



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Chinguel Fiestas, Anderson Paul (ORCID: 0000-0002-3085-8484)

Díaz Quiroz, Manuel Jesús (ORCID: 0000-0003-0234-6315)

**ASESOR:**

Dr. Requis Carbajal, Luis Villar (ORCID: 0000-0002-3816-7047)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**CALLAO - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Esta investigación se la dedico a mi esposa Flor Marleny, a mis hijos James Eduardo, Kiara Ximena y Reynaldo Yamir, quienes son mi inspiración para seguir superándome profesionalmente, así como también a mis padres Reynaldo y Asunciona quienes están en el cielo y cuya memoria me insta seguir adelante, a mis hermanos y hermanas, y también a mi nieta Mariam Aitana, el nuevo retoño de la familia.

**Manuel Jesús Díaz Quiroz**

La presente tesis la dedico a mi madre Aurora Edith Fiestas Olivera, ya que gracias a ella me brindó su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona. También dedico a mi hijo Paul Sebastian Chinguel Salazar, quien ha sido mi mayor motivación para seguir adelante, de igual manera a mi esposa por su apoyo incondicional.

**Anderson Paul Chinguel Fiestas**

## **Agradecimiento**

A los funcionarios del Proyecto Especial Jaén San Ignacio Bagua – PEJSIB, por autorizar la investigación en la obra “Continuación y culminación del proyecto de irrigación Amojao”.

A los directivos del CONSORCIO BAGUA, por brindar las facilidades para la ejecución de la investigación.

**Manuel Jesús Díaz Quiroz**

A la universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de alcanzar el sueño de ser profesional de éxito, a mi asesor Luis Villar Requiza Carbajal, por sus enseñanzas y apoyo incondicional y desinteresado para lograr la culminación de la tesis. A mis profesores de pregrado por sus valiosos conocimientos transmitidos. Al Proyecto Especial Jaén Bagua San Ignacio y al Consorcio Bagua por las facilidades brindadas para la ejecución de la tesis

**Anderson Paul Chinguel Fiestas**

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	19
3.1. Tipo nivel y diseño de investigación .....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis estadístico de los datos .....	28
3.7. Aspectos éticos .....	28
IV. RESULTADOS .....	29
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS .....	60

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Población/ muestras a evaluar la resistencia del shotcrete</i> .....	21
Tabla 2. <i>Caracterización del agregado global</i> .....	29
Tabla 3. <i>Diseño de mezclas del shotcrete <math>f'c</math> 320 Kg/cm<sup>2</sup></i> .....	30
Tabla 4. <i>Diseño de mezclas del shotcrete según tratamiento T1</i> .....	30
Tabla 5. <i>Diseño de mezclas del shotcrete según tratamiento T2</i> .....	31
Tabla 6. <i>Diseño de mezclas del shotcrete según tratamiento T3</i> .....	31
Tabla 7. <i>Dosificación de los aditivos en el shotcrete</i> .....	32
Tabla 8. <i>Resistencia promedio del shotcrete a los 3 días</i> .....	32
Tabla 9. <i>Resistencia promedio del shotcrete a los 7 días</i> .....	33
Tabla 10. <i>Resistencia promedio del shotcrete a los 28 días</i> .....	34
Tabla 11. <i>Evolución de la resistencia promedio a la compresión del shotcrete</i> ....	35
Tabla 12. <i>Incremento de la resistencia del shotcrete a los 28 días</i> .....	36
Tabla 13. <i>Resultado de la prueba de normalidad Shapiro Wilk de los tratamientos</i> .....	38
Tabla 14. <i>Análisis de varianza de las medias de la resistencia a la compresión del shotcrete</i> .....	39
Tabla 15. <i>Prueba de Tukey para las medias de resistencia a la compresión del shotcrete</i> .....	39

## Índice de figuras

Figura 1. <i>Plastificante para shotcrete</i> .....	13
Figura 2. <i>Acelerante de fragua para shotcrete</i> .....	14
Figura 3. <i>Aditivo microsilica para shotcrete</i> .....	15
Figura 4. <i>Fibra metálica para shotcrete</i> .....	16
Figura 5. <i>Extracción de núcleos diamantinos para ensayos de resistencia a la compresión del shotcrete</i> .....	17
Figura 6. <i>Aplicación de shotcrete para túnel</i> .....	17
Figura 7. <i>Diversas máquinas para aplicación de shotcrete</i> .....	18
Figura 8. <i>Esquema del diseño experimental puro</i> .....	19
Figura 9. <i>Procedimiento para la ejecución del trabajo de investigación</i> .....	22
Figura 10. <i>Desarrollo del análisis de granulometría del agregado</i> .....	24
Figura 11. <i>Resistencia promedio a la compresión del shotcrete a los 3 días</i> .....	33
Figura 12. <i>Resistencia promedio a la compresión del shotcrete a los 7 días</i> .....	34
Figura 13. <i>Resistencia promedio a la compresión del shotcrete a los 28 días</i> .....	35
Figura 14. <i>Evolución de la resistencia a la compresión del shotcrete</i> .....	36
Figura 15. <i>Jerarquización de los tratamientos según Tukey</i> .....	40

## Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Jaén, donde se comprobó la influencia del plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia a la compresión del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao; para su realización se hizo un diseño experimental puro, el muestreo fue no probabilístico acorde con la norma técnica E 060; la técnica utilizada fue la observación y los instrumentos fueron los formatos guías de observación, el análisis de datos fue con estadística inferencial; la problemática que dio origen a la investigación es la escasa información existente en la formulación de shotcrete para el sostenimiento de túneles hidráulicos, para optimizar su calidad y costos, de acuerdo a la realidad de las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas, y así garantizar la estabilidad y durabilidad del túnel construido; se obtuvo, que al usar el 100 % de la dosis recomendada según ficha técnica de los aditivos para shotcrete plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, la resistencia a la compresión fue de 439.33 Kg/cm<sup>2</sup>, frente a la resistencia del shotcrete patrón que alcanzó 322.67 Kg/cm<sup>2</sup>; se comprobó la influencia del plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, en la resistencia a la compresión del shotcrete, ya que al utilizar estos aditivos al 100 % de su dosis recomendada, se logra un incremento del 36.16 % de la resistencia a la compresión del shotcrete con respecto al patrón.

**Palabras clave:** Shotcrete, aditivos para shotcrete, resistencia a la compresión, túnel hidráulico.

## **Abstract**

The present research work was carried out in the city of Jaén, where the influence of the plasticizer, accelerator, metallic fiber and microsilica on the compressive strength of shotcrete for the support of Amojao tunnel was verified; for its realization a pure experimental design was made, the sampling was non-probabilistic according to the technical standard E 060; the technique used was observation and the instruments were the observation guide formats, the data analysis was with inferential statistics; The problem that gave rise to the research is the scarce existing information on the formulation of shotcrete for the support of hydraulic tunnels, to optimize its quality and costs, according to the reality of the geological, geotechnical and hydrogeological conditions, and thus guarantee the stability and durability of the constructed tunnel; it was obtained that when using 100% of the recommended dosage according to the technical data sheet of the additives for shotcrete plasticizer, accelerator, metallic fiber and microsilica, the compressive strength was 439.33 Kg/cm<sup>2</sup>, compared to the resistance of the standard shotcrete which reached 322.67 Kg/cm<sup>2</sup>; the influence of the plasticizer, accelerator, metallic fiber and microsilica on the compressive strength of the shotcrete was proved, since when using these additives at 100 % of their recommended dosage, an increase of 36.16 % of the compressive strength of the shotcrete with respect to the standard was achieved.

**Keywords:** Shotcrete, shotcrete admixtures, compressive strength, hydraulic tunnel.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto lanzado o proyectado, también llamado shotcrete, es una forma de utilizar el concreto en obras especiales como son los túneles hidráulicos u otros túneles, debido a que la forma de aplicación es más fácil, eliminando la necesidad de utilizar encofrados, los mismos que debido a la sección curva, serían difíciles de realizar en ambientes confinados.

Los túneles son estructuras muy importantes en obras hidráulicas, y su diseño y construcción están influenciadas por la naturaleza del tipo de roca, las cargas que se generan en las paredes del mismo, y la hidrogeología; estas estructuras deben garantizar un comportamiento estable frente a factores externos diversos.

El túnel hidráulico Amojao es parte del Proyecto de Irrigación Amojao, y durante su construcción presenta problemas diversos, como diferentes tipos de roca, afloramientos de agua, inestabilidad geotécnica; los mismos que han generado dificultades y retrasos durante el proceso de colocación del shotcrete como sostenimiento interno de la estructura.

Tanto en el Perú como en la región de Cajamarca, y regiones cercanas, la construcción de túneles será cada vez más necesario en obras de infraestructura hidráulica, y el componente geotécnico e hidrogeológico, pueden generar problemas de inestabilidad durante el recubrimiento y sostenimiento de la estructura.

El uso adecuado de aditivos para el concreto como son los plastificantes o fluidificantes, acelerantes, refuerzos como la fibra metálica y el uso de microsílíce, hacen que el concreto fabricado cumpla con los altos requerimientos que este tipo de obras demanda, sobre todo en resistencia mecánica, facilidad de colocación, y fraguado acelerado, (SIKA, 2018). El concreto lanzado ofrece múltiples beneficios en obras de infraestructura como túneles hidráulicos, ya que se puede preparar fácilmente, debido a los aditivos utilizados pueden lograr las resistencias mecánicas exigidas con menor cantidad de concreto, incluso con una reducción de hasta el 50 % del espesor de la estructura, lo que conlleva a una reducción en el costo, en el consumo de materiales y en el tiempo de ejecución de una obra, (Martínez Vargas, 2011).

Es por eso que tomando en cuenta la problemática existente, de la escasa o nula experiencia local en la formulación de shotcrete para túneles hidráulicos, se planteó la investigación de ensayar combinaciones de aditivos de concreto como son plastificante, acelerador de fragua, fibra metálica y microsilica, con tres diseños de mezclas de concreto para determinar, de manera científica, los resultados de la calidad del concreto lanzado obtenido, expresada en su resistencia mecánica a la compresión, y de esta manera garantizar la estabilidad del túnel hidráulico durante su vida útil.

Dentro de la **formulación del problema**, se tiene el **problema general** el mismo que fuera definido: ¿Cómo influye la adición de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia a la compresión del shotcrete para el sostenimiento del túnel Amojao 2022?

Por otro lado, los **Problemas específicos** son: ¿Cómo es el diseño de mezcla del concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022?, ¿Cuánto es la resistencia a la compresión del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022? y, ¿Cómo debe ser una formulación adecuada de concreto lanzado con el uso de los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica según el tipo de roca característica del túnel hidráulico Amojao 2022?

La investigación se **justifica** mediante:

Justificación general: La presente investigación se realizó teniendo en cuenta la importancia que tienen el uso del shotcrete ya que en el Perú debido a la condición de la orografía es conveniente la construcción de túneles, utilizando el sistema de Shotcreteado, ya sea en proyectos viales, de irrigación o energéticos (Cabrera Plasencia y Leonardo Garay, 2015, p.2). Otra razón por la que se llevó a cabo esta investigación es la problemática que genera la poca existencia de información de manera local y regional sobre la formulación adecuada del concreto lanzado o shotcrete para obras de túneles hidráulicos, por lo que se pueden cometer errores en la preparación de este, generando un shotcrete de mala calidad que no cumpla con las exigencias de resistencia mecánica lo que conlleva a un deterioro de la infraestructura construida, caída

de rocas causando pérdidas económicas o en el peor de los casos la muerte del personal (Moreno Zazueta y Rodríguez Zavala, 2017, p.21). Al no garantizar la estabilidad del túnel hidráulico, pone en riesgo todo el proyecto de irrigación Amojao, generando un desabastecimiento de agua de riego para los agricultores beneficiarios de este proyecto, conllevando a una disminución en la producción agrícola en la zona de influencia del proyecto. Por ende, es necesario realizar una correcta formulación del concreto lanzado de acuerdo a la realidad geológica e hidrogeológica de la estructura que garantice a través del sostenimiento la estabilidad de toda la estructura del túnel hidráulico. El concreto lanzado o shotcrete, es mejorado significativamente utilizando aditivos que le permiten adquirir propiedades como alta resistencia mecánica, mejora en la colocación y un fraguado más rápido (SIKA, 2018); estas propiedades garantizan la estabilidad de la estructura del túnel hidráulico. El uso adecuado de plastificante, acelerante de fragua, fibra metálica y microsilica, como aditivos del concreto lanzado, de acuerdo a la naturaleza geológica e hidrogeológica de la estructura del túnel hidráulico Amojao, permitió contar con una formulación recomendada para la preparación de shotcrete que garantice la estabilidad y vida útil de infraestructuras tipo túnel hidráulico.

Justificación teórica: La naturaleza geológica, expresada en el tipo de roca, e hidrogeológica, manifestada en los afloramientos de agua en la parte interna del túnel hidráulico, pueden desestabilizar la estructura de sostenimiento construido, por lo que es necesario que el concreto lanzado que se utilice para el sostenimiento de la estructura, cumpla con requisitos de resistencia mecánica a la compresión, facilidad de colocación o proyección, y rapidez en el fraguado; estas propiedades le confieren la combinación óptima de aditivos plastificantes, acelerantes de fragua, fibra metálica y microsilica.

Justificación práctica: Para que el concreto lanzado cumpla con las propiedades necesarias que garanticen la estabilidad mecánica del túnel hidráulico, se debe utilizar un plastificante y microsilica para mejorar la trabajabilidad y colocación o proyección del concreto, así como un correcto uso del agua de amasado; una fibra metálica que incrementa significativamente la resistencia mecánica a la compresión y flexión; y, un acelerante de fragua, para que el fraguado se lleve a cabo a unos pocos minutos luego de la colocación. Además, la combinación

de los aditivos permite una impermeabilidad total del concreto una vez fraguado, lo que permite un correcto manejo de la humedad propia de la estructura.

Justificación metodológica: La investigación respetó los procedimientos metodológicos para garantizar la validez de los resultados, los datos fueron recogidos en formatos establecidos por las normas existentes y vigentes, de esta manera, los resultados son considerados como válidos y confiables. Las pruebas estadísticas aplicadas garantizan la contrastación de la hipótesis y confiabilidad de las conclusiones.

Justificación social: El uso adecuado de los aditivos para el concreto lanzado que se aplica en el sostenimiento interno del túnel hidráulico, garantiza su estabilidad y vida útil, y de esta manera, la normal y correcta operatividad de todo el proyecto de irrigación Amojao, lo que beneficia en la producción de los agricultores instalados dentro del área de influencia de dicho proyecto.

Por su parte la **hipótesis** constó de **hipótesis general** que fue: El uso de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica incrementa la resistencia a la compresión del concreto lanzado para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022. Y las **hipótesis específicas** que fueron: El diseño de mezcla del concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica para el sostenimiento de túnel hidráulico garantiza la resistencia mecánica exigida por la obra, Amojao 2022; la resistencia a la compresión del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, para el sostenimiento del túnel hidráulico, se incrementa con respecto al no uso de aditivos, Amojao 2022; y, la formulación adecuada de concreto lanzado con uso de aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica según el tipo de roca característica del túnel hidráulico, optimiza el uso de recursos para alcanzar la resistencia mecánica deseada, Amojao 2022.

Del mismo modo, los objetivos de esta investigación fueron el objetivo general y los objetivos específicos. Como **objetivo general** se tuvo determinar la influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia a la compresión del shotcrete para el sostenimiento del túnel Amojao 2022. Por su parte los **objetivos específicos** fueron: Formular el diseño de mezcla del concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra

metálica y microsilica para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022; medir la resistencia a la compresión del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022 y, proponer una formulación adecuada de concreto lanzado con el uso de los aditivos ensayados según el tipo de roca característica del túnel hidráulico Amojao 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para esta investigación como **Antecedentes internacionales** se tiene:

Syed Azmat et al., (2021), indican que el concreto proyectado presenta un rendimiento deficiente cuando está sometido a tensión, por lo que se realizó un estudio experimental donde se diseñó dos mezclas de Shotcrete con refuerzo de fibras acero y polipropileno, logrando de esta manera mejorar la resistencia a la compresión y a la tracción del Shotcrete, ya que al agregar 3kg de fibras de polipropileno aumentó en casi un 20 % la resistencia a compresión del concreto proyectado, la resistencia a tracción y flexión también incrementó, del mismo modo las fibras de acero incrementaron la resistencia a la compresión, tracción y flexión del Shotcrete.

Mohammad Shakhawat et al., (2021), se evaluó el efecto de tres aceleradores (aluminato, mineral de cemento y aceleradores libres de álcalis) sobre el comportamiento a la flexión a largo plazo del hormigón proyectado reforzado con fibras de acero, logrando como resultados una resistencia a la flexión para las muestras con aluminato de 7,15 MPa y 5,44 MPa a los 12 y 24 meses respectivamente, para las muestras con acelerador libre de álcalis la resistencia a la flexión fue 6,82 MPa y 5,47 MPa a los 12 y 24 meses respectivamente. Por lo que se concluye que el mejor aditivo para el Shotcrete es el acelerador libre de álcalis ya que indica mayor capacidad de carga a largo plazo, además es más seguro para el medio ambiente y los trabajadores.

Jun-Mo Yang, Jin-Kook Kim y Doo-Yeol Yoo, (2017, p.85), investigaron el rendimiento de un concreto proyectado reforzado con fibras amorfas, obteniendo como resultados que las fibras metálicas amorfas brindan una mayor resistencia a la flexión, pero una menor resistencia residual a la tensión después del primer agrietamiento, una menor capacidad de absorción de energía y un mayor "rebote" relación durante el proceso de pulverización.

Xu Yan et al., (2018), determinaron los efectos de la sílice reforzada con fibras de acero sobre las propiedades mecánicas del shotcrete para túnel, donde lograron mejorar la capacidad de tracción, flexión y corte del hormigón proyectado en un 77,42 %, 72,73 % y 98,31 % respectivamente.

De Belie, Grosse, Kurzy y Reinhardt, (2005), evaluaron la influencia del aditivo aluminato alcalino y libre de álcali en el shotcrete, donde se obtuvo que el aluminato alcalino produjo una disminución en la resistencia del shotcrete en cambio el acelerador libre de álcali mejoró la resistencia por lo que se recomienda su uso.

Marques et al., (2005), en la Universidad de San Carlos en Brasil, se realizó una evaluación del efecto de tres clases distintas de aditivos de fraguado: inorgánicos (silicato de sodio (SS); cloruro de calcio (CC)); orgánico polielectrolito (poliacrilato de sodio (PAS)); y polímero potenciador de la viscosidad (hidroxietilo de celulosa QP90 (HEC)) en las propiedades termodinámicas del shotcrete, encontrando que los aditivos orgánicos como el PAS aumentaron significativamente la resistencia del shotcrete.

En Taiwan los investigadores Chia-Han Lee, Tai-Tien Wang y How-Ji Chen, (2013), indicaron que el concreto proyectado con alta resistencia a la compresión uniaxial tienen alta dureza superficial, alta resistencia eléctrica y baja permeabilidad, lo que implica una excelente durabilidad a corto plazo, por lo que es necesario mejorar dicha resistencia para una duración a largo plazo.

Paglia, Wombacher y Böhni, (2001), el sulfato de aluminio presente en los acelerantes sin álcali favorece la cristalización de prismas de etringita (2–7  $\mu\text{m}$ ) entre los clinkers, conectándolos en una masa compacta y acelerando el fraguado en el concreto proyectado, por ende, se logra una buena resistencia a temprana edad.

Wei Huang, Qin Yong Ma, Peng Bo Cui, (2010), estudiaron la resistencia a la flexión del hormigón proyectado preparado con cementos, agentes acelerantes, agentes caros y fibras de acero, logrando mejorar esta resistencia utilizando una fracción de fibras de acero por volumen de 1,2 % al 1,6 % y el porcentaje de adición de agente costoso en el material aglutinante fue del 8 %.

Shengai Cui et al., (2018), indican que en ambientes cálidos y secos suele disminuir la resistencia a la compresión y a la tracción del shotcrete después de 7 días, esto se solucionó utilizando fibras de acero ondulado (SF-W) que aumentó la resistencia a la compresión en un 17,2 %, 37,5 % y 119,4 % a 1, 7

y 28 días de edad, respectivamente, también se usó fibra de acero con extremo en forma de gancho(SF-HE) que aumentó la resistencia a la tracción en un 88,5 %, 72,6 % y 110,6 % a 1 día, 7 días y 28 días de edad, respectivamente.

Roar Myrdal, (2007), menciona que los aceleradores de concreto proyectado proporciona un acortamiento del tiempo de fraguado, por ende, causa un aumento en el desarrollo temprano de la resistencia, recomendando el uso de aceleradores sin álcali los cuales se basan en sulfato de aluminio como ingrediente principal, a menudo combinado con dietanolamina y ácidos orgánicos (oxálico, fórmico) y/o ácidos inorgánicos (fósforo, fluorhídrico).

Alun Thomas y Stefan Bernard, (2021), proporciona una descripción sobre el uso de concreto proyectado o shotcrete reforzado con fibra para la construcción de túneles, donde indica que a medida que la tecnología ha ido avanzando han surgido varios tipos de fibras y se han desarrollado estándares para la fabricación, prueba y aplicación de todos estos tipos de fibras, determinado que pueden mejorar las propiedades de los concretos proyectados por lo que se recomienda utilizarlas como refuerzo.

Reinhard Perner et al., (2021), en la construcción del Túnel de Albula de 5860 m se utilizó shotcrete reforzado con fibras de acero, ya que le brindó mejor comportamiento mecánico óptimo para aplicarlo como soporte y revestimiento de dicho túnel.

Masayasu Hisatake, (2003) analizó el efecto del hormigón proyectado de alta resistencia reforzado con fibra de acero (SFRS) aplicado a un túnel de compresión, determinando que el shotcrete reforzado con fibras de acero puede utilizarse como un revestimiento primario razonable para túneles excavados en terrenos con condiciones geológicas severas ya que la alta resistencia durante las primeras etapas de la ejecución y la ductilidad después de su máxima resistencia contribuyen a la construcción segura de túneles de compresión.

Yun et al., (2022), menciona que actualmente es muy utilizada la tecnología del hormigón proyectado de mezcla húmeda siendo necesario usar varios aditivos para mejorar su capacidad de bombeo y disparo, además de sus propiedades.

La sílice coloidal y el humo de sílice es una buena alternativa para lograr un shotcrete de buena calidad ya que la viscosidad del torque disminuye y la resistencia al flujo aumenta. También se estableció que estos materiales complementarios de cemento mejoran la resistencia y durabilidad del hormigón proyectado.

Shang et al., (2017), analizó una mezcla de shotcrete con adición de aditivos, demostrando que utilizar ácido poliacrílico en un 0,02%, acelerador J85 en un 5% y bentonita en un 7 % se promovió la humectabilidad, la cohesión y la trabajabilidad de la pasta de cemento en el proceso de hidratación, además mejoró la resistencia del concreto proyectado.

Acero Pachón (2017), emplearon fibras como refuerzo para shotcrete utilizado para soporte y revestimiento de túneles, se usó una combinación de fibras metálicas y sintéticas encontrando que al usar cantidades elevadas de fibras produce una disminución en la resistencia a la compresión por lo que la cantidad idónea a utilizar de fibras metálicas es de 30 kg/m<sup>3</sup> a 40 kg/m<sup>3</sup> y sintéticas de 4 kg/m<sup>3</sup> a 8 kg/m<sup>3</sup>.

Martines Vargas (2011), el uso de fibras en el shotcrete tiene más ventajas tanto técnicas como económicas que su uso en el concreto convencional, de tal manera que utilizar aditivos conjuntamente con fibras sintéticas logró incrementar resistencia del concreto proyectado en un 21%.

Moreno Zazueta y Rodríguez Zavala, (2017), establece que el concreto proyectado está compuesto por cemento, agregados, agua y aditivos, dicha mezcla es proyectada neumáticamente; se usa como revestimiento de túneles, soporte en obras mineras entre otros, por ende, debe tener un buen comportamiento mecánico, para ello se usó adición de fibras de acero y fibras plásticas demostrando que no existe variación significativa en la resistencia del concreto lanzado al utilizar fibras de acero o fibras plásticas.

Para esta investigación como **antecedentes nacionales**, se tiene:

Ortega Gaona (2020), determinó la influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de Shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la Mina Uchucchacua, demostrando que

hay una influencia positiva del aditivo superplastificante y fibra sintética ya que incremento la resistencia a compresión y además mejoraron las demás propiedades evaluadas.

Cornejo Monago, (2020), en la mina San Cristobal se elaboró un shotcrete de calidad para ser utilizado como sostenimiento en excavaciones mineras, logrando un buen resultado al utilizar una cantidad optima de  $40\text{kg/m}^3$  de fibra metálica, con la cual se obtuvo una resistencia de  $f'c = 615 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

Avila Cadillo, (2019), evaluó la incidencia de un aditivo SIKA VISCOCRETE SC 90 en las propiedades físicas y mecánicas del shotcrete, obteniendo como resultados que el shotcret tuvo una porosidad de 0.070%, y la densidad promedio fue 2.09 TM/m, por otro lado, respecto a las propiedades mecánicas, la resistencia fue 26.01 MPa y 36.54 MPa, a los 7 y 28 días respectivamente, concluyendo que el aditivo SIKA VISCOCRETE SC 90 es una buena alternativa para mejorar las propiedades del shotcrete, habiendo una relación positiva entre calidad costo.

Aragon Quispe y Cornejo Mamani, (2017), han diseñado shotcrete con 10 Kg, 20 Kg ,30 Kg, 40 Kg de fibra metálica por metro cúbico de concreto y 2 Kg, 4 Kg, 6 Kg y 8 Kg de fibra sintética, encontrando que la cantidad idónea de fibra metálica fue  $40 \text{ kg/m}^3$  logrando aumentar la resistencia a compresión un 20.99%.

Melendez Calderon, (2018), menciona que el shotcrete está siendo muy usado como soporte de roca en excavaciones mineras, en la mina Marca Punta Norte de Sociedad el Broncal se diseñó una mezcla de shotcrete utilizando de 28 litros/ $\text{m}^3$  de acelerante libre de álcalis, aditivos hiperplastificantes a base polycarboxilatos y dióxido de silicio, con la finalidad de acortar el periodo de fraguado inicial y mejorar la resistencia y durabilidad del concreto proyectado, alcanzando de esta manera una resistencia de  $20 \text{ kg-f/cm}^2$  en 2 horas de fragua.

Tengan Shimabukuro, (2011), elaboró un análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de Alcalis para Shotcrete, indicando que las

probetas de shotcrete con los tres aditivos acelerantes de fragua ensayados obtuvieron una resistencia a la compresión que cumplió con las Especificaciones Técnicas, sin embargo, el aditivo Meyco SA160 fue el que logró optimizar los costos por metro cúbico de shotcrete, por lo que se recomienda su uso.

Huacho Contreras y La Fuente Conga, (2021), produjeron un cemento geopolímero para shotcrete utilizando el silicato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) e hidróxido de sodio (NaOH) como activadores alcalinos logrando una resistencia a la compresión de hasta 19 MPa a los 28 días de curado, además se redujo 73% en emisiones de CO<sub>2</sub> obteniendo un concreto proyectado ecoeficiente y sostenible.

Ramos Robles, (2017), indica que la resistencia del shotcrete puede mejorar con la adición de aditivos, sin embargo, las condiciones de colocación, el tipo de equipo utilizado para su aplicación, la calidad del personal, también influyen en las propiedades y comportamiento del shotcrete.

Santos Arizapana, (2019), en su investigación indica que aditivos como el plastificante, superplastificante y acelerante de fragua son una buena alternativa para ser utilizados como refuerzo en la fabricación de concreto proyectado ya que son capaces de brindar una buena resistencia a temperaturas normales según los requerimientos de las obras en la unidad minera Chungar de la compañía minera Glencore Group SAC.

Cervantes Abarca y Villa Meza, (2015), elaboraron concreto proyectado utilizando dos tipos de cemento los cuales fueron cemento tipo IP y HE para el revestimiento del túnel de la mina Orcopampa–Arequipa, encontraron que el shotcrete con cemento tipo HE presento una diferencia significativa del 62% en la resistencia a la compresión sobre el concreto proyectado con cemento tipo IP.

Tapia Choquehuanca, (2017), se diseñó un shotcrete utilizando 9 bolsas de cemento, logrando como resultados un concreto proyectado con una resistencia a la compresión promedio de 223.06 Kg/cm<sup>2</sup>.

Como **bases teóricas** en la presente investigación se detallarán las siguientes teorías: Aditivos, plastificante, acelerante, fibra metálica, microsilica, resistencia del shotcrete y shotcrete.

Los aditivos del concreto son sustancias en estado sólido o líquido que modifican las propiedades físicas y mecánicas del concreto lanzado con el objetivo de mejorarlas de acuerdo a los requerimientos de las obras de túneles hidráulicos y otros túneles, (SIKA, 2018).

Los aditivos plastificantes y superplastificantes se utilizan para proveer al shotcrete mejores propiedades físicas y mecánicas, de acuerdo a la norma EN 934, se dice que “este tipo de aditivos se denominan reductores de agua simples (plastificantes o fluidificantes), y/o reductores de agua de alta actividad (superplastificantes o superfluidificantes), esto según su intensidad y su uso brinda una mejora en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, además de mejorar otras propiedades”. Otras definiciones similares son dadas por las normas ACI116 y ASTM C125 (Samaniego Orellana, 2018, p. 49). Este aditivo permite reducir el contenido de agua del concreto sin causar modificaciones en su consistencia, también puede incrementar el asiento y escurrimiento del concreto (Samaniego Orellana, 2018, p. 40).

Históricamente los primeros aditivos plastificantes datan de los años 30, con la finalidad de fabricar concretos de alta resistencia ya que permiten reducir el contenido de agua en el concreto. Con el pasar de los años se desarrollaron los aditivos superplastificantes. Los aditivos de naturaleza plastificante han ido evolucionando constantemente desde los primeros aditivos a base de lignosulfatos a los actuales policaborxilatos modificados (Cruz Choquetoma, 2019, p. 24).

Los plastificantes son una excelente alternativa para elaborar concretos de mayor resistencia o desempeño con un costo bajo. Estos aditivos se utilizan principalmente cuando se desea mejorar la resistencia del concreto, pero sin alterar los tiempos de fraguado. Sin embargo, en la actualidad la mayoría de aditivos plastificantes tienen un efecto retardante (SIKA, s.f.).

Según Umiri (2019), la dosis de plastificante comúnmente utilizada es de 200ml a 450 ml por cada 100kg de material cementante, sin embargo, se recomienda hacer investigaciones para determinar la dosis correcta a utilizar según sea el caso.

