resistencia. El concreto convencional y el concreto con 1% de caucho muestran valores similares, con ligeras superposiciones en sus intervalos de confianza, lo que sugiere que no hay diferencias significativas entre ellos. En cambio, el concreto con 3% muestra una diferencia estadísticamente significativa respecto a los demás, destacando como la opción más favorable en cuanto a resistencia a la flexión (Figura 9).

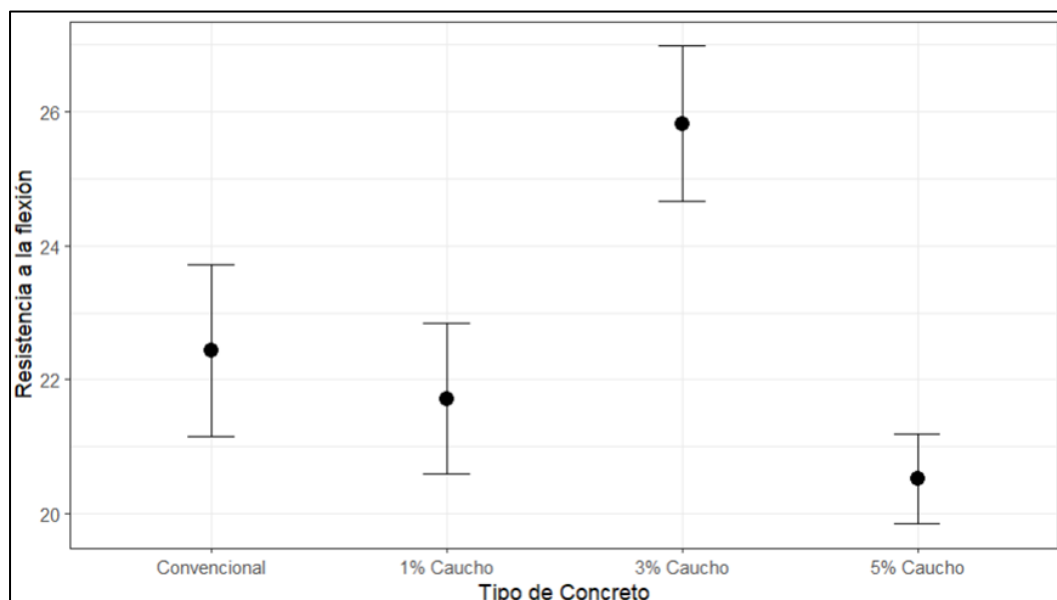


Figura 9. Gráfico de medias de resistencia a la flexión por tipo de concreto

El análisis ANOVA para la resistencia a la flexión, considerando el tipo de concreto a los 28 días de curado, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, ya que el valor p fue de 0.0943, superior al umbral de significancia de 0.05. Por

tanto, no se rechaza la hipótesis nula, aunque el valor cercano al límite sugiere una posible tendencia. A pesar de ello, la suma de cuadrados indica que el tipo de concreto explica una proporción considerable de la variabilidad observada, lo que podría justificar estudios complementarios para confirmar estos hallazgos (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados del ANOVA resistencia a la flexión en función del tipo de concreto para 28 días de curado

Fuente de Variación	Grados de Libertad (Df)	Suma de Cuadrados (Sum Sq)	Media de Cuadrados (Mean Sq)	Valor F (F value)	Valor p (Pr(>F))
Tipo de Concreto	3	30.946	10.315	4.362	0.0943
Residuos (Residuals)	4	9.459	2.365		

El tamaño del efecto del modelo ANOVA, medido mediante los coeficientes eta cuadrado (η^2) y eta cuadrado parcial, muestra que el tipo de concreto tiene un efecto grande sobre la resistencia a la flexión, con un valor de 0.7659 en ambos casos. Esto indica que el 76.59% de la variabilidad observada en esta propiedad se explica por el tipo de mezcla utilizada, lo que resalta su importancia como factor determinante en el comportamiento del concreto a flexión (Tabla 9).

Tabla 11. Tamaño del efecto (η^2 y η^2 parcial) para el modelo ANOVA de la resistencia a la flexión

Fuente de Variación	Eta Cuadrado (η^2)	Eta Cuadrado Parcial (η^2 parcial)
Tipo de Concreto	0.7659027	0.7659027

Análisis de costo

Tras el análisis realizado, se realizó una validación económica basada en la comparación de costos del concreto con incorporación de caucho reciclado al ser un reemplazo del agregado fino. Esta comparación se dio con la cotización convencional por un concreto común y se hizo tomando en cuenta el gasto que se realiza por fabricar 1 m³ de concreto. El resultado se puede apreciar por medio de la tabla siguiente (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación de costos en concretos por 1 m³

Concreto Convencional			
Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento Portland	8.61 bls	S/ 28.00	S/ 241.08
Arena fina	0.245 m ³	S/ 50.00	S/ 12.25

Arena gruesa	0.40 m3	S/ 60.00	S/ 24.00
Agua	0.25 Lt	S/2.00	S/ 0.5
Total			S/ 277.83
Concreto con Caucho Reciclado 3%			
Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cemento Portland	8.61 bls	S/ 28.00	S/ 241.08
Arena fina	0.237 m3	S/ 50.00	S/ 11.85
Arena gruesa	0.40 m3	S/ 60.00	S/ 24.00
Caucho Reciclado 3%	0.36 bls	S/ 60	S/ 21.6
Agua	0.25 Lt	S/2.00	S/ 0.5
Total			S/ 299.03

En el caso del concreto con caucho reciclado al 3 %, no se eliminó completamente el uso de agregado fino, sino que se redujo su cantidad de 607.600 kg/m³ a 589.372 kg/m³, debido a que el caucho actúa como un sustituto parcial en masa, no como un reemplazo total. Esta sustitución corresponde a 18 kg/m³ de caucho reciclado, el cual, al tener una menor densidad que la arena, ocupa volumen dentro de la mezcla, pero no proporciona el mismo aporte estructural, siendo necesario mantener parte del agregado tradicional. En términos económicos, se observa una variación del 7.09 % en el costo total por metro cúbico, pasando de S/ 277.83 en el concreto convencional a S/ 299.03 en el concreto con caucho reciclado, representando un incremento de (S/ 21.2).

4. Conclusiones

La incorporación de caucho reciclado como reemplazo parcial del agregado fino influye significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto. Los resultados experimentales demostraron que, al comparar las mezclas modificadas con la mezcla patrón, los concretos con 1% y 3% de caucho reciclado presentaron un mejor desempeño en términos de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Este comportamiento reafirma la viabilidad técnica del uso del caucho como aditivo sostenible, contribuyendo a una reducción de impactos ambientales sin sacrificar calidad estructural.