Si bien los plastificantes ayudan a mejorar ciertas propiedades de los concretos, es fundamental tomar en cuenta algunas consideraciones al momento de usar dichos aditivos, dichas consideraciones son: Muchos plastificantes tienen retardantes por lo que aplicar dosis incorrectas puede generar problemas en el tiempo de fraguado, algunos retardantes tienen cloruros por lo que puedes causar corrosión del acero de refuerzo (Umiri Flores, 2019).



*Figura 1. Plastificante para shotcrete*

*Fuente: SIKA, (2018)*

Por su parte el acelerante de fragua “Es un tipo de aditivo usado para lograr una alta resistencia inicial del concreto, por lo que es ideal para ser utilizado en shotcrete ya que brinda una excelente resistencia, además de conseguir una buena adherencia entre la mezcla lanzada y el macizo rocoso a sostener” (Cruz Choquetoma, 2019, p. 24).

Utilizar este tipo de aditivos trae ciertas ventajas, tales como desencofrado en menor tiempo de lo usual, reducción del tiempo de espera necesario para el acabado superficial, reducción de presiones sobre los encofrados, posibilitando mayores alturas de vaciado y contrarresta el efecto de las bajas temperaturas en clima frío, debido a que desarrolla rápidamente el calor de hidratación,

umentando la temperatura del concreto, y por ende la resistencia (Huamaní Alcalde y Solon Reyes, 2019, p.21).

La norma EN 493-2 clasifica a los acelerantes en acelerante de fraguado que son aquellos que reducen el tiempo de transición de la mezcla de estado plástico a estado rígido y los acelerantes de endurecimiento que son aquellos que permiten obtener una resistencia temprana en el concreto afectando o no el tiempo de fraguado (SIKA, s.f.).

La composición química de los acelerantes es muy variada, pues tiene como base química sales orgánicas o inorgánicas y entre los principales componentes están los cloruros, fluoruros, hidróxidos, nitritos, nitratos, carbonatos, sulfatos, bromuros, alcanolaminas, tiosulfatos, tiocianatos, ácidos carboxílicos, silicatos, perclorato y aluminatos ((SIKA, s.f.).



*Figura 2. Acelerante de fragua para shotcrete*

Fuente: SIKA, (2018)

La definición de Microsilica es otro punto a tener en cuenta en esta investigación, en tal sentido la microsilica es un mineral conformado por esferas de dióxido de silicio ultra fino que se genera como subproducto durante el proceso de elaboración de silicio metálico o ferro silicio en hornos de alta temperatura. La microsilica se utiliza en el concreto ya sea como adición o como sustitución parcial del cemento. La finalidad de utilizar microsilica en la fabricación del concreto es mejorar las propiedades del mismo, ya que, al

reaccionar con el hidróxido de calcio, derivado de la hidratación del cemento, forma más silicato de calcio incrementando de esta manera la resistencia y reduciendo la permeabilidad (QuimiNet, 2015, p.1).

Utilizar microsilica en el concreto tiene ventajas tales como: aumenta la resistencia, mejora la durabilidad del concreto debido a que brinda protección contra la abrasión y erosión, disminuye la permeabilidad y disminuye la presencia de eflorescencia (QuimiNet, 2015, p.1).



*Figura 3. Aditivo microsilica para shotcrete*

Fuente: SIKA, (2018)

A su vez es importante acerca de las fibras de acero las cuales forman parte de las fibras metálicas y “son componentes alargados que se agregan a la mezcla con el objetivo de prevenir que el concreto se agriete por el efecto de retracción que produce el fraguado o la variación del calor o temperatura, también se usa además como un tipo de refuerzo del concreto para brindarle mejores propiedades como la resistencia mecánica a la flexión, corte y al mismo tiempo la vida útil del concreto” (Lao Odicio, 2007, p. 15). “En la actualidad este tipo de fibras son las más usadas por la industria de la construcción, debido a su facilidad de mezclado y a su buena adherencia a las pastas. Estas fibras se producen de un material fino de forma filamentosa constituido por un acero con un bajo contenido de carbono, los cuales tienen un calibre que se encuentra

entre 0,25 mm y 0,80 mm. El largo de las fibras de acero varía desde los 10 mm hasta los 75 mm” (Chapoñan Cueva y Quispe Cirilo, 2017, p. 59).

Al utilizar fibras de acero como refuerzo del concreto estas generan ciertos beneficios o ventajas tales como aumentan la resistencia al corte y al impacto, mejoran la adherencia, incrementan la ductilidad, incrementan la resistencia a tracción y torsión, entre otros (PSI, 2020).



*Figura 4.* Fibra metálica para shotcrete.

Fuente: SIKA, (2018)

Por otro lado, tenemos que la resistencia del Shotcrete es una de las propiedades más importante de este tipo de concreto, ya que llega a alcanzar una alta resistencia en poco tiempo, lo que lo hace diferente a los demás concretos. Debido a que contiene mayor cantidad de cemento y posee aditivos acelerantes de fragua, permite alcanzar una alta resistencia en menor tiempo a comparación de otros concretos. Es necesario que el shotcrete cuente con una buena resistencia, ya que generalmente es utilizada en obras subterráneas por lo que requiere tener un excelente comportamiento mecánico (Linares Pipón, 2018, p. 5).

Según Putzmeister (2015) el shotcrete que es utilizado para el sostenimiento de obras subterráneas como túneles requiere de una resistencia mínima durante las primeras horas después de haber sido proyectado. La manera más apropiada de medir la resistencia del shotcrete es hacer *in situ* a través de testigos de concreto o desde un panel de prueba de producción.



*Figura 5.* Extracción de núcleos diamantinos para ensayos de resistencia a la compresión del shotcrete.

Fuente: Acero Pachón, (2017)

El shotcrete o concreto proyectado, también denominado concreto lanzado o concreto proyectado, “es un compuesto formado por agregados, cemento, agua, fibras y aditivos”. Se utiliza generalmente para la base de macizo rocoso y es transportado a la zona a fortificar a través de una manguera, donde es impulsado con aire presurizado a alta velocidad hacia la superficie rocosa. El shotcrete es usado en la fabricación de túneles, estabilización de taludes, hidroeléctricas, construcción de edificios, revestimiento de canales, entre otros (Santos Arizapana, 2019, p. 36-37).



*Figura 6.* Aplicación de shotcrete para túnel

Fuente: SIKA, (2018)

La aplicación del shotcrete se puede realizar utilizando dos métodos para colocar el shotcrete: el primero denominado método vía seca en donde se alimenta agua para hidratación en la boquilla de influencia, y el segundo método es vía húmeda, en donde la mezcla trasferida ya contiene el agua necesaria para la hidratación. Años anteriores se utilizaba el procedimiento vía seca; sin embargo, en la actualidad el procedimiento más utilizado es el de vía húmeda, en especial donde el shotcrete es utilizado como soporte de macizo rocoso, ya que brinda mayor calidad, uniformidad y además mejor ergonomía para los trabajadores. Actualmente el shotcrete presenta nuevos avances como adiciones de microsílíce, fibras metálicas, aditivos aceleradores de fragua, plastificantes, entre otros (Santos Arizapana, 2019, p. 39).



*Figura 7.* Diversas máquinas para aplicación de shotcrete

Fuente: SIKA, (2018)

Finalmente se tiene que el túnel hidráulico Amojao es parte del Proyecto de Irrigación Amojao, dicho proyecto abarca los distritos de La Peca, Bagua, El Parco y Copallin en la provincia de Bagua en Amazona, permitiendo el desarrollo agrícola de 9,815 has (5,217 hectáreas de mejoramiento y 4,815 hectáreas incorporadas) beneficiando a casi 10 mil pobladores, significando una excelente oportunidad para mejorar la producción agrícola de esta parte del Perú (Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional-PEJSIB, 2021).

Esta obra es considerada de interés nacional por lo que es fundamental que el concreto proyectado tenga un gran desempeño para garantizar la calidad de la construcción y la alargar el tiempo de vida útil del túnel.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo nivel y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Es un trabajo de investigación aplicada, ya que se hizo con la finalidad de generar conocimientos en el área de la elaboración de concreto lanzado o shotcrete mejorado, con el propósito de que se apliquen en el sostenimiento de túneles hidráulicos, y así solucionar problemas de estabilidad de los mismos.

##### 3.1.2. Nivel de investigación

La investigación que se realizó es de nivel explicativo, ya que buscó establecer la relación de causalidad que existe entre las variables en estudio, es decir entre los aditivos fluidificante, acelerante, fibras metálicas y microsilica en la resistencia mecánica del concreto lanzado o shotcrete.

##### 3.1.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, y de tipo experimental puro; en este caso se tiene dos variables, independiente y dependiente, donde con un experimento, se evalúa a través de pruebas post el efecto que genera una variable en la otra u otras. Para el caso de la investigación a realizar se busca establecer el efecto de la variable independiente que son los aditivos para concreto lanzado sobre la variable dependiente que es la resistencia a la compresión del concreto lanzado o shotcrete.

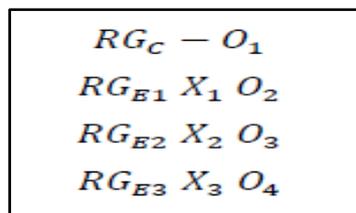


Figura 8. Esquema del diseño experimental puro

Fuente: Elaboración propia

Donde:

R: asignación al azar o aleatoria.

GC: Grupo control shotcrete sin aditivos.

GE1: Mezcla de shotcrete con 25 % dosificación aditivos

GE2: Mezcla de shotcrete con 50 % dosificación aditivos

GE3: Mezcla de shotcrete con 100 % dosificación aditivos

X1: Estímulo de intensidad 25 %

X2: Estímulo de intensidad 50 %

X3: Estímulo de intensidad 100 %

– : Ausencia de aditivos

### 3.2. Variables y operacionalización

Como **variable independiente** se tiene:

- **Aditivos para shotcrete**

- Definición conceptual: Sustancias en estado sólido o líquido que modifican las propiedades físicas y mecánicas del concreto lanzado con el objetivo de mejorarlas de acuerdo a los requerimientos de las obras de túneles hidráulicos y otros túneles, (SIKA, 2018).
- Definición operacional: Determinación del tipo y dosificación de los aditivos utilizados en la fabricación de concreto lanzado.
- Dimensiones: Tipo de aditivo, dosis de aditivo.

Por otro lado, la **variable dependiente** de esta investigación es:

- **Resistencia del shotcrete**

- Definición conceptual: La resistencia del shotcrete es una de las propiedades más importante de este tipo de concreto, ya que llega a alcanzar una alta resistencia en poco tiempo, lo que lo hace diferente a los demás concretos. La resistencia se mide en muestras extraídas o núcleos diamantinos, y se expresa en Mpa, (Linares Pipón, 2018, p. 5)
- Definición operacional: Determinación de la resistencia mecánica del concreto lanzado utilizando muestras de núcleos diamantinos.
- Dimensiones: Tipo de resistencia del concreto lanzado.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población

Es la suma total de individuos que tienen la misma variable dependiente que se va a medir o evaluar. Para la presente investigación, la población lo constituyó el concreto lanzado o shotcrete que se prepara para la construcción del túnel hidráulico Amojao.

#### 3.3.2. Muestra

En la presente investigación lo constituyó los núcleos diamantinos extraídos del concreto lanzado fabricado, el número de la muestra se estableció de acuerdo a las normas técnicas aplicadas al concreto armado y shotcrete.

**Tabla 1.** Población / muestras a evaluar la resistencia del shotcrete

Nº	Tratamiento	Código	Nº Muestra
01	Shotcrete simple - patrón	T-0	9
02	Shotcrete + 25 % dosis de aditivos	T-1	9
03	Shotcrete + 50 % dosis de aditivos	T-2	9
04	Shotcrete + 100 % dosis de aditivos	T-3	9
<b>TOTAL</b>			<b>36</b>

*Fuente:* elaboración propia

La dosis de los aditivos se tomó en cuenta de acuerdo a lo establecido en la ficha técnica resumido en el Informe Técnico N° 0058 “Informe Técnico Diseño de Mezcla de Shotcrete”, CASA & HeH (2019). Los aditivos que se aplicaron fueron un fluidificante comercial, un acelerante de fragua comercial, fibra metálica comercial y microsilica comercial.

#### 3.3.3. Muestreo

Fue no probabilístico, por conveniencia, y el número de muestra se determinó de acuerdo a la norma técnica E 060, que establecen que se debe

obtener tres muestras por tratamiento para la medición de la variable dependiente.

### 3.3.4. Unidad de estudio

Lo constituyeron los núcleos diamantinos obtenidos del concreto lanzado o shotcrete fabricado, curado y fraguado a los 3, 7 y 28 días. Las dimensiones del núcleo diamantino son 3" de diámetro y 6" de alto.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**La técnica** de recolección de datos es la observación, del tipo observación directa durante las actividades realizadas en laboratorio y obtención de datos con presencia del investigador.

Los **Instrumentos** de recolección de datos, fueron formatos guía para registro de datos establecido en las normas técnicas vigentes tanto ACI 214, ACI 5062R, ASTM C64, ASTM C192, y las NTP para la preparación y evaluación de la resistencia mecánica a la compresión del shotcrete.

### 3.5. Procedimientos

Los procedimientos que se siguieron en el presente trabajo de investigación se muestran en la siguiente figura.

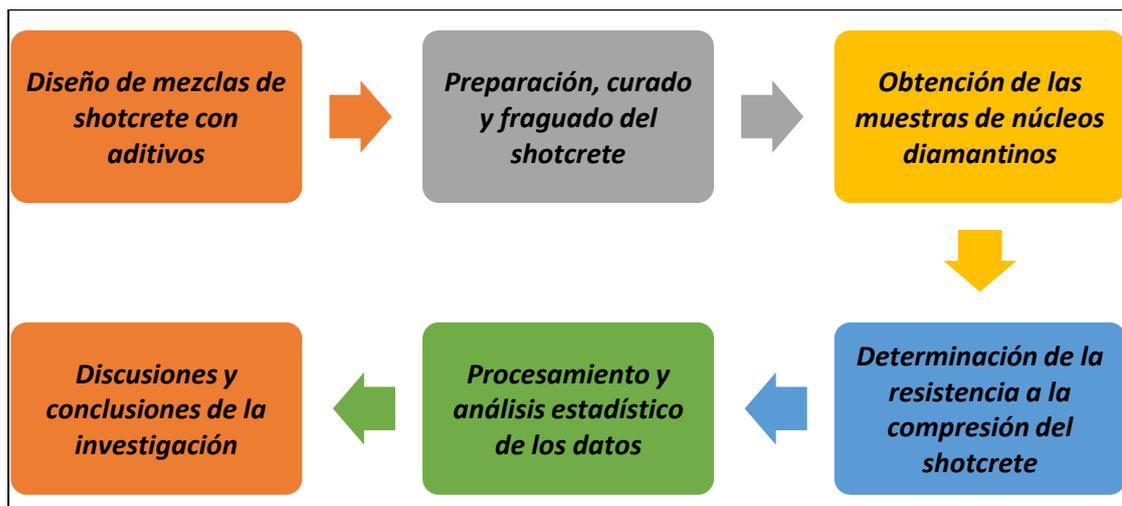


Figura 9. Procedimiento para la ejecución del trabajo de investigación.

Fuente: elaboración propia

### **3.5.1. Diseño de mezclas del shotcrete con adición de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsílica**

- **Análisis del agregado**

El agregado estuvo constituido por un agregado global con un tamaño máximo nominal de 3/8", el procedimiento se describe a continuación:

Equipos y Materiales:

Equipos:

Balanzas. Tuvieron las siguientes características: con aproximación de 0,1 g y sensibilidad a 0,1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.

Estufa: de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.

Materiales:

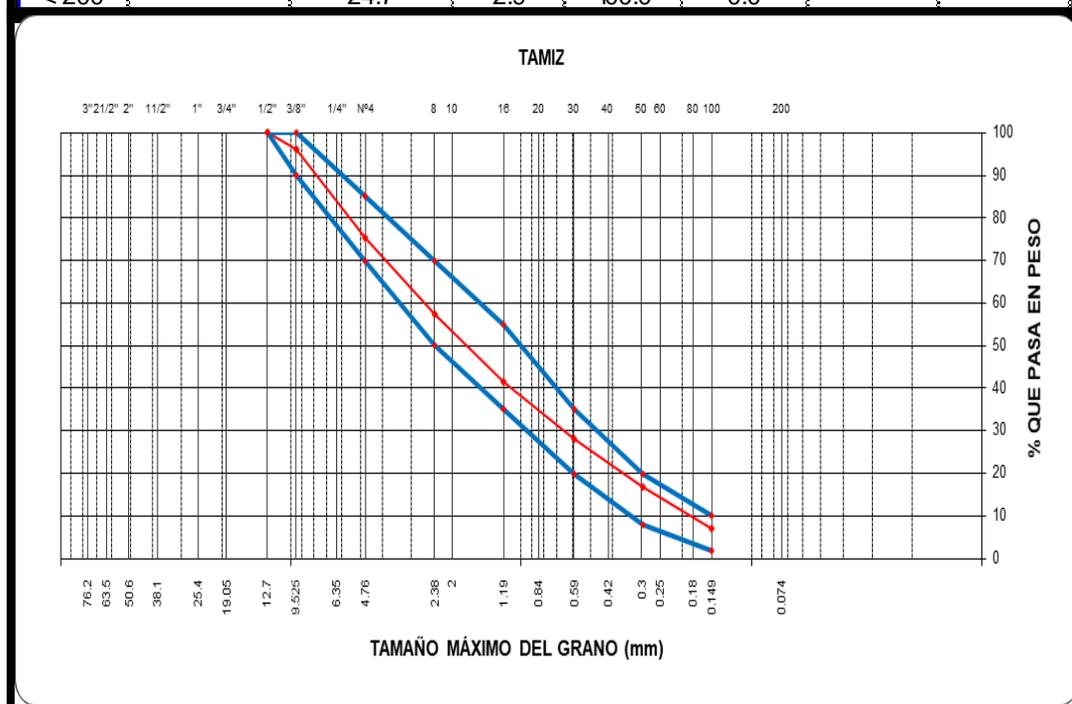
Tamices. Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

Procedimiento:

Secar la muestra a temperatura de  $110 \pm 5$  ° C, hasta obtener peso constante. El agregado se secó a pesar del TMN es de 3/8" por las razones siguientes:

- a) El Tamaño Máximo nominal sea menor de 12 mm (1/2").
- b) El agregado grueso tenga una cantidad apreciable de finos menos que el tamiz N° 4,75 mm (N°4).
- c) El agregado grueso sea altamente absorbente (por ejemplo, los agregados ligeros.)
- d) Las muestras se secaron a temperaturas altas usando planchas calientes sin que afecten resultados, si se mantienen los escapes de vapor sin generar presiones suficientes para fracturar las partículas y temperaturas que no sean mayores para causar rompimiento químico del agregado.
- e) Llenar los datos en el formato guía de observación.

Malla Tamiz	Abert. mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa	Especificación	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400					<b>Huso N° 02</b>	
3/4"	19.050					Min.	Max.
1/2"	12.700				100.0	100	100
3/8"	9.525	33.7	3.9	3.9	96.1	90	100
1/4"	6.350						
4	4.760	178.4	20.8	24.8	75.2	70	85
8	2.380	152.9	17.9	42.6	57.4	50	70
10	2.000						
16	1.190	136.4	15.9	58.5	41.5	35	55
20	0.840						
30	0.590	113.2	13.2	71.8	28.2	20	35
40	0.420						
50	0.297	97.8	11.4	83.2	16.8	8	20
100	0.149	82.4	9.6	92.8	7.2	2	10
200	0.074	36.9	4.3	97.1	2.9		
< 200		24.7	2.9	100.0	0.0		



**Figura 10. Desarrollo del análisis de granulometría del agregado.**

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo del Módulo de Finura para el agregado**

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado} (6" + 3" + 1 \frac{1}{2}" + 3/4" + 3/8" + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100)}{100}$$

$$MF = 3.776$$

### **Cálculo del contenido de humedad del agregado**

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde,

P : es el contenido de humedad [%]

W : es la masa inicial de la muestra [g]

D: es la masa de la muestra seca [g]

Humedad natural del agregado global

$$P = 6.30 \%$$

### **Cálculo de la gravedad específica y absorción de los agregados**

$$\% \text{ de Absorción} = (B - A)/(A) * 100$$

En donde:

A = peso en el aire de muestra secada al horno (g).

B = peso en el aire de muestra saturada-seca en la superficie (g).

$$\text{Absorción del agregado global} = 1.263$$

$$\text{Gravedad específica masa} = (A)/(B-C) = (A)/(V)$$

$$\text{Gravedad específica masa}_{SSD} = (B)/(B-C) = (B)/(V)$$

En donde:

C = peso en el agua de muestra saturada (g).

V = Volumen del agregado (cm<sup>3</sup>)

$$\text{Peso específico de masa agregado global} = 2.586 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$\text{Peso específico de masa saturado agregado global} = 2.618 \text{ g.cm}^{-3}$$

- **Diseño de la mezcla del shotcrete  $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ .**

Se utilizó la metodología de diseño de mezclas recomendado por el Comité 506 de la ACI, en sus normas complementarias ACI-506R-90 “guía del shotcrete”; ACI-5061R “estado del arte en shotcrete reforzado con fibras de acero”; ACI-506-2R “especificaciones para materiales, proporción de mezcla y aplicación del shotcrete”

Datos necesarios para el diseño:

a) Características de los materiales

<b>Característica</b>	<b>Agregado</b>	<b>Unidad medida</b>
Tamaño máximo nominal	3/8	Pulgada
Módulo de finura	3.776	
Contenido de humedad	6.30	%
Peso específico de masa	2.586	$\text{g.cm}^{-3}$
Peso unitario suelto seco	1748	$\text{Kg.m}^{-3}$
Peso unitario compactado seco	1911	$\text{Kg.m}^{-3}$
Absorción	1.263	%

b) Cemento

- ✓ Cemento portland tipo I Pacasmayo
- ✓ Peso específico:  $3.15 \text{ g.cm}^{-3}$

c) Características estructurales

- ✓ Resistencia a la compresión de diseño:  $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$  a 28 días.
- ✓ Resistencia a compresión promedio =  $f'cr = f'c + 8.5 = 40.5 \text{ Mpa}$  o  $405 \text{ Kg/cm}^2$  a 28 días.
- ✓ Asentamiento o Slump: 10”

d) Cantidad de materiales por metro cúbico de concreto

- ✓ Materiales de diseño por metro cúbico

Cemento : 450 Kg  
Agregado global seco : 1532 Kg  
Agua de mezcla : 160 Lt

- ✓ Materiales corregidos por humedad por metro cúbico  
Cemento : 450 Kg  
Agregado global húmedo : 1614 Kg  
Agua de mezcla : 109 Lt

e) Proporcionamiento de materiales

- ✓ Proporcionamiento en peso  
1 : 3.586 : 0.242  
C A.G. Agua

### 3.5.2. Determinación de la resistencia a la compresión del shotcrete

Medición de la resistencia a la compresión. Se midió en la prensa mecánica la resistencia a la compresión de los núcleos diamantinos según lo programado. La medición se realizó a los 3, 7 y 28 días, para esto se rompió tres probetas por tratamiento, anotándose los resultados obtenidos en el instrumento de recolección de datos de acuerdo a la norma ASTM C 64 y ASTM C192. Los cálculos de la resistencia se realizan con la siguiente fórmula.

$$f_c = (P)/(A)$$

Donde:

$f_c$  = resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup>

P = carga aplicada máxima en Kg.

A = área circular de la probeta de concreto cm<sup>2</sup>

$$f_{c\text{corregido}} = f_c * FC$$

Donde:

$f_{c\text{corregido}}$  = resistencia a la compresión corregido en Kg/cm<sup>2</sup>

FC = factor de corrección por relación diámetro-altura de núcleo diamantino

### **3.6. Método de análisis estadístico de los datos**

Los datos obtenidos fueron analizados de manera estadística, primero de manera descriptiva para la elaboración de tablas y gráficos estadísticos para explicar mejor los resultados; y luego de manera inferencial para garantizar la validez de los resultados, primero se realizó una prueba de normalidad de los resultados, y luego, al tratarse de una investigación experimental, a las medias obtenidas de los resultados de resistencia a la compresión se aplicó una prueba estadística de análisis de varianza – ANOVA con el objetivo de validar la hipótesis planteada; así mismo para jerarquizar el mejor tratamiento se aplicó una prueba de significancia de TUKEY.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se tomó en cuenta los principios éticos para la investigación establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, considerado en su Código de Ética. Los principios éticos que se tomaron en cuenta fueron; el respeto irrestricto a las personas, el entorno y el ambiente, el respeto a la propiedad intelectual de terceros, la búsqueda del bienestar de la sociedad, la transparencia y honestidad en la divulgación de la información.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Diseño de mezclas

#### 4.1.1. Análisis del agregado global

El resumen del análisis del agregado global, se muestra en la tabla 3. Los resultados del análisis se muestran en el ítem a del anexo 4.

**Tabla 2.** *Caracterización del agregado global*

Nº	Característica del agregado global	Resultado	Unidad
01	Tamaño máximo nominal	3/8	Pulgada
02	Módulo de finura	3.776	
03	Contenido de humedad	6.30	%
04	Peso específico de masa	2.586	g.cm <sup>-3</sup>
05	Peso unitario suelto seco	1748	Kg.m <sup>-3</sup>
06	Peso unitario compactado seco	1911	Kg.m <sup>-3</sup>
07	Absorción	1.263	%
08	Material fino que pasa la malla Nº 200	2.85	%

*Fuente:* Elaborado con datos de análisis de agregados LABSUC 2022

El agregado global cumple con los requisitos del huso granulométrico Nº 02, para agregado global, y los requisitos para elaboración de shotcrete.

#### 4.1.2. Diseño de mezcla del shotcrete

Tomando en cuenta los requerimientos del shotcrete y los resultados del análisis del agregado global, se realizó el diseño de mezclas, el mismo que se desarrolló en el ítem 3.8.1. el resultado del diseño se muestra en la tabla 4. En el diseño experimental, a esta mezcla se considera el shotcrete patrón.

**Tabla 3.** *Diseño de mezclas del shotcrete f'c 320 Kg/cm<sup>2</sup>*

<b>Componente shotcrete</b>	<b>Requerimiento (Kg)</b>	
	<b>Por m<sup>3</sup> shotcrete</b>	<b>Para ensayos</b>
Cemento	450.00	15.840
Agregado global	1532.00	53.926
Agua	160.00	5.632

*Fuente:* Elaboración propia

Nota. Los resultados se muestran considerando los valores de materiales secos.

En la tabla 3, se visualiza el requerimiento de los componentes del shotcrete para un volumen de 1 metro cúbico, así como el necesario para la construcción de una probeta o muestra madre de 0.0352 m<sup>3</sup> de volumen por cada tratamiento, de la cual se obtendrán los núcleos diamantinos

#### **4.1.3. Diseño de mezclas del shotcrete con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica**

En las tablas siguientes se muestran los diseños de mezcla de acuerdo a las dosificaciones de los aditivos según los tratamientos propuestos.

**Tabla 4.** *Diseño de mezclas del shotcrete según tratamiento T1*

<b>Componente shotcrete</b>	<b>Requerimiento (Kg)</b>	
	<b>Por m<sup>3</sup> shotcrete</b>	<b>Para ensayos</b>
Cemento	450.00	15.840
Agregado global	1532.00	53.926
Agua	160.00	5.632
Plastificante	1.35	0.048
Acelerante	9.00	0.317
Fibra metálica	5.37	0.189
Microsilica	6.64	0.234

*Fuente:* Elaboración propia

Nota. Los resultados se muestran considerando los valores de

materiales secos.

**Tabla 5.** *Diseño de mezclas del shotcrete según tratamiento T2*

<b>Componente shotcrete</b>	<b>Requerimiento (Kg)</b>	
	<b>Por m<sup>3</sup> shotcrete</b>	<b>Para ensayos</b>
Cemento	450.00	15.840
Agregado global	1532.00	53.926
Agua	160.00	5.632
Plastificante	2.70	0.095
Acelerante	18.00	0.634
Fibra metálica	10.73	0.378
Microsilica	13.28	0.467

*Fuente:* Elaboración propia

Nota. Los resultados se muestran considerando los valores de materiales secos.

**Tabla 6.** *Diseño de mezclas del shotcrete según tratamiento T3*

<b>Componente shotcrete</b>	<b>Requerimiento (Kg)</b>	
	<b>Por m<sup>3</sup> shotcrete</b>	<b>Para ensayos</b>
Cemento	450.00	15.840
Agregado global	1532.00	53.926
Agua	160.00	5.632
Plastificante	5.40	0.190
Acelerante	36.00	1.267
Fibra metálica	21.47	0.756
Microsilica	26.55	0.935

*Fuente:* Elaboración propia

Nota. Los resultados se muestran considerando los valores de materiales secos.

La dosificación de los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, se consideran según la dosificación recomendada en su ficha técnica de cada uno de ellos, siendo el tratamiento T3 al que se

le aplicó el 100% de esa dosis recomendada, mientras que a los tratamientos T2 y T1 se les aplicó el 50 % y 25 % respectivamente.

En la tabla 7, se muestra la dosificación recomendadas según ficha técnica.

**Tabla 7.** *Dosificación de los aditivos en el shotcrete*

<b>Tipo de aditivo</b>	<b>Dosis recomendada (g/Kg de cemento)</b>
Plastificante	12.00
Acelerante	80.00
Fibra metálica	47.70
Microsílica	59.00

*Fuente:* Tomado del Informe Técnico N° 0058, CASA & HeH, 2019

## **4.2. Resistencia a la compresión del shotcrete**

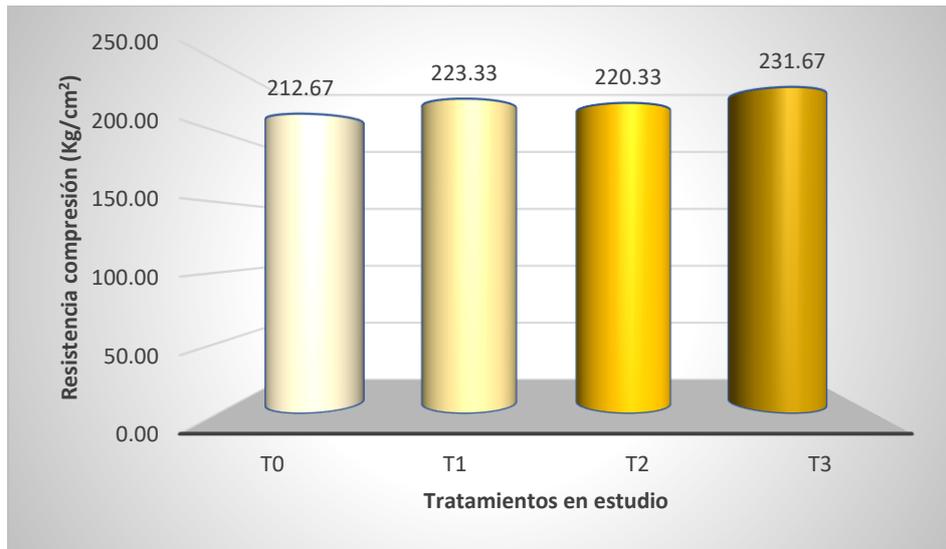
### **4.2.1. Resistencia a la compresión del shotcrete a los 3 días**

Luego de la fabricación de las muestras madre, en forma de una placa, se extrajeron las muestras de núcleo diamantino, en un total de tres por cada tratamiento, a los mismos que luego de un corte de nivelación, se midió su resistencia en la prensa mecánica. Los resultados se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8.** *Resistencia promedio del shotcrete a los 3 días*

<b>Nº</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>código</b>	<b>Resistencia compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	Shotcrete sin aditivos - patrón	T0	212.67
2	Shotcrete + 25 % dosis de aditivos	T1	223.33
3	Shotcrete + 50 % dosis de aditivos	T2	220.33
4	Shotcrete + 100 % dosis de aditivos	T3	231.67

*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 11.* Resistencia promedio a la compresión del shotcrete a los 3 días.