Respecto a las propiedades físicas, se evidenció que el caucho reciclado en proporciones controladas permite conservar características fundamentales como la masa específica, al mismo tiempo que reduce la absorción de agua. Esta disminución de absorción se asocia a una menor permeabilidad del concreto, lo cual puede favorecer su durabilidad frente a agentes externos. Además, los resultados indicaron que el concreto con 3% de caucho reciclado presenta una densidad y trabajabilidad similares a las del concreto convencional, lo que respalda su uso en obras civiles sin necesidad de modificar significativamente los procedimientos constructivos tradicionales. En cuanto a las propiedades de los agregados que fueron extraídos de la cantera Isla (Juliaca), presentaron resultados dentro de los indicadores y límites de las normas ASTM C-136, C-29, C-33, C-127, C - 128, ASTM D2216, donde los agregados están aptos para la realización de mezclas de concreto.

En lo que respecta a las propiedades mecánicas, la mezcla con 3% de caucho reciclado alcanzó los valores más altos en resistencia a la compresión (226.09 kg/cm²), tracción

indirecta (24.18 kg/cm²) y flexión (33.50 kg/cm²), superando incluso al concreto patrón en todos los ensayos realizados a los 28 días. En contraste, la mezcla con 5% de caucho mostró un descenso en el desempeño mecánico, lo que sugiere que un exceso en el contenido de caucho puede afectar negativamente la cohesión interna del concreto. Por lo tanto, se concluye que el uso de porcentajes moderados, específicamente entre 1% y 3%, permite mantener o mejorar las propiedades mecánicas sin comprometer la integridad estructural.

A partir del análisis comparativo de resultados, se identificó que el 3% de caucho reciclado es el porcentaje óptimo, al proporcionar los mejores resultados de resistencia física y mecánica, con adecuada uniformidad en la mezcla y sin generar efectos adversos como exceso de vacíos o pérdida de adherencia. Esta proporción se alinea con estudios previos que también reconocen al 5% como un límite máximo aceptable, proponiendo en este caso porcentajes menores como alternativa de mejora.

Desde un enfoque técnico y económico, se concluye que la adición de caucho reciclado al concreto es una estrategia viable y sostenible. Permite reutilizar residuos sólidos como los neumáticos fuera de uso (NFU), que de otro modo representarían un riesgo ambiental significativo. Además, su implementación no requiere grandes variaciones en el proceso constructivo convencional promoviendo un enfoque de economía circular en la industria de la construcción, integrando innovación, eficiencia y responsabilidad ambiental.

5. Referencias

- Alban, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 3, 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Bonilla, J. S. (2020). Los métodos experimentales y cuasi experimentales en el Departamento Nacional de Planeación, 2000 – 2019. *Universidad de Los Andes*, 2000–2019. <https://www2.dnp.gov.co/DNP/Paginas/acerca-de-la-entidad.aspx>
- Bono, R. (n.d.). *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales*.
- Coronel, Y. C., Altamirano, L. F., & Muñoz, S. P. (2022). Cenizas y fibras utilizadas en la elaboración de concreto ecológico: una revisión de la literatura. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 25(49), 321–329. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.20814>
- Fernandez, L. A., Aquino, J. H., & Cayo, N. G. (2022). Análisis de las propiedades físicas y

mecánicas del residuo de caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en el hormigón. *Revista Hábitat Sustentable*, 12(2), 52–65.

<https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.02.04>

Flores, P., Gatica, A., Trinidad, D., & Sulca, V. (2022). Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. *Investigatio*, 18, 37–52. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2022.18.2>

Henriques, G. F., Tavares, J. C., & Terceiro Neto, A. D. de L. (2023). Carbonatação natural e modelos de previsão para concretos de cimento Portland: uma revisão. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica Do IFPB*, 60(1), 102. <https://doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6023>

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del pilar. (2014). Metodologia de la Investigación. In *Antimicrobial agents and chemotherapy* (Vol. 58, Issue 12). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25246403%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4249520>

Muñoz, S. P., Vidaurre, J. D., Asenjo, J. S., & Gavidia, R. (2021). Uso Del Caucho De Neumáticos Triturados Y Aplicados Al Concreto: Una Revisión Literaria. *Revista de Investigación Talentos*, 8(1), 36–51. <https://doi.org/10.33789/talentos.8.1.142>

Yucra, T., & Bernedo, L. Z. (2020). Epistemología e Investigación Cuantitativa. *Igobernanza*, 3(12), 107–120. <https://doi.org/10.47865/igob.vol3.2020.88>

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"

SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquisé

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm

DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 0% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA (kg/cm²)	EDAD (Días)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm²)	%
1	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11250	143.24	149.94	71.40
2	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	80.12	12980	162.01		
3	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11394	145.07		
4	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11096	152.74		
5	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11527	146.77		
6	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11280	143.62		
7	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	76.98	12582	163.45		
8	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11492	146.32		
9	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11556	147.14		
10	Concreto + 0% de Caucho R°	210	7	78.54	11704	149.02		
11	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	76.98	13570	176.29	175.87	83.75
12	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	14147	180.13		
13	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	14050	178.89		
14	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	13890	176.85		
15	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	14120	179.78		
16	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	80.12	13200	164.76		
17	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	14002	178.28		
18	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	13050	166.16		
19	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	14105	179.59		
20	Concreto + 0% de Caucho R°	210	14	78.54	13980	178.00		

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

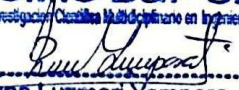
TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquise
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 0% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA (kg/cm²)	EDAD (Días)	ÁREA (cm²)	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm²)	%
21	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	15220	193.79	200.21	95.34
22	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	15802	201.20		
23	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	80.12	15570	194.34		
24	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	16300	207.54		
25	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	16169	205.87		
26	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	15310	194.93		
27	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	16005	203.78		
28	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	80.12	15400	192.22		
29	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	78.54	16204	206.32		
30	Concreto + 0% de Caucho R°	210	21	80.12	16190	202.08		
31	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	17370	221.16	217.19	103.42
32	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	80.12	17300	215.93		
33	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	17022	216.73		
34	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	17430	221.93		
35	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	17305	220.33		
36	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	17070	217.34		
37	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	80.12	17261	215.44		
38	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	17025	216.77		
39	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	16500	210.08		
40	Concreto + 0% de Caucho R°	210	28	78.54	16980	216.20		

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing Rina Luzmer Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S R L".