*Fuente:* Elaboración propia

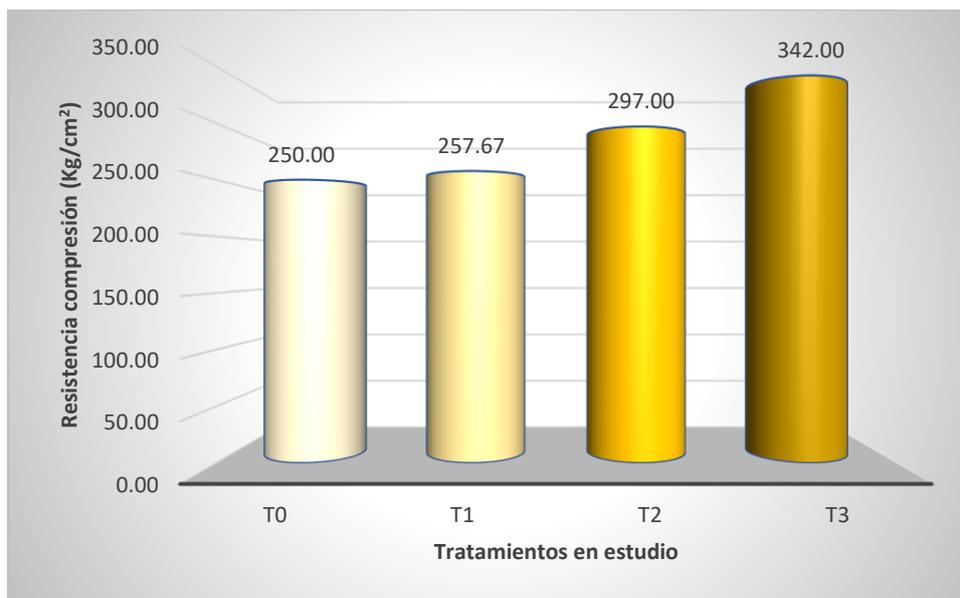
Como puede verse en la tabla 8, y la figura 11, el uso de los aditivos al 100 % de su dosificación genera el mayor valor de resistencia a la compresión del shotcrete. Sin embargo, debido al uso del acelerante, los núcleos debieron alcanzar el 70 % de la resistencia de diseño según las normas ASTM C64 y ASTM C192, y eso solo lo lograron el tratamiento T1 y T3.

#### 4.2.2. Resistencia a la compresión del shotcrete a los 7 días

**Tabla 9.** Resistencia promedio del shotcrete a los 7 días

Nº	Tratamientos	código	Resistencia compresión (Kg/cm²)
1	Shotcrete sin aditivos - patrón	T0	250.00
2	Shotcrete + 25 % dosis de aditivos	T1	257.67
3	Shotcrete + 50 % dosis de aditivos	T2	297.00
4	Shotcrete + 100 % dosis de aditivos	T3	342.00

*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 12.* Resistencia promedio a la compresión del shotcrete a los 7 días.

*Fuente:* Elaboración propia

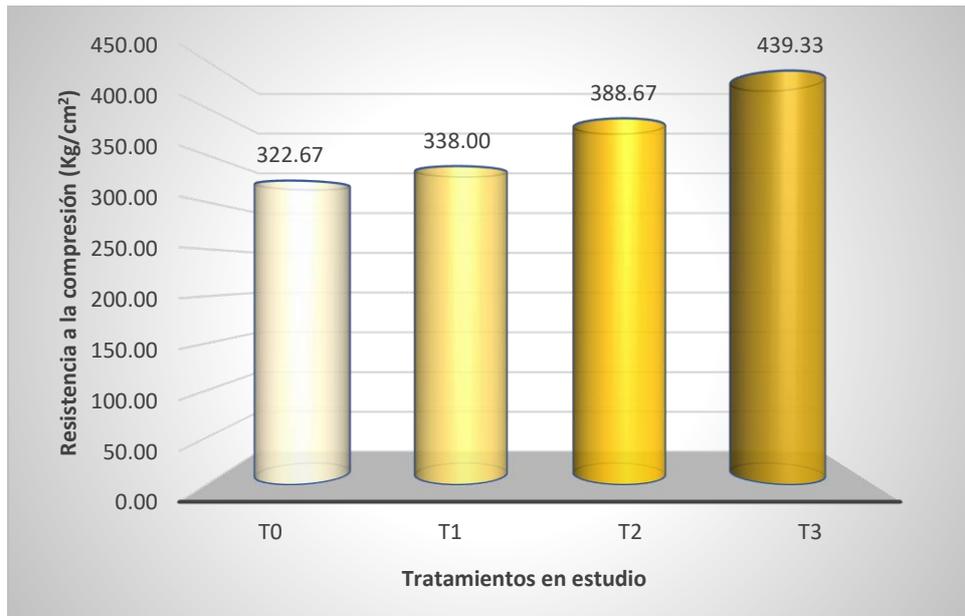
En la tabla 9 y figura 12 se muestra que la resistencia a la compresión sigue un patrón o tendencia directa con la dosificación de los aditivos. Los tratamientos T2 y T3 cumplen con alcanzar la resistencia esperada para los 7 días según las normas mencionadas en el ítem 4.2.1.

#### 4.2.3. Resistencia del shotcrete a los y 28 días

**Tabla 10.** Resistencia promedio del shotcrete a los 28 días

Nº	Tratamientos	código	Resistencia compresión (Kg/cm²)
1	Shotcrete simple - patrón	T0	322.67
2	Shotcrete + 25 % dosis de aditivos	T1	338.00
3	Shotcrete + 50 % dosis de aditivos	T2	388.67
4	Shotcrete + 100 % dosis de aditivos	T3	439.33

*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 13.* Resistencia promedio a la compresión del shotcrete a los 28 días

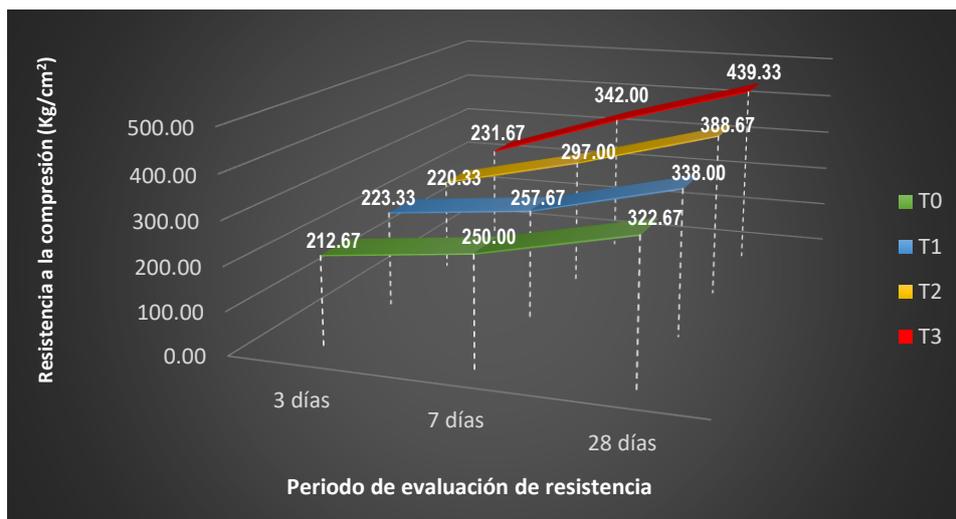
*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 10 y figura 13, si visualiza los resultados obtenidos luego del curado por 28 días, donde todos los tratamientos lograron cumplir los requerimientos de resistencia de acuerdo a la resistencia de diseño que fue de 320 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 11.** *Evolución de la resistencia promedio a la compresión del shotcrete*

Nº	Tratamientos	Código	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )		
			3 días	7 días	28 días
1	Shotcrete simple - patrón	T0	212.67	250.00	322.67
2	Shotcrete + 25 % dosis de aditivos	T1	223.33	257.67	338.00
3	Shotcrete + 50 % dosis de aditivos	T2	220.33	297.00	388.67
4	Shotcrete + 100 % dosis de aditivos	T3	231.67	342.00	439.33

*Fuente:* Elaboración propia



*Figura 14.* Evolución de la resistencia a la compresión del shotcrete

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 11 y figura 14, se puede ver la evolución del desarrollo de la resistencia a la compresión del shotcrete durante los 28 días de curado, puede verse que los tratamientos no tienen un comportamiento uniforme, pero que al final todos cumplen con la resistencia a la compresión de diseño.

#### 4.2.4. Influencia de la dosificación de los aditivos en el shotcrete

La influencia de los aditivos y su dosificación en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión del shotcrete, se muestra en la siguiente tabla, y se expresa en el incremento porcentual de la resistencia en función a la resistencia de diseño del shotcrete.

**Tabla 12.** Incremento de la resistencia del shotcrete a los 28 días

Nº	Tratamientos	código	Resistencia compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Incremento de la resistencia (%)
1	Shotcrete simple - patrón	T0	322.67	0.00
2	Shotcrete + 25 % dosis de aditivos	T1	338.00	4.75
3	Shotcrete + 50 % dosis de aditivos	T2	388.67	20.45
4	Shotcrete + 100 % dosis de aditivos	T3	439.33	36.16

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 12, puede verse que la resistencia a la compresión del shotcrete tiene un comportamiento proporcional a la dosificación del shotcrete.

#### **4.3. Validación de hipótesis de resistencia a la compresión del shotcrete a los 28 días**

Objetivo: Determinar la influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia mecánica a la compresión del shotcrete para el sostenimiento del túnel Amojao 2022.

Hipótesis: El uso de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica incrementa la resistencia mecánica a la compresión del concreto lanzado para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022.

##### **4.3.1. Prueba de normalidad**

**Ho:** Existe normalidad en los datos de resistencia a la compresión del shotcrete.

**Ha:** No existe normalidad en los datos de resistencia a la compresión del shotcrete.

Para estas pruebas se está aplicando un nivel de significancia de 0.05.

Entonces decimos:

Si  $\text{Sig.} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

Si  $\text{Sig.} < 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ).

Se realizó la prueba de normalidad de las muestras para determinar si tiene distribución normal y proceder con el análisis estadístico. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 13.** Resultado de la prueba de normalidad Shapiro Wilk de los tratamientos

	Probetas de núcleos de shotcrete	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión del shotcrete $f'_c$	Muestra patrón	0,265	3	.	0,953	3	0.583
	Muestra patrón + 25% aditivos	0,292	3	.	0,923	3	0.463
	Muestra patrón + 50% aditivos	0,349	3	.	0,832	3	0.194
	Muestra patrón + 100% aditivos	0,232	3	.	0,980	3	0.726

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la tabla 13, en la prueba de Shapiro-Wilk, la significancia es mayor a 0.05, por lo que determina que la muestra tiene una distribución normal, aceptándose la hipótesis nula, por lo que corresponde realizar una prueba paramétrica como un análisis de varianza.

#### 4.3.2. Análisis de varianza

**Ho:** El uso de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica no incrementa la resistencia mecánica a la compresión del concreto lanzado para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022.

**Ha:** El uso de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica incrementa la resistencia mecánica a la compresión del concreto lanzado para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022.

Para estas pruebas se está aplicando un nivel de significancia de 0.05.

Entonces decimos:

Si Sig. > 0.05, se acepta la hipótesis nula (Ho)

Si Sig. < 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha).

**Tabla 14.** *Análisis de varianza de las medias de la resistencia a la compresión del shotcrete*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25203,667	3	8401,222	115,879	0,000
Dentro de grupos	580,000	8	72,500		
Total	25783,667	11			

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 14, el análisis de varianza tiene una significancia menor que 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador; es decir que el uso de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica incrementa la resistencia mecánica a la compresión del shotcrete para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022.

#### 4.3.3. Prueba *Post-Hoc* Tukey

**Tabla 15.** *Prueba de Tukey para las medias de resistencia a la compresión del shotcrete*

HSD Tukey <sup>a</sup>				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T0	3	322,6667		
T1	3	338,0000		
T2	3		388,6667	
T3	3			439,3333
Sig.		,201	1,000	1,000

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 15, la prueba de Tukey nos indica que el mejor tratamiento es el T3, y no es similar a ninguno, mientras que los tratamientos T0 que corresponde al patrón y T1, son similares estadísticamente.

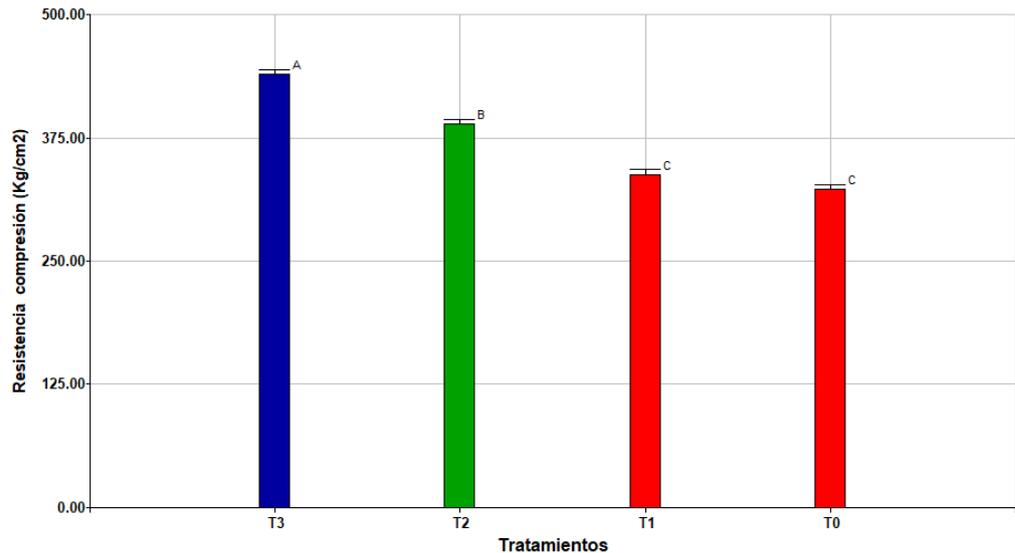


Figura 15. Jerarquización de los tratamientos según Tukey.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Propuesta de diseño de mezcla de shotcrete para sostenimiento de túnel hidráulico Amojao, según los tipos de roca

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del estudio de Ingeniería de Detalle del túnel Amojao, realizado por el Proyecto Especial Jaén San Ignacio Bagua, se determinó que las rocas presentes en el túnel fueron del tipo IIIa, IIIb, IV, V, IVs y Vs, esta clasificación se muestra a detalle en el plano “Clasificación de Macizos” en el anexo 6.3. de igual manera, este estudio recomienda que para todos los tipos de roca se aplique un shotcrete preventivo con una resistencia de 320 Kg/cm<sup>2</sup> en un espesor de 5 cm, luego para la roca IIIa y IIIb, adicionar una capa de 5 cm del mismo shotcrete; para los otros tipos de roca corresponde un tipo de sostenimiento basado en cimbras o cerchas metálicas debido a la menor competencia de la roca, conjuntamente con las cimbras se adiciona shotcrete de menor resistencia, (PEJSIB, 2018).

Tomando en cuenta las recomendaciones del estudio mencionado, se tendría que fabricar un shotcrete de resistencia  $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que la propuesta que se menciona a continuación busca optimizar el uso de los aditivos recomendados de acuerdo a la dosificación de ficha técnica.

En la elaboración de la propuesta se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Criterio de resistencia según el RNE E 060, para concretos con y sin desviación estándar.
- Criterio económico.

En función a estos criterios, se propone realizar la preparación del shotcrete bajo dos escenarios posibles:

- En un primer momento, cuando la empresa aun no cuenta con datos estadísticos para calcular la desviación estándar de la resistencia a la compresión de los núcleos diamantinos, se debe aplicar lo que recomienda el RNE, E 060, el mismo que establece que a la resistencia de diseño se debe agregar 8.5 Mpa, por lo tanto, la resistencia final aceptable debe ser:

$$f'_{cr} = f'c + 85$$

$$f'_{cr} = 320 + 85$$

$$f'_{cr} = 405 \text{ Kg/cm}^2$$

Este requerimiento de resistencia solo es cumplido por el tratamiento T3, el mismo que alcanzó una resistencia de 439.33 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se debería usar el diseño de mezcla propuesto para este tratamiento que es la utilización de los aditivos con la dosificación al 100 %, según lo establece la ficha técnica.

- En un segundo escenario, luego que la empresa constructora tenga los datos de resistencia a la compresión, de al menos 30 núcleos diamantinos, debe aplicar lo recomendado por el RNE E 060, para concretos con resistencia inferior a 350 Kg/cm<sup>2</sup>, determinando la desviación estándar (Ss), y luego se calcular la resistencia promedio con las siguientes fórmulas:

$$\checkmark f'_{cr} = f'c + 1.34 Ss$$

$$\checkmark f'_{cr} = f'c + 2.33 Ss - 35$$

Tomando en cuenta estas fórmulas, se puede analizar que para un concreto lanzado con resistencia de diseño promedio  $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ , el resultado obtenido con el tratamiento T2, que fue de 388.67 Kg/cm<sup>2</sup>, puede cumplir el requerimiento de resistencia con una desviación estándar (Ss) de 44 Kg/cm<sup>2</sup>, valor este que es muy elevado para ser aceptado como muy bueno según el RNE E 060. Es decir, el tratamiento

T2 cumpliría el requerimiento de resistencia del shotcrete fácilmente cuando se tengan datos de desviación estándar, lo que permitiría ahorrar hasta un 50 % de aditivos en la preparación del shotcrete, según el diseño de mezclas propuesto para este tratamiento.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación muestran un incremento de la resistencia a la compresión del shotcrete cuando se adiciona plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica, este incremento puede alcanzar hasta el 36.16 % con respecto a la resistencia patrón del shotcrete cuando se usan los aditivos mencionados al 100 % de su dosificación. Así mismo, si se adiciona solo el 50 % de la dosificación recomendada por las fichas técnicas de los aditivos, se alcanza un incremento de la resistencia de 20.45 %. Estos resultados permiten validar la hipótesis general planteada en la investigación, ya que al adicionar plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica, se logra un incremento de la resistencia mecánica a la compresión del concreto lanzado o shotcrete para su uso como sostenimiento del túnel hidráulico Amojao. El uso de los aditivos mencionados en las dosis ensayadas del 25 %, 50 % y 100 % de la dosificación recomendada según las fichas técnicas, permitieron absolver la pregunta de investigación planteada en el problema general, ya que se determinó que al usar estos aditivos la resistencia a la compresión del shotcrete aumentaba, y que este incremento se encuentra en una relación directa a la dosificación utilizada.

Los resultados obtenidos se encuentran respaldados por las bases teóricas, así tenemos que en la tabla 2, se muestra los resultados del análisis del agregado global o arena gruesa que se utilizó para la preparación del shotcrete, las características del agregado cumplen con lo especificado para el diseño de mezclas de shotcrete o concreto lanzado, ya que su curva granulométrica se encuentra dentro del huso N° 02 según la norma AASHTO T-11, T-27 Y T-88, el módulo de finura es el adecuado para un agregado global fino, tanto el peso específico como los pesos unitarios cumplen con los requisitos; estas características garantizan que el shotcrete alcance la resistencia de diseño y tenga buen comportamiento durante el estado fresco, (Ramos Robles, 2017). En las tablas 3, 4, 5 y 6, se muestran las dosificaciones tanto del shotcrete patrón como de los tratamientos ensayados con las dosificaciones empleadas del 25 %, 50 % y 100 % de lo expresado en las fichas técnicas de los productos; estas especificaciones técnicas de los aditivos se resumen en la tabla 7, tomado del informe técnico N° 0058-2019, CASA & HeH, donde se muestran

las dosificaciones expresadas en gramos de aditivo por kilogramo de cemento (CASA S.A. y H e H CONSTRUCTORES. 2019), el uso de los aditivos son necesarios para la fabricación del shotcrete, aparte de la resistencia a la compresión que se ve incrementada; así tenemos que el aditivo plastificante permite fluidificar la mezcla para su manipulación en la máquina productora y aplicadora del shotcrete (Samaniego Orellana, 2018), el acelerante es de vital importancia para permitir el fraguado rápido del shotcrete y su fijación en la roca del tunel hidráulico, así como el desarrollo acelerado de la resistencia a la compresión (Cruz Choquetoma, 2019), la fibra metálica es necesario porque evita las microfisuras y fisuras del shotcrete, al mismo tiempo que le confiere un comportamiento estructural (Lao Odicio, 2007), y la microsíllica es necesario para disminuir la permeabilidad del concreto lanzado y mejorar la hidratación del cemento portland garantizando una mayor durabilidad del shotcrete (QuimiNet, 2015). En las tablas 8, 9, 10 y 11, así como en las figuras 11, 12, 13 y 14, se muestran los resultados de la resistencia a la compresión alcanzado por el shotcrete preparado según los tratamientos en evaluación, la medición de la resistencia se realizó a los 3 días inicialmente para evidenciar la influencia del acelerante (Melendez Calderon, 2018), y luego a los 7 y 28 días para determinar la evolución de la resistencia a la compresión de acuerdo al fraguado alcanzado, se puede ver que la resistencia a la compresión tiene una evolución muy similar en todos los tratamientos, incluyendo el shotcrete patrón; sin embargo la mayor dosificación de los aditivos alcanza la mayor resistencia a la compresión a los 28 días (Linares Pipón, 2018). En la tabla 12, se analiza la influencia de los aditivos empleados y sus dosificaciones en el incremento porcentual de la resistencia a la compresión del shotcrete, teniendose en primer lugar que esta influencia es directamente proporcional a la dosificación, es decir al incrementar la dosificación de aditivos, la resistencia a la compresión también aumenta casi en la misma proporción, lo cual se ve reflejada en el coeficiente de relación de Pearson de ambas medidas que es igual a 0.9734. En la tabla 13 nos muestra que los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión tienen una distribución normal frente a una prueba de normalidad Shapiro Wilk, esto se debe entre otras cosas a que la muestra no fue probabilística si no por conveniencia de acuerdo a la norma técnica E 060, así mismo, el número de la

muestra por tratamiento y evaluación fue solo de tres unidades, ante este resultado se plantea el análisis de varianza ANOVA, de las medias obtenidas de la resistencia a la compresión del shotcrete a los 28 días, así como una prueba de significancia de Tukey, los resultados de estos análisis estadísticos se muestran en las tablas 14 y 15 y la figura 15; el ANOVA arroja como resultado que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de resistencia a la compresión del shotcrete de los tratamientos ensayados, por lo que se asume que si hay influencia de los aditivos y su dosificación en la resistencia a la compresión del shotcrete; la prueba de Tukey, arrojó como resultados que la jerarquización de los tratamientos coloca al tratamiento T3, al que se le aplicó el 100 % de la dosificación recomendada de los aditivos según su ficha técnica alcanza la mayor resistencia a la compresión y es superior estadísticamente a los demás tratamientos (Aragon Quispe, y otros, 2017); así mismo el tratamiento T2, al que se le aplicó el 50 % de la dosificación de los aditivos alcanza el segundo nivel de resistencia a la compresión, siendo diferente estadísticamente al tratamiento T3 y a los tratamientos T0 y T1; en cuanto al tratamiento T1 al que se le adicionó solamente el 25 % de la dosificación de los aditivos no logra superar estadísticamente a la resistencia mecánica a la compresión del tratamiento T0 o shotcrete patrón, lo que quiere decir que estadísticamente ambos tratamientos son similares, haciendo innecesario la adición de los aditivos a esta dosificación para mejorar la resistencia mecánica a la compresión. En cuanto a la recomendación de la formulación del shotcrete para su uso en el sostenimiento del tunel hidráulico Amojao, se determinó que el uso del 100 % de la dosificación recomendada según ficha técnica logra una resistencia a la compresión del shotcrete de  $439.33 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que cumple en lo establecido por la norma técnica E-060, ya que al ser las primeras formulaciones de shotcrete, se debe cumplir lo establecido en la resistencia promedio a alcanzar o **fcr**, que es igual a  $f'c + 8.5 \text{ Mpa}$ , lo que es igual a  $405.00 \text{ Kg/cm}^2$ , los demás tratamientos no cumplen con este requisito; sin embargo una vez que se empieza a producir el shotcrete para su uso en obra, se puede obtener datos de desviación estándar de las pruebas realizadas en el control de calidad del shotcrete, con lo que se puede ajustar el requerimiento del **fcr** del shotcrete, pudiendo disminuirse el requerimiento de

dosificación de aditivos a lo establecido en el tratamiento T2 que utilizó un 50 % de la dosis recomendada según la ficha técnica; el ajuste del requerimiento de resistencia promedio con el resultado de la desviación estándar, permitirá un ahorro significativo en el gasto de aditivos en la formulación del shotcrete, los mismos que son imprescindibles para garantizar la preparación, manipulación, colocación, resistencia y durabilidad del shotcrete.

El incremento a la resistencia a la compresión con el uso de fibras metálicas fue de 36.16 % con respecto al shotcrete patrón, resultados superiores a los encontrados por Syed Azmat *et al.*, (2021), quienes al adicionar fibras metálicas y pet, alcanzaron un incremento de la resistencia a la compresión del 20 %; esta diferencia se debe entre otras cosas al uso de otros aditivos que promueven un incremento de la resistencia del shotcrete en esta investigación como son el plastificante, acelerante y microsíllica, ya que la dosificación de la fibra metálica fue la misma en ambos casos.

El efecto del acelerante en el incremento de la resistencia a la compresión del shotcrete es evidente, ya que los tratamientos con adición de acelerante lograron desarrollar más rápido la resistencia a la compresión, tanto a los tres como a los siete días, este resultado es refrendado por Paglia, Wombacher y Böhni, (2001), quienes al usar un acelerante libre de álcali, lograron un incremento temprano de la resistencia a la compresión del shotcrete debido al fraguado rápido; este resultado ayuda a cumplir el requerimiento del shotcrete usado en túneles hidráulicos ya que requiere un rápido fraguado para evitar el efecto negativo de la elevada humedad del área de trabajo.

El incremento de la resistencia a la compresión generada por la adición de fibra metálica es indispensable, ya que además de proporcionar un buen comportamiento del shotcrete ante agrietamientos internos, permite garantizar la resistencia mecánica del shotcrete de manera permanente, al emular un comportamiento de concreto armado; los resultados obtenidos en los tratamientos evidencian que la resistencia a la compresión no se ve disminuida durante el tiempo de evaluación, si no incrementan, y es de esperar que se mantengan constantes, una vez disminuya el efecto del agente acelerante; estos resultados fueron comprobados por Shengai Cui *et al.*, (2018), quienes al

adicionar fibras metálicas de dos diseños, encontraron que la resistencia a la compresión del shotcrete se incrementa durante el tiempo de evaluación frente al shotcrete patrón.

El uso de fibras metálicas en la fabricación de shotcrete es quizás el aditivo más importante dentro de todos los utilizados en la investigación, ya que va a proporcionar un incremento duradero de la resistencia a la compresión y otras resistencias mecánicas del shotcrete no evaluadas en esta investigación, su uso es refrendada por autores como Alun Thomas y Stefan Bernard, (2021), Reinhard Perner *et al.*, (2021), y Acero Pachón (2017); quienes en sus respectivas investigaciones manifiestan la importancia de este aditivo en el incremento de la resistencia mecánica del shotcrete utilizado en el revestimiento de túneles hidráulicos o de otros usos, para garantizar la estabilidad y durabilidad de la infraestructura.

El uso de shotcrete reforzado con fibras de acero y el uso de los otros aditivos son necesarios para el sostenimiento y revestimiento del túnel hidráulico Amojao, en función a los distintos tipos de rocas mencionados, algunas de las cuales son inestables; el shotcrete debe garantizar la resistencia mecánica suficiente para mantener la estructura del túnel estable, al mismo tiempo que debe cumplir requisitos de impermeabilidad, estabilidad, adherencia a la roca y alta durabilidad frente a los agentes nocivos para el shotcrete; la formulación del shotcrete con fibras es respaldada por Masayasu Hisatake, (2003), quien manifiesta en su investigación que para mantener estable la estructura de un túnel a compresión excavado en terrenos con condiciones geológicas severas, es necesario el uso de shotcrete de alta resistencia con uso de fibras de acero en el revestimiento primario y sostenimiento de la estructura.

El uso de los aditivos plastificante y microsílca son importantes debido a que mejoran la manejabilidad del shotcrete en estado fresco, permitiendo un mejor comportamiento del mismo en la máquina, facilitando su aplicación y garantizando una duración mayor de las máquinas; además, los aditivos mencionados aportan positivamente al incremento de la resistencia mecánica del shotcrete a la compresión, así como otras propiedades como mejoramiento de la impermeabilidad y durabilidad del concreto lanzado; estas propiedades

también son mencionadas en las investigaciones realizadas por Yun *et al.*, (2022), quienes establecen que para mejorar la capacidad de bombeo y disparo, además de sus propiedades del shotcrete es necesario el uso de sílice coloidal y el humo de sílice y plastificante, además también establecieron que estos materiales complementarios del cemento mejoran la resistencia y durabilidad del hormigón proyectado.