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquisé
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 1% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZ O (kg/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm ²)	%
1	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	80.12	12600	157.27	157.36	74.94
2	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12500	159.15		
3	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12935	164.69		
4	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12520	159.41		
5	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	11190	142.48		
6	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12110	154.19		
7	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12480	158.90		
8	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12605	160.49		
9	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	78.54	12599	160.42		
10	Concreto + 1% de Caucho R°	210	7	80.12	12550	156.64		
11	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	80.12	14300	178.49	180.56	85.98
12	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	13810	175.83		
13	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	76.98	14080	182.91		
14	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	13900	176.98		
15	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	13700	174.43		
16	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	14990	190.86		
17	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	14380	183.09		
18	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	14000	178.25		
19	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	14400	183.35		
20	Concreto + 1% de Caucho R°	210	14	78.54	14250	181.44		

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeñ Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquisé
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 1% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA (kg/cm ²)	EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO O (kg/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm ²)	%
21	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	15900	202.45	203.02	96.68
22	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	15950	203.08		
23	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	15000	198.63		
24	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	16000	203.72		
25	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	15410	196.21		
26	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	80.12	16200	202.20		
27	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	16400	208.81		
28	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	16100	204.99		
29	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	78.54	16500	210.08		
30	Concreto + 1% de Caucho R°	210	21	80.12	16030	200.08		
31	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	80.12	16690	208.32	222.67	106.04
32	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17500	222.82		
33	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17600	224.09		
34	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17090	217.60		
35	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17650	224.73		
36	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17790	226.51		
37	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17890	227.78		
38	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17500	222.82		
39	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	78.54	17550	223.45		
40	Concreto + 1% de Caucho R°	210	28	76.98	17600	228.64		

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Tico
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L".



CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"

SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquico

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm

DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 3% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA A (kg/cm^2)	EDAD (Días)	ÁREA (cm^2)	CARGA (kg)	ESFUERZO O (kg/cm^2)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm^2)	%
1	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	80.12	12842	160.29	159.64	76.02
2	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	80.12	12810	159.89		
3	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	78.54	12745	162.27		
4	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	78.54	12600	160.43		
5	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	78.54	12705	161.77		
6	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	80.12	12620	157.52		
7	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	78.54	12695	161.64		
8	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	78.54	12600	160.43		
9	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	78.54	12045	153.36		
10	Concreto + 3% de Caucho R°	210	7	80.12	12720	158.76		
11	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	80.12	14520	181.23	183.67	87.46
12	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14625	186.21		
13	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14568	185.49		
14	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14458	184.08		
15	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	81.71	14697	179.86		
16	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14350	182.71		
17	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14470	184.24		
18	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14460	184.11		
19	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	78.54	14795	188.38		
20	Concreto + 3% de Caucho R°	210	14	80.12	14450	180.36		

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeñ Yampara Ticon
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S R L".

986 473 762 910 835 855

cicmicb&p@gmail.com

Juliaca, Puno - Perú

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquise
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 3% de Caucho Reciclado

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA A (kg/cm^2)	EDAD (Días)	ÁREA (cm^2)	CARGA (kg)	ESFUERZO O (kg/cm^2)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm^2)	%
21	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	80.12	16050	200.33	203.72	97.01
22	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	16150	205.63		
23	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	16105	205.06		
24	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	16100	204.99		
25	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	16060	204.48		
26	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	16202	206.29		
27	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	15538	197.84		
28	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	15902	202.47		
29	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	80.12	16390	204.57		
30	Concreto + 3% de Caucho R°	210	21	78.54	16140	205.50		
31	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	80.12	17894	223.34	226.09	107.66
32	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17605	224.15		
33	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17980	228.93		
34	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17880	227.66		
35	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17675	225.05		
36	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	76.98	17568	228.22		
37	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17234	219.43		
38	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17688	225.21		
39	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	76.98	17920	232.80		
40	Concreto + 3% de Caucho R°	210	28	78.54	17756	226.08		

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibida la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L".

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquico
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 5% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA A (kg/cm^2)	EDAD (Días)	ÁREA (cm^2)	CARGA (kg)	ESFUERZO O (kg/cm^2)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm^2)	%
1	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	80.12	11029	137.66	142.41	67.81
2	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11042	140.59		
3	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11010	140.18		
4	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11219	142.84		
5	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	80.12	11801	147.29		
6	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11083	141.11		
7	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11400	145.15		
8	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	10864	138.32		
9	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11350	144.51		
10	Concreto + 5% de Caucho R°	210	7	78.54	11501	146.44		
11	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	13200	168.07	171.63	81.73
12	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	80.12	13250	165.38		
13	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	13300	169.34		
14	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	76.98	13600	176.68		
15	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	13370	170.23		
16	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	80.12	13460	168.00		
17	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	14250	181.44		
18	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	13900	176.98		
19	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	13320	169.60		
20	Concreto + 5% de Caucho R°	210	14	78.54	13400	170.61		

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

(ASTM C - 39) - (NTP 339.034)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquico
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto + 5% de Caucho Reciclado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESISTENCIA f_c (kg/cm ²)	EDAD (Días)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	ESFUERZO f_c (kg/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm ²)	%
21	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	15240	194.04	195.46	93.08
22	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	15590	198.50		
23	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	16240	206.77		
24	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	15140	192.77		
25	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	15040	191.50		
26	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	15900	202.45		
27	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	16000	203.72		
28	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	76.98	14610	189.80		
29	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	78.54	14850	189.08		
30	Concreto + 5% de Caucho R°	210	21	80.12	14900	185.97		
31	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	17000	216.45	214.83	102.30
32	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	80.12	17350	216.55		
33	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	17200	219.00		
34	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	16990	216.32		
35	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	16550	210.72		
36	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	16300	207.54		
37	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	16900	215.18		
38	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	16500	210.08		
39	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	78.54	16680	212.38		
40	Concreto + 5% de Caucho R°	210	28	80.12	17950	224.04		

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Rina Luzmeri Yampara
Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticon
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 110054

OBSERVACIONES: Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.
Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

(ASTM C - 496) - (NTP 339.084)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"

SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquico

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

Concreto + 0% de Caucho Reciclado

EDAD (Días)	CARGA (kg)	ALTURA "H" (cm)	DIÁMETRO "D" (cm)	ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm ²)	PROM. ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm ²)
7	5800	20.00	10.00	18.46	17.35
	5040	20.10	10.00	15.96	
	5500	20.00	10.00	17.51	
	5500	20.00	10.10	17.65	
	5400	20.00	10.00	17.19	
14	6100	20.00	10.00	19.42	19.33
	6250	20.00	10.10	19.70	
	6100	20.00	10.10	19.22	
	6200	20.00	10.10	19.54	
	5900	20.00	10.00	18.78	
21	6900	20.10	10.00	21.85	20.81
	6600	20.10	10.00	20.90	
	6060	20.00	10.10	19.10	
	6550	20.00	10.00	20.85	
	6700	20.00	10.00	21.33	
28	6590	20.10	10.10	20.67	21.69
	6700	20.00	10.00	21.33	
	7215	20.10	10.00	22.85	
	6805	20.00	10.00	21.66	
	6890	20.00	10.00	21.93	

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP. EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 110084

OBSERVACIONES: Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALE
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

(ASTM C - 496) - (NTP 339.084)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Minan Mercedes Parque Aquis
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

Concreto + 1% de Caucho Reciclado

EDAD (Días)	CARGA (kg)	ALTURA "H" (cm)	DIÁMETRO "D" (cm)	ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm^2)	PROM. ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm^2)
7	5970	20.00	10.00	19.00	17.91
	5590	20.00	10.00	17.79	
	5700	20.00	10.00	18.14	
	5600	20.00	10.00	17.83	
	5300	20.10	10.00	16.79	
14	5700	20.00	10.00	18.14	19.35
	6500	20.00	10.00	20.69	
	6400	20.00	10.00	20.37	
	5200	20.00	10.00	16.55	
	6600	20.00	10.00	21.01	
21	7000	20.00	10.00	22.28	21.72
	6900	20.00	10.00	21.96	
	6500	20.00	10.00	20.69	
	6900	20.00	10.10	21.75	
	6880	20.00	10.00	21.90	
28	7500	20.00	10.00	23.87	22.87
	7400	20.00	10.00	23.55	
	7060	20.00	10.00	22.47	
	7200	20.00	10.00	22.92	
	6770	20.00	10.00	21.55	

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

[Firma]
Ing Rina Luzmen Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 110034

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

(ASTM C - 496) - (NTP 339.084)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquise
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

Concreto + 3% de Caucho Reciclado

EDAD (Días)	CARGA (kg)	ALTURA "H" (cm)	DIÁMETRO "D" (cm)	ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm ²)	PROM. ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm ²)
7	5930	20.00	10.00	18.88	18.01
	5620	20.00	10.00	17.89	
	5850	20.00	10.00	18.62	
	5795	20.00	10.00	18.45	
	5100	20.00	10.00	16.23	
14	5600	20.00	10.00	17.83	19.41
	5825	20.00	10.10	18.36	
	6335	20.00	10.00	20.16	
	6200	20.00	10.00	19.74	
	6620	20.10	10.00	20.97	
21	6580	20.00	10.10	20.74	22.01
	6950	20.00	10.00	22.12	
	7100	20.10	10.00	22.49	
	6820	20.00	10.00	21.71	
	7300	20.00	10.10	23.01	
28	7600	20.00	10.00	24.19	24.18
	7120	20.00	10.00	22.66	
	7700	20.00	10.00	24.51	
	7750	20.00	10.00	24.67	
	7890	20.00	10.10	24.87	

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Rina Luzmeri Yampara Ticona
Rina Luzmeri Yampara Ticona
CIP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 116084

OBSERVACIONES: Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L."


CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES

CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20610607749

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

(ASTM C - 496) - (NTP 339.084)

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
SOLICITANTE : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquise
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PROBETAS DE CONCRETO 20 x 10 cm **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE CILINDROS ESTANDARES DE CONCRETO

Concreto + 5% de Caucho Reciclado

EDAD (Días)	CARGA (kg)	ALTURA "H" (cm)	DIÁMETRO "D" (cm)	ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm ²)	PROM. ESFUERZO DE TRACCIÓN (kg/cm ²)
7	5065	20.10	10.00	16.04	17.41
	5700	20.00	10.10	17.96	
	5560	20.00	10.00	17.70	
	5460	20.10	10.00	17.36	
	5650	20.00	10.00	17.98	
14	6720	20.00	10.00	21.39	19.54
	5980	20.00	10.00	19.03	
	5890	20.00	10.00	18.75	
	6000	20.00	10.00	19.10	
	6110	20.00	10.00	19.45	
21	6500	20.10	10.00	20.59	20.70
	6300	20.00	10.00	20.05	
	7150	20.00	10.00	22.76	
	6000	20.00	10.00	19.10	
	6600	20.00	10.00	21.01	
28	7410	20.10	10.10	23.24	22.68
	6900	20.00	10.00	21.96	
	6960	20.10	10.00	22.04	
	7405	20.00	10.00	23.57	
	7090	20.00	10.00	22.57	

CICMIC B&P SRL

Centro de Investigación Científica Multidisciplinaria en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona

ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

CIP 119084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibido la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S.R.L.".



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PRESSIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

FINES DE ESTUDIO: Ensayos realizados con fines academicos de investigación
UBICACIÓN: Carretera Salida a Arequipa Km. 6 Chullunquiani, Av. Héroes de la Guerra del Pacífico, Juliaca 21100

SOLICITANTE(S): Bach. Mirian Mercedes Parque Aquisé

RESPONSABLE DE LABORATORIO: Ing. Saul Max Huayta Aguilar
PERSONAL DE LABORATORIO: Bach. Yheyson Salas Pampa

Fecha: 26/09/2023

ENSAYO : ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	TITULO DE INVESTIGACIÓN:
ASTM C293 - NTP 339.079	Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	Ubicación de rotura	ANCHO (cm)	ALTURA(cm)	LONGITUD (cm)	LECTURA EN EL DIAL (KN)
VG- Patrón	28	Tercio Medio	15.2	15.6	50	21.15
	28	Tercio Medio	15.3	15.5	50	23.72
1% Caucho Reciclado	28	Tercio Medio	15.2	15.4	50	22.85
	28	Tercio Medio	15.1	15.3	50	20.59
2% Caucho Reciclado	28	Tercio Medio	15.1	15.5	50	24.66
	28	Tercio Medio	15	15.2	50	26.98
3% Caucho Reciclado	28	Tercio Medio	15.1	15.2	50	21.2
	28	Tercio Medio	15.2	15.3	50	19.85

* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por los solicitantes con la respectiva descripción de la fecha de ensayo

** Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante.


 Ing. Saul Max Huayta Aguilar
 LABORATORIO DE ESTRUCTURAS
 CIP: 336558

DISEÑO DE MEZCLA $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (MÉTODO ACI)

ACI 211.1.74 - ACI 211.1.81

DATOS DE LA TESIS

TESIS : "EFECTO DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"
TESISTA : Bach. Mirian Mercedes Parque Aquisé
UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca | PROVINCIA: San Román | DEPARTAMENTO : Puno
FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Isla DISEÑO : $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Al Nor-Oeste de Juliaca con aproximación de 10 Km.
COORDENADA : 368404.269 m E 8289089.984 m N 3825.000 m.s.n.m.

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

Tam. máx. nominal de Agregado = $3/4"$

Asentamiento = Consistencia Plástica ($3"$ a $4"$)

Cemento = Portland puzolánico ASTM C595 (NTP 334.090) TIPO IP ($P_e = 2.85 \text{ g/cm}^3$).