En cuanto al uso del aditivo plastificante, en las dosis de su comportamiento como superplastificante en el shotcrete es de vital importancia porque en el diseño de mezcla se necesita obtener un slump o asentamiento alto, superior a 10 pulgadas, la estabilidad de los componentes del shotcrete como arena gruesa y la fibra metálica solo se puede garantizar con el uso del plastificante, ya que disminuye el riesgo de segregación de estos materiales; así mismo al reemplazar una proporción del agua por el aditivo plastificante, la relación agua cemento disminuye, trayendo como consecuencia un incremento de la resistencia de manera indirecta; tanto el uso del plastificante como el efecto beneficioso que produce en el shotcrete, es mencionado por Ortega Gaona (2020), quien recomienda que el plastificante debe ser utilizado en dosificación de superplastificante, ya que entre otras cosas genera una influencia positiva en el incremento la resistencia a compresión y además mejoraron las demás propiedades del shotcrete fresco que evaluó. Así mismo se debe mencionar que la dosis utilizada de plastificante en los tratamientos T2 y T3 en esta investigación se encuentra como superplastificante, mientras que del tratamiento T1 se encuentra solo como plastificante.

En cuanto a la dosificación de las fibras de acero y los otros aditivos, existe una relación directa entre su dosificación y la resistencia mecánica a la compresión, así se tiene que en el tratamiento T3, donde se utilizó una dosificación de 47.7 g de fibra metálica por kilogramo de cemento, lo que equivale a una dosificación de 21.5 kilogramos de fibra metálica por metro cúbico de shotcrete producido, se obtuvo la mayor resistencia mecánica a la compresión del shotcrete; los autores Cornejo Monago, (2020) y Aragon Quispe y Cornejo Mamani, (2017), ensayaron dosis similares y superiores como 30 Kg/m<sup>3</sup> y 40 Kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica, encontrando como resultado, que al seguir incrementándose la

dosificación de la fibra metálica la resistencia a la compresión sigue incrementándose; estos resultados dan luces, a que se puede incrementar la dosificación por encima del 100 % de la dosis recomendada en la ficha técnica del aditivo, y se alcanzarían mayores resistencias mecánicas a la compresión.

La fabricación de concreto lanzado o shotcrete, es cada vez más utilizado en obras donde el concreto convencional no es posible utilizar como es la construcción de túneles de uso en minería, obras viales y los túneles hidráulicos, en el Perú las investigaciones realizadas apuntan al uso de los aditivos ensayados en la presente investigación en dosis similares a las utilizadas, podemos mencionar investigaciones realizadas por Ortega Gaona (2020), quien estudia la influencia de los superplastificantes y fibras sintéticas en las propiedades del shotcrete; Cornejo Monago, (2020), quien estudió la influencia de la fibra metálica en la resistencia del shotcrete; Avila Cadillo, (2019), quien evaluó la influencia de un aditivo compuesto acelerante y plastificante en las propiedades del shotcrete; Aragon Quispe y Cornejo Mamani, (2017), quienes ensayaron diferentes dosis de fibras metálicas y fibras sintéticas para mejorar la resistencia del shotcrete; Santos Arizapana, (2019), y Melendez Calderon, (2018), quienes evalúan la influencia del uso de acelerante y superplastificante en el acortamiento del tiempo de fraguado del shotcrete; Tengan Shimabukuro, (2011), quien evaluó el efecto de diversas marcas comerciales de acelerantes en la preparación del shotcrete en cuanto a su resistencia mecánica; y, Ramos Robles, (2017), quien evaluó la influencia de los aditivos utilizados en el shotcrete en sus propiedades, pero también de otros factores como la preparación, personal y otros. Como puede verse el diseño de mezclas utilizado en la presente investigación es más completa en cuanto al uso de aditivos, ya que se ha utilizado plastificante, acelerante, fibra metálica y microsílca, por lo que las propiedades del shotcrete tanto en estado fresco como endurecido son las esperadas, ya que se encuentran respaldadas no solo por los resultados obtenidos, si no por las investigaciones de otros autores, quienes ensayaron los mismos aditivos.

En cuanto a las limitaciones presentadas durante el desarrollo de la investigación, no se manifestaron de manera significativa, se puede mencionar

los nuevos protocolos de trabajo tanto de campo como de laboratorio debido a la pandemia COVID 19, que restringieron temporalmente el acceso consentido a obra para conocer la realidad del túnel Amojao. La escasa experiencia y bibliografía especializada en la formulación de shotcrete para túneles hidráulicos a nivel local o regional dificultó inicialmente la validez de instrumentos, lo cual fue oportunamente solucionado. Solucionado las ligeras limitantes mencionadas, la ejecución de la tesis, permitió obtener resultados que son muy importantes a tomar en cuenta en la formulación o diseño de shotcrete para el sostenimiento de túneles hidráulicos como es el túnel Amojao; esto en función a que se obtuvo un incremento significativo de la resistencia a la compresión, al utilizar los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica; estos resultados permitieron validar la hipótesis planteada y responder la pregunta de investigación, ya que se midió la influencia de los aditivos, determinándose además como cambia esta influencia al modificar la dosificación de los aditivos, lo que ofrece mayor información para la fabricación de shotcrete de acuerdo a realidades diferentes de la experiencia de la empresa constructora. En suma, la investigación realiza aportes muy importantes en la industria del shotcrete, que puede ser tomada en cuenta por las empresas constructoras de túneles hidráulicos con el objetivo de optimizar la calidad del shotcrete, así como los costos de fabricación.

Los resultados obtenidos en la fabricación de shotcrete utilizando los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica a las dosis especificada en los tratamientos indican que existe una relación directa entre el uso de estos, su dosificación y la resistencia a la compresión, por lo que el shotcrete fabricado con el uso de los aditivos y con mayor dosificación va a ser de mejor calidad que el shotcrete patrón, en cuanto a la variable dependiente evaluada que fue la resistencia a la compresión; como tal, el shotcrete fabricado con el uso de aditivos a dosis mayores, se puede recomendar en el sostenimiento de túneles hidráulicos como es el túnel Amojao, ya que van a garantizar mejor la estabilidad y durabilidad de la estructura que si se utilizara shotcrete patrón sin aditivos para su sostenimiento. Los profesionales responsables del diseño de mezclas de shotcrete de las empresas constructoras de túneles hidráulicos

pueden tomar estos resultados como referencia con el objetivo de optimizar la calidad del shotcrete y disminuir costos al mismo tiempo.

El producto de la investigación expresado en sus resultados, demuestran que existe una influencia directa entre el uso de los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica, la dosis aplicada y la resistencia mecánica a la compresión, así a mayor dosis, mayor resistencia a la compresión; estos resultados son ampliamente validados por otros investigadores, quienes encontraron relaciones similares al usar algunos de los aditivos ensayados en la presente tesis; así mismo, la rigurosidad metodológica seguida, así como el tratamiento estadístico de los datos a través de la estadística descriptiva con las tablas y gráficos estadísticos, como con la estadística inferencial, a través de las pruebas estadísticas de análisis de varianza ANOVA y prueba de significación de Tukey, garantizan la veracidad y validez de los resultados. Tomando en cuenta lo antes mencionado, se puede concluir que se validó la hipótesis planteada en la investigación ya que se demostró y sustentó que el uso de los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica, influyen positivamente en la resistencia a la compresión del shotcrete, y que esta influencia se incrementa conforme se incrementa la dosis de los aditivos. Por lo que se puede recomendar el uso de los aditivos ensayados y las dosis, para la fabricación de shotcrete para el sostenimiento de túneles hidráulicos como es el caso del túnel Amojao, con el objetivo de garantizar su estabilidad y durabilidad.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia a la compresión del shotcrete para el sostenimiento del túnel Amojao, obteniéndose que al utilizar los aditivos al 100 % de su dosificación recomendada se logra un incremento de la resistencia a la compresión del 36.16 % con respecto al shotcrete patrón.
- Se formuló el diseño de mezcla de concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica, para una resistencia de diseño de 320 Kg/cm<sup>2</sup>, obteniéndose que la dosificación de los aditivos fue del 25 %, 50 % y 100 % según la recomendación de su ficha técnica.
- Se midió la resistencia mecánica a la compresión del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica, obteniéndose que el uso del 100 % de la dosificación recomendada logró 439.33 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando se usó el 50 % de la dosis se alcanzó 388.67 Kg/cm<sup>2</sup>, cuando se usó el 25 % de la dosis se alcanzó 338.00 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el patrón alcanzó 322.67 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Se propuso una formulación adecuada de concreto lanzado con el uso de aditivos ensayados, que consisten en la formulación de un concreto lanzado de  $f'c = 320$  Kg/cm<sup>2</sup>, para todos los tipos de roca presente en el túnel Amojao, aplicando los aditivos con el 100 % de su dosificación recomendada porque cumplen lo establecido en la norma E 060.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda al Proyecto Especial Jaén San Ignacio Bagua, y otras instituciones públicas y privadas que construyan túneles hidráulicos, tomar en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación para garantizar la calidad del sostenimiento que brinda el shotcrete técnica y económicamente.
- Se recomienda a las empresas constructoras de túneles hidráulicos y empresas supervisoras de la construcción de túneles hidráulicos, considerar las recomendaciones de formulación de shotcrete, para optimizar sus partidas en términos de calidad y economía.
- Se recomienda a la Universidad Cesar Vallejo a través de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, promover la investigación en shotcrete, por ser un material cada vez más utilizado, con innovación permanente en sus formulaciones y aditivos.
- Se recomienda a otros investigadores, realizar nuevos ensayos sobre la formulación de shotcrete para otras resistencias a la compresión, así como diferentes dosificaciones para optimizar la formulación de diseño de mezclas del shotcrete de diferentes resistencia mecánicas a la compresión.

## REFERENCIAS

ACERO PACHÓN, JENNY PAOLA. 2017. *Evaluación del uso combinado de fibras metálicas y sintéticas como refuerzo del concreto aplicado al soporte y revestimiento de túneles*. Bogotá : s.n., 2017. pág. 370, Tesis de Posgrado.

ALUN THOMAS; ERIK STEFAN BERNARD. 2021. *Developments in fibre reinforced concrete in tunnelling*. Geomechanics and Tunelling, Vol. 14, págs. 333-339.

ARAGON QUISPE, MIGUEL ANGEL Y CORNEJO MAMANI, MITWARD PAUL. 2017. *Influencia de las fibras en el Shotcrete en su capacidad de absorción de energía y resistencia a la flexión*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa : Repositorio UNSA, 2017. pág. 187, Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

AVILA CADILLO, BRANDON O'NELL. 2019. *Incidencia de la incorporación del aditivo SIKA VISCOCRETE SC 90 en las propiedades físicas-mecánicas en shotcrete*. Facultad de Ingeniería, Universidad Continental. Huancayo, Perú : Repositorio Institucional Continental, 2019. pág. 122, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas.

CABRERA PLASENCIA, JULIO JOAQUIN Y HENRRY CHRISTIAN LEONARDO GARAY. 2015. *Gestión de calidad en el proceso de lanzamiento de shotcrete en túneles*. Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : Repositorio Institucional URP, 2015. pág. 173, Tesis de pregrado.

CASA S.A. y H e H CONSTRUCTORES. 2019. *Informe Técnico Diseño de Mezcla De Shotcrete*. Continuación y Culminación del Proyecto Irrigación Amojao. pág. 21

CERVANTES ABARCA, BETSY PIERINA Y VILLA MEZA, LIZ KATHERINE. 2015. *Análisis comparativo del concreto lanzado con cemento tipo IP y tipo HE en el revestimiento de túneles de la mina Orcopampa – Arequipa*. Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : Repositorio Institucional URP, 2015. pág. 269, Tesis de pregrado.

CORNEJO MONAGO, JUAN MIGUEL. 2020. *Concreto lanzado para optimizar el sostenimiento y costos operativos en una excavación minera subterránea, Yauli-Oroya*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima :

Repositorio Institucional UCV, 2020. pág. 153, Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Civil.

CHAPOÑAN CUEVA, JOSÉ MIGUE Y QUISPE CIRILO, JOEL. 2017. *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el a.a.h.h Villamaria-Nuevo Chimbote*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote : Repositorio Institucional UNS, 2017. pág. 2014, Tesis de Pregrado.

CHIA-HAN, LEE, TAI-TIEN, WANG Y HOW-JI, CHEN. 2013. *Experimental study of shotcrete and concrete strength development in a hot spring environment*. Taiwan : Elsevier, 2013, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 38, págs. 390-397.

CRUZ CHOQUETOMA, MARITZA YANET. 2019. *Formulación de una mezcla de concreto con fines de optimizar el tiempo de fraguado del concreto proyectado aplicado a la minería subterránea*. Facultad de Ingeniería de procesos, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa : Repositorio Institucional UNSA, 2019. pág. 115, Tesis de pregrado.

DE BELIE, N.; GROSSE, C.U.; KURZ, J.; REINHARDT, H.W. 2005. *Ultrasound monitoring of the influence of different accelerating admixtures and cement types for shotcrete on setting and hardening behaviour*. Elsevier, Cement and Concrete Research, Vol. 35, págs. 2087-2094.

HISATAKE MASAYASU. 2003. *Effects of steel fiber reinforced high-strength shotcrete in a squeezing tunnel*. Japón : Elsevier, 2003, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 18, págs. 197 - 204.

HUACHO CONTRERAS, SAAC RICHARD Y LA FUENTE CONGA, JHOSEPH ANTHONY JORGE. 2021. *Modelo de mejora del sostenimiento con shotcrete mediante la activación alcalina de relaves en una mina subterránea del Perú*. Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : Repositorio Institucional UCP, 2021. pág. 53, Trabajo de Investigación.

HUAMANÍ ALCALDE, DEYVER MOISES Y SOLON REYES, LUIS ANTHONY. 2019. *Influencia de los aditivos acelerantes de fragua sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido, Trujillo*

2019. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : Repositorio Institucional UPN, 2019. pág. 157, Tesis de pregrado.

JUN-MO, YANG, JIN-KOOK, KIM Y DOO-YEOL, YOO. 2017. *Performance of shotcrete containing amorphous fibers for tunnel applications*. Republic of Korea : Elsevier, 2017, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 64, págs. 85-94.

LAO ODICIO, WENDY YAQUELINE. 2007. *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa*. Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : Repositorio Institucional URP, 2007. pág. 143, Tesis de pregrado.

LINARES PIPÓN, CHRISTIAN IGNACIO. 2018. *Determinación de resistencia temprana de hormigón proyectado: Correlación entre método normado UNE-EN14488-2 y método alternativo*. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile. Santiago de Chile : Repositorio Institucional UC, 2018. pág. 57, Tesis de pregrado.

MARQUES, Y.A.; PILEGGI, R.G.; VALENZUELA, F.A.O.; BRAULIO, M.A.L.; PANDOLFELLI, V.C. 2005, *Setting Additives Influence on the Thermomechanical Properties of Wet Shotcrete Refractory Castable Matrices*. Brasil : The American Ceramic Society, refractory ceramics.

MARTÍNEZ VARGAS, JORGE ANDRÉS. 2011. *Análisis del concreto lanzado como revestimiento definitivo para túneles*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. : Repositorio PUJ, 2011. pág. 128, Tesis

MELENDEZ CALDERON, JORGE LUIS. 2018. *Obtención de 20 kg-f/cm<sup>2</sup> de resistencia temprana en dos horas de tiempo de fragua del concreto lanzado en la Mina Marcapunta norte de Sociedad Minera El Brocal*. Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : Repositorio Institucional UNCP, 2018. pág. 2016, Tesis para optar el grado académico Magister en Gestión Minera.

MOHAMMAD SHAKHAWAT, HOSSAIN; HAN, SEUNGYEON; SEONG KWON, KIM; KYONG-KU, YUN. 2021. *Long-term effect of accelerator content on flexural toughness of steel fiber reinforced shotcrete for tunnel construction*. Korea : Elsevier, 2021, Case Studies in Construction Materials, Vol. 15, págs. 1- 26.

MORENO ZAZUETA, SERGIO; RODRÍGUEZ ZAVALA, JUAN MANUEL. 2017. *Evaluación de la Técnica de aplicación y resistencia del concreto lanzado en minas mediante la metodología EFNARC*. México : Universidad de Sonora. EPISTEMUS, Vol. 11, págs. 20-26. ISSN: 2007- 8196 (electrónico); ISSN: 2007-4530 (impresa).

MYRDAL, ROAR. 2017. *Accelerating admixtures for concrete*. SINTEF Building and Infrastructure, págs. 1- 35. ISBN: 978-82-536-0989-8.

OFICINA DE COMUNICACIONES E IMAGEN INSTITUCIONAL. 2021. EI MIDAGRI y el PEJSIB vienen concluyendo con éxito la construcción de 02 túneles de la Irrigación Amojao. Plataforma Digital única del Estado. [En línea] Gob.pe, 2021. <https://www.gob.pe/institucion/pejsib/noticias/350906-el-midagri-y-el-pejsib-vienen-concluyendo-con-exito-la-construccion-de-02-tuneles-de-la-irrigacion-amojao>.

ORTEGA GAONA, ADDERLY ENRIQUE. 2020. *Influencia del aditivo superplastificante y fibra sintética en el diseño de Shotcrete, aplicado como elemento de sostenimiento del macizo rocoso en la Mina Uchucchacua, Lima - 2019*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima : Repositorio institucional UCV, 2020. Tesis de Pregrado.

PAGLIA, C., WOMBACHER, F. Y BÖHNIA, H. 2001. *The influence of alkali-free and alkaline shotcrete accelerators within cement systems: I. Characterization of the setting behavior*. 6, Suiza : Elsevier, 2001, Cement and Concrete Research, Vol. 31, págs. 913-918.

PUTZMEISTER. 2015. ¿Qué es el Shotcrete? [Infografía]. *Best Support Underground*. 2015. <https://bestsupportunderground.com/que-es-el-shotcrete/#:~:text=Algunas%20propiedades%20importantes%20del%20shotcrete,durabilidad%20en%20su%20estado%20endurecido>.

QUIMINET. 2015. Beneficios del uso de microsilica en cemento. *QuimiNet* . [En línea] 2015. <https://tinyurl.com/y65t34mp..>

RAMOS ROBLES, ELVIS FRANCISCO. 2017. *Diseño de la mezcla del concreto convencional y concreto lanzado (shotcrete) para obtener un concreto de buena calidad, en la compañía minera volcan S.A. unidad Andaychagua*. Facultad de

Ingeniería de Minas, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco : Repositorio Institucional UNDAC, 2017. pág. 140, Tesis de pregrado.

REINHARD PERNER; ROLAND SCHORN; GEORG ATZL. 2021. *New construction of Albulá Tunnel II – Experience with steel fibre shotcrete*. 4, 2021, Geomechanics and Tunnelling, Vol. 14, págs. 377-389.

SAMANIEGO ORELLANA, LUIS JESÚS MIJAÍL. 2018. *Influencia de la composición química de las arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto*. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : Repositorio Institucional PUCP, 2018. pág. 144, Tesis de Maestría.

SANTOS ARIZAPANA, WILDER PERCY. 2019. *Importancia del slump en la resistencia del concreto lanzado por la E.E Robocon SAC en la mina Chungar compañía minera Glencore Group SAC*. Facultad de ingeniería, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : Repositorio Institucional UNCP, 2019. pág. 113, Tesis de pregrado.

SIKA. 2018. *Concreto proyectado para túneles y minería*. Lima : s.n., 2018. pág. 24, Brochure.

SHANG, YANDONG; GUO, YANPEI; ZHANG, WENQUAN; ZHAO, WENBIN; TAN, YUNZHEN 2017. *Influence of new compound admixture on shotcrete performance*. Journal of Wuhan University of Technology-Mater, Vol. 32, págs. 1392–1396.

SHENGAI CUI; PIN LIU; ENQI CUI; JIAO SU; BO HUANG. 2018. *Experimental study on mechanical property and pore structure of concrete for shotcrete use in a hot-dry environment of high geothermal tunnels*. China : Elsevier, 2018, Construction and Building Materials, Vol. 173, págs. 124-135.

SYED AZMAT, ALI SHAH; MIAN ASFAHAN, ALI GUL; NAQASH, TAYYAB; KHAN, ZEESHAN; RIZWAN, MUHAMMAD. 2021. *Effects of Fiber Reinforcements on the Strength of Shotcrete*. Pakistan, Civil Engineering and Architecture, Vol. 9, págs. 176-183.

SIKA.s.f. *Concreto, Aditivos para concreto. Disponible en: <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>*

- TAPIA CHOQUEHUANCA, JUAN ALDO. 2017. *Diseño y aplicación del shotcrete vía húmeda como elemento de sostenimiento en Labores Mineras – Inpecon SAC – Mina Chipmo CIA Minera Buenaventura Unidad Orcopampa*. Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Arequipa : Repositorio Institucional UNSA, 2017. pág. 143, Tesis de Pregrado.
- TENGAN SHIMABUKURO, CÉSAR ALBERTO. 2011. *Análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de Alcalis para concreto proyectado o Shotcrete*. Lima : s.n., 2011, CONCYTEC.
- UMIRI FLORES, DAVID. 2019. Tipos de Aditivos. Blog de la construcción [en línea] Yura, 2019. <https://www.yura.com.pe/blog/tipos-de-aditivos/>
- WEI HUANG; QIN YONG MA; PENG BO CUI. 2010. Experiment and Analysis of Flexural Strength for Shrinkage-Compensating Steel Fiber Reinforced Shotcrete. *Advanced Materials Research*. 2010, Vol. 163, págs. 947-951.
- YAN XU; LI-MIN LIU; JIN-PENG ZHANG; YAN-HUI LI; WANG HE. 2018. *Experimental Study on Basic Mechanical Properties of Steel Fiber-Reinforced Siliceous Wet Shotcrete*. 2018, *Advances in Materials Science and Engineering*, Vol. 2018.
- YUN, KYONG-KU; PANOVA, VALERII; KIM, SEONGKWON; SEUNGYEON-HAN. 2022. *Influence of Colloidal Silica and Silica Fume on the Rheology and Mechanical Properties of High-Performance Shotcrete*. *KSCE Journal of Civil Engineering*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de las variables

Variable		Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Aditivos para el shotcrete	“Sustancias en estado sólido o líquido que modifican las propiedades físicas y mecánicas del concreto lanzado con el objetivo de mejorarlas de acuerdo a los requerimientos de las obras de túneles hidráulicos y otros túneles” (SIKA, 2018, p. 07)	Determinación del tipo y dosificación de los aditivos utilizados en la fabricación de concreto lanzado.	Tipo de aditivo para shotcrete	Fluidificante Acelerante de fragua Fibra metálica Microsilica	De razón
				Dosis de aditivo para shotcrete	25 % 50 % 100 %	
Dependiente	Resistencia del shotcrete	“Es una de las propiedades más importante de este tipo de concreto, ya que llega a alcanzar una alta resistencia en poco tiempo lo que lo hace diferente a los demás concretos. La resistencia se mide en muestras extraídas o núcleos diamantinos y se expresa en Mpa” (Linares, 2018, p. 5)	Determinación de la resistencia mecánica del concreto lanzado utilizando muestras de núcleos diamantinos.	Tipo de resistencia mecánica	Resistencia mecánica a la compresión en Mpa	De razón

## Anexo 2. Matriz de consistencia

TITULO: Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores			Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	<b>Tipo de estudio:</b> Aplicada <b>Diseño de estudio:</b> Experimental <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <math>RG_C - O_1</math>  <math>RG_{E1} X_1 O_2</math>  <math>RG_{E2} X_2 O_3</math>  <math>RG_{E3} X_3 O_4</math> </div> <b>Nivel:</b> Explicativo <b>Población:</b> La población será concreto lanzado fabricado para el túnel hidráulico Amojao. <b>Muestra:</b> Lo constituyen los núcleos diamantinos obtenidos en número de 3 por tratamiento. <b>Muestreo:</b> No probabilístico
¿Cómo influye la adición de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022?	Determinar la influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022	El uso de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica incrementa la resistencia mecánica del concreto lanzado para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022	Aditivos para concreto lanzado	Fluidificante Acelerante de fragua Fibra metálica Microsilica	Dosificación según ficha técnica 25 % dosificación 50 % dosificación 100 % dosificación	
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cómo es el diseño de mezcla del concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica para el sostenimiento de túnel hidráulico Amojao 2022?	Formular el diseño de mezcla del concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica para el sostenimiento de túnel hidráulico Amojao 2022.	El diseño de mezcla del concreto lanzado usando plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica para el sostenimiento de túnel hidráulico garantiza la resistencia mecánica exigida por la obra, Amojao 2022.	Resistencia del concreto lanzado	Resistencia a la compresión del concreto lanzado	Resistencia en Mpa o en Kg/cm2	
¿Cuánto es la resistencia mecánica del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022?	Medir la resistencia mecánica del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, para el sostenimiento del túnel hidráulico Amojao 2022.	La resistencia mecánica del concreto lanzado elaborado con plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica, para el sostenimiento del túnel hidráulico, se incrementa con respecto al no uso de aditivos, Amojao 2022.				
¿Cómo debe ser una formulación adecuada de concreto lanzado con el uso de los aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica según el tipo de roca característica de un túnel hidráulico Amojao 2022?	Proponer una formulación adecuada de concreto lanzado con el uso de los aditivos ensayados según el tipo de roca característica de un túnel hidráulico Amojao 2022.	La formulación adecuada de concreto lanzado con uso de aditivos plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica según el tipo de roca característica de un túnel hidráulico, optimiza el uso de recursos para alcanzar la resistencia mecánica deseada, Amojao 2022				

### Anexo 3. Resultados de laboratorio y calibración de equipos

- a. Resultados de análisis de agregados y diseño de mezcla de patrón, validación Indecopi.

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	PORTADA	LSP22 - DM - 126	FECHA	ABRIL - 2022

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**TESIS:**

**“INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022”**

**BACHILLER:**

- **CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL**
- **DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS**

**DISTRITO: JAÉN**  
**PROVINCIA: JAÉN**  
**REGIÓN. CAJAMARCA**

**JAEN, CAJAMARCA, ABRIL - 2022**

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	ANEXOS	LSP22 - DM - 126	FECHA	

# ANEXO I

# LABSUC

## ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN**

**CEL: 969577841 - 975421091**



 <b>LABSUC</b> LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		RUC	20604546231
			INDECOPI	116277
			FECHA	Abr-22
			PAGINA	1 de 1
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILOCA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"		CODIGO:	LSP22 - DM - 126
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - REGIÓN: CAJAMARCA		MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	BACH. CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL - BACH. DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS		ENSAYADO POR:	J.H.B
			FECHA DE ENSAYO:	ABRIL - 2022

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)**  
**MTC E 107, E 202-1999 - AASHTO T-11**

DATOS DE LAS MUESTRAS					
DESCRIPCION		MUESTRA N° 01	MUESTRA N° 02		
<b>A</b>	Peso de la muestra seca.....	500.0	478.9	<b>Grs.</b>	
<b>B</b>	Peso de la muestra seca despues de lavado...	485.7	465.3	<b>Grs.</b>	
		2.86	2.84		

<b>% QUE PASA LA N° 200</b>	<b>2.85</b>
-----------------------------	-------------

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 INGENIERO CIVIL EN GEOTECNIA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 INGENIERO CIVIL EN GEOTECNIA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 218803

	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	RUC	20604546231
		INDECOPI	116277
		FECHA	Abri-22
		PAGINA	1 de 1
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE PLAS TIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"	CODIGO:	LSP22 - DM - 126
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - REGIÓN: CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	BACH. CHINGUEL FIES TAS ANDERSON PAUL - BACH. DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS	ENSAYADO POR:	J.H.B
		FECHA DE ENSAYO:	ABRIL - 2022

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS - SUELTO / COMPACTADO

MTC E 203 - ASTM C 29

#### PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO

	Ddescripción del Ensayo	1	2	3	Promedio
	N° de Ensayo	1	2	3	
A	Peso agregado + recipiente (g)	18351	18347	18355	
B	Peso del recipiente (g)	8611	8611	8611	
C	Peso agregado (g) = (A) - (B)	9740	9736	9744	
D	Volumen del recipiente (cc)	5571	5571	5571	
E	Peso Unitario= (C) / (D)	1748	1748	1749	
F	Promedio Peso Unitario (Kg/m3)				<b>1748 kg/m<sup>3</sup></b>

#### PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO FINO

	N° de Ensayo	1	2	3	Promedio
A	N° de Ensayo	1	2	3	
B	Peso agregado + recipiente (g)	19965	18953	18852	
C	Peso del recipiente (g)	8611	8611	8611	
D	Peso agregado (g) = (A) - (B)	11354	10342	10241	
E	Volumen del recipiente (cc)	5571	5571	5571	
F	Peso Unitario= (D) / (E)	2038	1856	1838	
G	Promedio Peso Unitario (Kg/m3)				<b>1911 kg/m<sup>3</sup></b>

OBSERVACIONES :

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 TECNICO LABORATORISTA

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218899

	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	RUC	20604546231
		INDECOPI	116277
		FECHA	Abri-22
		PAGINA	1 de 1
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"	CODIGO:	LSP22 - DM - 126
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - REGIÓN: CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	BACH. CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL - BACH. DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS	ENSAYADO POR:	J.H.B
		FECHA DE ENSAYO:	ABRIL - 2022

### EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

		IDENTIFICACION		
		1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm			
Hora de entrada a saturación		3:05 PM	3:07 PM	3:09 PM
Hora de salida de saturación (mas 10")		3:15 PM	3:17 PM	3:19 PM
Hora de entrada a decantación		3:17 PM	3:19 PM	3:21 PM
Hora de salida de decantación (mas 20")		3:37 PM	3:39 PM	3:41 PM
Altura máxima de material fino	mm	4.1	4.0	4.1
Altura máxima de la arena	mm	3.6	3.5	3.6
Equivalente de Arena	%	88	88	88
Equivalente de arena promedio	%	<b>88.0</b>		
Resultado equivalente de arena	%	<b>88</b>		

**OBSERVACIONES:**

---



---

  
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
PAVIMENTOS Y SISTEMAS ENFEROSOS  
TECNICO LABORATORISTA

  
LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	<b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	RUC	20604546231
		INDECOPI	116277
		FECHA	Abr-22
		PAGINA	1 de 1
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			
PROYECTO:	"INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"	CODIGO:	LSP22 - DM - 126
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN - PROVINCIA: JAÉN - REGIÓN: CAJAMARCA	MUESTREADO POR:	SOLICITANTE
SOLICITANTE:	BACH. CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL - BACH. DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS	ENSAYADO POR:	J.H.B
		FECHA DE ENSAYO:	ABRIL - 2022

<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS</b>
(NORMA ASTM C 127 - AASHTO T-85)

AGREGADO FINO						
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	516.3	510.4	512.8		
B	Peso Frasco + agua	641.4	690.7	707.3		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1157.70	1201.10	1220.10		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	960.8	1004.5	1025.6		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	196.90	196.60	194.50		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	509.80	503.90	506.60		
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	190.4	190.1	188.3		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.589	2.563	2.605		<b>2.586</b>
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.622	2.596	2.637		2.618
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.678	2.651	2.690		2.673
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.275	1.290	1.224		<b>1.263</b>

Observaciones:

  
LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA

  
LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
Javier Ramos Diaz  
CIP: 218809

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	<b>TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"</b>			<b>BACHILLER:</b> <b>CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL</b> <b>DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS</b>
	ANEXOS	LSP22 - DM - 126	FECHA	

# ANEXO II

## DISEÑOS DE MEZCLA

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN**

**CEL: 969577841 - 975421091**

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILOCA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - DM - 126	FECHA	

### INFORME TÉCNICO F'C = 320 KG/CM<sup>2</sup>

**BACHILLER** : CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL  
 DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS

**TESIS** : "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILOCA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"

**FECHA** : ABRIL - 2022

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

#### 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

<b>1.1. <u>AGREGADO FINO</u></b>	:	<b>ARENA</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA	:	2.586 gr/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1748 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1911 Kg/m <sup>3</sup>
HUMEDAD NATURAL	:	6.3 %
ABSORCION	:	1.263 %
MODULO DE FINURA (Mf)	:	3.776
MATERIAL FINO QUE PASA TAMIZ N° 200	:	2.85 %

#### 1.2. CEMENTO

- CEMENTO PORTLAND TIPO I
- PESO ESPECIFICO: 3.15 gr/cm<sup>3</sup>

#### 2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE DISEÑO : f<sub>c</sub> = 320 Kg/cm<sup>2</sup>



 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - DM - 126	FECHA	

### 3. CANTIDAD DE MATERIAL POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO

#### 3.1 MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

-	CEMENTO	:	450 Kg/m <sup>3</sup>
-	AGREGADO FINO SECO	:	1537 Kg/m <sup>3</sup>
-	AGUA DE MEZCLA	:	160 Lt.