Características de los agregados a emplearse:

Especificación	A. fino	A. Grueso
Peso específico (P.e.)	2.48 g/cm ³	2.52 g/cm ³
P.U. compacto y seco	1715 kg/m ³	1690 kg/m ³
P.U. suelto y seco	1602 kg/m ³	1591 kg/m ³
Contenido de humedad	0 %	0 %
Porcentaje de absorción	2.88 %	2.4 %
Módulo de fineza (mf)	3.01	

1. Resistencia promedio requerida.

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

$(210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f_{cr} = f'_c + 8.5 \text{ [MPa]})$

$\therefore$ Se tiene una resistencia promedio $\rightarrow f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$ ◀

2. Elección del asentamiento.

Consistencia Plástica ($3"$ a $4"$). ◀

3. Selección del tamaño nominal del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado, T.M.N. = $3/4"$ ◀

4. Estimación del agua de mezclado.

Se diseñará sin aire incorporado. Con valores de T.M. = $3/4"$ y asentamiento $3"$ a $4"$. Tenemos que:

Agua de mezclado = 205 L/m^3 ◀

5. Estimación del contenido de aire.

El contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de $3/4"$.

Porcentaje de aire atrapado = 2 % ◀

6. Selección de la relación agua-cemento (a/c).

Con el valor de $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$ por interpolación tenemos:

Relación agua-cemento (a/c) = 0.56 ◀

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticon
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

7. Cálculo del contenido de cemento.

El contenido de cemento (C) requerido será:

$$C = \frac{\text{agua de mezclado (kg/m}^3\text{)}}{\text{relación a/c (para fcr)}} ; C = \frac{205}{0.56} = 366.07 \text{ kg/m}^3 = 8.01 \text{ bolsas/m}^3 \quad \blacktriangleleft$$

8. Estimación del contenido de agregado grueso.

Con los valores de T.M. = 3/4" y mf = 3.01 tenemos:

Volumen seco y compactado de A. grueso = 0.6 m³ $\blacktriangleleft$

Luego:

Peso seco A. grueso = 0.6 m³ x 1690 kg/m³ = 1014 kg $\blacktriangleleft$

9. Estimación de la cantidad de agregado fino. (Método de los volúmenes absolutos)

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire; procedemos a calcular los volúmenes absolutos de estos componentes por m³ de concreto y luego a sumarlos

$$\text{Cemento} = \frac{366}{2.85 \times 1000} = 0.128 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire atrapado} = 2\% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{A. grueso} = \frac{1014}{2.52 \times 1000} = 0.402 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{ volúmenes absolutos} = 0.755 \text{ m}^3 \quad \blacktriangleleft$$

Luego:

Vol. Absoluto A. fino = 1 - Σ volúmenes absolutos conocidos

$$\text{Vol. Absoluto A. fino} = 1 - 0.755 = 0.245 \text{ m}^3 \quad \blacktriangleleft$$

Vol. A. fino = (Vol. Absoluto A. fino) (Peso específico)

$$\text{Peso A. fino} = 0.245 (2.48 \times 100) = 608 \text{ kg} \quad \blacktriangleleft$$

10. Determinación de los valores de diseño.

Finalmente los componentes del concreto tendrán los valores siguientes para fines de diseño:

Cemento = 366 kg/m³

Agregado fino seco = 608 kg/m³

Agregado grueso seco = 1014 kg/m³

Agua = 205 kg/m³

11. Ajuste por contenido de humedad de agregados.

Los ajustes por humedad se harán en los agregados fino y grueso y en el vol. unitario de agua de mezclado.

Peso húmedos de los materiales por m³ de concreto.

Cemento = 366 kg/m³

$$\text{A. fino} = 608 \times 1 = 608 \text{ kg} \quad \blacktriangleleft$$

$$\text{A. grueso} = 1014 \times 1 = 1014 \text{ kg} \quad \blacktriangleleft$$

Determinación de la humedad superficial de los agregados.

Agregado fino

$$\text{Haf} = 0\% - 2.88\% = -2.88\% \quad \blacktriangleleft$$

Agregado grueso

$$\text{Hag} = 0\% - 2.4\% = -2.4\% \quad \blacktriangleleft$$

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
[Firma]
Ing Rina Luzmeri Yampara Ticon
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

Aporte de humedad de los agregados.

Agregado fino = $608 (-0.0288) = -17.51 \text{ L/m}^3$
 Agregado grueso = $1014 (-0.024) = -24.34 \text{ L/m}^3$
 Total aporte = -41.85 L/m^3
 Agua efectiva $A_{ef} = 205 - (-41.8464) = 246.85 \text{ L/m}^3$ ◀

Valores de los componentes ya ajustados por humedad de los agregados.

Cemento = 366 kg/m^3 (8.61 bolsas/m³) ◀
 A. fino = 608 kg/m^3 ◀
 A. grueso = 1014 kg/m^3 ◀
 Agua efectiva = 246.9 L/m^3 ◀

12. DOSIFICACIÓN.

COMPONENTES	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN PESO HÚMEDO
CEMENTO	366	1.00	366	1.00
AGREGADO FINO	608	1.66	608	1.66
AGREGADO GRUESO	1014	2.77	1014	2.77
AGUA	246.9 *	0.67	246.9	0.67
AIRE	2.00 %	2.00 %	2.00 %	2.00 %

* Agua corregida por absorción.

• 8.61 bolsas/m³ de CEMENTO

• Proporción en Seco - 1 : 1.66 : 2.77 / 0.67 ◀

• Proporción en Húmedo - 1 : 1.66 : 2.77 / 0.67 ◀

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO (42.5 kg)

Cemento 1.00 pie³ = 42.500 Kg.
 Agregado fino húmedo 1.66 pie³ = 70.601 Kg.
 Agregado grueso húmedo 2.77 pie³ = 117.746 Kg.
 Agua 28.67 Lt = 28.670 Lt

RECOMENDACIONES:

Verificar la humedad de los agregados antes de cada vaciado.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

 Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 118084

OBSERVACIONES:

Muestras puestas en el laboratorio y ensayos realizados por el solicitante

El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Prohibida la reproducción total de este documento sin la autorización del laboratorio "CICMIC B&P S R L."

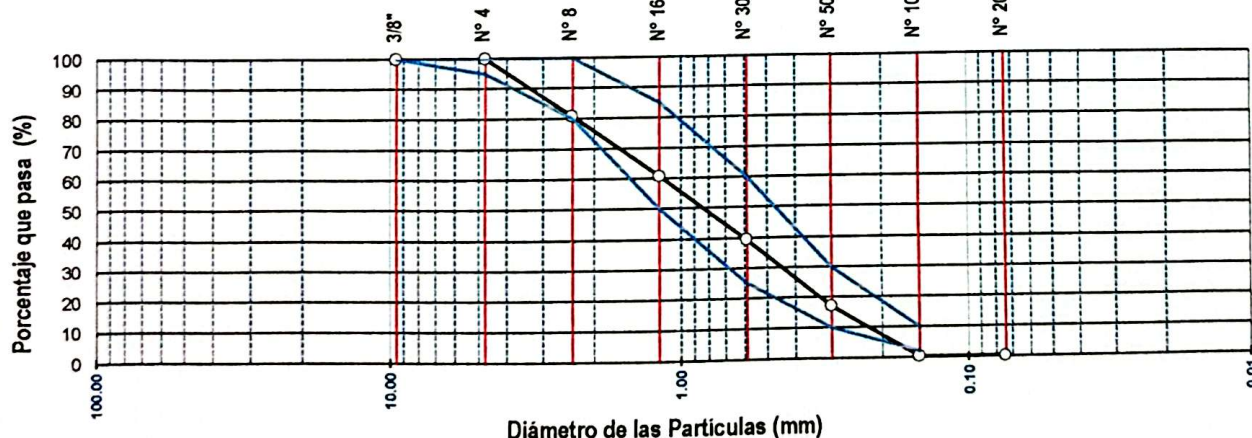
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO

(ASTM C 33 - NTP 400.012 - MTC E 204)

TESIS : Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto**TESISTA** : BACH. Mirian Mercedes Parque Aquise**UBICACIÓN** : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno**FECHA** : 06 de noviembre de 2023**DATOS DE LA MUESTRA****CANTERA** : Isla **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ **UBICACIÓN** : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno**COORDENADA** : 368404.269 m E 8289089.984 m N 3825.000 m.s.n.m.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	P.I. = 500.00 gr. P.L. = 500.00 gr. MÓDULO DE FINEZA = 3.01
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	
N° 8	2.380	95.65	19.13	19.13	80.87	80 - 100	
N° 16	1.190	100.54	20.11	39.24	60.76	50 - 85	
N° 30	0.590	106.39	21.28	60.52	39.48	25 - 60	OBSERVACIONES: El módulo de fineza debe de estar dentro de los límites de 2.30 - 3.10, no debiendo excederse el límite en más o menos 0.20. (Máx. 3.30)
N° 50	0.300	111.75	22.35	82.87	17.13	10 - 30	
N° 100	0.149	84.27	16.85	99.72	0.28	2 - 10	
N° 200	0.074	0.49	0.10	99.82	0.18		
FONDO		0.91	0.18	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PÉRDIDA		0.18					

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

CURVA GRANULOMÉTRICA**OBSERVACIONES:**

Las muestras fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO

(ASTM C 33 - NTP 400.012 - MTC E 204)

TESIS : Efecto del caucho reciclado en la propiedades mecánicas del concreto

TESISTA : BACH. Mirian Mercedes Parque Aquisé

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca

PROVINCIA: San Román

DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : Isla

DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca

PROVINCIA: San Román

DEPARTAMENTO : Puno

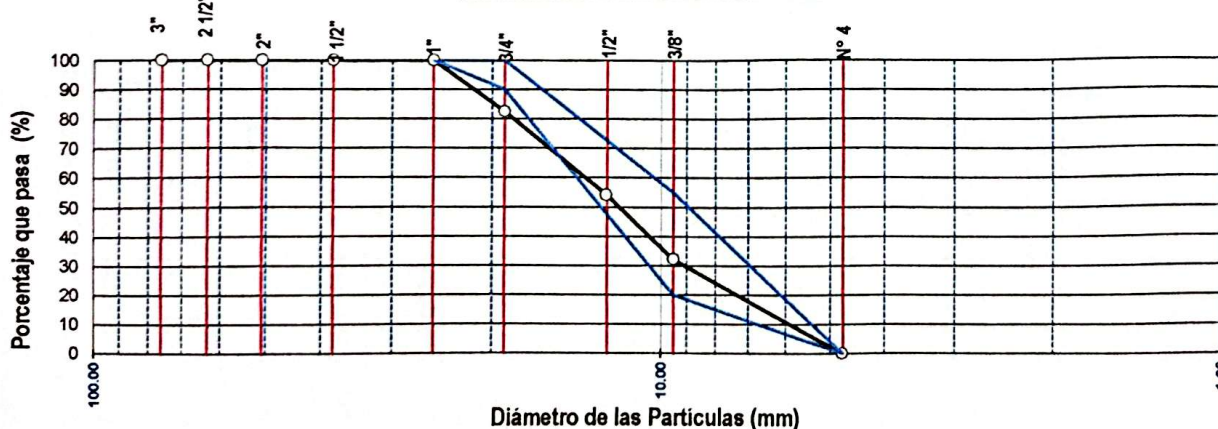
COORDENADA : 368404.269 m E

8289089.984 m N

3825.000 m.s.n.m.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	T.M.N. = 3/4" DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		P.I. = 3000.00 gr. P.L. = 3000.00 gr. MÓDULO DE FINEZA = 7.31
2 1/2"	63.300	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
3/4"	19.000	526.30	17.54	17.54	82.46	90 - 100	
1/2"	12.500	850.00	28.33	45.88	54.12		
3/8"	9.500	659.80	21.99	67.87	32.13	20 - 55	
N° 4	4.750	963.76	32.13	100.00	0.00	0.1	
FONDO		0.14	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PÉRDIDA		0.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

Las muestras fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
[Firma]
Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 110084

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

ASTM (C - 127 C - 128) - NTP (400.021 400.022) - MTC (E 205 E 206)

TESIS : Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

TESISTA : BACH. Mirian Mercedes Parque Aquise

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Isla **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

COORDENADA : 368404.269 m E 8289089.984 m N 3825.000 m.s.n.m.

AGREGADO FINO

Numero de muestras		M - 01	M - 02
Peso de muestra secada al horno	gr.	487.00	485.00
Peso de muestra saturada seca (SSS)	gr.	500.00	500.00
Peso de picnometro + agua	gr.	1342.20	1342.20
Peso del picnometro + muestra + agua	gr.	1641.40	1640.10
Peso especifico	gr.	2.49	2.47
Promedio Peso Especifico	gr.	2.48	
Absorción	%	2.67	3.09
Promedio Absorción	%	2.88	

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

AGREGADO GRUESO

Numero de muestras		M - 01	M - 02
A Peso de muestra secada al horno	gr.	781.00	782.00
B Peso de muestra saturada seca (SSS)	gr.	800.00	800.00
C Peso de picnometro + agua	gr.	1342.20	1342.20
D Peso del picnometro + muestra + agua	gr.	1824.40	1826.00
E Peso especifico	gr.	2.52	2.53
F Promedio peso especifico	gr.	2.52	
G Absorción	%	2.43	2.30
I Promedio Absorción	%	2.37	

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias
Rina Yampara
Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

PESOS UNITARIOS

(ASTM C 29 - NTP 400.017 - MTC E 203)

TESIS : Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

TESISTA : BACH. Mirian Mercedes Parque Aquisé

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Isla **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

COORDENADA : 368404.269 m E 8289089.984 m N 3825.000 m.s.n.m.

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

Numero de muestras		M - 01	M - 02	M - 03
Peso del molde	gr.	6022	6022	6022
Peso del material + molde	gr.	9363	9366	9368
Peso del material	gr.	3341	3344	3346
Volumen del Molde	cm ³	2086.6	2086.6	2086.6
Peso unitario	gr/cm ³	1.601	1.603	1.604
Promedio	gr/cm³	1.602		

Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

PESO UNITARIO COMPACTO

Numero de muestras		M - 01	M - 02	M - 03
Peso del molde	gr.	6022	6022	6022
Peso del material + molde	gr.	9598	9602	9604
Peso del material	gr.	3576	3580	3582
Volumen del Molde	cm ³	2086.6	2086.6	2086.6
Peso unitario	gr/cm ³	1.714	1.716	1.717
Promedio	gr/cm³	1.715		

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 119084

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

PESOS UNITARIOS

(ASTM C 29 - NTP 400.017 - MTC E 203)

TESIS : Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

TESISTA : BACH. Mirian Mercedes Parque Aquisé

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Isla DISEÑO : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

COORDENADA : 368404.269 m E 8289089.984 m N 3825.000 m.s.n.m.

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

Numero de muestras		M - 01	M - 02	M - 03
Peso del molde	gr.	8006	8006	8006
Peso del material + molde	gr.	12940	12932	12932
Peso del material	gr.	4934	4926	4926
Volumen del Molde	cm ³	3098.3	3098.3	3098.3
Peso unitario	gr/cm ³	1.592	1.590	1.590
Promedio	gr/cm ³	1.591		

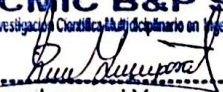
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

PESO UNITARIO COMPACTO

Numero de muestras		M - 01	M - 02	M - 03
Peso del molde	gr.	8006	8006	8006
Peso del material + molde	gr.	13240	13242	13244
Peso del material	gr.	5234	5236	5238
Volumen del Molde	cm ³	3098.3	3098.3	3098.3
Peso unitario	gr/cm ³	1.689	1.690	1.691
Promedio	gr/cm ³	1.690		

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

CICMIC B&P SRL
 Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

 Ing Rina Luzmeri Yampara Ticon
 ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CIP 119084

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20610607749

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

(ASTM D 2216 - MTC E 108)

TESIS : Efecto del caucho reciclado en las propiedades mecánicas del concreto

TESISTA : BACH. Mirian Mercedes Parque Aquisé

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

FECHA : 06 de noviembre de 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : Isla **DISEÑO** : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UBICACIÓN : DISTRITO: Juliaca PROVINCIA: San Román DEPARTAMENTO : Puno

COORDENADA : 368404.269 m E 8289089.984 m N 3825.000 m.s.n.m.

AGREGADO GRUESO

NÚMERO DE TARA		M - 1	M - 2	
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL AGUA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.00	0.00	
HUMEDAD	%	0.00	0.00	
PROMEDIO	%		0.00	

AGREGADO FINO

NÚMERO DE TARA		M - 1	M - 2	
PESO DE LA TARA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO HÚMEDO + TARA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL AGUA	gr.	0.00	0.00	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.00	0.00	
HUMEDAD	%	0.00	0.00	
PROMEDIO	%		0.00	

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron puestas en laboratorio por el solicitante.

CICMIC B&P SRL
Centro de Investigación Científica Multidisciplinario en Ingenierías y Ciencias

Rina Luzmeri Yampara
Ing Rina Luzmeri Yampara Ticona
ESP EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
CIP 110084



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-033-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0337																
2. Solicitante	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L.																
3. Dirección	JR. SANTA CATALINA KM. SN MZA. 6 LOTE. 11 URB. LOS CHOFERES PUNO - SAN ROMAN - JULIACA																
4. Instrumento calibrado	MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO) Marca PERUTEST Modelo PC-120 N° de serie 1130 Identificación No indica Procedencia Perú Intervalo de indicación 0 kgf a 120000 kgf Resolución 10 kgf Clase de exactitud No indica Modo de fuerza Compresión Indicador Digital <table><tr><td>Marca</td><td>PERUTEST</td><td>Serie</td><td>No indica</td></tr><tr><td>Modelo</td><td>No indica</td><td>Resolución</td><td>10 kgf</td></tr></table> Transductor de Presión <table><tr><td>Marca</td><td>ZEMIC</td><td>Serie</td><td>4440</td></tr><tr><td>Modelo</td><td>YB15</td><td></td><td></td></tr></table>	Marca	PERUTEST	Serie	No indica	Modelo	No indica	Resolución	10 kgf	Marca	ZEMIC	Serie	4440	Modelo	YB15		
Marca	PERUTEST	Serie	No indica														
Modelo	No indica	Resolución	10 kgf														
Marca	ZEMIC	Serie	4440														
Modelo	YB15																
5. Fecha de calibración	2024-02-05																

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-12



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19/02/2024 14:49:21-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624



📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-033-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Instalaciones de CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L. ubicado en Jr. Santa Catalina Km. S/N Mza. 6 Lote. 11 Urb. Los Choferes Puno - San Roman - Juliaca

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,6 °C
Humedad relativa	32 %	33 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para maquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624



📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-033-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón						Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios	Promedio	
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf	kgf	
%	kgf							kgf
10	10000	10002	10007	10012	—	—	10007	-7
20	20000	20019	20034	20044	—	—	20032	-32
30	30000	30010	30020	30035	—	—	30022	-22
40	40000	40006	40001	40021	—	—	40009	-9
50	50000	50011	50016	50021	—	—	50016	-16
60	60000	60016	60021	60031	—	—	60023	-23
70	70000	70005	70020	70025	—	—	70017	-17
80	80000	80024	80029	80039	—	—	80030	-30
90	90000	90041	90046	90051	—	—	90046	-46
100	99000	99071	99076	99082	—	—	99076	-76

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	10000	-0,07	0,10	—	0,10	—	0,95
20	20000	-0,16	0,12	—	0,05	—	0,54
30	30000	-0,07	0,08	—	0,03	—	0,42
40	40000	-0,02	0,05	—	0,03	—	0,36
50	50000	-0,03	0,02	—	0,02	—	0,34
60	60000	-0,04	0,02	—	0,02	—	0,32
70	70000	-0,02	0,03	—	0,01	—	0,31
80	80000	-0,04	0,02	—	0,01	—	0,30
90	90000	-0,05	0,01	—	0,01	—	0,30
100	99000	-0,08	0,01	—	0,01	—	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f ₀
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624



📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-033-2024

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

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 $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624



📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-063-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0337
2. Solicitante	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L.
3. Dirección	JR. SANTA CATALINA LT. 11 MZ. 6 KM. SN URB. LOS CHOFERES - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
N° de serie	8342450718
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	620 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Capacidad mínima	0,2 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2024-02-05

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-08



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08/02/2024 07:12:01-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

Área de Metrología
Laboratorio de Masas**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
CA-LM-063-2024

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Instalaciones de CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L. ubicado en Jr. Santa Catalina Km. S/N Mza. 6 Lote. 11 Urb. Los Choferes Puno - San Roman - Juliaca

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	12,6 °C	12,6 °C
Humedad relativa	54 %	55 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 600 g la balanza indicaba 599,44 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable por los datos suministrados por el cliente.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-063-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	Tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