#### 3.2 MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

-	CEMENTO	:	450 Kg.
-	AGREGADO FINO HUMEDO	:	1614 Kg.
-	AGUA EFECTIVA	:	109 Lt.

### 4. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

PROPORCIONAMIENTO EN PESO POR CEMENTO

1: 3.586: 0.242Lt

PROPORCIONAMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

1: 3.234: 10.28Lt



### 5. OBSERVACIONES

- En el presente diseño se ha considerado el contenido de humedad del agregado fino igual a 6.3 %.
- El agregado fino antes de utilizarse deberá tamizarse por el tamiz de 3/8".
- El material más fino que el tamiz N° 200, se ha determinado utilizando el procedimiento de ensayo acorde a la norma
- Al preparar la tanda de concreto en obra, se deberá corregir periódicamente el contenido de agua efectiva, en el proporcionamiento de los materiales, debido a la variación permanente en el contenido de humedad del agregado.
- Se recomienda que al realizar la dosificación correcta en volumen de obra se debe utilizar recipientes adecuados, a fin de evitar variación volumétrica de los componentes de la mezcla, teniendo como base el volumen de una bolsa de cemento, considerado como un pie cúbico.
- El agregado fino cumple con el huso granulométrico de la Norma A.S.T.M. C 33-93a (N.T.P. 400.037) y
- Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variaciones de granulometría del agregado que suele darse en la Cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto.

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - DM - 126	FECHA	

- Asimismo, se recomienda que cada vez que se prepare las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, acorde a la Norma N.T.P. 339.035 – 1999, a fin de mantener uniforme la consistencia del concreto y por ende la resistencia mecánica.
- El agua a utilizarse en la mezcla de concreto, debe cumplir con la Norma E-060.
- El curado de los especímenes de concreto elaborados en obra, deberá realizarse de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 31M-98.
- La Empresa no ha intervenido en la exploración y muestreo de los agregados. Por tanto, solo responde por los ensayos realizados con dichas muestras alcanzadas al laboratorio.
- Los agregados han sido alcanzados al Laboratorio por el solicitante.

Jaén, Cajamarca, Abril - 2022



 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	ANEXOS	LSP22 - DM - 126	FECHA	

# ANEXO II

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y DE INDECOPI

LABSUC

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DIRECCION: CALLE COLINA NRO. 381 (MONTEGRANDE - A 1 CDRA  
 MCDO SOL DIVINO) CAJAMARCA - JAEN - JAEN**

**CEL: 969577841 - 975421091**



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

## Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LM - 0193 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente **04564-2022**
2. Solicitante **LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
3. Dirección **CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA**
4. Equipo de medición **BALANZA ELECTRÓNICA**
  - Capacidad Máxima **620 g**
  - División de escala (d) **0.01 g**
  - Div. de verificación (e) **0.01 g**
  - Clase de exactitud **III**
  - Marca **OHAUS**
  - Modelo **NV622ZH**
  - Número de Serie **264972011**
  - Capacidad mínima **0.2 g**
  - Procedencia **CHINA**
  - Identificación **NO INDICA**
5. Fecha de Calibración **2022-05-16**

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 válidos 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

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 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 - 0193 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 ° C	26.6 ° C
Humedad Relativa	65%	65%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0193 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300.00	5	0	600.00	7	-2	
2	300.01	9	6	600.00	6	-1	
3	300.00	6	-1	600.00	5	0	
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1	
5	299.99	2	-7	599.99	3	-8	
6	300.00	5	0	600.00	5	0	
7	300.00	7	-2	600.00	4	1	
8	300.00	5	0	600.00	6	-1	
9	300.00	5	0	600.00	4	1	
10	300.00	6	-1	599.99	2	-7	
Diferencia Máxima			13	Diferencia Máxima			9
Error Máximo Permissible			30	Error Máximo Permissible			30

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.10	6	-1		200.01	9	6	7
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.11	7	8		200.00	4	1	-7
Error máximo permisible									30

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 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 - 0193 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.8 °C	26.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	10
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	20
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	20
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	20
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	30
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	5	0	1	30
300.00	300.00	6	-1	0	300.00	5	0	1	30
400.00	400.00	5	0	1	400.00	6	-1	0	30
500.00	500.00	6	-1	0	499.99	2	-7	-6	30
600.00	600.00	5	0	1	600.00	6	-1	0	30

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000030 \text{ g}^2 + 0.0000000011 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000012 R$$

### 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



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0191 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	04564-2022
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	264972091
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-05-16

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 válidos 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

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 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 - 0191 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C
Humedad Relativa	65%	65%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0191 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.8 °C	26.8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0	
2	3000.0	60	-10	5999.9	20	-70	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	2999.9	30	-80	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	6000.0	60	-10	
10	3000.0	60	-10	5999.9	20	-70	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			140
Error Máximo Permissible			300.0	Error Máximo Permissible			300.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.8 °C	26.8 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1.0	0.9	30	-80	2000.0	1999.9	20	-70	10
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3		1.0	60	-10		2000.0	40	10	20
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		2000.1	80	70	70
Error máximo permisible									300.0

\* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0191 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.8 °C	26.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	20	-70	-70	5999.9	30	-80	-80	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003788 \text{ g}^2 + 0.0000000009 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000113 R$$

### 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

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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





# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	04564-2022
2. Solicitante	LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
3. Dirección	CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	200 °C
Marca	ARSOU GROUP
Modelo	HR701
Número de Serie	202042
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MUESTRAS

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.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 200 °C	30 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-05-16

Fecha de Emisión

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.7 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
<b>T.PROM</b>	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
<b>T.MAX</b>	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
<b>T.MIN</b>	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
<b>DTT</b>	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 084 - 2022

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114.4	19.1
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	11.3
Estabilidad Medida ( ± )	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	11.3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

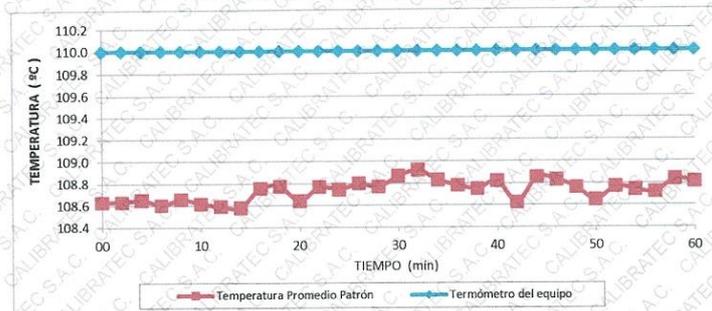
La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

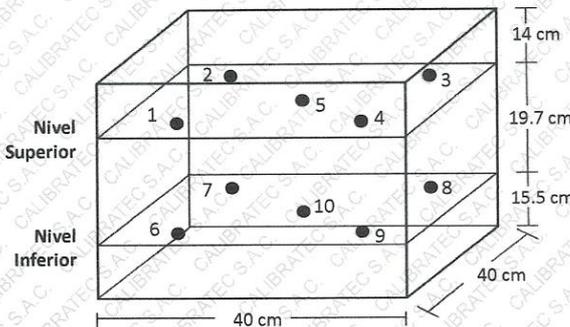




### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 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%.

Fin del documento



**b. resultados del diseño de mezclas con aditivos según tratamientos con requerimientos de materiales.**

Requerimientos de materiales en Kilogramos, para elaborar shotcrete con los aditivos según tratamientos

1. Requerimiento para testigo o patrón

<b>Material</b>	<b>Kg /m3</b>	<b>Kg/Ensayo</b>
Cemento	450	15.840
Agregado	1532	53.926
Agua	160	5.632

2. Requerimiento para tratamiento T1

<b>Material</b>	<b>Kg /m3</b>	<b>Kg/Ensayo</b>
Cemento	450	15.84
Agregado	1532	53.93
Agua	160	5.63
Fluidificante	1.35	0.048
Acelerante	9.00	0.317
Fibra metálica	5.37	0.189
Microsílica	6.64	0.234

3. Requerimiento para tratamiento T2

<b>Material</b>	<b>Kg /m3</b>	<b>Kg/Ensayo</b>
Cemento	450	15.84
Agregado	1532	53.93
Agua	160	5.63
Fluidificante	2.70	0.095
Acelerante	18.00	0.634
Fibra metálica	10.73	0.378
Microsílica	13.28	0.467

4. Requerimiento para tratamiento T3

<b>Material</b>	<b>Kg /m3</b>	<b>Kg/Ensayo</b>
Cemento	450	15.84
Agregado	1532	53.93
Agua	160	5.63
Fluidificante	5.40	0.190
Acelerante	36.00	1.267
Fibra metálica	21.47	0.756
Microsílica	26.55	0.935

5. Dosificación de aditivos según ficha técnica

Plastificante	12.00	g/Kg de cemento	
Acelerante	80.00	g/Kg de cemento	
Fibra metálica	47.70	g/Kg de cemento	
Microsílica	59.00	g/Kg de cemento	

6. Requerimiento de shotcrete

Volumen muestra madre

Ancho (m)	0.40
Largo (m)	0.40
Alto (m)	0.22
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.0352

- c. resultados de laboratorio de resistencia a la compresión de los núcleos de shotcrete a los 3, 7 y 28 días, y certificación de Indecopi.

 <small>LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TUNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS	
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	JUNIO - 2022	

**INFORME DE EVALUACIÓN DE CONCRETO MEDIANTE  
 EXTRACCIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO CON MAQUINA  
 DIAMANTINA PARA LA VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA  
 DEL CONCRETO**



**TESIS:**

**"INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"**

**BACHILLER:**

- CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAU
- DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS

**JAEN, CAJAMARCA, JUNIO - 2022**

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"				BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	JUNIO - 2022	

### INDICE

1. OBJETIVO .....	3
2. ANTECEDENTES .....	3
3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	3
<i>Imagen 01: Ubicación del área de estudio</i> .....	4
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	4
4. CONDICIÓN CLIMÁTICA .....	4
<i>Imagen 02: Clima de la zona</i> .....	5
5. EQUIPO UTILIZADO .....	5
6. PROGRAMA DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS .....	5
<i>Cuadro N° 01: Número De Ensayos</i> .....	6
7. ENSAYO DE LOS MATERIALES .....	6
<i>Cuadro N° 02: Resumen De Ensayos</i> .....	7
8. ESTUDIO DE PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	7
9. OBSERVACIONES .....	8
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	8



 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	

## INFORME TECNICO

### 1. OBJETIVO

El presente Informe, tiene como fin auscultar y determinar la calidad del concreto endurecido, correspondiente al Proyecto tesis: "Influencia De Plastificante, Acelerante, Fibra Metálica Y Microsilica En La Resistencia Del Shotcrete Para El Sostenimiento De Túnel Amojao 2022", con la finalidad de servir de base para sustentar la determinación de calidad del concreto mediando el ensayo de extracción de núcleos con maquina diamantina y su posterior ensayo a compresión para verificar la resistencia del concreto.

### 2. ANTECEDENTES

Por solicitud del Bachiller Chinguel Fiestas Anderson Paul, Díaz Quiroz Manuel Jesús, se extrajo testigos del concreto endurecido, las cuales fueron obtenidas por el personal técnico del LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS LABSUC. En un número de 36 unidades, las cuales fueron ubicadas por el solicitante en las zonas escogida por él. Las mismas que fueron embaladas para que sean trabajadas en el laboratorio de acuerdo a las normas establecidas.

### 3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

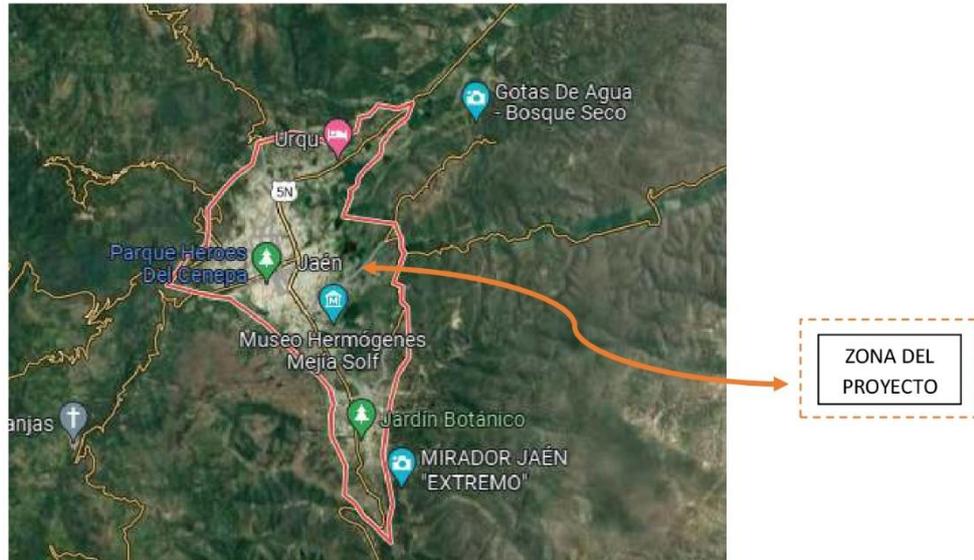
El distrito de Jaén es uno de los doce que conforman la provincia de Jaén, ubicada en el departamento de Cajamarca en el Norte del Perú.

El terreno destinado para la ejecución del Proyecto tesis: "Influencia De Plastificante, Acelerante, Fibra Metálica Y Microsilica En La Resistencia Del Shotcrete Para El Sostenimiento De Túnel Amojao 2022", esta presenta una superficie plana y de geometría regular.



	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	

**Imagen 01: Ubicación del área de estudio**



### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Distrito : Jaén  
 Provincia : Jaén  
 Región : Cajamarca

### 4. CONDICIÓN CLIMÁTICA.

El clima del distrito es tropical, cálido y lluvioso, con altas temperaturas (hasta 35°C) en la época de menos lluvias (de julio a noviembre), y 20°C en la época lluviosa (de enero a mayo); la humedad relativa supera el 90%.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Ing. Manuel Antonio Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

DIRECCION: LA COLINA, Nº381 A UNA CUADRA DEL MERCADO SOL  
 DIVINO - JAEN - CAJAMARCA

CEL: 969577841-975421091-912493920

	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	

**Imagen 02: Clima de la zona**



#### 5. EQUIPO UTILIZADO

- Una Maquina diamantina marca FERTON.
- Brocas diamantadas de 7 cm de diámetro, para la extracción de muestras de concreto.
- Detector de acero BOSCH modelo GMS 120.
- Maquina de compresión Marca: PERUTEST, Celda de carga OADTRON 10000 kg N° 64232, indicador digital: MCC Modelo SAFIR N° 12488m.

#### 6. PROGRAMA DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.

Los testigos (corazones de concreto) fueron extraído por medio de una maquina saca núcleos, también llamada diamantina en las zonas que el solicitante indicaba y fueron en una cantidad de 36, para luego hacer su evaluación del concreto ya endurecido.

Los mencionados elementos, fueron embalados para su rotura en la máquina de compresión.

En el laboratorio se realizó el desembalaje y verificación de datos por medio del personal del laboratorio.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 .....  
 JESUS MANUEL RAMOS DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 218809

**DIRECCION: LA COLINA, N°381 A UNA CUADRA DEL MERCADO SOL  
 DIVINO - JAEN - CAJAMARCA**

**CEL: 969577841-975421091-912493920**

 LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	

Después de dicho trabajo, se comenzó a realizar el corte de testigos para la obtención de caras lisas y paralelas, y así seguir con el refrendado de los mismos con yeso, dejándolos secar y se procedió al curado de los testigos al aire libre, según la norma, porque las estructuras madres están en zona húmeda, para luego realizar su rotura respectiva de acuerdo a las normas establecidas las cuales se adjuntan al presente informe.

**Cuadro N° 01: Número De Ensayos**

FECHA DE EXTRACCION	DESCRIPCION	N° DE PRUEBAS
31/05/2022	SHOTCRETE PATRÓN	9
31/05/2022	TRATAMIENTO	9
31/05/2022	TRATAMIENTO T2	9
31/05/2022	TRATAMIENTO T3	9

**7. ENSAYO DE LOS MATERIALES.**

Las muestras extraídas fueron cuidadosamente transportadas y ensayadas en el Laboratorio de la empresa LABSUC.

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 NTP 339.034 ASTM C 42 NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están Contenidas en las planillas del laboratorio anexas a este informe.

Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión se resumen en el cuadro N° 02.



 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	

**Cuadro N° 02: Resumen De Ensayos**

N° DE PRUEBAS	FEHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	RESISTENCIA PROMEDIO OBTENIDO (Kg/cm2)
3	31/05/2022	SHOTCRETE PATRÓN (3 días de curado)	212.6
3	31/05/2022	TRATAMIENTO T1 (3 días de curado)	223.4
3	31/05/2022	TRATAMIENTO T2 (3 días de curado)	220.4
3	31/05/2022	TRATAMIENTO T3 (3 días de curado)	231.7
3	4/06/2022	SHOTCRETE PATRÓN (7 días de curado)	250.0
3	4/06/2022	TRATAMIENTO T1 (7 días de curado)	257.7
3	4/06/2022	TRATAMIENTO T2 (7 días de curado)	297.0
3	4/06/2022	TRATAMIENTO T3 (7 días de curado)	342.0
3	25/06/2022	SHOTCRETE PATRÓN (28 días de curado)	322.6
3	25/06/2022	TRATAMIENTO T1 (28 días de curado)	338.0
3	25/06/2022	TRATAMIENTO T2 (28 días de curado)	388.7
3	25/06/2022	TRATAMIENTO T3 (28 días de curado)	439.3

**8. ESTUDIO DE PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.**

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 NTP 339.034 ASTM C 42 NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están Contenidas en las planillas del laboratorio anexas a este informe.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Jervis Román Ramos Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 216609

**DIRECCION: LA COLINA, N°381 A UNA CUADRA DEL MERCADO SOL  
DIVINO - JAEN - CAJAMARCA**

**CEL: 969577841-975421091-912493920**

 <small>LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILOCA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	

## 9. OBSERVACIONES.

- Se obtuvieron testigos únicos.
- Se realizó el desembalaje, corte y curado de los testigos, dentro de lo normado.
- Se comenzó a realizar el refrendado con yeso de los testigos en las dos caras, y se dejó curar.
- El presente informe se emitirá a solicitud del Bachiller Chinguel Fiestas Anderson Paul, Díaz Quiroz Manuel Jesús, y que los resultados obtenidos son producto de los ensayos hechos en la máquina de Compresión.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- Los ensayos se realizaron de acuerdo a lo establecido en las normas de la ASTM y ACI.
- De los resultados del ensayo a compresión a los núcleos de concreto, obtenidos realizados en el LABSUC. Se ha obtenido una resistencia a compresión del concreto del orden de:

N° DE PRUEBAS	FEHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	RESISTENCIA PROMEDIO OBTENIDO (Kg/cm2)	PORCENTAJE PROMEDIO
3	31/05/2022	SHOTCRETE PATRÓN (3 días de curado)	212.6	66.45
3	31/05/2022	TRATAMIENTO T1 (3 días de curado)	223.4	69.80
3	31/05/2022	TRATAMIENTO T2 (3 días de curado)	220.4	68.86
3	31/05/2022	TRATAMIENTO T3 (3 días de curado)	231.7	72.40
3	4/06/2022	SHOTCRETE PATRÓN (7 días de curado)	250.0	78.13
3	4/06/2022	TRATAMIENTO T1 (7 días de curado)	257.7	80.53
3	4/06/2022	TRATAMIENTO T2 (7 días de curado)	297.0	92.81
3	4/06/2022	TRATAMIENTO T3 (7 días de curado)	342.0	106.89
3	25/06/2022	SHOTCRETE PATRÓN (28 días de curado)	322.6	100.83

 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"				BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	INFORME	LSP22 - EC - 144	FECHA	JUNIO - 2022	

3	25/06/2022	TRATAMIENTO T1 (28 días de curado)	338.0	105.63
3	25/06/2022	TRATAMIENTO T2 (28 días de curado)	388.7	121.46
3	25/06/2022	TRATAMIENTO T3 (28 días de curado)	439.3	137.29

- Con respecto a los resultados se puede comprobar los testigos de diamantinas pasaron el porcentaje mínimo requerido, según lo estipulado por la ASTM.
- El informe se le hará entrega en original y copia al solicitante.

  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
  
 Jenifer Kuper Ramos Diaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 216809

**DIRECCION: LA COLINA, Nº381 A UNA CUADRA DEL MERCADO SOL  
 DIVINO - JAEN - CAJAMARCA**

**CEL: 969577841-975421091-912493920**

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	ANEXOS	LSP22 - EC - 144	FECHA	

# ANEXO I

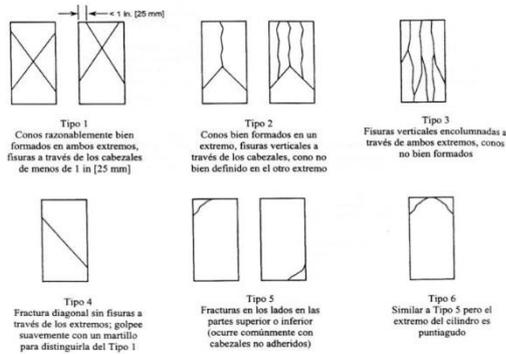
## ENSAYOS DE LABORATORIO

**DIRECCION: LA COLINA. Nº381 A UNA CUADRA DEL  
 MERCADO SOL DIVINO - JAEN - CAJAMARCA**

**CEL:969577841-975421091-912493920**

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESES	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Diaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			FECHA DE ENSAYO: 31/05/2022
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			TURNO: Diurno
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Dímetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
SHOTCRETE PATRÓN - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.422	7.20	14.7	40.7	0.00599	8645	6	2.04	1.017	216.0	2376
SHOTCRETE PATRÓN - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.413	7.25	13.3	41.3	0.00549	8525	6	1.83	0.988	204.0	2574
SHOTCRETE PATRÓN - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.367	7.28	13.6	41.6	0.00566	9150	6	1.87	0.992	218.0	2450
Promedio:													212.6



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

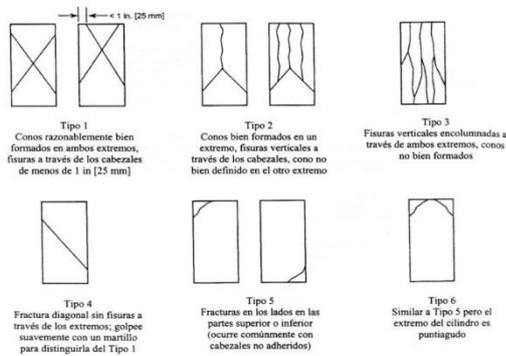
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE PAVIMENTOS  
INGENIERO TÉCNICO EN PAVIMENTOS  
BARRIONA  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE PAVIMENTOS  
INGENIERO TÉCNICO EN PAVIMENTOS  
JEREMY ANDRÉS BARRIONA DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 216809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESES	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			FECHA DE ENSAYO: 31/05/2022
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			TURNO: Diurno
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T1 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.422	7.10	13.7	39.6	0.000542	9075	6	1.93	0.999	229.0	2622
TRATAMIENTO T1 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.345	7.30	14.6	41.9	0.000811	8995	6	2.00	1.010	217.0	2201
TRATAMIENTO T1 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.421	7.20	13.7	40.7	0.000558	9180	6	1.90	0.996	224.0	2548
Promedio:												223.4	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero Técnico Especialista en Obras de  
Técnicolaboratorista

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero Técnico Especialista en Obras de  
Ingeniero Civil  
C.I.P.: 218809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESIS	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 31/05/2022
				TURNOS: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T2 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.327	7.30	14.7	41.9	0.000615	9265	6	2.01	1.012	224.0	2157
TRATAMIENTO T2 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.345	7.40	15.1	43.0	0.000649	9135	6	2.04	1.017	216.0	2071
TRATAMIENTO T2 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.352	7.50	13.9	44.2	0.000614	9865	6	1.85	0.990	221.0	2202
Promedio:												220.4	

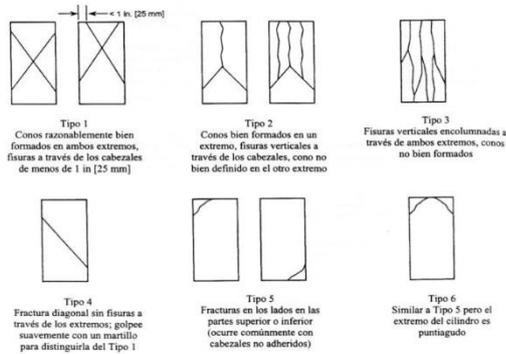


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

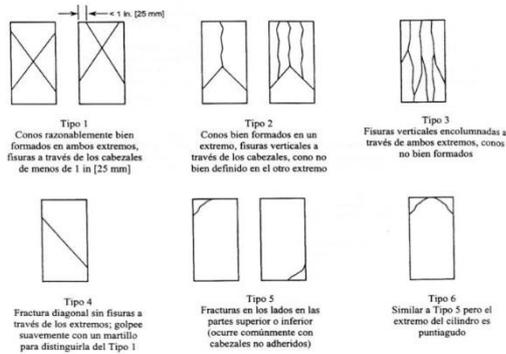
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PAVIMENTOS  
TECNICÓLOGO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218509

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESIS	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 31/05/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Dímetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T3 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.421	7.30	14.2	41.9	0.000594	9155	6	1.95	1.001	219.0	2391
TRATAMIENTO T3 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.374	7.50	14.3	44.2	0.000632	10420	6	1.91	0.996	236.0	2175
TRATAMIENTO T3 - 3 DÍAS	31/05/2022	31/05/2022	1.322	7.40	14.2	43.0	0.000611	10360	6	1.92	0.998	241.0	2165
Promedio:												231.7	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

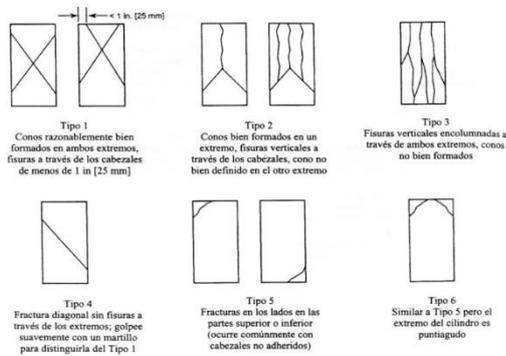
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Jhonny Quiroz Díaz  
INGENIERO CIVIL  
TECNICÓLABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Javier Kuyat Ramos Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218509

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESES	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 4/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
SHOTCRETE PATRÓN - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.366	7.50	13.9	41.2	0.000614	10890	6	1.85	0.990	244.0	2273
SHOTCRETE PATRÓN - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.478	7.40	15.2	43.0	0.000654	10925	6	2.05	1.020	259.0	2261
SHOTCRETE PATRÓN - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.503	7.40	14.7	43.0	0.000632	10545	6	1.99	1.008	247.0	2377
Promedio:												250.0	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

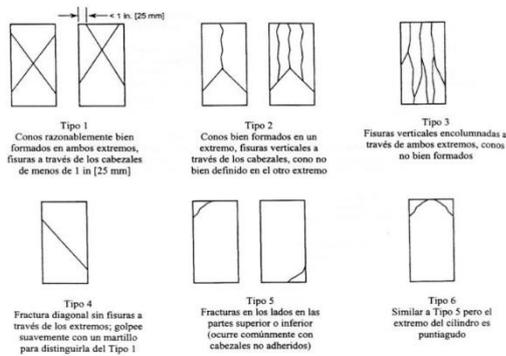
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESIS	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 4/05/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T1 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/05/2022	1.427	7.40	14.2	43.0	0.000611	10950	6	1.92	0.998	254.0	2337
TRATAMIENTO T1 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/05/2022	1.366	7.30	13.5	41.9	0.00565	10955	6	1.85	0.989	259.0	2453
TRATAMIENTO T1 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/05/2022	1.333	7.40	14.5	43.0	0.00624	11145	6	1.95	1.003	260.0	2138
Promedio:												257.7	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

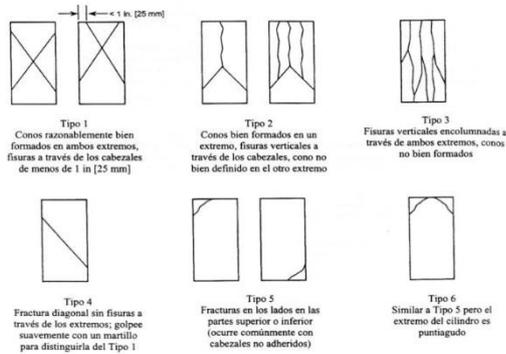
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO TÉCNICO EN PAVIMENTOS  
INGENIERO TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESIS	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 4/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T2 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.456	7.50	15.4	44.2	0.000680	12610	6	2.05	1.019	291.0	2140
TRATAMIENTO T2 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.336	7.30	14.2	41.9	0.000584	12790	6	1.95	1.001	306.0	2248
TRATAMIENTO T2 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.487	7.30	14.0	41.9	0.000586	12335	6	1.92	0.998	294.0	2538
Promedio:													297.0



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Jhonny Quiroz Díaz  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Javier Kuyat Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218509

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESES	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 4/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T3 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.421	7.30	13.6	41.9	0.000578	14610	6	1.89	0.994	347.0	2460
TRATAMIENTO T3 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.421	7.20	13.7	40.7	0.000558	14150	6	1.90	0.996	346.0	2548
TRATAMIENTO T3 - 7 DÍAS	31/05/2022	4/06/2022	1.364	7.50	13.7	44.2	0.000605	14905	6	1.83	0.987	333.0	2303
Promedio:												342.0	

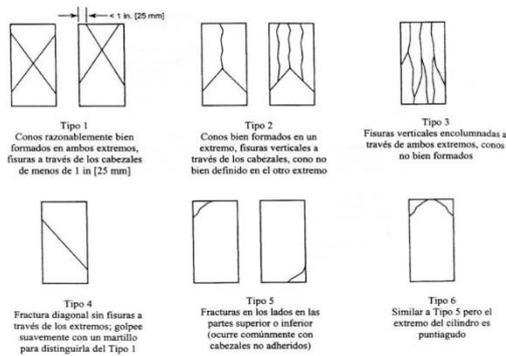


FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

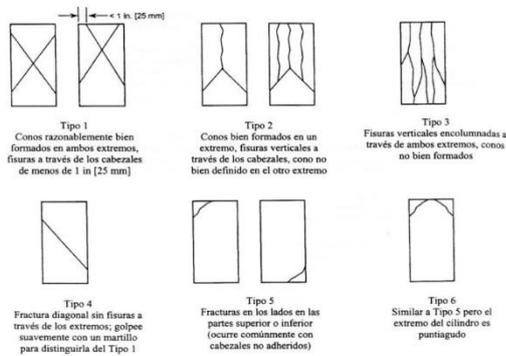
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO TÉCNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESES	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Diaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 25/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
SHOTCRETE PATRÓN - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.310	7.20	13.4	40.7	0.000546	13026	6	1.86	0.991	317.0	2401
SHOTCRETE PATRÓN - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.362	7.20	13.4	40.7	0.000546	13190	6	1.86	0.991	321.0	2551
SHOTCRETE PATRÓN - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.378	7.20	13.2	40.7	0.000537	13602	6	1.83	0.988	330.0	2564
Promedio:												322.6	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

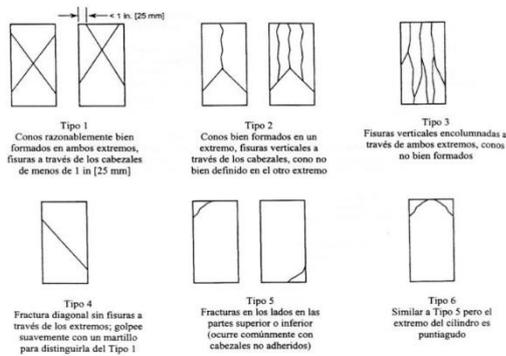
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero de Edificación y Construcción  
TECNIC/LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Javier Humberto Ramos Diaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 216809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESIS	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Diaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 25/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T1 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.406	7.20	14.2	40.7	0.000578	13122	6	1.07	1.005	324.0	2432
TRATAMIENTO T1 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.333	7.20	13.3	40.7	0.000542	14075	6	1.85	0.989	342.0	2462
TRATAMIENTO T1 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.370	7.10	13.6	39.6	0.000538	13815	6	1.92	0.997	348.0	2544
Promedio:												338.0	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

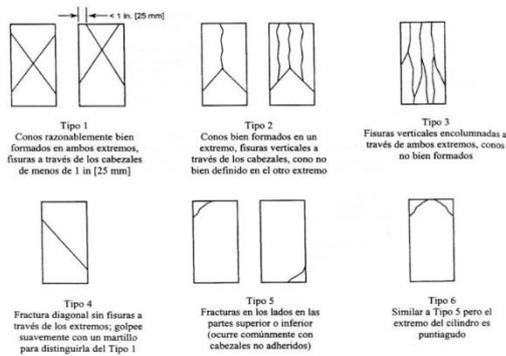
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero  
Jorge Alberto Ramírez Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero  
Jorge Alberto Ramírez Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218809

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TESIS	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 25/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Dímetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T2 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.336	7.20	14.4	40.7	0.000586	15805	6	2.00	1.010	392.0	2279
TRATAMIENTO T2 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.421	7.40	14.2	43.0	0.000811	16610	6	1.92	0.988	383.0	2327
TRATAMIENTO T2 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.764	7.20	14.0	40.7	0.000570	15866	6	1.94	1.001	391.0	3096
Promedio:												388.7	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

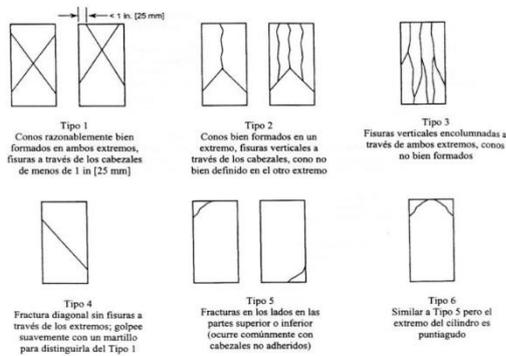
- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Jorge Rafael Ramos Díaz  
INGENIERO CIVIL  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE ENSAYOS Y PAVIMENTOS  
Jorge Rafael Ramos Díaz  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 218509

	<b>FORMATO</b>		Código	LSP22 - EC - 144
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO LANZADO</b>		Versión	01
			Fecha	JUNIO - 2022
			Página	1 de 1
TECNOLOGÍA	: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"			REGISTRO N°: LSP22 - EC - 144
SOLICITANTE	: Bach. Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús			REALIZADO POR: J. J.F.B.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA			REVISADO POR: J. R.D.
				FECHA DE ENSAYO: 25/06/2022
				TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto lanzado endurecido			
Presentación	: Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido			
F'c de diseño	: 320 kg/cm <sup>2</sup>			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18, ASTM C64, ASTM C192													
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )
TRATAMIENTO T3 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.380	7.20	13.6	40.7	0.000564	18350	6	1.89	0.994	448.0	2492
TRATAMIENTO T3 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.432	7.20	15.1	40.7	0.000615	17340	6	2.10	1.028	438.0	2329
TRATAMIENTO T3 - 28 DÍAS	31/05/2022	25/06/2022	1.422	7.20	14.2	40.7	0.000576	17465	6	1.97	1.005	432.0	2460
Promedio:												439.3	



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C29

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C29

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras extraídas por personal de la empresa
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero(a) en Civil  
TECNICO LABORATORISTA

LABSUC  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
Ingeniero(a) en Civil  
CIP: 218809

 <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	TESIS: "INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSILICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TÚNEL AMOJAO 2022"			BACHILLER: CHINGUEL FIESTAS ANDERSON PAUL DÍAZ QUIROZ MANUEL JESÚS
	ANEXOS	LSP22 - EC - 144	FECHA	

# ANEXO II

## CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS E INDECOPI

**DIRECCION: LA COLINA. Nº381 A UNA CUADRA DEL  
MERCADO SOL DIVINO - JAEN - CAJAMARCA**

**CEL:969577841-975421091-912493920**



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

## Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00116277

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 014173-2019/DSD - INDECOPI de fecha 28 de junio de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Estudios de mecánica de suelos, concreto y asfalto

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0796363-2019

Titular : GROUP JHAC S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 28 de junio de 2029

Tomo : 0582

Folio : 091

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**LABSUC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0125 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

- Expediente** 04564-2022
- Solicitante** LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
- Dirección** CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA
- Equipo** **PRENSA DE CONCRETO**
  - Capacidad** 100000 kgf
  - Marca** PERUTEST
  - Modelo** NO INDICA
  - Número de Serie** 010
  - Procedencia** PERÚ
  - Identificación** NO INDICA
  - Indicación** DIGITAL
  - Marca** NO INDICA
  - Modelo** NO INDICA
  - Número de Serie** NO INDICA
  - Resolución** 10 kgf
  - Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
- Fecha de Calibración** 2022-05-16

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

2022-05-18

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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

## 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

## 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA COLONIA NRO. 316 - JAEN - JAEN - CAJAMARCA

## 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 042-22 (B)
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

## 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0125 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	$F_i$ (kgf)	Patrón de Referencia			
		$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	10050	10040	10050	10046
20	20000	20061	20046	20056	20039
30	30000	30049	30074	30079	30041
40	40000	40073	40083	40053	40055
50	50000	50069	50069	50069	50064
60	60000	60066	60061	60056	60059
70	70000	70105	70095	70100	70091
80	80000	80131	80131	80120	80105
90	90000	90182	90187	90182	90139
100	100000	100245	100240	100250	100167
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
10000	-0.46	0.10	-0.05	0.10	0.35
20000	-0.20	0.07	0.26	0.05	0.37
30000	-0.13	0.10	0.37	0.03	0.39
40000	-0.14	0.07	0.18	0.03	0.35
50000	-0.13	0.00	0.04	0.02	0.34
60000	-0.10	0.02	0.01	0.02	0.34
70000	-0.13	0.01	0.04	0.01	0.34
80000	-0.13	0.01	0.11	0.01	0.34
90000	-0.15	0.01	0.20	0.01	0.35
100000	-0.17	0.01	0.31	0.01	0.37

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura 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.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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



**b. Formato de instrumento para diseño de mezclas con el uso de aditivos Plastificante, Acelerante, Fibra metálica y microsílca de los tratamientos**

Diseño de Mezclas para shotcrete patrón (Kg)		
Material	Por Kg/m3	Para ensayo
Cemento	0.00	0.00
Agregado	0.00	0.00
Agua	0.00	0.00

Diseño de Mezclas para los tratamientos (Kg)		
Material	Por Kg/m3	Para ensayo
Cemento	0.00	0.00
Agregado	0.00	0.00
Agua	0.00	0.00
Fluidificante	0.00	0.00
Acelerante	0.00	0.00
Fibra metálica	0.00	0.00
Microsilice	0.00	0.00

Requerimiento de shotcrete	
Volumen muestra madre	
ancho (m)	0.00
largo (m)	0.00
alto (m)	0.00
volumen (m <sup>3</sup> )	0.000

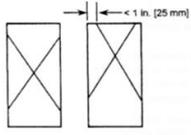
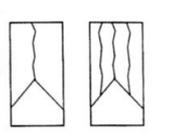
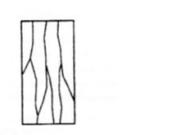
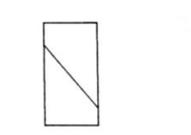
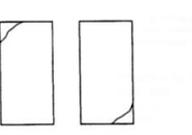
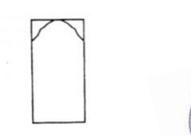
DOSIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS SEGÚN FICHA TÉCNICA		
Plastificante	0.00	g/bolsa de cemento
Acelerante	0.00	g/bolsa de cemento
Fibra metálica	0.00	g/bolsa de cemento
Microsilica	0.00	g/bolsa de cemento

*[Handwritten signature]*  
 Luis A. Cotrina Pedraza  
 ING. CIVIL  
 CIP. 81077

*[Handwritten signature]*  
 Ing. Efraín García Rivera  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 28468

*[Handwritten signature]*  
 ELVIN ROBERTO FUENTES CARLOS  
 CIP-43727  
 INGENIERO CIVIL

### c. Formato de instrumento para resistencia a la compresión del shotcrete en los núcleos diamantinos

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO							Código														
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE NÚCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO							Versión	01													
								Fecha	MAYO - 2022													
								Página	1 de 1													
TESIS: : "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsíllica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"							REGISTRO N°: LSP22 - EC - 126															
SOLICITANTE: : Chinguel Fiestas, Anderson Paul; Díaz Quiroz, Manuel Jesús							REALIZADO POR : TESISTAS REVISADO POR : EXPERTOS															
UBICACIÓN : DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN - REGIÓN DE CAJAMARCA							FECHA DE ENSAYO : TURNO :															
Tipo de muestra : Concreto lanzado endurecido Presentación : Núcleos extraídos de concreto lanzado endurecido Fc de diseño : 320 kg/cm2																						
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18																						
Identificación	Fecha de Extracción	Fecha de Rotura	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Volumen m <sup>3</sup>	Fuerza Máxima (kg)	Tipo de Falla	R h/d	Factor	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	PUC (kg/m <sup>3</sup> )									
CONCRETO PATRON o TRATAMIENTO	00/00/2022	00/00/2022				0.0	0.000000			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!									
CONCRETO PATRON o TRATAMIENTO	00/00/2022	00/00/2022				0.0	0.000000			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!									
CONCRETO PATRON o TRATAMIENTO	00/00/2022	00/00/2022				0.0	0.000000			#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>L/D:</td> <td>1.75</td> <td>1.50</td> <td>1.25</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Factor:</td> <td>0.98</td> <td>0.96</td> <td>0.93</td> <td>0.87</td> </tr> </table> <p>Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Fuente: ASTM C39</p>													L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00	Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00																		
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87																		
<p><b>FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos</b></p> <p style="text-align: center;">Fuente: ASTM C39</p>																						
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Muestras extraídas por personal de la empresa</li> <li>* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo</li> </ul>																						
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Ing. Edwin Garcia Rivera INGENIERO CIVIL CIP N° 28463</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Luis A. Cotrina Pedraza ING. CIVIL CIP: 81477</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Elvin Roberto Puentes Campos CIP-43727 INGENIERO CIVIL</p> </div> </div>																						

## Anexo 4.2. Validación de los formatos de instrumentos de recolección de datos

### a. Validación de instrumentos por expertos y análisis de fiabilidad (Alfa de Cronbach)

**Anexo 3: Ficha de validación (juicio de expertos)**

FICHA DE VALIDACIÓN						
TÍTULO				AUTORES:		
"Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"				Chinguel Fiestas, Anderson Paul Díaz Quiroz, Manuel Jesús		
VARIABLES EMPLEADAS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS		
				INGENIERO Nº 1	INGENIERO Nº 2	INGENIERO Nº 3
Aditivos para el shotcrete	Tipo de aditivo para shotcrete	Fluidificante Acelerante de fragua Fibra metálica Microsilica	Formato de diseño mezclas según ACI 5062R	0.95	0.92	0.93
	Dosis de aditivo para shotcrete	25 % 50 % 100 %	Formato de diseño mezclas según ACI 5062R	0.85	0.88	0.87
Resistencia del shotcrete	Tipo de resistencia mecánica	Esfuerzo a la compresión en Mpa	Formato de ensayo de la resistencia a la compresión, según ASTM C64	0.96	0.93	0.94
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (según Hernández, 2014)			Sumatoria	2.76	2.73	2.74
Valor de la validez obtenida		Interpretación	Sumatoria/(nº de instrumentos)	0.92	0.91	0.91
De 0 a 0.60		Inaceptable				
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente	Promedio de la validez obtenida	0.91		
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable				
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena				
Mayor a 0.90		Excelente				
  						
Ing. Efraim García Rivera INGENIERO CIVIL CIP Nº 28468			Elvin Roberto Fuentes Campos CIP. 43727 INGENIERO CIVIL		Luis A. Cotrina Pedraza ING. CIVIL CIP. 21073	
Ingeniero Nº 01			Ingeniero Nº 02		Ingeniero Nº 03	

Fuente: Elaboración propia

Validación de instrumento – experto 1

	VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"

Autores: Chinguel Fiestas, Anderson Paul

Díaz Quiroz, Manuel Jesús

Fecha: 10/04/2022

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulada con lenguaje comprensible													X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación												X		
4. Organización	Existe una organización lógica												X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis													X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X			

Promedio de valoración	96%	Nombre del especialista:	Ing. Efraín García Rivera
Luego de revisar el instrumento:		N° CIP: 28468	
procede su aplicación	<input checked="" type="checkbox"/>	Firma y sello:	
debe corregir	<input type="checkbox"/>		

Fuente: Elaboración propia

Validación de instrumento – experto 2

Criterios	Indicadores	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulada con lenguaje comprensible												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													X
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación													X
4. Organización	Existe una organización lógica													X
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis													X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													X
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													X
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													X
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													X

Promedio de valoración	<input type="text" value="93%"/>	Nombre del especialista:	Ing. Elvin Roberto Fuentes Campos
Luego de revisar el instrumento: procede su aplicación	<input type="checkbox"/>	N° CIP:	43727
debe corregir	<input type="checkbox"/>	Firma y sello:	 ELVIN ROBERTO FUENTES CAMPOS CIP. 43727 INGENIERO CIVIL

Fuente: Elaboración propia

Validación de instrumento – experto 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO												
<p>Tesis: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022"</p> <p>Autores: Chinguel Fiestas, Anderson Paul Díaz Quiroz, Manuel Jesús</p> <p>Fecha: 10/04/2022</p>														
Criterios	Indicadores	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulada con lenguaje comprensible												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													X
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación													X
4. Organización	Existe una organización lógica													X
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												X	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													X
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													X
Promedio de valoración		94%												
Luego de revisar el instrumento: procede su aplicación		<input checked="" type="checkbox"/>												
debe corregir		<input type="checkbox"/>												
		Nombre del especialista: Ing. Luis Alberto Cotrina Pedraza N° CIP: 81073 Firma y sello:  Luis A. Cotrina Pedraza ING. CIVIL CIP: 81073												

Fuente: Elaboración propia

**Escala: Escala de Cordialidad considerando los 10 ítems de la validación de instrumentos por los expertos.**

Escala de valores del Alfa de Cronbach para la interpretación de los resultados



### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	0,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,754	10

## Escala: Escala de Cordialidad eliminando el ítem 10 de la validación de instrumentos por los expertos.

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	0,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,835	9

## b. Hoja de vida de expertos que validan los formatos de instrumentos

### Experto: Ing. Efraín García Rivera

#### CURRICULUM VITAE

EFRAÍN GARCÍA RIVERA  
INGENIERO CIVIL

#### 1. DATOS PERSONALES

EDAD	LUGAR DE NACIMIENTO	FECHA DE NACIMIENTO (dd/mm/aa)	DNI N°	
	(Departamento, Provincia Distrito)			
70 AÑOS	CAJAMARCA, JAEN, BELLAVISTA	01/02/1950	16470488	
SEXO	ESTADO CIVIL	TELEFONO CLARO	DIRECCION	
MASCULINO	CASADO	999049839	Calle Iquitos 1100 - Jaén	
CORREO ELECTRONICO	egarcia_02@hotmail.com		RUC	
N° CIP	28468	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque	10164704888	

#### 2.- EXPERIENCIA LABORAL

##### 2.1.- OBRAS DE IRRIGACIÓN

ENTIDAD/EMPRESA	CARGO	INICIO	FIN	COSTO s/.	OBRA	TIEMPO
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	DIRECTOR DE LA DIAR	22/02/2021	22/03/2021	280,000,000.00	Amojao, Huarango, Tabacal, 5 Estudios	0.93
CASA CONTRATISTA H y H	JEFE DE OBRA	01/12/2017	30/04/2018	129,400,000.00	Continuación y culminación Proyecto de Irrigación Amojao	5.00
CASA CONTRATISTA H y H	RESIDENTE	24/08/2017	30/11/2017	129,400,000.00	Continuación y culminación Proyecto de Irrigación Amojao	3.27
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	SUPERVISOR	10/10/2016	07/03/2017	1'234,000.00	Mejoramiento Canal Irrigación Agua Turbia-Algarrobal-Santa Rosa (4.8 km.)	4.93
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC	Jefe del Departamento Infraestructura Mayor de riego Y Residente de Obra	01/06/2004	14/09/2010	21,000,000.00	-Reparaciones de Bocatoma , desarenador y obras electromecánicas Qm=55m³/seg. - Mejoramiento caminos de acceso a bocatoma y Obras del sistema de irrigación Chavimochic.	76.53
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	RESIDENTE	01/07/1999	31/12/1999	1,907,955.14	Construcción Canal Perlamayo con 15 km de longitud, con bocatoma y barraje fijo para un canal de 0.83 m³/seg	6.10
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	INSPECTOR	01/12/1998	30/06/1999	6,947,800.55	Construcción del Canal de Magunchal de 27 km de longitud, un sifón de 340 m para un caudal de 14 m³/seg	7.03
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	JEFE DE SUPERVISION	01/09/1998	30/11/1998	15,474,003.65	Construcción del Canal de Magunchal de 27 km de longitud, un sifón de 340 m para un caudal de 14 m³/seg (CONTRATISTA ARAMSA)	3.00
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	SUPERVISOR	03/09/1994	31/12/1994	4,547,036.00	Construcción de la Cbra: Canal de Irrigación Limonyacu de Q=6.4 m³/seg. (Contratista ALTESA)	3.97
<b>TOTAL OBRAS HIDRÁULICAS</b>						<b>9.23 años</b>

##### 2.2.- PUENTES

ENTIDAD/EMPRESA	CARGO	INICIO	FIN	COSTO s/.	OBRA	TIEMPO
-----------------	-------	--------	-----	-----------	------	--------

PROVIAS NACIONAL	CONSULTOR/EVALUADOR	10/11/2018	10/11/2019	132,000.00	Evaluación de la condición estadística de 51 puentes y 5 pontones, por sistema SCAP- Corredor Vial Las Vegas, Tarma, La Merced, Satipo, Puerto Copá.	12.17
MUNICIPALIDAD DISTRITAL BELLAVISTA-JAÉN	JEFE SUPERVISION	12/11/2017	15/02/2018	7'011,300.00	Construcción Puente Vehicular de 71.10 m. de luz	3.17
CHAVES MINCHOLA CARLOS EDUARDO	JEFE SUPERVISION	15/05/2017	11/11/2017	7'011,300.00	Construcción Puente Vehicular de 71.10 m. de luz	6.00
VCHI	Supervisor	12/08/2002	04/03/2003	6,745,000.00	Construcción Puente Internacional La Balsa Post tensado viga tipo cajón, cimentación tipo caison de 62 m. de long.	6.80
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Supervisor	25/01/1996	30/06/1996	194,977.00	Construcción Puente Namballe long. 40 m, vigas de acero, alma llena compuesta, losa de concreto armado	5.23
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe Sub Programa de Caminos Vecinales (JEFE DE SUPERVISION)	15/04/1995	25/01/1996	1,051,537.00	Construcción Puente Namballe long. 40 m, vigas de acero, alma llena compuesta, losa de concreto armado (CONTRATISTA HORMIGONSA S.A.)	9.50
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	05/01/1993	31/12/1993	781,520.00	Construcción Puente sobre Río La Mora (San Ignacio - Cajamarca) long. 22 m super estructura de concreto armado	12.00
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	10/12/1989	31/12/1990	1,815,376.00	Construcción Puente sobre Río Amoju - Puente Mesones Muro, long. 24 m super estructura de concreto armado.	12.87
<b>TOTAL OBRAS DE PUENTES</b>						<b>5.64 años</b>

### 2.3.- MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS

ENTIDAD/EMPRESA	CARGO	INICIO	FIN	COSTO sf.	OBRA	TIEMPO
CONSORCIO MICHINAL	RESIDENTE DE OBRA	17/06/2021	ACTUALIDAD	7,724,000.00	Creación de los servicios de transitabilidad del camino vecinal entre las localidades de Michinal - Monte grande, Distrito de Huarango - Provincia de San Ignacio - Departamento de Cajamarca	-
GA INGENIEROS CONSTRUCTORES	RESIDENTE DE OBRA	01/10/2020	20/02/2021	20,000,000.00	Recuperación de camino vecinal en Mostaza-Huirinque-Santa Rosa-Sausal de la frontera-Pta de carretera del distrito de Ayabaca-Piura	4.73
CORPORACIÓN MAYO	GERENTE VIAL	11/02/2020	31/10/2020	54,200,000.00	Servicio de Gestión y conservación rutinaria por niveles de servicio del corredor vial "El Reposo-Duran-Wawico-Siasme-Saramirza y Wawico-Santa María de Nieva-Siasme"	8.77
CONSORCIO VIAL SAN MARTIN	RESIDENTE DE OBRA	30/10/2018	09/02/2020	310,000,000.00	Mejoramiento, Mantenimiento Periódico y Rutinario por niveles de Servicio de 281 km. A nivel de Mortero Asfáltico en Huallaga Central	15.57
CONALVIAS CONSTRUCCIONES S.A.S SUC. PERU	Residente de Obra	21/03/2011	03/06/2016	105,785,000.00	Mantenimiento periódico y rutinario por niveles de servicio Ciudad de Dios Cajamarca, Chilate Contumaza y Chicama Cascas 282 km (18 puentes y 24 pontones), 18 km. Asfalto en caliente. 38 kms. De bicapa. 106 Emergencias.	63.37
CONALVIAS CONSTRUCCIONES S.A.S SUC. PERU	Residente de Obra	28/09/2010	20/03/2011	145,000,000.00	Mantenimiento periódico por niveles de servicio Ricardo Palma Huancayo Tarma 312 kms. (38 puentes y 8 pontones) Asfalto en caliente 30 kms. Jauja-Huancayo.	5.77

CIASA	Residente	01/02/2002	30/04/2002	1,350,000.00	Construcción carretera Santa Rosa 18 km. y ( 01 puente de 14 mts.)	2.93
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Especialista en caminos	01/11/1997	30/08/1998	1,095,994.27	Conservación de caminos vecinales en el ámbito del PEJSIB (55 km)	10.07
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe Sub Programa de Caminos Vecinales	01/07/1996	30/10/1997	997,022.15	Conservación de 130 km caminos y Estudio Priorización de los caminos vecinales para el préstamo con el Banco Alemán K.F.W. (25 caminos vecinales)	16.20
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe Sub Programa de Caminos Vecinales	01/01/1995	25/01/1996	2,104,591.00	Conservación de 105 km de caminos vecinales	12.97
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Especialista en caminos	02/09/1994	01/10/1994	1,656,616.00	Mantenimiento de los caminos vecinales dentro del ámbito del PEJSIB, 120 km	0.97
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	02/10/1988	31/12/1993	901,052.00	Conservación de 220 km de carretera 3er orden en el ámbito de Jaén San Ignacio y Bagua	63.87
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	01/05/1987	30/07/1987	154,700.00	Mejoramiento Carretera Chanango Bellavista (Jaén) 7 km para la Corporación de Cajamarca	3.00
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de Oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	10/02/1986	31/12/1986	530,119.00	Mejoramiento Carretera Seasmé Santa María de Nieva (Condorcanqui), 3 km y Muyo Aramango (Bagua) 4 km para la Corporación Amazonas	10.80
<b>TOTAL OBRAS DE CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS</b>						<b>18.25 años</b>

#### 2.4.- CONSTRUCCION DE CAMINOS

ENTIDAD/EMPRESA	CARGO	INICIO	FIN	COSTO sf.	OBRA	TIEMPO
MUNICIPALIDAD DISTRITAL BELAVISTA JAEN	COORDINADOR de OBRA	10/02/2017	14/05/2017	18'026,200.00	Construcción Carretera Chanango Bellavista (11 km.s asfalto en caliente, 16 obras de arte)	3.10
CIASA	RESIDENTE	01/02/2002	30/04/2002	1,350,000.00	Construcción carretera Santa Rosa 18 km. (01 puente de 14 m.)	2.93
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Residente	05/08/2003	30/11/2003	497,939.33	Construcción a nivel de afirmado Carretera Ebrón Nieva (2.5 km) - Condorcanqui / Amazonas	3.90
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Residente	01/04/2003	30/06/2003	529,411.29	Construcción a nivel de afirmado saldo carretera Rentema - Santa Rosa 14 km (Jaén - Cajamarca), con Puente Vehicular de concreto armado 14 m.	3.00
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de Oficina Zonal Nieva y (RESIDENTE DE OBRA)	01/01/2000	31/12/2001	1,917,205.01	Construcción de la Carretera Urakuza Santa María de Nieva tramo Km. 21+000 - km. 24+000	24.33
PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	26/08/1991	31/12/1991	165,246.00	Construcción camino vecinal Milagro Huarangopampa - Bagua Grande - Amazonas 3 km	4.23

<b>PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA</b>	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	10/01/1991	25/08/1991	186,524.00	Construcción carretera El Triunfo - La Palma Central, Jaén/Cajamarca, 5 km	7.57
<b>PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA</b>	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	01/02/1989	31/12/1989	399,306.00	Construcción camino vecinal Pan de Azúcar - La Libertad en Bagua (Amazonas), 5 km	11.10
<b>PROYECTO ESPECIAL JAÉN SAN IGNACIO BAGUA</b>	Jefe de oficina de Ingeniería y Obras (SUPERVISOR)	01/01/1986	31/12/1988	1,196,130.00	Construcción Caminos: tramo de 32 km "Palma Central - Morro Solar" (Jaén), Cáceres - Bionseiva - Tizón y tramo de 48 km "Zonanga - El Triunfo" / Villasol S.A y Vera Gutierrez	36.50
<b>CONSORCIO CONSULTORES VIALES (Mot Lima , Barriga Dalorto, Kuylen-Figueroa y Cather internacional (Supervisión)</b>	Jefe de Obra de arte	12/10/1985	30/12/1985	3,560,000.00	Camino vecinal zonanga el Triunfo 62 km. (contratista Villasol-Vera Gutierrez)	2.63
<b>CONSORCIO CONSULTORES VIALES (Mot Lima , Barriga Dalorto, Kuylen-Figueroa y Cather internacional (Supervisión)</b>	Jefe de Topografía	01/10/1984	10/10/1985	21,340,000.00	Construcción 1er. Tramo carretera 1er orden de 46 kms. Olmos Corral Quemado (contratista COSAPI)	12.47
<b>CONSTRUCCIONES VILLASOL S.A.</b>	Jefe del Dpto. Técnico	09/07/1982	10/09/1982	20,680,000.00	Construcción Carretera 1er. Orden 4to. Tramo Olmos Corral Quemado) 42 Km.	2.10
<b>TOTAL OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS</b>						<b>9.49 años</b>

### 3. CAPACITACION

TIPO DE ACTIVIDAD (CURSO, TALLER, SEMINARIO ETC.	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	CENTRO DE ESTUDIOS	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINO	Nº DE HORAS
--	------------------------	--------------------	-----------------	------------------	-------------

#### 3.1.- DIPLOMADOS

DIPLOMADO	ESPECIALIZACION EN CONTRATACIONES DEL ESTADO	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO	02.set.2017	09.dic.2017	168
DIPLOMADO	DISEÑO Y EJECUCION PROYECTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	CEPRO PERU	FEBR. 2017	abr.2017	88
DIPLOMADO	FORMULACION Y EVALUACION SNIP	UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL SUR	MAY. 2007	AGO. 2007	141
DIPLOMADO	ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES DEL ESTADO	UNIVERSIDAD CATOLICA	26 JUN. 2006	11 DIC. 2006	141

**538 horas**

### 3.2.- EN OBRAS HIDRAULICAS y MEDIO AMBIENTE

SEMINARIO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO ESPECIFICACIONES POR DURABILIDAD, DE PRESCRIPTIVAS A PRESTACIONALES A PREDICTIVAS	CEMENTOS PACASMAYO	JUL. 2016	JUL. 2016	4
TALER	FORTALECIMIENTO, CAPACIDADES PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HIDROENERGETICO CHAVIMOCHIC	PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC	08 MAY. 2009	08 MAY. 2009	8
FORUM	AGUA PARA EL DESARROLLO	GERENCIA AGRARIA LA LIBERTAD	14. MAR. 2008	19 MAR. 2008	8
SEMINARIO	ACTUALIZACION PROFESIONAL	SIKA PERU	14. MAR. 2008	14. MAR. 2008	8
SEMINARIO TALER	IRRIGACIONES	INADE - PROYECTO ESPECIAL JAEN	16 FEB. 1999	16 FEB. 1999	32
SEMINARIO	TOPICO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	CIP JAEN	20 OCT. 1995	22 OCT. 1995	22
CONFERENCIA	PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE	UNT ESCUELA POSTGRADO	JUL. 2008	JUL. 2008	5
CURSO	SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL ISO 14001	CIP LA LIBERTAD	19 JUN. 2008	21 JUN. 2008	20
SEMINARIO	BENEFICIOS DE LA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES. AREAS NATURALES PROTEGIDAS	GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD	05 JUN. 2008	05 JUN. 2008	6

113 horas

### 3.3.- EN OBRAS VIALES

CURSO	DISEÑO Y REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS PARA OBRAS VIALES	ICG	MARZ. 2013	MARZ. 2013	16
SEMINARIO	CONSTRUCCION, EVALUACION Y REHABILITACION DE PUENTES	INSTITUTO EMPRESARIAL MITRAL SAC	NOV. 2010	NOV. 2010	12
CONFERENCIA	ESTABILIZACION DE SUELOS PARA SISTEMAS VIALES	CIP LA LIBERTAD-UPAO	14-AGO. 2007	15-AGO. 2007	10

38 horas

### 3.4.- EN FORMULACION ELABORACION , EJECUCION Y CONTROL DE OBRAS

SEMINARIO	NUEVA LEGISLACION EN CONTRATACIONES Y ADQUISICIONES DEL ESTADO	CONSUCODE. CIP LA LIBERTAD	28 ABR. 2005	29-ABR. 2005	20
SEMINARIO	FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES DEL SNIP	REGION LA LIBERTAD	15 ABR. 2005	15 ABR. 2005	12
CONFERENCIA	FORMULACIÓN Y ELABORACION DE EXP. TECN. Y PRESUP. DE OBRA	INADE - PROYECTO ESPECIAL JAEN	17 ABR. 2001	18 ABR 2001	12
SEMINARIO	LEY DE CONTRAT. Y REGLAMENTO APLICADO A OBRAS PUBLICAS	CIP- LAMBAYEQUE	13 NOV. 1998	14 NOV. 1998	12
CURSO	AUDITORIA DE PROYECTOS DE INVERSION	CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA	04 JUL. 1997	06 JUL. 1997	20
CURSO	CONTROL DE OBRAS PUBLICAS	CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA	14 DIC. 1995	16 DIC. 1995	18
CURSO	RULCOP, CONCORDANCIA Y JURISPRUDENCIA	CAPECO- LAMBAYEQUE	02 JUN. 1995	03 JUN. 1995	9
CURSO	SUPERVISION Y CONTROL DE OBRAS, LIQUIDACION DE OBRAS	PARCORDES	01 SET 1987	13 SET 1987	36

SEMINARIO TALER	FORMULAS POLINOMICAS-EJEC. DE OBRAS-RULCOP	PARTCOEDES	02 SET. 1987	12 SET. 1987	36
-----------------	--	------------	--------------	--------------	----

**175 horas**

**3.5.- EN TEMAS INFORMATICOS**

CURSO	S10 VERSION V2005	CENTRO DE CAPACITACION EMPRESARIAL	24 OCT. 2010	25 OCT. 2010	12
CURSO	AUTOCAD INICIAL	PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC	03 JUL. 2005	20 JUL. 2005	60
CURSO	CONTROL DE OBRA CON MS PROYECT	ICG	01 JUN. 2010	08 JUN. 2010	15
CURSO	ACTUALIZACION MS PROYECT	NEP COMPUTER ARL	24-SET-2008	29-SET-2008	25
SEMINARIO TALER	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ALTA TECNOLOGIA	UNIVERSIDAD DE CAJAMARCA	12 JUN. 2006	13 JUN. 2006	20
CURSO	WATER CAD-EPANEL-SIMULACION HIDRAULICA Y CALIDAD EN REDES DE AGUA	CIP LA LIBERTAD	10 FEBR. 2005	25 FEBR. 2005	25
CURSO	LA COMPUTACION APLICADA AL DISEÑO ESTRUCTURAL	CIP CHICLAYO	04 OCT. 1991	05 OCT. 1991	16

**173 horas**

REPUBLICA



DEL PERU



A NOMBRE DE LA NACION

El Rector de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Por Decreto: La Facultad de Ingeniería Civil

por fecha 22 de Mayo de 1985 ha conferido el Título de

Ingeniero Civil

a don Erwin García Rivera

Por tanto, se expide el presente Título para que se le reconozca como tal. Dado y firmado en Lambayeque, a 31 de Mayo de 1985

*Alvaro Flores*  
RECTOR

SECRETARIO GENERAL

REGISTRADO A FOJAS *Certificadas*  
DEL LIBRO N° *30*

*[Signature]*  
SECRETARIO

SECRETARIO DE LA FACULTAD

REGISTRADO A FOJAS *Certificadas*  
DEL LIBRO N° *1*





LEY N° 24648

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LAMBAYEQUE

## CONSTANCIA

El Decano del Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Departamental de Lambayeque, deja constancia por la presente que:

*El Ingeniero de Civil:*

**GARCIA RIVERA EFRAIN**

Está colegiado en nuestro Consejo Departamental, con número de Registro CIP **28468** e incorporado desde el día **23 de julio de 1985**.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chiclayo, 12 de Agosto del 2017.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL LAMBAYEQUE

Ing. CIP *[Firma]* M. Baltasar Montenegro  
SECRETARIO

cc. Archivo  
Fotografías

Av. Manuel María Izaga n° 680 - Chiclayo - Telf.: (074) 238661 - 612075 - Anexo 203  
cip@ciplambayeque.com/www.ciplambayeque.com

OPINAS PÚBLICAS NI PARA RESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS



LEY N° 24648

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

# Certificado de Habilidad



Los que suscriben certifican que:

**GARCIA RIVERA EFRAÍN**

El Ingeniero (a): \_\_\_\_\_ **LAMBAYEQUE** \_\_\_\_\_

Adscrito al Consejo Departamental de: \_\_\_\_\_ **28468** \_\_\_\_\_

Con Registro de Matrícula del CIP N°: \_\_\_\_\_ Fecha de Incorporación: **23/07/1985** \_\_\_\_\_

Especialidad: **CIVIL** \_\_\_\_\_

De conformidad con la Ley N° 28858, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO	SERVICIOS PROFESIONALES
ENTIDAD O PROPIETARIO	VARIOS
LUGAR	A NIVEL NACIONAL

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA		
DÍA	MES	AÑO
31	05	2022

Chiclayo, 23 de Febrero del 2022

## VÁLIDO SOLO ORIGINAL



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LAMBAYEQUE

*Maria del Carmen Ponce Mejia*  
 Ing. Maria del Carmen Ponce Mejia  
 Decana Nacional  
 Colegio de Ingenieros del Perú

*Carlos Burgos Montenegro*  
 Ing. CIP Carlos Burgos Montenegro  
 Decano del CIP de Lambayeque  
 Colegio de Ingenieros del Perú

**PERÚ**

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de  
Educación Superior UniversitariaDirección de Documentación e  
Información Universitaria y  
Registro de Grados y Títulos**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

Graduado	Grado o Título	Institución
GARCIA RIVERA, EFRAIN DNI 16470488	<b>BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL</b> Fecha de diploma: Modalidad de estudios: -  Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO <i>PERU</i>
GARCIA RIVERA, EFRAIN DNI 16470488	<b>INGENIERO CIVIL</b> Fecha de diploma: Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO <i>PERU</i>

## Experto: Ing. Elvin Roberto Fuentes Campos

### EXPERIENCIA EN EDIFICACIONES

ITEM	ENTIDAD CONTRATANTE	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINO	TIEMPO/DIAS	CARGO	DESCRIPCION DEL SERVICIO
1	INFES MECEP	11/08/1997	12/02/1998	186.00	SUPERVISOR	CONSTRUCCION CE 17001
2	ALTESA CONTRATISTAS GENERALES	1/06/1999	31/10/1999	153.00	RESIDENTE	CONSTRUCCION CE VARONES BAGUA
3	INFES MECEP	5/11/1999	19/01/2001	442.00	SUPERVISOR	CONSTRUCCION CE ALFONSO VILLANUEVA PINILLOS
4	PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES JB SAC	10/04/2008	25/06/2008	77.00	RESIDENTE	IE 16044 - MAGLLANAL - JAEN
5	CONSORCIO NOR ORIENTE	21/04/2009	4/09/2009	137.00	RESIDENTE	IE 17075 JULIO C TELLO ALTO PERU -BAGUA GRANDE
6	CONSORCIO NOR ORIENTE	3/10/2009	15/01/2010	105.00	RESIDENTE	AULAS Y DIRECCION DEL CEP 17306 - NUEVO ORIENTE
7	CONSORCIO M&M	17/07/2010	25/12/2010	162.00	RESIDENTE	CONSTRUCCION IE FE Y ALEGRIA N° 38 - BAGUA GRANDE
8	CONSORCIO B&M	4/10/2011	5/01/2012	94.00	RESIDENTE	RECONST. Y AMPLIAC. DE LA INFRAEST. DE LA IE 16806 CAS. LA GUAYABA - BELLAVISTA
9	CONSORCIO UNION	16/01/2012	24/08/2012	222.00	RESIDENTE	CONSTRUCCION IE 16164 - EL HUACO - HUABAL
10	CONSORCIO UNION	20/06/2013	2/03/2014	256.00	RESIDENTE	CONSTRUCCION E IMPLEMENTACION DE LA IE N° 10316 QUEROCOTILLO, DISTRITO DE QUEROCOTILLO-CUTERVO-CAJAMARCA
11	CONSORCIO ANGELITO	21/01/2014	2/09/2014	225.00	RESIDENTE	MEJORAMIENTO, AMPLIACION E IMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA IE STA ROSA N° 16537 - LOCALIDAD DE TAMBORAPA PUEBLO
12	CONSORCIO T & S	23/08/2018	1/04/2019	222.00		MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE DUCACION INICIAL ESCOLARIZADAEN LAS I.E.I. N° 479-CP TAILIN Y I.E.I. N° 498 C.P. SAUACA, DISTRITO SALLIQUE-JAEN-CAJAMARCA
<b>SUB TOTAL</b>				<b>2,059</b>	<b>días</b>	
TRASLAPE ENTRE 10 Y 11		21/01/2014	2/03/2014	-41.00	días	
<b>TOTAL</b>				<b>2,018</b>	<b>días</b>	<b>5.53 años</b>


**PERÚ**

Ministerio de Educación

 Superintendencia Nacional de  
Educación Superior Universitaria

 Dirección de Documentación e  
Información Universitaria y  
Registro de Grados y Títulos

**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

Graduado	Grado o Título	Institución
FUENTES CAMPOS, ELVIN ROBERTO DNI 27722018	<b>BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL</b> <b>Fecha de diploma:</b> <b>Modalidad de estudios: -</b>  <b>Fecha matrícula: Sin información (***)</b> <b>Fecha egreso: Sin información (***)</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO <i>PERU</i>
FUENTES CAMPOS, ELVIN ROBERTO DNI 27722018	<b>INGENIERO CIVIL</b> <b>Fecha de diploma:</b> <b>Modalidad de estudios: -</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO <i>PERU</i>



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO NACIONAL

EL DECANO DEL CONSEJO NACIONAL

POR CUANTO

Don *Clara Probst Fuentes Campos*

Ingeniero *Civil*

HA SIDO INCORPORADO COMO MIEMBRO OBTINATORIO DE LA ORDEN  
E INSCRITO CON REGISTRO N° *43727*

CERIFICO. Que esta copia es  
al mismo tenor que el original.  
LAMBAYEQUE 01 OCT. 1953

*Caracas*  
NOTARIO  
CARLOS MAZARIU IBARRA  
ABOGADO  
Mat. No 6  
LAMBAYEQUE

POR TANTO,

SE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA PARA QUE SE LE RECONOZCA COMO TAL, ESTANDO  
AUTORIZADO CONFORME A LEY, PARA EJERCER LA PROFESION DE INGENIERO.

DADO Y FIRMADO EN LIMA EL *17* DE *Agosto* DE UN MIL NOVECIENTOS *veintiseis*



*[Signature]*  
SECRETARIO GENERAL



REPUBLICA DEL PERU

A NOMBRE DE LA NACION

El Rector de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo



Por tanto El Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de Exitemas y Arquitectura con fecha 23 de Abril de 1993 acuerda otorgar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

a don (a) Elvin Roberto Fuentes Campos

Por tanto El Consejo Universitario lo confiere el mencionado Título Profesional, a cuyo efecto se expide el presente Diploma para que se lo reconozca como tal

Dado y firmado en Lambayeque el día de Agosto de 1993

M. D. O. J. Secretario General



1993



REGISTRO A FOLIO 2466



DEL LIBRO N.º 45



## Experto: Ing. Luis Alberto Cotrina Pedraza

### EXPERIENCIA EN PAVIMENTOS RIGIDOS - SUPERVISOR DE OBRA

LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA : Ingeniero Civil

CIP N° 81073

17	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN LA CALLE ZARUMILLA CUADRAS 19 Y 20 - PUEBLO LIBRE"	INSPECTOR	1/10/2007	17/05/2008	165	2098	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO
18	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"PAVIMENTACION DE LA CALLE SANCHEZ CARRION CUADRAS 03 Y 04 Y CALLE LUNA PIZARRO CUADRA 01 - JAEN"	SUPERVISOR	21/09/2006	4/12/2006	75	2173	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO
19	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"PAVIMENTACION DE LA CALLE SAN JOSE CUADRA 02"	SUPERVISOR	16/03/2006	29/04/2006	45	2218	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO
2218							2218	6.06
2218							DIAS CALEND.	
2218 DIAS = 6 años + 22 días								

### EXPERIENCIA EN PAVIMENTOS RIGIDOS - SUPERVISOR DE OBRA

LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA : Ingeniero Civil

CIP N° 81073

8	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE FLORIDA - AMAZONAS	"MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA LOCALIDAD DE POMACOCHAS, DISTRITO DE FLORIDA, PROVINCIA DE BONGARA, REGION AMAZONAS"	SUPERVISOR	9/04/2013	28/02/2014	326	1151	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD DE SERVICIO
9	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE LA VIA URBANA DE LA CALLE ANTISUYO - JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	10/10/2012	12/03/2013	154	1305	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD DE SERVICIO
10	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"MEJORAMIENTO INTEGRAL DE BARRIOS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO MARGINAL SAN JOSE DEL HUITO - PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	11/02/2012	28/05/2012	108	1413	CONTRATO + ACTA DE TERMINO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD
11	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION VIA URBANA AV. LA COLINA CUADRAS 1-8 - SECTOR LA COLINA PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	5/10/2011	10/02/2012	129	1542	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD
12	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN EL JR. FRANCISCO BOLOGNESI DEL AA.HH. FILA ALTA, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	10/11/2010	8/01/2011	60	1602	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION + CONFORMIDAD
13	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN LA CALLE SAN FRANCISCO, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	31/08/2010	30/10/2010	61	1663	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO
14	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN LA CALLE IQUITOS CUADRAS 19 Y 20, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	25/05/2010	23/07/2010	60	1723	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO
15	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN LAS CUADRAS 01 Y 02 DE LA CALLE EL BOSQUE, URB. SAN JUAN - SECTOR MORRO SOLAR, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	20/3/2010	30/05/2010	90	1813	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO
16	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	"CONSTRUCCION DE VIA URBANA EN LA CALLE ATAHUALPA CUADRAS 1, 2, 3 Y 4, SECTOR PUEBLO LIBRE - JAEN"	RESIDENTE	25/07/2009	22/11/2009	120	1933	CONTRATO + CONFORMIDAD DE SERVICIO

**EXPERIENCIA EN PAVIMENTOS RIGIDOS - SUPERVISOR DE OBRA**

LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA : Ingeniero Civil

CIP N° 81073

N° ORDEN	Cliente o Empleador	Objeto de la contratación	CARGO DESEMPEÑADO	PERIODO				ACREDIT. DEL SERVICIO
				Fecha de inicio	Fecha de culminación	DURACION (DIAS)	Tiempo acumulado	
1	CONSORCIO AMAZONAS	"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL JIRON PRINCIPAL Y ZONA CENTRICA DE LA CIUDAD DE LUYA, DISTRITO DE LUYA, LUYA, AMAZONAS"	SUPERVISOR	2/07/2018	22/10/2018	113	113	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONSTANCIA DE SERVICIO
2	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL	"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD PEATONAL Y VEHICULAR EN LA LOCALIDAD DE HUARANCHAL - OTUZCO - LA LIBERTAD - PRIMERA ETAPA"	SUPERVISOR	18/04/2017	23/12/2017	250	363	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CERTIFICADO DE TRABAJO
3	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAMBA	"CONSTRUCCION DE PISTA Y VEREDAS DE LAS CALLES PRINCIPALES EN LA LOCALIDAD DE CARABAMBA, DISTRITO DE CARABAMBA - JULCAN - LALIBERTAD - TERCERA ETAPA"	SUPERVISOR	7/02/2017	14/03/2017	36	399	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CERTIFICADO DE TRABAJO
4	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LUCMA	"MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA LOCALIDAD DE LUCMA, DISTRITO DE LUMA, GRAN CHIMU, LA LIBERTAD"	SUPERVISOR	28/08/2015	30/01/2016	156	555	CONTRATO + ACTA RECEPCION + CERTIFICADO DE TRABAJO
5	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA	"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL JR. DOS DE MAYO CUADRAS 04 Y 05, JR ANGAYAZA CUADRA 09 Y JR.ALMIRANTE GRAU CUADRAS 04 Y 05 DE LA CIUDAD DE RIOJA, PROVINCIA DE RIOJA - SAN MARTIN"	SUPERVISOR	7/07/2015	27/08/2015	52	607	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD
6	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUEROCOTILLO	"CREACION DE PISTAS Y VEREDAS DEL C.P. SANTA ROSA, DISTRITO DE QUEROCOTILLO - CUTERVO -CAJAMARCA"	SUPERVISOR	8/05/2014	5/10/2014	150	757	CONTRATO + CERTIFICADO DE CONFORMIDAD
7	CONSTRUCTORES Y CONSULTORES BARCA S.R.L	"CONSTRUCCIONES DE VIA URBANA DE LA PROLONGACION DE LA CALLE ROBERTO SEGURA - SECTOR SANTA EMILIA - JAEN"	SUPERVISOR	1/03/2014	7/05/2014	68	825	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD DE SERVICIO

**EXPERIENCIA EN CENTROS EDUCATIVOS - SUPERVISOR DE OBRA**

LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA : Ingeniero Civil

CIP N° 81073

15	GERENCIA SUB REGIONAL DE JAEN	"REPOSICION DE INFRAESTRUCTURA CEP5 N° 16478 PEDRO RUIZ GALLO - LA LIMA	SUPERVISOR	12/11/2007	12/02/2008	45	3002	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION
16	GERENCIA SUB REGIONAL DE JAEN	"REPOSICION Y AMPLIACION I.E. N° 16499 RICARDO PALMA HUARANDOZA"	SUPERVISOR	12/11/2007	12/02/2008	45	3047	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION
							3047	8.33
							3047	DIAS CALEND.
							3047	3047 Dias = 8a +3m + 27d

**3047 DIAS = 8 AÑOS + 3 MESES +27 DIAS**

**EXPERIENCIA EN CENTROS EDUCATIVOS - SUPERVISOR DE OBRA**  
**LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA : Ingeniero Civil**

CIP N° 81073

7	GERENCIA SUB REGIONAL DE JAEN	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA EN LA IE N° 16053 DEL C.P. AMBATO EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA - PROVINCIA DE JAEN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA"	SUPERVISOR	22/12/2014	19/08/2015	240	1783	CONTRATO + RESOLUCION + ACTA DE RECEPCION + CERTIFICADO DE CONFORMIDAD
8	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUABAL	"MEJORAMIENTO AMPLIACION Y EQUIPAMIENTO DE LA IE JUAN PABLO II SANTO DOMINGO DE GUZMAN, DISTRITO DE HUABAL - PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA, SNIP 229257"	SUPERVISOR	10/07/2014	11/12/2014	155	1938	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD DE SERVICIO
9	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHOROS	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 16407 DE LA LOCALIDAD DE VISTA ALEGRE, DISTRITO DE CHOROS - CUTERVO - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	15/02/2014	9/07/2014	144	2082	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION + CERTIFICADO DE CONFORMIDAD
10	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUEROCOTILLO	"CONSTRUCCION E IMPLEMENTACION DE LA IE N° 10316 QUEROCOTILLO, DISTRITO DE QUEROCOTILLO - PROVINCIA DE CUTERVO - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	20/08/2013	14/02/2014	240	2322	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD DE SERVICIO
11	FONCODES Y MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHOROS	"MEJORAMIENTO DE SERVICIOS EDUCATIVOS I.E.P. N° 16409 SANTA LUCIA - CHOROS - PROVINCIA DE CUTERVO - DEPARTAMENTO CAJAMARCA"	SUPERVISOR	10/1/2012	30/04/2012	120	2442	CONTRATO + ACTA DE TERMINO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD
12	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMPINGOS	"CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. JORGE CHAVEZ CONDRHUASI - PIMPINGOS"	SUPERVISOR	21/08/2010	22/12/2010	185	2627	CONTRATO + CERTIFICADO
13	GERENCIA SUB REGIONAL DE JAEN	"RECONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE LA I.E. N° 16276 - LA PALMA - HUARANGO - SAN IGNACIO "	SUPERVISOR	15/12/2009	12/05/2010	180	2807	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION
14	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL MILAGRO	"RECUPERACION DE 06 AULAS, DIRECCION, SS.HH., CERCO PERIMETRICO, CONSTRUCCION DE LOSA DEPORTIVA Y EQUIPAMIENTO CON MOBILIARIO ESCOLAR DE LA I.E. N° 16217 - EL MILAGRO"	SUPERVISOR	8/1/2009	6/09/2009	150	2957	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD

**EXPERIENCIA EN CENTROS EDUCATIVOS - SUPERVISOR DE OBRA**  
**LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA : Ingeniero Civil**

CIP N° 81073

N° ORDEN	Cliente o Empleador	Objeto de la contratación	CARGO DESEMPEÑADO	PERIODO				ACREDIT. DEL SERVICIO
				Fecha de inicio	Fecha de culminación	DURACION (DIAS)	Tiempo acumulado	
1	GEYOSI INGENIEROS SAC (GERENCIA SUB REGIONAL DE JAEN)	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL INICIAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 010 - PUEBLO JOVEN MIRAFLORES, DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA"	SUPERVISOR	08/08/2020	21/05/2021	287	287	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CERTIFICADO DE CONFORMIDAD
2	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMPINGOS	"CREACION DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION SECUNDARIA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA WILLY CASTRO MALARIN DE LA LOCALIDAD DE PUCALA, DISTRITO DE PIMPINGOS, PROVINCIA DE JAEN - CAJAMARCA - SNIP N° 355180"	SUPERVISOR	10/10/2018	5/12/2019	344	631	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION + CERTIFICADO
3	GERENCIA SUB REGIONAL DE JAEN	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA Y SECUNDARIA EN LA I.E. N° 16072 JORGE BASADE - VALLILLO - EN EL DISTRITO DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"	SUPERVISOR	5/09/2017	1/08/2018	331	962	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + RESOLUCION + CERTIFICADO DE CONFORMIDAD
4	GERENCIA SUB REGIONAL DE CONDORCANQUI	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION INICIAL DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS N° 340 CC.NN. TUNIN Y N° 351 CC.NN. SAASA - ANEXO DE MAMAYASQUIN - DISTRITO DE CENEPA - PROV. DE CONDORCANQUI - REGION AMAZONAS"	SUPERVISOR	2/05/2017	4/09/2017	126	1088	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD DE SERVICIO + RESOLUCION
5	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TABACONAS (Consortio FEVER)	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E.P.S.M. N° 16921 DEL C.P. GUAYABAL DEL DISTRITO DE TABACONAS, PROVINCIA DE SAN IGNACIO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"	RESIDENTE DE OBRA	25/11/2016	1/05/2017	158	1246	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONSTANCIA DE SERVICIO
6	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CALLAYUC	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION INICIAL, PRIMARIA Y SECUNDARIA EN EL CENTRO POBLADO DE CHIPLE - DISTRITO DE CALLAYUC - PROVINCIA DE CUTERVO - REGION CAJAMARCA"	SUPERVISOR	21/09/2015	16/07/2016	297	1543	CONTRATO + ACTA DE RECEPCION + CONFORMIDAD



# COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

## CONSEJO NACIONAL



EL DECANO DEL CONSEJO NACIONAL

Por cuanto

**LUIS ALBERTO COTRINA PEDRAZA**

Ingeniero Civil

Ha sido incorporado como MIEMBRO ORDINARIO de la orden e inscrito con registro N° **81073**

Por tanto,

Se expide el presente diploma para que se le reconozca como tal, estando autorizado conforme a ley, para ejercer la profesion de INGENIERO.

Miraflores, 04 de Marzo de 2005

  
Ing. CIP Julio Rivera Feijóo  
DECANO NACIONAL



  
Ing. CIP Gustavo Luyo Veit  
SECRETARIO GENERAL





REPÚBLICA DEL PERÚ

A NOMBRE DE LA NACIÓN

El Rectorado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo



Por Cuanto El Consejo de Facultad de

*Ingeniería Civil, de Sistemas y de Arquitectura*

con fecha 14 de Enero del 2005 ha aprobado el Título Profesional de:

*Ingeniero Civil*

a **Luis Alberto Cotina Sedatze**

El Consejo Universitario le confiere el mencionada Título Profesional, a cuyo efecto se expide el presente Diploma para que se le reconozca como tal.

Dado y firmado en Lambayeque, 28 de Enero del 2005

Secretario General  
*Manuel Alvarado Amador*  
*José A. Colón Alvarado*  
Interesado

REGISTRADO A FOJAS 1 DEL LIBRO N° 1

RECTOR  
*Diego E. Cuzco Reyes*

Secretario de la Facultad  
*José M. Espinoza Amador*

REGISTRADO A FOJAS 6 DEL LIBRO N° 6



**PERÚ**

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de  
Educación Superior UniversitariaDirección de Documentación e  
Información Universitaria y  
Registro de Grados y Títulos**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

Graduado	Grado o Título	Institución
COTRINA PEDRAZA, LUIS ALBERTO DNI 16500430	INGENIERO CIVIL Fecha de diploma: 28/01/2005 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO PERU

## Anexo 5. Panel fotográfico



Foto 01: Roca tipo IIIb



Foto 02: Lavado de roca tipo IIIb



Foto 03: Roca tipo Vs



Foto 04: Sostenimiento de roca tipo Vs



Foto 05: Aditivo fluidificante-plasticante

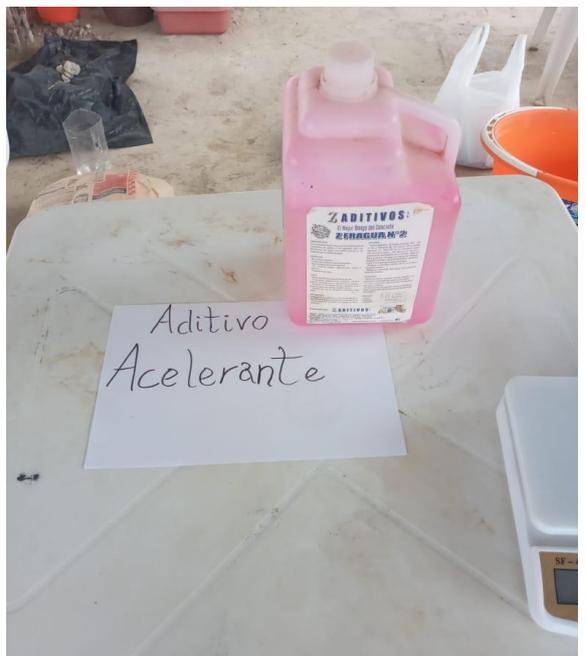


Foto 06: Aditivo acelerante



Foto 07: Fibra metálica



Foto 08: Microsilica



Foto 09: Plastificante primer tratamiento



Foto 10: Acelerante primer tratamiento

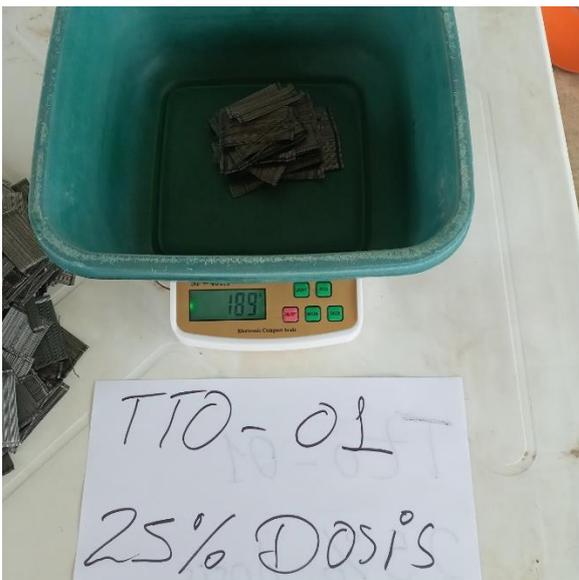


Foto 11: Fibra metálica primer tratamiento



Foto 12: Microsilica primer tratamiento

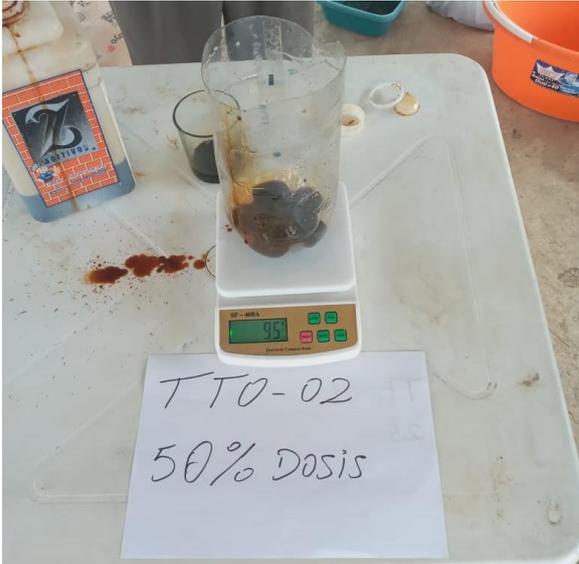


Foto 13: Plastificante segundo tratamiento



Foto 14: Acelerante segundo tratamiento

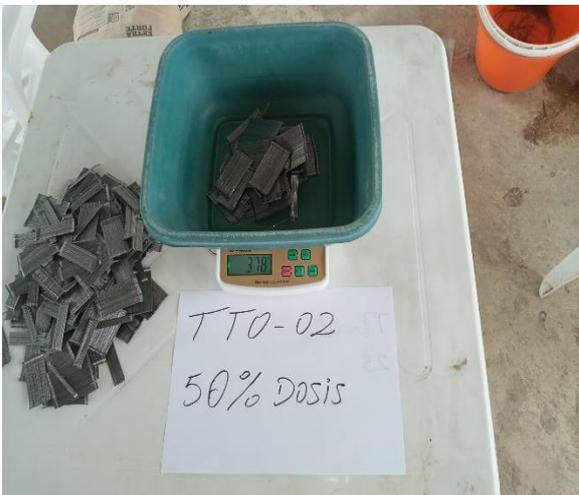


Foto 15: Fibra metálica segundo tratamiento



Foto 12: Microsilica segundo tratamiento



Foto 17: Plastificante tercer tratamiento

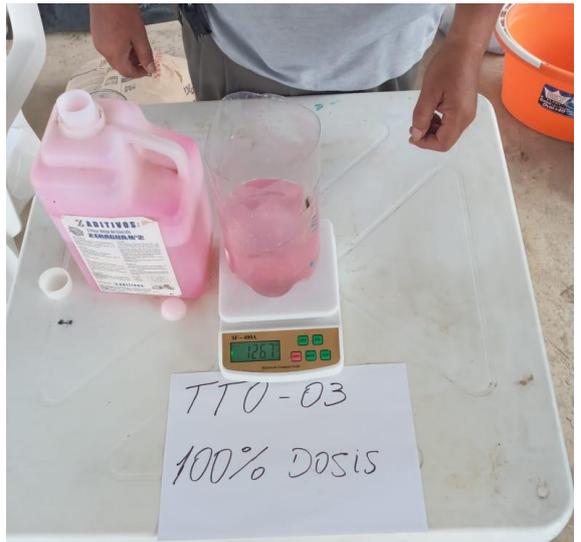


Foto 18: Acelerante tercer tratamiento



Foto 19: Fibra metálica tercer tratamiento

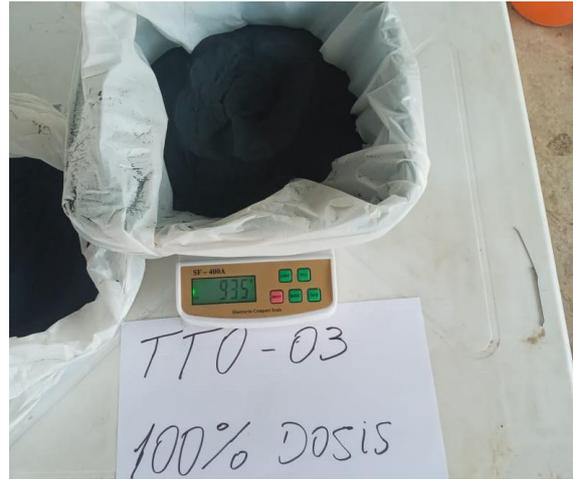


Foto 20: Microsilica tercer tratamiento



Foto 21: Cemento para todo tratamiento



Foto 22: Agregado global todo tratamiento

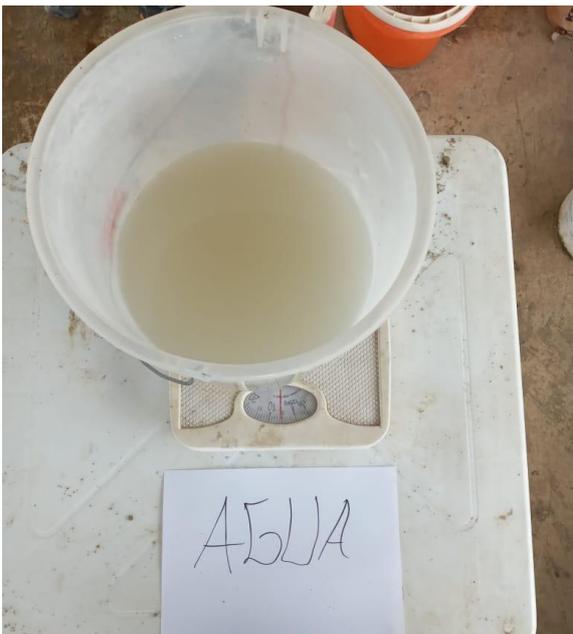


Foto 23: Agua para todo tratamiento



Foto 24: Aditivos para tratamientos



Foto 25: Mezcla de cemento, arena, microsíllica



Foto 26: Mezcla de aditivos



Foto 27: Mezcla total



Foto 28: Molde para placa muestra



Foto 29: Llenado de mezcla en molde



Foto 30: Molde lleno de mezcla



Foto 31: Ruptura núcleos diamantinos 3 días



Foto 32: Ruptura núcleos diamantinos 3 días



Foto 33: Ruptura núcleos diamantinos 7 días



Foto 34: Ruptura núcleos diamantinos 7 días



Foto 35: Ruptura núcleos diamantinos 28 días



Foto 36: Ruptura núcleos diamantinos 28 días

TESIS: "Influencia de plasticidad, aceleración, pureza metálica y microestructura en la resistencia del concreto para el tratamiento de Ecolod Amigo 2021"  
 BACH: Chequiel Fierlas Anderson Paul  
 DISEÑO: Quimsa Manuel Tesoro  
 ENSAYO: Resistencia a la compresión  
 TRATAMIENTOS: T04, T02, T03 y TESTEADO  
 EDAD: 3 días

TESIS: "Influencia de plasticidad, aceleración, pureza metálica y microestructura en la resistencia del concreto para el tratamiento de Ecolod Amigo 2021"  
 BACH: Chequiel Fierlas Anderson Paul  
 DISEÑO: Quimsa Manuel Tesoro  
 ENSAYO: Resistencia a la compresión  
 TRATAMIENTOS: T04, T02, T03 y TESTEADO  
 EDAD: 7 días

TESIS: "Influencia de plasticidad, aceleración, pureza metálica y microestructura en la resistencia del concreto para el tratamiento de Ecolod Amigo 2021"  
 BACH: Chequiel Fierlas Anderson Paul  
 DISEÑO: Quimsa Manuel Tesoro  
 ENSAYO: Influencia de núcleo de diamante  
 TRATAMIENTOS: T04, T02, T03 y TESTEADO  
 EDAD: 28 días

## Anexo 6: Permisos, autorizaciones y otros documentos

### Anexo 6.1 Permisos y autorizaciones para la realización de la investigación



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

Proyecto Especial  
Jaén - San Ignacio - Bagua

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Jaén, 25 de mayo de 2022

CARTA N° 202 - 2022-MIDAGRI- PEJSIB-DE

Señores:

MANUEL JESÚS DIAZ QUIROZ  
ANDERSON PAUL CHINGUEL FIESTAS

Calle Recuay, S/N, Urb. El Golf - Jaén

**ASUNTO** : Autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación de Shotcrete en la construcción del Túnel Amojao.

**REFERENCIA** : a) Informe N° 308-2022-MIDAGRI-PEJSIB-DIAR  
b) Carta N° 064-2022-JMSL-PJG-AMOJAO  
c) Obra: "Continuación y Culminación del Proyecto de Irrigación Amojao".

Por la presente, le saludo cordialmente, y a la vez hago de su conocimiento que mediante documento de la referencia a), la Dirección de Infraestructura Agraria y Riego (DIAR), a través del profesional Jefe de GESEMO de la ejecución de la Obra de la referencia c), informa referente a su proyecto de investigación, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo.

En ese sentido, con la finalidad de incentivar la Investigación denominada "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento del Túnel Amojao 2022", se **AUTORIZA** proceder con dicha investigación, la cual es requisito previo para la obtención del Título de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



Ing. JOSÉ RICARDO CABRERA HERNÁNDEZ

Director Ejecutivo

Proyecto Especial Jaén San Ignacio Bagua

C.c./DIAR/Archivo

CUT. N° 019 -2022

Km.27.5 Carretera Chamaya - San Ignacio  
Jaén - Cajamarca  
T: 929 915 362  
www.gob.pe/pejsib  
www.gob.pe/midagri

Siempre  
con el pueblo



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**INFORME N° 308 - 2022-MIDAGRI-PEJSIB-DIAR**

**SEÑOR** : Ing. JOSÉ RICARDO CABRERA HERNÁNDEZ  
Director Ejecutivo del PEJSIB

**ASUNTO** : Respecto a la autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación de Shotcrete en la construcción del Túnel Amojao.

**REFERENCIA** : a) Carta N° 064-2022-JMSL-PJG-AMOJAO  
b) Obra: "Continuación y Culminación del Proyecto de Irrigación Amojao"

**FECHA** : Jaén, 25 de mayo de 2022

Por el presente informo a usted, que mediante documento de la referencia a), el Ing. José Moisés Salazar Linares, en calidad de Jefe del Equipo de GESEMO de la ejecución de la Obra de la referencia b), comunica respecto a la solicitud realizada por los señores Manuel Jesús Díaz Quiroz y Anderson Paul Chinguel Fiestas, referente a la autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación de Shotcrete en la construcción del Túnel Amojao; siendo ello así, paso a indicar lo siguiente:

El Proyecto Especial Jaén san Ignacio Bagua (PEJSIB), a la fecha viene ejecutando la obra "Continuación y Culminación del Proyecto de Irrigación Amojao", consistente en la construcción de cuatro (04) tramos, dentro de los cuales son específicamente los tramos I y II, donde se ha proyectado construir dos Túneles, el Túnel Amojao y el Túnel San Isidro; estructuras en cuyo procedimiento de construcción se ha utilizado un tipo de procedimiento para el sostenimiento de ambos Túneles, conocido como Concreto Lanzado (Hormigón Proyectado), dentro de los cuales, en los elementos que lo componen, se han utilizado la influencia de plastificantes, acelerantes, fibra metálica, y micosilica.

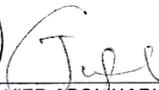
En ese contexto, que los profesionales, bachilleres del Programa de Titulación para Universidades no Licenciadas, del taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, han mostrado su interés de realizar una investigación denominada "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y micosilica en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento del Túnel Amojao 2022 en el Túnel Hidráulico Amojao", con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil, siendo uno de los requisitos para iniciar con dicha investigación, contar con la Autorización de la Entidad (PEJSIB), como Unidad Ejecutora del Proyecto.

En ese sentido, de acuerdo a lo manifestado por el Jefe de GESEMO y con la finalidad de incentivar la Investigación respecto a los materiales utilizados en el sostenimiento del Túnel I- Amojao, se recomienda otorgar la Autorización correspondiente, que les permita a los profesionales mencionados, iniciar la investigación y finalmente optar por el Título de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo.

Es cuanto informo a Usted.

Atentamente,



  
**JAVIER APOLINARIO CISNEROS**  
Ingeniero Civil - Reg. CIP 192257  
Director de Infraestructura Agraria y Riego

C. c. Archivo

**CUT N° 019-2022**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**PROYECTO ESPECIAL**  
**JAÉN - SAN IGNACIO - BAGUA**  
**AMITE DOCUMENTARIO**

12 MAY 2022

HORA: 10:46 a.m. FIRMA: *[Firma]*

REGISTRO CUT N°: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA AGRARIA Y RIEGO

RECIBIDO

18 MAY 2022

HORA: 3:19 p.m. FIRMA: *[Firma]*

Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

Jaén, 10 de mayo de 2022

**CARTA N° 001-2022/UCV-MJDQ**

Señor  
 Ing. Jose Ricardo Cabrera Hernández  
 Director Ejecutivo del Proyecto Especial Jaén San Ignacio Bagua  
 Km 27.5 Carretera Chamaya – San Ignacio  
 Jaén. -

**PROYECTO ESPECIAL**  
**JAEN - SAN IGNACIO - BAGUA**  
 DIRECCIÓN OFICINA DE ADMINISTRACIÓN

RECIBIDO

12 MAY 2022

HORA: 12:00 p.m. FIRMA: *[Firma]*

REGISTRO: \_\_\_\_\_

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Shotcrete

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Callao y en el mio propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, para que mi persona, Manuel Jesús Díaz Quiroz y Anderson Paul Chinguel Fiestas, Bachilleres del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, pueda ejecutar su investigación titulada: "Influencia de plastificante, acelerante, fibra metálica y microsílca en la resistencia del shotcrete para el sostenimiento de túnel Amojao 2022", en el túnel hidráulico Amojao, de la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se nos brinde las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, nos despedimos de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de nuestras especiales consideraciones personales.

Atentamente,

*[Firma]*  
 22.5.22

*[Firma]*  
 Manuel Jesús Díaz Quiroz  
 Bach. Ingeniería Civil  
 DNI N° 16547850

Jaén, 12 de Mayo del 2022

Visto, pase a *[Firma]* U.D.I.A.R

Para *[Firma]* su nombre según su competencia

**CPC. JAIME CHAVEZ PEREZ**  
 DIRECTOR DE LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN

cc: Archivo.

Telef: 966246898

Jaén, 23 de Mayo del 2022

Visto, pase a *[Firma]*

Para *[Firma]*

**ING. JAVIER APOLINARIO CISNERO**  
 DIRECTOR INFRAESTRUCTURA AGRARIA Y RIEGO

Jaén, 12 de MAYO del 2022

Visto, pase a *[Firma]* POA

Para *[Firma]* EVALUAR Y PROYECTAR

**DOCUMENTO DE RESPUESTA**

*[Firma]*

**ING. JOSÉ RICARDO CABRERA HERNÁNDEZ**  
 DIRECTOR EJECUTIVO - PEJIS

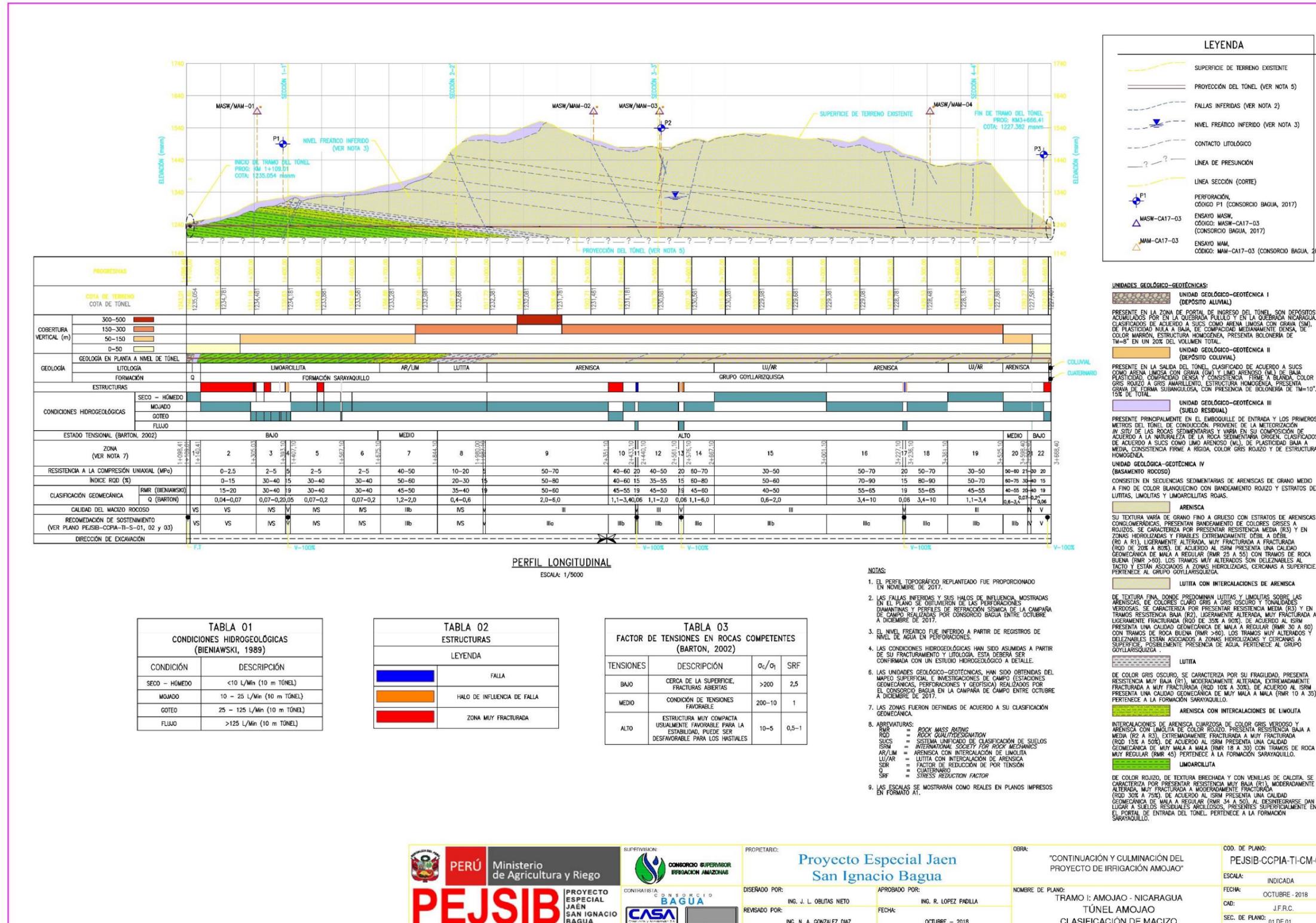
## Anexo 6.2 Comprobante de pago por los servicios prestado por el laboratorio contratado para los ensayos de laboratorio realizados

8/7/22, 18:56

:: Factura Electronica - Impresion ::

<p><b>LABSUC</b>  <b>LABSUC LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.</b>                  CAL. LA COLONIA 316 MONTEGRANDE A 1 CDRA MCDO SOL DIVINO                  JAEN - JAEN - CAJAMARCA</p>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td> <b>FACTURA ELECTRONICA</b>  <b>RUC: 20604546231</b>  <b>E001-284</b> </td> </tr> </table>	<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20604546231</b> <b>E001-284</b>																					
<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 20604546231</b> <b>E001-284</b>																							
Fecha de Emisión : <b>08/07/2022</b> Señor(es) : <b>DIAZ QUIROZ MANUEL JESUS</b> RUC : <b>10165478504</b> Dirección del Cliente : <b>CAL. LOS ROSALES 126 URB.                  LAS FLORES CAJAMARCA-JAEN-                  JAEN</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación :	Forma de pago : Contado																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Cantidad</th> <th style="text-align: left;">Unidad Medida</th> <th style="text-align: left;">Descripción</th> <th style="text-align: right;">Valor Unitario</th> <th style="text-align: right;">ICBPER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>ANALISIS DE AGREGADOS, DISEÑO DE MEZCLAS, EXTRACCIÓN Y ROTURA DE NÚCLEOS DIAMANTINOS PARA LA TESIS: INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSIÍLICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TUNEL AMOJAO 2022</td> <td style="text-align: right;">650.00</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> </tbody> </table>		Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER	1.00	UNIDAD	ANALISIS DE AGREGADOS, DISEÑO DE MEZCLAS, EXTRACCIÓN Y ROTURA DE NÚCLEOS DIAMANTINOS PARA LA TESIS: INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSIÍLICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TUNEL AMOJAO 2022	650.00	0.00												
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																			
1.00	UNIDAD	ANALISIS DE AGREGADOS, DISEÑO DE MEZCLAS, EXTRACCIÓN Y ROTURA DE NÚCLEOS DIAMANTINOS PARA LA TESIS: INFLUENCIA DE PLASTIFICANTE, ACELERANTE, FIBRA METÁLICA Y MICROSIÍLICA EN LA RESISTENCIA DEL SHOTCRETE PARA EL SOSTENIMIENTO DE TUNEL AMOJAO 2022	650.00	0.00																			
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : <input style="width: 150px;" type="text" value="S/ 0.00"/>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">Sub Total Ventas :</td> <td style="text-align: right;">S/ 650.00</td> </tr> <tr> <td>Anticipos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Descuentos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Valor Venta :</td> <td style="text-align: right;">S/ 650.00</td> </tr> <tr> <td>ISC :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Monto de redondeo :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td><b>Importe Total :</b></td> <td style="text-align: right;"><b>S/ 650.00</b></td> </tr> </table>	Sub Total Ventas :	S/ 650.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 650.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 0.00	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 650.00</b>
Sub Total Ventas :	S/ 650.00																						
Anticipos :	S/ 0.00																						
Descuentos :	S/ 0.00																						
Valor Venta :	S/ 650.00																						
ISC :	S/ 0.00																						
IGV :	S/ 0.00																						
ICBPER :	S/ 0.00																						
Otros Cargos :	S/ 0.00																						
Otros Tributos :	S/ 0.00																						
Monto de redondeo :	S/ 0.00																						
<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 650.00</b>																						
<p><b>SON: SEISCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES</b></p>																							
<p><i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i></p>																							

### Anexo 6.3 Plano de clasificación de macizos del túnel Amojao



Fuente: Tomado del Estudio "Ingeniería de Detalle de Túnel Amojao", PEJSIB, (2018)

## Anexo 6.4 Procesamiento estadístico de datos de resistencia a la compresión del shotcrete

### a. Tabulación de datos de resistencia a la compresión del shotcrete de los tratamientos en estudio

1. Tabla resumen de los datos obtenidos en la medición de la resistencia a la compresión del shotcrete

Nº	Tratamientos	Muestra	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )		
			3 días	7 días	28 días
1	T0	1	216.00	244.00	317.00
		2	204.00	259.00	321.00
		3	218.00	247.00	330.00
		<b>X</b>	<b>212.67</b>	<b>250.00</b>	<b>322.67</b>
2	T1	1	229.00	254.00	324.00
		2	217.00	259.00	342.00
		3	224.00	260.00	348.00
		<b>X</b>	<b>223.33</b>	<b>257.67</b>	<b>338.00</b>
3	T2	1	224.00	291.00	392.00
		2	216.00	306.00	383.00
		3	221.00	294.00	391.00
		<b>X</b>	<b>220.33</b>	<b>297.00</b>	<b>388.67</b>
4	T3	1	219.00	347.00	448.00
		2	235.00	346.00	438.00
		3	241.00	333.00	432.00
		<b>X</b>	<b>231.67</b>	<b>342.00</b>	<b>439.33</b>

## b. Prueba de normalidad de los resultados obtenidos

### Reporte obtenido del software estadístico SPSS V27

```
Examine variables=resistencia by muestra
/plot boxplot histogram npplot
/compare groups
/statistics descriptives
/cinterval 95
/missing listwise
/nototal.
```

## Explorar

### Notas

Salida creada	12-JUL-2022 09:52:51	
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para variables dependientes se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en casos sin valores perdidos para ninguna de la variable dependiente o factor utilizado.
Sintaxis	EXAMINE VARIABLES=RESISTENCIA BY MUESTRA /PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:01.80
	Tiempo transcurrido	00:00:01.20

## Probetas de núcleos diamantinos de shotcrete

### Resumen de procesamiento de casos

Núcleos diamantinos de shotcrete	N	Casos		N	Porcentaje	N	Porcentaje
		Válido	Perdidos				
		N	Porcentaje	N	Porcentaje		
Muestra patrón	3	3	100,0%	0	0,0%		

Resistencia shotcrete f'c	del	Muestra patrón + 25% aditivos	3	100,0%	0	0,0%		
		Muestra patrón + 50% aditivos	3	100,0%	0	0,0%		
		Muestra patrón + 100% aditivos	3	100,0%	0	0,0%		

### Descriptivos

Núcleos diamantinos de shotcrete			Estadístico	Error estándar				
Resistencia shotcrete f'c	del	Muestra patrón	Media	322,6667	3,84419			
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	306,1265			
				Límite superior	339,2069			
		Media recortada al 5%	.					
		Mediana	321,0000					
		Varianza	44,333					
		Desviación estándar	6,65833					
		Mínimo	317,00					
		Máximo	330,00					
		Rango	13,00					
		Rango intercuartil	.					
		Asimetría	1,056	1,225				
		Curtosis	.	.				
		Muestra patrón + 25% aditivos		Media	Media	338,0000	7,21110	
					95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	306,9731	
						Límite superior	369,0269	
				Media recortada al 5%	.			
				Mediana	342,0000			
				Varianza	156,000			
Desviación estándar	12,49000							
Mínimo	324,00							
Máximo	348,00							
Rango	24,00							
Rango intercuartil	.							
Asimetría	-1,293			1,225				
Curtosis	.			.				
Muestra patrón + 50% aditivos				Media	Media	388,6667	2,84800	
					95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	376,4127	
						Límite superior	400,9206	
		Media recortada al 5%	.					
		Mediana	391,0000					
		Varianza	24,333					
		Desviación estándar	4,93288					
		Mínimo	383,00					
		Máximo	392,00					
		Rango	9,00					
		Rango intercuartil	.					

	Asimetría	-1,652	1,225	
	Curtosis	.	.	
Muestra patrón + 100% aditivos	Media	439,3333	4,66667	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	419,2543	
		Límite superior	459,4124	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	438,0000		
	Varianza	65,333		
	Desviación estándar	8,08290		
	Mínimo	432,00		
	Máximo	448,00		
	Rango	16,00		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	,722	1,225	
	Curtosis	.	.	

### Pruebas de normalidad

	Núcleos diamantinos de shotcrete	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia del shotcrete f'c	Muestra patrón	,265	3	.	,953	3	0.583
	Muestra patrón + 25% aditivos	,292	3	.	,923	3	0.463
	Muestra patrón + 50% aditivos	,349	3	.	,832	3	0.194
	Muestra patrón + 100% aditivos	,232	3	.	,980	3	0.726

**c. Análisis de varianza de los resultados obtenidos, prueba de significación de Tukey, y coeficiente de correlación de Pearson de los resultados obtenidos**

Reporte obtenido del software estadístico SPSS V27

```
Oneway resistencia by muestra
  /missing analysis
  /posthoc=tukey alpha(0.05).
```

**Unidireccional**

**Notas**

Salida creada	12-JUL-2022 09:53:48	
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	12
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para cada análisis se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable del análisis.
Sintaxis	ONEWAY RESISTENCIA BY MUESTRA /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02
	Tiempo transcurrido	00:00:00.01

**ANOVA**

Resistencia del shotcrete f'c

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25203,667	3	8401,222	115,879	,000
Dentro de grupos	580,000	8	72,500		
Total	25783,667	11			

**Pruebas post hoc**

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: RESISTENCIA DEL CONCRETO f'c

HSD Tukey

(I) Núcleos

(J) Núcleos

Diferencia

Desv.

Sig.

--	--

diamantinos de shotcrete	diamantinos de shotcrete	de medias (I-J)	Error		
Muestra patrón	Muestra patrón + 25% aditivos	-15,33333	6,95222	,201	
	Muestra patrón + 50% aditivos	-66,00000 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
	Muestra patrón + 100% aditivos	-116,66667 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
Muestra patrón + 25% aditivos	Muestra patrón	15,33333	6,95222	,201	
	Muestra patrón + 50% aditivos	-50,66667 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
	Muestra patrón + 100% aditivos	-101,33333 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
Muestra patrón + 50% aditivos	Muestra patrón	66,00000 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
	Muestra patrón + 25% aditivos	50,66667 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
	Muestra patrón + 100% aditivos	-50,66667 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
Muestra patrón + 100% aditivos	Muestra patrón	116,66667 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
	Muestra patrón + 25% aditivos	101,33333 <sup>†</sup>	6,95222	,000	
	Muestra patrón + 50% aditivos	50,66667 <sup>†</sup>	6,95222	,000	

## Subconjuntos homogéneos

### RESISTENCIA DEL CONCRETO f'c

HSD Tukey<sup>a</sup>

PROBETAS DE CONCRETO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
MUESTRA PATRON	3	322,6667		
MUESTRA PATRON + 25% ADITIVOS	3	338,0000		
MUESTRA PATRON + 50% ADITIVOS	3		388,6667	
MUESTRA PATRON + 100% ADITIVOS	3			439,3333
Sig.		,201	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

## Análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach a los ítems de validación de instrumentos por los expertos en SPSS

RELIABILITY

/VARIABLES=Item1 Item2 Item3 Item4 Item5 Item6 Item7 Item8 Item9

/SCALE('Escala de Cordialidad') ALL

/MODEL=ALPHA

/SUMMARY=TOTAL.

### Fiabilidad

#### Notas

Salida creada	16-AUG-2022 07:53:36	
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	3
	Entrada de matriz	
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables en el procedimiento.
Sintaxis	RELIABILITY /VARIABLES=Item1 Item2 Item3 Item4 Item5 Item6 Item7 Item8 Item9 Item10 /SCALE('Escala de Cordialidad') ALL /MODEL=ALPHA /SUMMARY=TOTAL.	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.00

## Escala: Escala de Cordialidad

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,754	10

### Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1	34,6667	4,333	,961	,606
P2	34,6667	9,333	,000	,763
P3	34,6667	9,333	,000	,763
P4	34,6667	9,333	,000	,763
P5	35,0000	9,000	,000	,792
P6	34,3333	6,333	,918	,651
P7	34,3333	6,333	,918	,651
P8	35,3333	6,333	,918	,651
P9	35,0000	7,000	,655	,696
P10	35,3333	10,333	-,359	,835

### RELIABILITY

/VARIABLES=Item1 Item2 Item3 Item4 Item5 Item6 Item7 Item8 Item9

/SCALE('Escala de Cordialidad') ALL

/MODEL=ALPHA

/SUMMARY=TOTAL.

## Fiabilidad eliminándose el ítem 10

### Notas

Salida creada	16-AUG-2022 07:58:16	
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	3
	Entrada de matriz	
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables en el procedimiento.
Sintaxis	RELIABILITY /VARIABLES=Item1 Item2 Item3 Item4 Item5 Item6 Item7 Item8 Item9 /SCALE('Escala de Cordialidad') ALL /MODEL=ALPHA /SUMMARY=TOTAL.	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.00

## Escala: Escala de Cordialidad

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,835	9

### Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1	31,3333	5,333	,866	,786
P2	31,3333	10,333	,000	,848
P3	31,3333	10,333	,000	,848
P4	31,3333	10,333	,000	,848
P5	31,6667	9,333	,189	,857
P6	31,0000	7,000	,982	,762
P7	31,0000	7,000	,982	,762
P8	32,0000	7,000	,982	,762
P9	31,6667	8,333	,500	,823

**Prueba de correlación de Pearson del incremento porcentual de la resistencia con la dosificación de los aditivos**