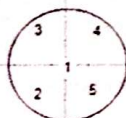
	Inicial	Final
Temperatura	12,6 °C	12,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	54,0 %	54,0 %

Carga L1	300,001 g	
I	ΔL	E
g	g	g
300,01	0,003	0,011
300,00	0,004	0,000
300,01	0,007	0,007
300,01	0,002	0,012
300,01	0,008	0,006
300,00	0,003	0,001
300,01	0,007	0,007
299,99	0,002	-0,008
300,00	0,009	-0,005
300,01	0,002	0,012
Dif Máx. Encontrada		0,020
EMP		0,30

Carga L2	600,002 g	
I	ΔL	E
g	g	g
600,01	0,007	0,006
600,00	0,003	0,000
600,01	0,006	0,007
600,01	0,002	0,011
600,00	0,005	-0,002
599,99	0,002	-0,009
600,00	0,007	-0,004
600,00	0,003	0,000
600,01	0,006	0,007
600,00	0,002	0,001
Dif Máx. Encontrada		0,020
EMP		0,30

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	12,6 °C	12,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	54,0 %	55,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	Ec g
1	0,100	0,10	0,007	-0,002	200,001	200,01	0,007	0,007	0,009
2		0,11	0,003	0,012		200,00	0,003	0,001	-0,011
3		0,10	0,008	-0,003		200,01	0,008	0,006	0,009
4		0,10	0,005	0,000		200,00	0,003	0,001	0,001
5		0,11	0,003	0,012		199,99	0,005	-0,011	-0,023
					Error máximo permitido (±)				0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-063-2024

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	12,6 °C	12,7 °C

	Inicial	Final
Humedad	55,0 %	55,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀	0,100	0,10	0,007	-0,002					
	0,200	0,20	0,006	-0,001	0,001	0,20	0,007	-0,002	0,010
	59,999	60,10	0,003	0,103	0,105	60,00	0,007	-0,001	0,20
	120,001	120,00	0,008	-0,004	-0,002	120,01	0,002	0,012	0,20
	180,000	180,01	0,002	0,013	0,015	180,00	0,005	0,000	0,20
	250,000	250,01	0,007	0,008	0,010	250,01	0,002	0,013	0,30
	300,001	300,00	0,005	-0,001	0,001	299,99	0,008	-0,014	0,30
	350,000	350,01	0,002	0,013	0,015	350,01	0,002	0,013	0,30
	400,001	400,01	0,007	0,007	0,009	400,00	0,007	-0,003	0,30
	500,001	499,99	0,003	-0,009	-0,007	500,01	0,005	0,009	0,30
	620,002	620,00	0,006	-0,003	-0,001	620,00	0,006	-0,003	0,30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,0053 \text{ g}^2 + 0,0000000027 \text{ g}^2} \times R^2$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000021 \text{ g} \times R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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 $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
CA-LM-062-2024*Área de Metrología*
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0337
2. Solicitante	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L.
3. Dirección	JR. SANTA CATALINA LT. 11 MZ. 6 KM. SN URB. LOS CHOFERES - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	No indica
N° de serie	8342412415
Identificación	No indica
Procedencia	China
Capacidad máxima:	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Capacidad mínima	200 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2024-02-05

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-02-08



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 08/02/2024 07:00:17-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-062-2024

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Instalaciones de CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MULTIDISCIPLINARIO EN INGENIERIA Y CIENCIAS B & P S.R.L. ubicado en Jr. Santa Catalina Km. S/N Mza. 6 Lote. 11 Urb. Los Choferes Puno - San Roman - Juliaca

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	12,9 °C	12,8 °C
Humedad relativa	57 %	56 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023
PESATEC	Pesa de 10 kg de clase M1	0933-MPES-C-2023
PESATEC	Pesa de 20 kg de clase M1	0944-MPES-C-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-1456-2023

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29970 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable por los datos suministrados por el cliente.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ comercial@calibratec.com.pe
📍 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-062-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	Tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

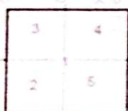
	Inicial	Final
Temperatura	12,9 °C	12,9 °C

	Inicial	Final
Humedad	57,0 %	56,0 %

Carga L1		
15 000,4 g		
I	ΔL	E
g	g	g
15 000	0,7	-0,6
15 001	0,3	0,8
15 000	0,5	-0,4
15 001	0,8	0,3
15 000	0,3	-0,2
15 000	0,5	-0,4
15 001	0,4	0,7
15 000	0,8	-0,7
14 999	0,3	-1,2
15 000	0,7	-0,6
Dif Máx. Encontrada		2,0
EMP		20

Carga L2		
30 000,2 g		
I	ΔL	E
g	g	g
30 000	0,4	-0,1
30 001	0,6	0,7
30 000	0,8	-0,5
30 001	0,2	1,1
30 000	0,7	-0,4
30 001	0,7	0,6
30 000	0,2	0,1
30 001	0,4	0,9
30 000	0,6	-0,3
29 999	0,3	-1,0
Dif Máx. Encontrada		2,1
EMP		30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	12,9 °C	12,8 °C

	Inicial	Final
Humedad	56,0 %	56,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido Ec				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	Ec g
1	100,0	100	0,7	-0,2	10 000,1	10 000	0,7	-0,3	-0,1
2		101	0,3	1,2		10 001	0,3	1,1	-0,1
3		100	0,9	-0,4		10 001	0,8	0,6	1,0
4		100	0,5	0,0		10 000	0,2	0,2	0,2
5		100	0,2	0,3		10 001	0,4	1,0	0,7
					Error máximo permitido (±)				20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-LM-062-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	12,8 °C	12,8 °C

	Inicial	Final
Humedad	56,0 %	55,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀ 100,0	100	0,3	0,2						
200,0	201	0,8	0,7	0,5	200	0,3	0,2	0,0	10
3 000,0	3 000	0,5	0,0	-0,2	3 001	0,7	0,8	0,6	10
6 000,3	6 001	0,7	0,5	0,3	6 000	0,6	-0,4	-0,6	20
9 000,3	9 001	0,2	1,0	0,8	8 999	0,4	-1,2	-1,4	20
12 000,1	12 000	0,6	-0,2	-0,4	12 001	0,8	0,6	0,4	20
15 000,4	15 001	0,7	0,4	0,2	15 000	0,3	-0,2	-0,4	20
17 000,4	17 001	0,8	0,3	0,1	16 999	0,7	-1,6	-1,8	20
20 000,1	20 000	0,3	0,1	-0,1	20 001	0,4	1,0	0,8	20
25 000,4	24 999	0,7	-1,6	-1,8	25 000	0,5	-0,4	-0,6	30
30 000,2	30 000	0,2	0,1	-0,1	30 000	0,2	0,1	-0,1	30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{1,0 \quad g^2 + 0,000000016 \quad * R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000099 \quad * R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC