



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  
 $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Bach. Armuto Quispetupa, Jerson ([orcid.org/0009-0003-7423-6833](https://orcid.org/0009-0003-7423-6833))

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique ([orcid.org/0000-0002-0684-5114](https://orcid.org/0000-0002-0684-5114))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A Dios A Dios, fuente de toda sabiduría y conocimiento, por haberme guiado y fortalecido en este camino de investigación.

A mi madre y hermanas que me han apoyado y animado en todo momento durante este largo y difícil proceso de investigación, enseñándome a no rendirme y siempre seguir adelante.

Jerson Armuto Quispetupa

## AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para realizar esta tesis. Sin su guía y su amor, no habría podido superar los obstáculos y las dificultades que se presentaron en el camino; de la misma forma al asesor de esta tesis, Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique, también al laboratorio de materiales de la PUCP, por su ayuda constante en el proceso de esta tesis y por brindarme las herramientas necesarias para conseguir la excelencia en la presente investigación.

Doy gracias a mi familia, que me ha apoyado y alentado durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado, les estaré eternamente agradecido. Esta tesis es también un logro de ustedes.

A mis amigos que me han apoyado durante el proceso de elaboración de esta tesis, por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias, y por creer en mí y en mi proyecto.

Jerson Armuto Quispetupa

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023", cuyo autor es ARMUTO QUISPETUPA JERSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114	Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 19-03-2024 13:15:12

Código documento Trilce: TRI - 0740178





# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, ARMUTO QUISPETUPA JERSON estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JERSON ARMUTO QUISPETUPA DNI: 70517438 ORCID: 0009-0003-7423-6833	Firmado electrónicamente por: JARMUTO el 15-03- 2024 22:37:34

Código documento Trilce: TRI - 0740179

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimiento.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	25
VI. CONCLUSIONES.....	30
VII. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos del ensayo a compresión a los 7 días.....	19
Tabla 2: Datos del ensayo a compresión a los 14 días.....	20
Tabla 3: Datos del ensayo a compresión a los 28 días.....	21
Tabla 4: Datos del ensayo a flexión a los 28 días.....	22
Tabla 5: Datos del ensayo a tracción.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 7 días.....	19
Figura 2: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 14 días .....	20
Figura 3: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 28 días .....	21
Figura 4: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 28 días.....	23
Figura 5: Diagrama fuerza-deformación de 3 barras de acero corrugado de ½...24	

## RESUMEN

Las bajas temperaturas están muy presentes en la Región de Puno y la población no tiene mucha información de como estas temperaturas afectan en las propiedades mecánicas del concreto armado, es por ello que esta investigación brinda información primordial respecto al tema.

El objetivo principal de esta investigación es: Analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando aditivo Chema Entrampaire sometido a bajas temperaturas en la ciudad de Juliaca.

Se utilizó el método hipotético – deductivo, de tipo aplicada, utilizando 27 probetas de concreto y 9 vigas de concreto armado, estas se dividieron en grupos de 3 cada uno, donde al primer grupo no se le incorporo aditivo, al segundo se le añadió a un 0.01% y al tercero a un 0.25%.

Los resultados muestran que la resistencia a la compresión del concreto con respecto al primer grupo, aumento un 25.2% en las probetas del segundo grupo y decayó un 48.7% en las probetas del tercer grupo a 28 días.

Respecto a la resistencia a flexión las vigas con 0.01% mejoró los resultados

Respecto al ensayo de tracción todos estuvieron similares.

Concluyendo que las bajas temperaturas si afectan en las propiedades mecánicas del concreto armado.

Palabras clave: Tracción, compresión, flexión, temperatura, concreto

## **ABSTRACT**

The low temperatures are very present in the Puno Region and the population does not have much information on how these temperatures affect the mechanical properties of reinforced concrete, which is why this research provides essential information on the subject.

The main objective of this research is: To analyze the behavior of the mechanical properties of reinforced concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporating Chema Entrampaire additive subjected to low temperatures in the city of Juliaca. The hypothetical-deductive method was used, of the applied type, using 27 concrete specimens and 9 reinforced concrete beams, these were divided into groups of 3 each, where the first group was not incorporated with additive, the second was added at 0.01% and the third at 0.25%.

The results show that the compressive strength of the concrete with respect to the first group, increased by 25.2% in the specimens of the second group and decreased by 48.7% in the specimens of the third group at 28 days.

Regarding the flexural strength, the beams with 0.01% improved the results Regarding the tensile test, all were similar.

Concluding that low temperatures do affect the mechanical properties of reinforced concrete.

Keywords: Traction, compression, bending, temperature, concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

Las construcciones a bajas temperaturas siguen aumentando en diferentes países que presentan estas temperaturas, es por ello que se requiere más información respecto de cómo las bajas temperaturas afectan al concreto armado y de cómo los aditivos influyen en el mismo. **A nivel Internacional**, el periodo de frio se definió cuando, por más de tres (3) días continuos la temperatura media diaria es inferior a 5°C (41°F) y la temperatura ambiental durante medio día es igual o menor a 10°C (50°F) dentro de un periodo de 24 horas, en donde la hidratación del cemento se dio aun a bajas temperaturas (-10°C), pero el agua con el que se realizó el mezclado se congelo, produciendo un aumento en el volumen del hormigón (concreto), el cual fraguo con un mayor volumen de poros y por ende su resistencia fue muy baja, en tanto el fraguado y endurecimiento se retrasaron porque no conto con agua disponible para que reaccione químicamente. (Calo y Fernández, 2018), una de las soluciones más viables es el uso de aditivos anticongelantes, que podemos encontrar en el mercado de diferentes marcas, que protege el concreto expuesto a las heladas, reduciendo el agua y mejorando su trabajabilidad. **A nivel nacional**, se puede observar que varias de las construcciones son de forma informal, en su gran parte no cuentan con la asesoría de un profesional, en donde no se consideran muchos aspectos importantes a tomar en cuenta, uno de ellos es la temperatura ambiente, el cual afecta en su resistencia en caso de que las temperaturas sean extremadamente elevadas o reducidas. (Chahuara y Quispe, 2021) observo en la ciudad del Cusco que las bajas temperaturas afectaron de forma considerable la resistencia del concreto a las edades 03, 05 y 07 días y para mejorar su resistencia incorpore un aditivo anticongelante, y pudo comprobar que aumento la resistencia del concreto en las edades de 03, 05 y 07 días. **A nivel regional**, en la ciudad de Juliaca – Puno las temperaturas son muy bajas, donde julio se distingue por ser el mes en tener las temperaturas más bajas del año, por ende, el concreto y el acero están expuestos temperaturas bajo 0 °C, sumado a esto que, en la ciudad, la mayoría no toma en cuenta el factor de la temperatura, reduciendo así la resistencia del concreto con las que están construidas sus viviendas. (Cruz, 2022), investigo en la ciudad de Puno como la resistencia del concreto puede verse afectada por las fluctuaciones en las temperaturas del agua, en un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , donde preparó ejemplares de concreto utilizando agua a temperaturas de: 70°C, 50°C,

28°C, 14°C y 05°C, curándolos a temperatura ambiente, la conclusión fue que el agua a 14 °C y 05°C baja su resistencia a la compresión, mientras que con el agua a temperatura de 28°C y 50 °C lograron mayor resistencia y el agua a temperatura de 70 °C igualo la resistencia de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ . Por ello, en esta tesis se realizó los ensayos a temperaturas bajas, motivo por el cual se plantío el siguiente **Problema General**: ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la ciudad de Juliaca? Donde se sometió el concreto a ensayo de compresión, el concreto armado a ensayo de flexión y el acero a ensayo de tracción. De tal forma se tiene una **JUTIFICACIÓN SOCIAL**, debido a que se está otorgando información valiosa acerca de cómo las bajas temperaturas afectan en las estructuras de concreto armado, y la forma correcta de la dosificación del aditivo Chema entrampaire en edificaciones, de esta forma prevenimos muertes innecesarias construyendo ambientes más seguros para las personas, También se tiene una **JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**, porque se utiliza el método científico cuasi experimental, donde se manipulará una variable, se obtendrá, de esta forma datos de como las bajas temperaturas afectan al concreto armado. Así mismo se tiene una **JUSTIFICACIÓN TEORICA**, debido a que constata información de diferentes tesis y de los productores de aditivos anticongelantes, en donde se ampliara el interés por la investigación de los efectos que tienen las bajas temperaturas en el concreto armado de edificaciones. Y por último se tiene una **JUSTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**, porque al tener conocimiento de como las bajas temperaturas deterioran la resistencia del concreto armado, mejoraran la calidad de sus construcciones, generando menos residuos, productos del deterioro del concreto o demolición por no llegar a una resistencia adecuada. Entonces por todo lo mencionado anteriormente se tiene como **OBJETIVO GENERAL**, analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando el aditivo Chema Entrampaire sometido a bajas temperaturas en la ciudad de Juliaca. También tenemos **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** que son: Determinar el comportamiento del concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando el aditivo chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca; Determinar el comportamiento del concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando



el aditivo chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca y determinar el efecto de las bajas temperaturas en la resistencia a la tracción del acero  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$  en contacto con el aditivo chema entrampaire en la ciudad de Juliaca. Como **HIPÓTESIS GENERAL**, el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando el aditivo Chema entrampaire cambian cuando son sometidas a bajas temperaturas. Así mismo tenemos las **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**, las cuales serían: El comportamiento del concreto armado  $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$  incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas modifica la resistencia a la compresión; El comportamiento del comportamiento del concreto armado  $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$  incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas modifica la resistencia a la flexión y el efecto de las bajas temperaturas modifica la resistencia a la tracción del acero  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$  en contacto con aditivo chema entrampaire.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedente nacional** podemos mencionar a (ventura, 2021), quien tuvo como **objetivo**, analizar el cambio en la resistencia del concreto reforzado  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> expuesto a bajas temperaturas, incorporando viruta metálica dentro de la región de Lambayeque, localidad de Mamagpampa Cañaris, el cual añadió a viruta metálica al concreto reforzado en las proporciones de 5%, 7%, 10%, 12% y 15%, en donde realizo ensayos de compresión y flexión en 28, 14 y 07 días (periodo de curado). La **metodología** utilizada en la investigación se clasifica como de tipo aplicada y explicativa, en donde basa su diseño en una investigación científica, experimental y bibliográfica, en donde los **resultados** obtenidos indican que la mayor resistencia la obtuvieron las probetas con 28 días de secado, la cual se da una mayor resistencia adicionando un 15% de viruta metálica, de esta manera **concluyó** que el concreto sometido a bajas temperaturas, redujo su resistencia, no obstante incorporando la viruta metálica se logró obtener una resistencia mayor, en donde, con la adición del 10 % de viruta metálica se logró una resistencia optima y con el 15% de viruta metálica aumentó su resistencia en un 12.45% con respecto al concreto patrón. Así mismo tenemos a (Flores y Quispe, 2021), quienes tenían como **objetivo**, establecer la cantidad idónea de aditivo incorporador de aire para de esta forma poder mejorar la resistencia del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, sometido a temperaturas bajas en el distrito de Ananea, del departamento de Puno, a causa de que en Ananea se presentan condiciones atmosféricas desfavorables severas, en donde la temperatura ambiente es de -10 y 12 °C durante gran parte del ciclo anual. La **metodología** utilizada es de tipo aplicada, clasificada en un nivel explicativo, teniendo un diseño de investigación experimental, en donde los **resultados** que obtuvieron de un concreto sin incorporador de aire al cabo de 28 días de edad obtuvo una resistencia media de  $f'c=162.05$  kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de 15 gr de aditivo incorporador de aire, alcanzó una resistencia media de 209.70 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando 30 gr de aditivo incorporador de aire alcanzó la resistencia de 222.50 kg/cm<sup>2</sup> y añadiendo 40 gr de aditivo incorporador de aire alcanzó una resistencia promedio de 223.61 kg/cm<sup>2</sup>; en donde **concluyeron** que integrando aditivos incorporadores de aire aumenta la resistencia del concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>, elaborado y curado expuesto en bajas temperaturas. Seguidamente tenemos a (Canta y Chilcón, 2021), quienes tuvieron como **objetivo**, examinar la resistencia

mecánica de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , vaciado a condiciones térmicas ambientales máximas como mínimas en el departamento de Cajamarca. La **metodología** que utilizaron fue de tipo aplicado, teniendo un diseño de investigación experimental puro, con enfoque cualitativo, en donde analizaron 24 probetas sometidas a ensayos de compresión, en donde 12 de ellas vaciadas a temperaturas mínimas por último 12 probetas vaciadas a temperaturas altas, en donde las probetas fueron rotas a los 28, 21, 14 y 07 días, donde obtuvieron como **resultados** que las probetas que fueron vaciadas a  $30^\circ\text{C}$ , tienen índices mayores a la resistencia a compresión, a diferencia de las probetas que fueron vaciadas a  $19^\circ\text{C}$ . Mediante estos resultados llegaron a la **conclusión** que la temperatura ambiental si influyo en su resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , donde la temperatura más óptima para el vaciado del concreto en el departamento de Cajamarca, debe ser a  $30^\circ\text{C}$ , para que de esta forma el concreto obtenga una buena resistencia a la compresión. Por otra parte, tenemos a (Cruzado y Rivera, 2019), quienes realizaron su tesis en el departamento de Trujillo y tuvieron como **objetivo** determinar la influencia de diferentes incorporadores de aire sobre el asentamiento, absorción, aire total, peso unitario y compresión de concreto expuesto a bajas temperaturas. La metodología de investigación que usaron fue de nivel experimental, con un diseño bifactorial con dos variables independientes, para ello utilizaron probetas de forma cilíndrica de  $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ , de acuerdo a la normativa del ASTM C39, en donde establecieron porcentajes de aditivos empezando del 0% (que vendría a ser el patrón), 0.04%, 0.08%, 0.12%, 0.16%, 0.20%, 0.24% y 0.28%, las probetas fueron ensayadas a las edades de 3 días, a los 7 días y por último a 28 días, los cuales fueron expuestos a periodos de congelación y descongelación, en donde, para el ciclo de congelación simulamos estos en un congelador, en donde se colocaron las probetas a diario por un tiempo de 12 horas, a una temperatura entre  $-10^\circ\text{C}$  y  $-15^\circ\text{C}$  y para la simulación de descongelación usaron una posa de curado bajo condiciones térmicas de  $20^\circ\text{C}$ , donde pusieron las probetas las 12 horas diarias restantes, llegando a los siguientes resultados, la absorción del concreto endurecido aumenta según se añada más el porcentaje de incorporador de aire, con respecto a los ensayos a la resistencia a la compresión, comprobaron que el concreto en 3 días de edad, adicionando el incorporador de aire, observaron que con un 0.20% de aditivo

incorporador de aire, la resistencia del concreto superó el 55% de la resistencia base (210 kg/cm<sup>2</sup>), en cambio usando porcentajes de 0.28% y 0.24% la resistencia disminuyó, a los 7 días, en la adición de todos los porcentajes de aditivo superaron el valor mínimo requerido en el ensayo a resistencia a la compresión (65% de la resistencia de diseño), a los 28 días se apreció que la resistencia a la compresión con porcentajes de 0.04%, 0.08% y 0.12% de aditivos para los dos casos (2 marcas) sobrepasaron a las probetas patrón. Con los resultados obtenidos, llegaron a la **conclusión** que el mejor diseño del concreto que fueron expuestos a ciclos de congelación y descongelación, fue con la adición de un 0.04% de aditivo para ambas marcas, en donde la pérdida de resistencia más baja para ambas marcas fue con la adición de un 12% y 10%.

A nivel internacional, en Ecuador tenemos a (Robles, 2023), que tuvo como **objetivo** establecer el impacto en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con los agregados expuestos a un proceso de curado en diferentes temperaturas. La **metodología** utilizada fue de un nivel experimental, comparativo y concluyente, donde los agregados para esta tesis se obtuvieron de la cantera megarok y los ensayos realizados a los materiales de esta cantera fueron aplicando las normas técnicas ecuatorianas, INEN 0857, INEN 0856, INEN 0872, en donde a partir de los estudios, se utilizó la norma ACI 211.1 para elaborar el diseño de mezcla y para la fabricación de los especímenes cilíndricos, se utilizó la norma ASTM C 31, en donde el agua utilizada para la mezcla fue de -1.5 °C y 28.6°C, estos especímenes cilíndricos se sometieron a ensayos de compresión después de su debido fraguado, en donde como **resultados** obtenidos se mostró la variación que se presenta en la resistencia del concreto, de acuerdo a las condiciones a las que fueron sometidas como el agua de las mezclas y los distintos fraguados, en donde se llegó a la **conclusión** que las temperaturas afectan a la resistencia, por tanto los cilindros elaborados y curados a bajas temperaturas no llegaron a cumplir las especificaciones estipuladas, en cambio los cilindros que se sometieron a la elaboración y curado con agua a temperatura elevada es eficiente, esto se debe a que el fraguado realizó su escala normal. Por otra parte, tenemos a (Mestanza, 2016), que en su tesis realizada en Ecuador, planteó como **objetivo** analizar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup> añadiendo fibras de polipropileno expuesto a ambientes duros durante los ciclos de curado, a bajas,

altas temperaturas y entornos de alta concentración de sal, donde la **metodología** que fue utilizada es de nivel o tipo exploratorio, porque hay muy pocos datos relacionados con concretos reforzados con fibras de polipropileno curados en ambientes agresivos, también fue de tipo descriptivo porque recolecta información de propiedades mecánicas más características del concreto que no contiene fibra de polipropileno y concreto que contiene fibras de polipropileno, curado en frío, en condiciones normales, en caliente y ambientes salinos, en donde se realizó los ensayos a compresión y se obtuvieron los siguientes **resultados**, en donde el concreto curado en temperatura baja ( $3^{\circ}\text{C}$ ), disminuyeron en un 15% su resistencia a la compresión a los 28 días de edad, y aumento su densidad en 1.64%, mientras que los especímenes que fueron curados a alta temperatura ( $45^{\circ}\text{C}$ ), a los 28 días, aumentaron en un 15% su resistencia a la compresión a los 28 días de edad, y aumento su densidad en 2.13%, mientras que la existencia de sales causó que en los especímenes (cilindros), curados con agua de mar, a los 28 días, disminuya su resistencia a la compresión en un 27% y su densidad aumente en un 2.36%, en donde llegó a la **conclusión** que el ambiente más idóneo de curado para aumentar la resistencia a la compresión del concreto es el de alta temperatura ( $45^{\circ}\text{C}$ ), también que a pesar de la disminución de resistencia de los especímenes curados a baja temperatura, se superó la resistencia de  $240\text{ kg/cm}^2$ , también que al incorporar la fibra de polipropileno en un porcentaje de 0.2% del volumen de concreto, obtuvo una mezcla de consistencia suave, porque su asentamiento fue de unos 6 centímetros, estando dentro del rango de diseño (6-9 cm), pero con la incorporación de estas fibras se hace más difícil la compactación y trabajabilidad de la mezcla, pero potencia la unión entre los elementos constituyentes del concreto, mientras que los especímenes que fueron curados con agua de mar provocó que los residuos de cloruro de sodio permanezcan en los poros exteriores de los cilindros de concreto, los cuales infiltran al interior y colaboran en la aparición de fisuras de tipo 3 en todas las edades. Por otra parte, en Brasil tenemos a (Griza, 2023), el cual tuvo como **objetivo** evaluar la influencia del uso de diferentes niveles de agregado grueso reciclado reemplazando el agregado grueso natural en un concreto, con el fin de identificar el comportamiento del concreto con 4 niveles diferentes de temperatura de curado inicial, la **metodología** que utilizó fue de nivel experimental, en donde se utilizaron especímenes con 0%, 20% y 40% de agregado

reciclado, sustituyendo el agregado natural, que provienen de especímenes con resistencia a la compresión cercana a 30 MPa, sometiéndolos a diferentes temperaturas iniciales de curado (-5°C, 5°C, 15°C y 25°C), en donde realizando los ensayos de compresión, masa específica y tracción, en donde obtuvo mejores **resultados** con la sustitución de materiales reciclados, donde llego a la **conclusión**, con respecto a al hormigón fresco, analizando el uso de agregados gruesos reciclados con pre-humectación, hubo una reducción de la relación agua/cemento. Con respecto al comportamiento del hormigón en estado endurecido, considerando los ensayos de resistencia a la compresión, fue posible notar que las mezclas que contienen un 20% de sustitución de agregado grueso reutilizado presento un mejor desempeño en las pruebas de 7 y 28 días. En cuanto a la temperatura de curado, el concreto curado a 25 y 15°C mostró una evolución en resistencia, permitiéndoles alcanzar una resistencia cercana a los 30 MPa en sus primeros 7 días de curado, cuando se sometió a temperaturas de 5 y -5°C, esta resistencia sólo se logró después de 28 días de curado. También, Lin et al. (2022) tuvieron como **objetivo** comparar diferentes literaturas sobre las propiedades mecánicas del hormigón sometido a bajas temperaturas y ciclos criogénicos de congelación y descongelación, la **metodología** de esta investigación fue de tipo explicativa y descriptiva porque se realizará una revisión literaria sobre las propiedades mecánicas del hormigón sometido a bajas temperaturas y ciclos criogénicos de congelación y descongelación. Primero, se revisan los efectos de las bajas temperaturas sobre las principales propiedades del hormigón, incluida la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, etc., y se resumen y comparan los modelos matemáticos existentes. En la segunda parte, se analiza el daño concreto inducido por los ciclos criogénicos de congelación-descongelación y se hace hincapié en el mecanismo del daño criogénico de congelación-descongelación, obteniendo como **resultado** que la revisión de este artículo puede facilitar y salvaguardar la aplicación de estructuras de hormigón a temperaturas muy bajas, llegando a la **conclusión** de que con la disminución de la temperatura, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y el módulo elástico mejoran debido a la formación de hielo en los poros y capilares del hormigón. La fuerza aumenta constantemente hasta alcanzar el pico a una temperatura crítica. Después del pico, la fuerza se estabiliza o disminuye

ligeramente a medida que la temperatura desciende aún más. Para la resistencia a la compresión, el pico se produce a una temperatura inferior a  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que para la resistencia a la tracción la temperatura crítica oscila entre  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Y los ciclos criogénicos de congelación y descongelación no sólo reducen la resistencia a la compresión a temperatura ambiente, sino que también reducen la resistencia a la compresión a temperaturas bajo cero, y el módulo de elasticidad sigue una tendencia similar. La respuesta tensión-deformación del hormigón sometido a ciclos criogénicos de congelación-descongelación comparte algunas similitudes con la de los ciclos ordinarios de congelación-descongelación. Seguidamente, Zheng et al. (2022), tuvieron como **objetivo** realizar una revisión exhaustiva de las investigaciones sobre el hormigón expuesto a los FTC, la **metodología** de esta investigación fue de tipo explicativa y descriptiva porque se realizará una revisión literaria de las propiedades termofísicas y mecánicas del hormigón, en donde obtuvieron **resultados** que se deben de considerar de manera integral múltiples factores y múltiples campos para revelar el micro mecanismo del daño por congelación y descongelación del concreto en entornos complejos reales. Además, se supone que se deben considerar las teorías y métodos de prueba existentes sobre daños por congelación y descongelación para desarrollar los modelos multiescala y las técnicas correspondientes, en donde llegaron a la **conclusión** de que, en comparación con el hormigón de alta resistencia, el hormigón ordinario muestra una pérdida de masa más grave con el aumento de los FTC, pero esta degradación se puede mejorar ajustando el w/b relación, introduciendo el aire y añadiendo fibras. Además, la conductividad térmica muestra una tendencia creciente con bajas temperaturas, que depende principalmente del grado de saturación. Además, el coeficiente de expansión térmica del hormigón seco tiene una tendencia decreciente con bajas temperaturas. Pero para el hormigón húmedo, el coeficiente de expansión térmica pasa primero por una fase decreciente y luego por una fase creciente, también que las propiedades mecánicas del hormigón ordinario generalmente disminuyen con el aumento de los FTC. Sin embargo, el deterioro también se puede mitigar reduciendo adecuadamente la relación w/b, introduciendo aire e incorporando fibras, particularmente fibra textil que tiene un excelente comportamiento a la tracción. Cabe señalar que la congelación y descongelación podrían contribuir a la capacidad de deformación,

también, el grado de daño por congelación y descongelación del hormigón en ambientes salinos depende del tipo de sal, la concentración de sal y la carga externa. En general, los efectos de los iones de sal sobre la exposición del hormigón a los FTC suelen ser dobles. Hablando específicamente, los iones de sal pueden reducir el punto de congelación de la solución de poros y reducir aún más la presión hidráulica. Sus productos de reacción con el hormigón pueden rellenar los poros y aliviar los daños causados por las heladas, lo que muestra efectos positivos. Sin embargo, junto con las reacciones químicas, la alta tensión de expansión se produce cuando los productos de la reacción se acumulan en gran medida con el aumento de los FTC. Mientras tanto, el grado de saturación puede aumentar mediante la presencia de iones de sal. Estos pueden acelerar el daño del hormigón y comportarse de forma negativa. Generalmente, los efectos positivos aparecen en la etapa temprana de congelación y descongelación y los efectos negativos se vuelven significativos más adelante, también que la duración del método rápido de congelación y descongelación es corta, mientras que su velocidad de enfriamiento es demasiado rápida. Generalmente es factible en la situación de estar completamente sumergido en agua. Por el contrario, el método de congelación lenta y el método de prueba de escarcha con sal emplean una velocidad de enfriamiento más lenta y un período de prueba más largo. Debido a la enorme diferencia entre los ambientes de congelación y descongelación en sitio y en laboratorio, los datos obtenidos de los procedimientos de prueba de concreto existentes no se pueden usar directamente para predecir el desempeño de congelación y descongelación del concreto en sitio.

**Variable independiente:** Bajos niveles de temperatura. Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (I.N.D.E.C.I), indicaron que las temporadas de baja temperatura son aquellos periodos de año que se dan durante el periodo que va desde abril hasta octubre., en donde se presentan diferentes fenómenos como son: las heladas, nevada, granizada y friaje. Para la N.T.E. E 0.60 de Perú, consideraron que, si la temperatura ambiente está por debajo de los 5°C, durante cualquier momento del proceso de vaciado será considerado clima frío, teniendo como dimensión el descenso de la temperatura.



**Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto armado, (Aréstegui, 2022, p.22), indicó que las propiedades mecánicas importantes del concreto armado son: la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión y de la misma forma se tiene la resistencia a la flexión, las cuales serán de gran importancia en la construcción de viviendas más seguras, teniendo como dimensión el esfuerzo.

**Dimensión de la variable independiente:** Descenso de la temperatura. Según el SENAMHI, 2023 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), las heladas ocurren cuando la temperatura ambiente desciende a valores menores a 0°C, en donde, la temperatura desciende por las noches o madrugadas, donde, la sierra sur, la temperatura normal mínima es inferior a los 0°C. Las heladas ocurren cuando la temporada de lluvias culmina, estas inician aproximadamente en los meses de abril y terminan en setiembre, donde, los periodos más fríos se dan durante los periodos de junio y julio, debido a esto, las regiones más afectadas son: Cusco, Puno, Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho, Pasco, Huancavelica, Apurímac y Junín. También define a las nevadas, como una precipitación sólida con forma de copos de nieve que normalmente se presentan a los 3600 msnm, para que estas se den, la temperatura debe mantenerse en valores por debajo de los 2 °C a 3 °C, estas llegan a cubrir cultivos y pastos, afectando también a las carreteras, cuando estas duran varios días la sensación de frío es muy intensa a lo largo del día, porque la temperatura máxima no llega a elevarse como lo haría en un día normal. Seguidamente, define el friaje, como un fenómeno meteorológico, que se caracteriza por irrupción de corrientes gélidas desde la Antártida que ingresan por la parte austral del continente, provoca precipitaciones fuertes y una caída abrupta de la temperatura en la región selvática. Las regiones afectadas por el friaje son: Puno, Madre de Dios, Huánuco, Ucayali, Loreto y San Martín, los friajes se registran cada año entre 6 a 10 friajes, un promedio de duración sería de 3 a 7 días, superando en ocasiones hasta los 10 días. Según la información del MIDAGRI, 2020 (Ministerio de Desarrollo agrario y riego), nos indica que el clima frío o boreal, pertenece a la región de la sierra, que se da a los 3000 y 4000 msnm, el cual presenta precipitaciones anuales, donde alcanza temperaturas medias anuales de 12 °C, en donde, los inviernos son secos con heladas fuertes y veranos lluviosos. También define el clima frígido, como clima de Puna, el cual se da de los 4000 a 5000 msnm, el promedio de temperatura a lo largo del año es de 6 °C, los veranos

son siempre nubosos y lluviosos, y los inviernos que se dan entre los meses de junio a agosto son secos y rigurosos. Seguidamente, indica que el clima de nieve se asemeja al de la nieve eterna de montañas extremadamente altas., en donde, la temperatura media durante todo el año está por debajo de los 0 °C, este se da en sectores altitudinales que están por encima de los 5000 msnm. Obteniendo como indicador: La Temperatura (°C), será expresada en grados Celsius.

**Dimensión de la variable dependiente:** Esfuerzo, teniendo como concepto: “Se refiere a la fuerza interna que resulta de las tensiones que actúan perpendicularmente a la sección transversal de una estructura prismática. Estos esfuerzos normales pueden manifestarse como tensión o compresión. Un esfuerzo de compresión es aquel que tiende a comprimir el material de la estructura, resultando en un acortamiento de la misma. Por otro lado, un esfuerzo de tensión es aquel que tiende a alargar la estructura y puede llevar a la ruptura del material” (Esfuerzos normales, deformación unitaria, ley de Hooke, 2022, párr. 3). También Díaz de León et al. (2018), definen al esfuerzo como: Un término fundamental que se emplea para describir la magnitud de una fuerza interna generada por cargas externas. Se define como la proporción entre la fuerza ejercida sobre un elemento y el área de dicho elemento que se toma en cuenta. Obteniendo como indicador: Compresión (kg/cm<sup>2</sup>), Tracción (kg/cm<sup>2</sup>) y Flexión (kg/cm<sup>2</sup>).

Cemento Yura, en su página actualizada el 2023, indica que los aditivos son químicos que se le añaden al concreto para mejorar sus propiedades, estos no deben ser considerados nunca como sustituto del uso de buenos materiales, de un buen diseño de mezcla o de buena mano de obra. También indica que el concreto es uno de los materiales con más uso en el sector de la construcción, por lo que requiere un control tanto en obra como en planta. Los usos de los aditivos son: incrementar la trabajabilidad, sin variar o cambiar el contenido de agua, reduce el contenido de agua, manteniendo su trabajabilidad, ajusta el tiempo de fraguado, disminuye la segregación, mejora su bombeabilidad, desarrolla de forma acelerada su resistencia a edades tempranas, incrementa su resistencia, disminuye su permeabilidad y mejora la durabilidad potencial.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Método de Investigación**

(Reyes, Damián, Ciriaco, Corimayhua, Urbina, 2022, p.4), indicaron que, el método hipotético – deductivo es un método mixto, que parte de unas hipótesis con las cuales se busca falsear o refutar tales hipótesis, derivando de ellas conclusiones que se confrontan con los hechos.

Por tanto, en esta investigación, se obtuvieron datos de hechos reales, que se procederán a analizar para así poder contestar las preguntas que fueron planteadas.

##### **3.1.2 Tipo de Investigación**

(Castro, Gómez y Camargo, 2023, p.21), indicaron, que las investigaciones aplicadas, son trabajos originales, orientados a la obtención de conocimientos nuevos, en donde se busca la solución de un problema en específico, basándose en los resultados de una investigación básica, donde se obtienen en un corto periodo, y tienen más impacto en la sociedad.

Por este motivo se optó por este tipo de investigación, porque se usó diferentes tipos de información que ya fueron investigadas, donde serán puestas en práctica, para verificar que efectos tienen las bajas temperaturas en las propiedades mecánicas del concreto armado.

##### **3.1.3 Diseño de Investigación**

(Areas y Covinos, 2021, p.78), indicaron que, en el diseño cuasi experimental, tiene un grupo de comparación o control, estos son utilizados cuando no se utiliza sujetos de manera aleatoria, es decir, están preseleccionados, en este método es posible realizar mediciones y utilizar instrumentos de medición en más de tres momentos distintos, controlar y/o manipular su variable independiente.

Es por ello, que la investigación presente fue de diseño cuasi experimental, motivo por el que, se manipulara la variable independiente “bajos niveles de temperatura”, dentro de un periodo de tiempo de 7 días, 14 días y 28 días, en el

caso de las probetas, y para las vigas en 28 días de edad, incorporando también el aditivo Chema entrampaire en las proporciones de 0.01% y 0.25%.

### **3.1.4 Nivel de Investigación**

Según (Ramos, 2020, p.3), indicó que una investigación clasificada de nivel explicativa, busca determinación y explicación de los fenómenos, donde es posible implementar investigaciones de nivel predictivo, donde se pueda determinar una conexión de causa y efecto entre múltiples variables. En este nivel de investigación se planteará una hipótesis de investigación de manera obligatoria, que examine los elementos de causa y efecto de los fenómenos que sean de interés para el que investiga.

Por tanto, la investigación presente fue de nivel explicativa, puesto que se analizará que efectos produce las bajas temperaturas en las propiedades mecánicas del concreto armado incorporando aditivo Chema entrampaire, donde se obtiene 2 variables que se relacionan (bajos niveles de temperatura y propiedades mecánicas del concreto armado).

## **3.2 Variables y operacionalización**

Según (Coronel, 2023, p.3), clasificó las variables según su función en independientes y dependientes; en donde las independientes son las que explican y generan cambios en la variable dependiente. Las dependientes, son aquellas que se van a modificar por acción de la variable independiente.

**Variable independiente:** Bajos niveles de temperatura.

- **Definición operacional:** bajos niveles de temperatura, se consideró la temperatura ambiente de la ciudad de Juliaca, debido a que la ciudad presenta temperaturas bajo 0°C.
- **Escala de medición:**

Fue de tipo intervalo, porque esta escala se podrá medir, pero sin un origen real, en donde el cero será arbitrario, y obtendremos valores negativos debido a las bajas temperaturas.

**Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto armado.

- **Definición operacional:**

Los ensayos que se le realizaron al concreto armado serán el de: resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción.

- **Escala de medición:**

La escala fué de tipo razón, porque esta escala se podrá medir, con un origen real, en donde el cero significará ausencia.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población:

Según (Robles, 2019, p.245), indicó que, en investigación, la población objeto de estudio es el conjunto absoluto de elementos de interés.

Es por ello que la población para esta investigación fueron todas aquellas muestras de concreto armado y concreto que fueron sometidas a bajas temperaturas.

- **Criterios de inclusión:** Concreto simple para Probetas de concreto y concreto estructural para vigas de concreto armado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- **Criterios de exclusión:** Todos los demás tipos de concreto que no se mencionaron en los criterios de inclusión como: ciclópeo, hidráulico, premezclado, etc.

#### 3.3.2 Muestra:

Según (Ventura, 2017, p.648), indicó que una muestra es comprendida como un sub conjunto de la población de estudio, que está compuesto por unidades de análisis.

Es por ello que en esta investigación se elaboraron 27 probetas de concreto y 9 vigas de concreto armado, los cuales fueron sometidos a bajas temperaturas

y a temperatura ambiente, donde, para el ensayo a tracción se extrajeron 3 varillas de acero longitudinal de las vigas ensayadas.

### **3.3.3 Muestreo:**

(Otzen y Manterola, 2017, p.228), ellos indicaron que una hay 2 tipos para obtener una muestra, que serían: probabilística y no probabilística. El muestreo probabilístico permite conocer, como su nombre lo indica, el grado de posibilidad de que cada sujeto en estudio tiende a ser incluido en la muestra mediante una elección aleatoria, en cambio el muestro no probabilístico, la elección de los individuos en estudio estará condicionado por ciertos criterios, características, etc. En donde el o los investigadores consideren en el momento.

Para esa investigación se consideró un muestreo no probabilístico, debido a que la muestra se dará a conveniencia del investigador.

### **3.3.4 Unidad de análisis:**

(Arias y Covinos, 2021, p.118), definieron a esta como aquel tema de investigación de quien se origina la información o los datos para el análisis de la investigación.

En la presente investigación, las unidades de análisis vendrían a ser cada una de las 9 probetas de concreto y cada una de 7 las vigas de concreto armado.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos:**

(Hernández y Duana, 2020, p.52), Señalaron que los métodos de recopilación de datos comprenden acciones y procesos que facilitan al investigador la obtención de la información necesaria para obtener respuestas a su pregunta de investigación.

En el actual estudio de investigación, se observó los ensayos de laboratorio a los que fueron sometidas las muestras (ensayo de compresión, tracción y flexión).

### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:**

(Hernández y Duana, 2020), indicaron que los instrumentos de recolección de datos están direccionados a crear las condiciones para la medición, en donde todo instrumento que fue utilizado en la recolección de datos Debe ser fiable, válido y tener un propósito claro. Si no se cumple alguno de estos criterios, el instrumento no será útil y, por lo tanto, los resultados no serán legítimos.

Para la presente investigación, los instrumentos que se utilizaron fueron: termómetro infrarrojo, máquina de ensayo a compresión, máquina de ensayo a flexión y máquina de ensayo a tracción.

### **3.5 Procedimiento:**

#### **3.5.1 Elaboración de muestras.**

Primeramente, se elaboraron dos tipos de muestras, en donde, como primer tipo de muestra tendremos 27 probetas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , las cuales, serán sometidas a un proceso de curado a edades de 7, 14 y 28 días, de las cuales 9 probetas se sometieron a bajas temperaturas (temperatura ambiente), que, en este caso el clima de la ciudad de Juliaca favoreció esta condición y a las 18 probetas restantes se le añadirá un aditivo que para esta investigación se utilizó el aditivo Chema Entrampaire (de las 18 probetas, 9 con 0.01% de aditivo y las 9 restantes con 0.25% de aditivo).

Para el segundo tipo de muestra se realizaron 9 vigas de concreto armado de las siguientes dimensiones: 0.535m de largo x 0.15m de ancho x 0.15m de altura, en donde usaremos 2 diámetros de acero, en donde, el longitudinal será de 1/2" y los estribos de 6mm. El diseño de mezclas fue el mismo que se usó en la primera muestra, el desencofrado se realizó a los 3 días después del vaciado de concreto y el curado se realizó sumergiendo las muestras en pozas de curado durante 28 días, en donde 3 de ellas se curaron y se expuso a bajas temperaturas y a los 6 restantes se le añadió el mismo aditivo que se utilizó para las probetas de concreto (Chema Entrampaire), donde a 3 de ellas se le añadió 0.01% del aditivo y a los 3 restantes 0.25% de aditivo, estas muestras fueron sometidas a ensayos de flexión.

Una vez terminados los ensayos a flexión, se retiró el concreto del acero, teniendo sumo cuidado para no dañar las varillas de acero que, en el interior, donde estas varillas fueron llevadas al laboratorio para realizar el ensayo a tracción a 3 varillas.

### **3.5.2 Ensayos de laboratorio.**

Ensayo a compresión: para este ensayo se llevaron las 27 probetas de la primera muestra, en donde 9 probetas se sometieron a este ensayo con 7 días de curado, 9 a los 14 días de curado y 9 a los 28 días de curado.

Ensayo a flexión: para este ensayo se llevaron 9 vigas de la segunda muestra.

Ensayo a tracción: para este ensayo se sometieron 3 varillas de las vigas sometidas a los ensayos a flexión.

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

Para examinar la información recopilada de los resultados, se usó el método estadístico inferencial, este nos pidió desarrollar pruebas de homocedasticidad y normalidad para realizar una prueba paramétrica o no paramétrica, en donde se utilizará un software estadístico actualizado.

### **3.7 Aspectos éticos.**

Esta investigación ha utilizado y acatado la normativa ISO 690 para citar las fuentes, evitando de esta forma cualquier tipo de plagio, además cuenta con todos los principios éticos en una investigación.



#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas en los laboratorios fueron los siguientes:

##### Ensayos de compresión en probetas de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Los ensayos a compresión se realizaron bajo las normas NTP 339.216:2007 Y NTP 339.214:2007. En donde a continuación se detallarán los resultados brindados por el laboratorio.

Tabla 1. Datos del ensayo a compresión a los 7 días.

N°	MUESTRA	DISEÑO (KG/CM2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	ROTUR A (kg/cm <sup>2</sup> )	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	26675	151	71.9%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	28501	161	76.8%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	27588	156	74.3%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	36675	208	98.8%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	35501	201	95.7%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	36088	204	97.3%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	11716	66	31.6%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	10616	66	28.6%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	11166	63	30.1%

Fuente: *Elaboración propia.*

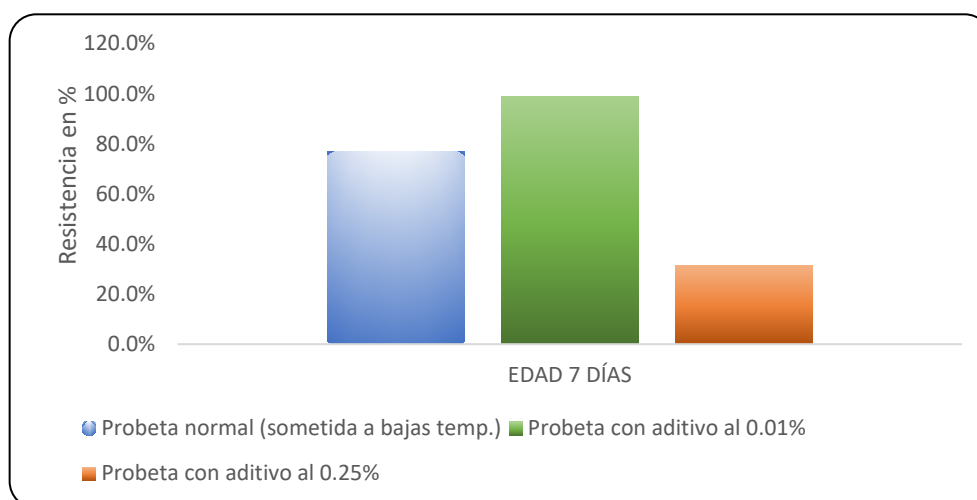


Figura 1: *Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 7 días.*

Los resultados mostrados indicaron que la resistencia a la compresión del concreto con respecto a las probetas normales (sometidas a bajas temperaturas), decayó en un 45% en las probetas con aditivo al 0.25% y aumento en un 22% en las probetas con 0.01% de aditivo a los 7 días.

Tabla 2. Datos del ensayo a compresión a los 14 días.

N°	MUESTRA	DISEÑO (KG/CM2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	ÁREA (cm2)	CARGA (kg)	ROTURA (kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	32062	181	86.4%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	33433	189	90.1%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	32748	185	88.3%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38913	220	104.9%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38215	216	103.0%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38564	218	103.9%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	17671	100	47.6%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	16548	94	44.6%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	17109	97	46.1%

Fuente: Elaboración propia

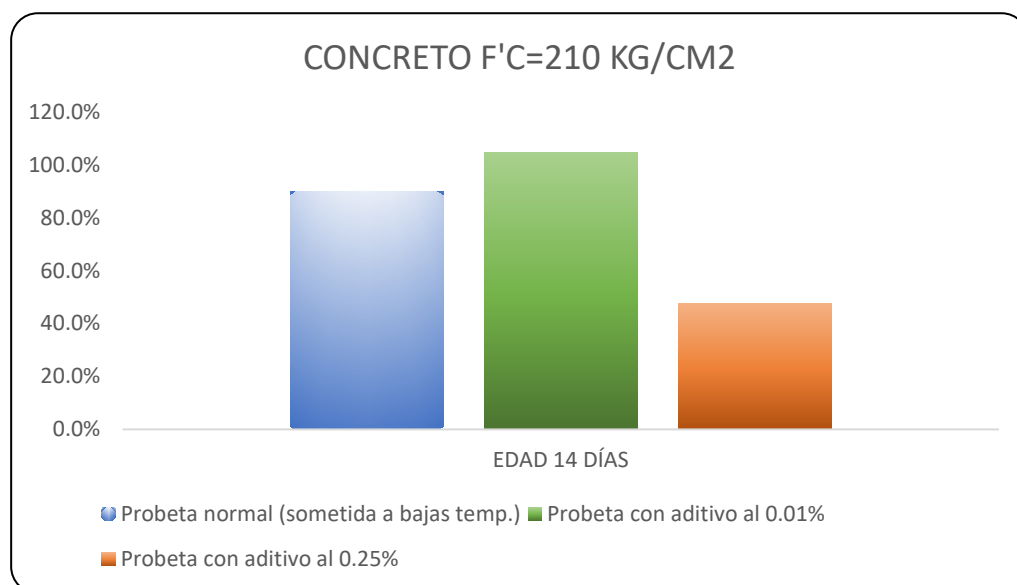


Figura 2: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 14 días.

Los resultados mostrados indicaron que la resistencia a la compresión del concreto con respecto a las probetas normales (sometidas a bajas temperaturas), decayó en un 43% en las probetas con aditivo al 0.25% y aumento en un 14.8% en las probetas con 0.01% de aditivo a los 14 días.

Tabla 3. Datos del ensayo a compresión a los 28 días.

N°	MUESTRA	DISEÑO (KG/CM2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	ÁREA (cm2)	CARGA (kg)	ROTURA (kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	35949	203	96.9%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	36512	207	98.4%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	36230	205	97.6%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	45913	260	123.7%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	46872	265	126.3%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	46392	263	125.0%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	19454	110	52.4%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	17990	102	48.5%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	18722	106	50.5%

Fuente: Elaboración propia.

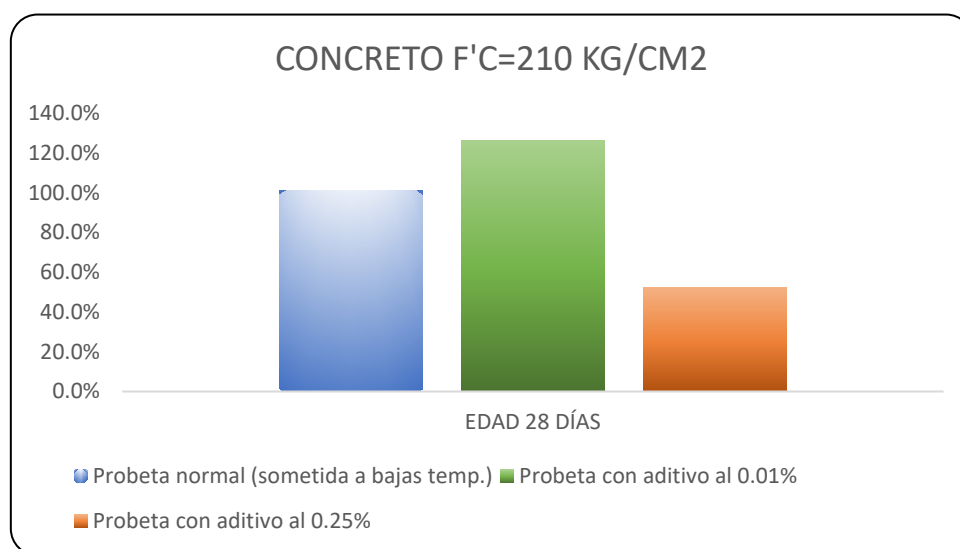


Figura 3: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 28 días.

Los resultados mostrados indicaron que la resistencia a la compresión del concreto con respecto a las probetas normales (sometidas a bajas temperaturas), decayó en un 48.7% en las probetas con aditivo al 0.25% y aumento en un 25.2% en las probetas con 0.01% de aditivo a los 28 días.

### **Ensayos de flexión en vigas de 15 x 15 cm de concreto armado.**

Este ensayo se realizó utilizando las normas NTP 339.078-ASTM C78-ASTM C293, en donde el laboratorio proporciono los siguientes resultados:

*Tabla 4. Datos del ensayo a flexión a los 28 días.*

N°	DESCRIPCIÓN DE LA	EDAD	LONGITUD	ANCHO	ALTURA	CARGA	ROTURA
	MUESTRA	(días)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	(Kg/cm2)
1	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4693.41	111.60
2	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4955.82	117.84
3	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4824.62	114.72
4	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	5572.75	132.51
5	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	6029.99	143.38
6	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	5801.37	137.94
7	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3698.52	87.94
8	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3756.85	89.33
9	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3727.69	88.64

*Fuente: Elaboración propia.*

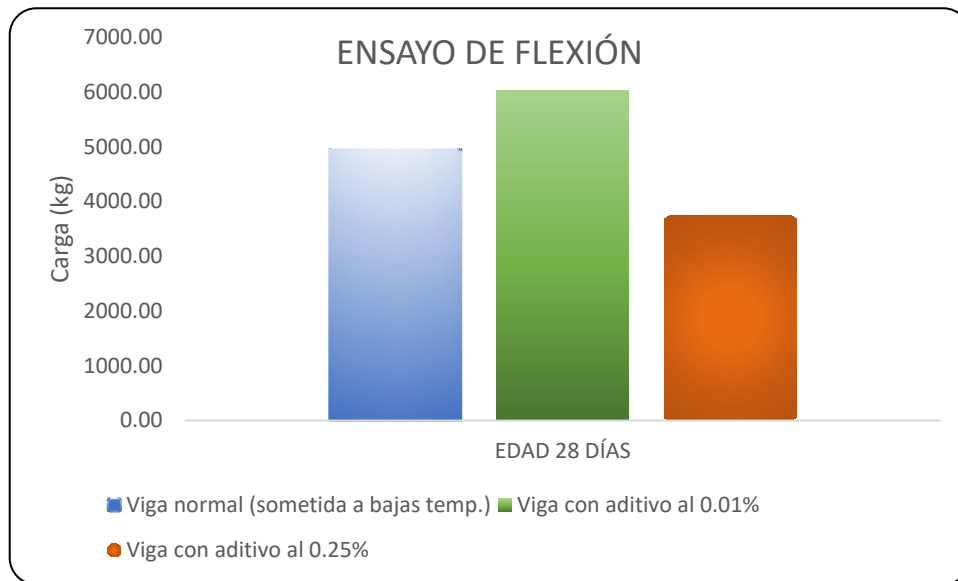


Figura 4: Comparativa entre las 3 diferentes muestras a los 28 días.

Los resultados de la resistencia a flexión del concreto armado con respecto a las probetas normales (sometidas a bajas temperaturas), indicaron que, la carga final soportada por las vigas con aditivo al 0.01% fue mayor y las vigas de concreto armado con aditivo al 0.25% fue menor.

### Ensayos de tracción en varillas de acero de ½”

Este ensayo se realizó utilizando las normas: ASTM A370-21 Y ASTM E8/E8M-16ae1, en donde el laboratorio proporcionó los siguientes resultados.

Tabla 5. Datos del ensayo a tracción

N.º	MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN	ALARGAMIENTO (%)	CARGAS (KN)		ESFUERZOS (Mpa)	
				FLUENCIA	MÁXIMA	FLUENCIA	MÁXIMA
1	Viga con aditivo al 0.25%	23/11/23	12.3	64.2	97.7	498	757
2	Viga normal (sometida a bajas temp.)	23/11/23	11.3	65.4	99.3	507	769
3	Viga con aditivo al 0.01%	23/11/23	14	64.3	98.4	498	762

Fuente: Elaboración propia.

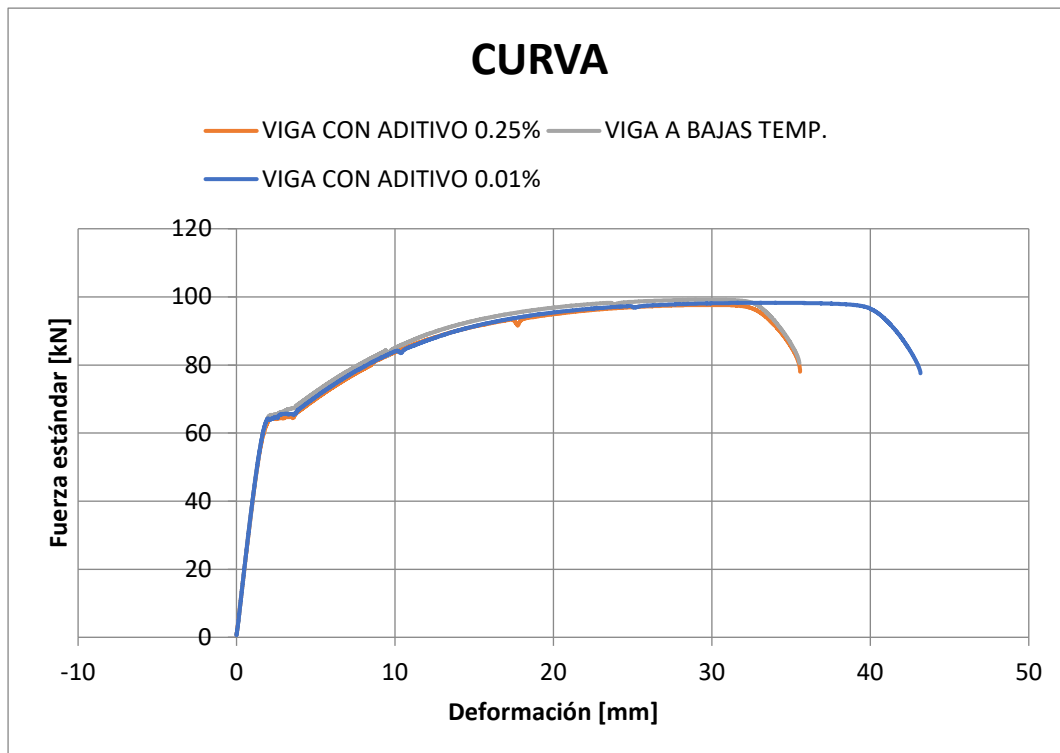


Figura 5: Diagrama fuerza-deformación de 3 barras de acero corrugado de 1/2"

Los resultados de la resistencia a la tracción del acero corrugado con respecto a las vigas sometidas a bajas temperaturas con un recubrimiento de 4cm, indicaron que, la carga y esfuerzo por las vigas con aditivo al 0.01% fue ligeramente menor, mientras que, la carga y esfuerzo en las vigas de concreto armado con aditivo al 0.25% fue también, ligeramente menor, cumpliendo todas las varillas según la ficha técnica de las propiedades del acero corrugado de SiderPeru.

## V. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en el laboratorio podemos afirmar que las propiedades mecánicas del concreto armado, redujeron su resistencia mientras más aditivo (Chema entrampaire) se le añade, siendo la mejor opción añadir el mínimo de la ficha técnica recomendado por el fabricante que sería el 0.01%, mientras que en el acero se notó un aumento en la resistencia a la tracción con respecto a la ficha técnica de propiedades del acero proporcionada por el fabricante, estos datos obtenidos serán de suma importancia para poder mejorar la calidad de las construcciones en la ciudad de Juliaca, evitando el deterioro temprano de las mismas.

- (Ventura, 2021), analizó los cambios en la resistencia al concreto reforzado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> expuesto a temperaturas bajas, incorporando viruta metálica en proporciones de 5%, 7%, 10%, 12% y 15%, donde realizó ensayos a compresión y flexión en 7, 14 y 28 días de curado, donde concluyó que el concreto sometido a bajas temperaturas, redujo su resistencia, en donde mejoró su resistencia añadiendo un 15% de viruta metálica en un 12.45%. En donde los resultados de la resistencia a la compresión del concreto expuesto a temperaturas bajas fueron similares.

En la presente tesis los datos del laboratorio nos indicaron una resistencia que no llegó al mínimo permitido de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el concreto sin aditivos sometido a bajas temperaturas, comprobando que en climas fríos se presenta una reducción en la resistencia a la compresión del concreto.

- (Flores y Quispe, 2021), buscaron establecer el volumen idóneo de aditivo incorporador de aire con el objetivo de optimizar la resistencia del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, sometido a temperaturas bajas en el departamento de Puno, en donde las condiciones climáticas en el distrito de Ananea son más severas, llegando a temperaturas de hasta -10 °C, ellos indican que a mayor cantidad de incorporador de aire sea utilizado (40 gr) lograron aumentar la resistencia del concreto.

La tesis presente difiere por completo, dado que los resultados presentados fueron totalmente diferentes, en donde los resultados obtenidos indican que mientras más aditivo chema entrampaire (mismo aditivo que se utilizó en las 2 tesis) la resistencia reduce de manera muy agresiva añadiéndole mayor cantidad de aditivo que en este caso se usó 0.25% equivalente 18gr según el diseño del laboratorio y siguiendo la ficha técnica proporcionada por el fabricante de aditivo incorporador de aire, mientras que con el 0.01% de aditivo incorporador de aire equivalente a 0.73 gr la resistencia aumento.

- (Machaca, 2017), Se propuso evaluar el impacto de los aditivos incorporadores de aire en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en condiciones climáticas de baja temperatura en la Provincia el Collao, en donde uso 2 tipos de incorporadores de aire Sika AER y Chema entrampaire en proporciones de (0.02%, 0.07%, 0.12%) y (0.01%, 0.13% y 0.25%) respectivamente, en donde analizando sus resultados llego a la conclusión de que a mayor sea la cantidad de aditivo incorporador de aire, menor será su resistencia a la compresión del concreto.

En esta tesis los resultados obtenidos son similares, ya que concuerdan con los hallazgos logrados en la resistencia a la compresión del concreto, mientras más aditivo chema entrampaire sea añadido menor será la resistencia a la compresión, obteniendo mejores resultados con el porcentaje mínimo usado según la ficha técnica del fabricante.

- (Canta y Chilcón, 2021), quienes tuvieron como objetivo, examinar la resistencia mecánica de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , vaciado a condiciones térmicas del entorno máximas y mínimas en el departamento de Cajamarca, en donde analizaron 24 probetas sometidas a ensayos de compresión, en donde 12 de ellas vaciadas a temperaturas mínimas  $19^\circ\text{C}$  y 12 probetas vaciadas a temperatura máxima  $30^\circ\text{C}$ , en donde las muestras experimentales fueron fracturadas a los 28, 21, 14 y 07 días, donde analizando los resultados obtenidos, llegaron a la conclusión de que la temperatura ambiente influye en la resistencia a la compresión del concreto,



las probetas que fueron vaciadas a 30°C, tienen mayor resistencia a la compresión, que las probetas que fueron vaciadas a 19°C.

Estos hallazgos son similares a los logrados en la presente tesis, porque indican que el comportamiento del concreto cambia, reduciendo su resistencia a la compresión mientras menor sea la temperatura.

- (Cruzado y Rivera, 2019), determinar la influencia de diferentes incorporadores de aire sobre el asentamiento, absorción, aire total, peso unitario y compresión de concreto expuesto a bajas temperaturas, para ello utilizaron probetas de forma cilíndrica de 10cm x 20 cm, de acuerdo a la normativa del ASTM C39, en donde establecieron porcentajes de aditivos empezando del 0% (que vendría a ser el patrón), 0.04%, 0.08%, 0.12%, 0.16%, 0.20%, 0.24% y 0.28%, las probetas fueron ensayadas a las edades de 3 días, a los 7 días y por ultimo a 28 días, los cuales fueron expuestos a periodos de congelación y descongelación, en donde, para el ciclo de congelación simularon estos en un congelador, en donde se colocaron las probetas a diario por un tiempo de 12 horas, a una temperatura entre -10°C y -15°C y para la simulación de descongelación usaron una posa de curado bajo condiciones térmicas de 20°C, donde pusieron las probetas las 12 horas diarias restantes, llegando a los siguientes resultados, la absorción del concreto endurecido aumenta según se añada más el porcentaje de incorporador de aire, con respecto a los ensayos a la resistencia a la compresión, comprobaron que el concreto en 3 días de edad, adicionando el incorporador de aire, observaron que con un 0.20% de aditivo incorporador de aire, la resistencia del concreto superó el 55% de la resistencia base (210 kg/cm<sup>2</sup>), en cambio usando porcentajes de 0.28% y 0.24% la resistencia disminuyó, a los 7 días, en la adición de todos los porcentajes de aditivo superaron el valor mínimo requerido en el ensayo a resistencia a la compresión (65% de la resistencia de diseño), a los 28 días se apreció que la resistencia a la compresión con porcentajes de 0.04%, 0.08% y 0.12% de aditivos para los dos casos (2 marcas) sobrepasaron a las probetas patrón. Con los hallazgos logrados, se llegó a la conclusión de que el diseño óptimo

de concretos expuestos a ciclos de hielo y deshielo fue con un 0.04% de aditivo para ambas marcas (SikaAer y Air Mix 200), ambos incorporadores de aire, en donde hubo una pérdida en la resistencia a la compresión con ambas marcas que fue con la adición de un 12% (SikaAer) y 10% (Air Mix 200).

Estos hallazgos son similares a los logrados en la presente tesis, porque indican que el aditivo incorporador de aire se aprovecha de mejor forma mientras este en el mínimo de uso según la ficha técnica del fabricante.

- (Robles, 2023), busco establecer el impacto en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con los agregados expuestos a un proceso de curado en diferentes temperaturas, en donde los agregados para esta tesis se obtuvieron de la cantera megarok y los ensayos realizados a los materiales de esta cantera fueron aplicando las normas técnicas ecuatorianas, INEN 0857, INEN 0856, INEN 0872, en donde a partir de los estudios, se utilizó la norma ACI 211.1 para la elaboración del diseño de mezcla y para la fabricación de los especímenes cilíndricos, se utilizó la norma ASTM C 31, en donde el agua utilizada para la mezcla fue de -1.5 °C y 28.6°C, estos especímenes cilíndricos se sometieron a ensayos de compresión después de su debido fraguado, en donde con los resultados obtenidos llego a la conclusión, que las temperaturas afectan a la resistencia, por tanto los cilindros elaborados y curados a bajas temperaturas no llegaron a cumplir las especificaciones estipuladas, en cambio los cilindros que se sometieron a la elaboración y curado con agua a temperatura elevada es eficiente, esto se debe a que el fraguado realizó su escala normal.

Estos hallazgos son similares a los logrados en la presente tesis, porque indican que el comportamiento del concreto cambia, reduciendo su resistencia a la compresión mientras menor sea la temperatura de curado.

- (Mestanza, 2016), analizar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup> añadiendo fibras de polipropileno expuesto a ambientes

duros durante los ciclos de curado, a bajas, altas temperaturas y entornos de alta concentración de sal, en donde realizando los ensayos a compresión, obtuvo los siguientes resultados: el concreto curado en temperatura baja (3°C), disminuyeron en un 15% su resistencia a la compresión a los 28 días de edad, y aumento su densidad en 1.64%, mientras que los especímenes que fueron curados a alta temperatura (45°C), a los 28 días, aumentaron en un 15% su resistencia a la compresión a los 28 días de edad, y aumento su densidad en 2.13%, mientras que la existencia de sales causó que en los especímenes (cilindros), curados con agua de mar, a los 28 días, disminuya su resistencia a la compresión en un 27% y su densidad aumente en un 2.36%, en donde llegó a la conclusión que el ambiente más idóneo de curado para aumentar la resistencia a la compresión del concreto es el de alta temperatura (45°C), también que a pesar de la disminución de resistencia de los especímenes curados a baja temperatura, se superó la resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup>, también que al incorporar la fibra de polipropileno en un porcentaje de 0.2% del volumen de concreto, obtuvo una mezcla de consistencia suave, porque su asentamiento fue de unos 6 centímetros, estando dentro del rango de diseño (6-9 cm), pero con la incorporación de estas fibras se hace más difícil la compactación y trabajabilidad de la mezcla, pero potencia la unión entre los elementos constituyentes del concreto, mientras que los especímenes que fueron curados con agua de mar provocó que los residuos de cloruro de sodio permanezcan en los poros exteriores de los cilindros de concreto, los cuales infiltran al interior y colaboran en la aparición de fisuras de tipo 3 en todas las edades.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos ya que indican que las temperaturas bajas en el concreto reducen su resistencia a la compresión.

## VI. CONCLUSIONES

- Se llegó a la conclusión de que el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado llegan a ser afectadas cuando son sometidas a bajas temperaturas en sus propiedades mecánicas, la mejora alternativa para controlar el factor de las temperaturas bajas es añadir el aditivo Chema entrampaire en su proporción más baja brindada por la ficha técnica, que vendría a ser él 0.01%.
- Se llegó a la conclusión de que el comportamiento del concreto armado sometido a bajas temperaturas, reduce su resistencia a la compresión, añadiéndole el 0.01% del aditivo Chema entrampaire mejora esta resistencia significativamente, reduciendo gradualmente su resistencia mientras más aditivo se le incorpore, en donde todas las muestras realizadas fueron sometidas a bajas temperaturas.
- Así mismo se determinó que el comportamiento del concreto armado sometido a bajas temperaturas, redujo su resistencia a la flexión, cuando se le añadió un 0.25% de aditivo Chema entrampaire mientras que con un porcentaje menor (0.01%) mejoraron estas propiedades, estas se evaluaron tomando como patrón las vigas sin aditivo sometidas a bajas temperaturas, en donde las muestras utilizadas fueron elaboradas en la ciudad de Juliaca.
- Así mismo se determinó que el comportamiento del concreto armado sometido a bajas temperaturas, redujo su resistencia a la tracción del acero, cuando se le añadió un 0.25% de aditivo Chema entrampaire mientras que con un porcentaje menor (0.01%) se obtuvieron ligeramente mejores resultados, estas se evaluaron tomando como patrón las vigas sin aditivo sometidas a bajas temperaturas, en donde las muestras utilizadas fueron elaboradas en la ciudad de Juliaca.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda, para futuras investigaciones, realizar los ensayos utilizando diferentes tipos y marcas de cemento, para de esta forma poder determinar qué tipo de cemento sería el más recomendable para estas temperaturas.
- Se recomienda realizar más estudios con respecto al acero corrugado, sometiéndolo a diferentes niveles de temperatura baja, en un ambiente más controlado, utilizando diferentes tipos de incorporadores de aire o aditivos que sean usados para bajas temperaturas, utilizando también diferentes diámetros de acero corrugado, como diferentes marcas.
- También se recomienda realizar estudios con respecto al agua y utilizar agregados de diferentes canteras de la zona, para de esta forma poder mejorar las propiedades mecánicas del concreto.
- Se recomienda someter todas las muestras realizadas a temperaturas bajas en un ambiente controlado, que estas muestras estén constantemente a una misma temperatura las 24 horas.
- Así mismo se recomienda realizar más estudios con respecto a los ensayos a flexión del concreto armado sometido a bajas temperaturas, para poder tener mejores referencias del comportamiento del concreto a estas temperaturas.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apac, Jennifer y Rojas, Victor. Aditivos acelerantes para mejorar las propiedades físico-mecánicas del hormigón en climas de bajas temperaturas. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2021.

Disponible en:  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4932/T030\\_7048418\\_2\\_T%20%20%20ROJAS%20HUAMAN%C3%8D%20VICTOR%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4932/T030_7048418_2_T%20%20%20ROJAS%20HUAMAN%C3%8D%20VICTOR%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Aréstegui, Andreé. Ensayos físicos y efectos de los niveles de fuego por incendio en las propiedades mecánicas del concreto armado en edificaciones. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/118504>

Arias, José y Covinos, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. 1.ra ed. Perú: ENFOQUES CONSULTING EIRL., 2021 [Fecha de consulta: 16 de agosto del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>

ISBN: 9786124844423

Calo, Diego y Fernández, Sergio. Construcción de pavimentos urbanos de hormigón. ICPA jornada de actualización técnica [en línea]. Diciembre 2018. [Fecha de consulta: 05 de diciembre del 2018].

Disponible en: <https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/CLIMA-FRIO.pdf>

Canta, Rovinson y Chilcón, Arelí. Análisis de la resistencia mecánica del concreto F'c=210KG/CM2 vaciado a temperaturas ambientales mínimas y máximas en Jaén, Cajamarca. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Callao: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73235>

Chahuara, Roger y Quispe, Rodri. Aplicación del aditivo Z antiheladizo en propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a 4,800 msnm en Condorama, Cusco – 2021. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80904>

Ciencia UNAM. Martínez, Carina. 31 de octubre del 2017. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/666/-a-donde-van-los-residuos-de-la-construccion-y-la-demolicion->

Clasificación de tipos de climas en el Perú [en línea]. Midagri.gob.pe. diciembre del 2020. [Fecha de consulta: 15 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/53-sector-agrario/el-clima/367-clasificacion-de-climas>

Cruz, Leonel. Influencia de la temperatura del agua en la resistencia del concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> a 3810 msnm, Puno – 2022. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022.

Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94384/Cruz\\_HL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94384/Cruz_HL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cruzado, Harly y Rivera, Benjamin. Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas temperaturas. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.

Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>

Custodio Armando. Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del distrito de Vicco - Pasco. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018.

Disponible en:  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/770/1/T026\\_44883374\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/770/1/T026_44883374_T.pdf)

Díaz de León, Vicente [et al.]. Mecánica de materiales Teoría y aplicaciones [en línea]. 1.a ed. México: PATRIA educación., 2018 [fecha de consulta: 25 de septiembre del 2018].

Disponible en:  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Mec%C3%A1nica\\_de\\_materiales/wI55DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Mec%C3%A1nica_de_materiales/wI55DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0)

ISBN: 9786077448891, 6077448893

Díaz, Jossué. Variación de la resistencia a la compresión del concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y formas de mitigación. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1987>

Esfuerzos normales, deformación unitaria, ley de Hooke [Clase digital en un blog]. Guanajuato-México: Universidad de Guanajuato., (23 de febrero del 2022). [Fecha de consulta: 23 de febrero del 2022]. Recuperado de <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-7-esfuerzos-normales-deformacion-unitaria-ley-de-hooke/>

Flores, Rina y Quispe, Marleny. Evaluación de la adición de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia del concreto a bajas temperaturas, Puno-2020. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60968>

Goicochea, Jesus y Escobar, Francisco. Influencia del incorporador de aire en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto según ACI 318-19 con clase de exposición f1 y f2, Trujillo 2022. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2022.

Disponible en:  
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/34463/Escobar%20Reyes%](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/34463/Escobar%20Reyes%20)



2C%20Francisco%20Jesus%20Alberto%20-%20Goicochea%20Alvarez%2C%20Jesus%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gonzales, Percy. Evaluación de la eficiencia del uso de aditivos en la producción de concreto a bajas temperaturas en la región Puno. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2018. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1793>

Griza, Mateus. Estudo de concreto com agregados reciclados submetido a baixas temperaturas de cura. Trabajo de conclusión de curso (Bachiller en Ingeniería Civil). Bento Gonçalves: Universidade de caixas do sul, 2023. Disponible en: <https://repositorio.uacs.br/xmlui/handle/11338/12488>

Heladas y Friajes / Preguntas frecuentes [en línea]. Senami.gob.pe. 16 de febrero del 2023. [Fecha de consulta: 15 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=heladas-y-friajes>

Hongwei Lin, Yanfeng Han, Siming Liang, Fuyuan Gong, Song Han, Changwei Shi, Peng Feng. Effects of low temperatures and cryogenic freeze-thaw cycles on concrete mechanical properties: A literature review, Construction and Building Materials [en línea]. Julio-04 2022, n°345. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128287>  
ISSN: 0950-0618

Huaytalla, Ananías y Zarate, Ana. Aditivos reductores de agua e incorporadores de aire para mejorar la trabajabilidad del concreto estructural. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2021. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4766/T030\\_4613304\\_5\\_T%20%20%20HUAYTALLA%20QUIROZ%20ANAN%C3%8DAS%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4766/T030_4613304_5_T%20%20%20HUAYTALLA%20QUIROZ%20ANAN%C3%8DAS%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jorge, Virgilio y Huamani, Emir. Efecto del Aditivo Chema en la Resistencia del Concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , Anexo Simpapata Distrito de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59516>

Los aditivos para el concreto [Mensaje en un blog]. Arequipa: Umiri, David, (2023). [Fecha de consulta: 15 de agosto del 2023]. Recuperado de: <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>

Machaca, Wilber. “incidencia de los aditivos incorporadores de aire en la resistencia del concreto en climas de baja temperatura de la Provincia el Collao - 2017”. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017.

Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UANT\\_9c66242189c38ef0c503d502475d84f7](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UANT_9c66242189c38ef0c503d502475d84f7)

Mestanza, Jesica. Análisis comparativo de la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24053>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). N.T.E. E.60, of. 20: Concreto armado – Requisitos para clima frío. Lima: 2020. 201 pp.

Pérez, Tatiana y Flores, Frank. Influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento - arena liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido y agregado fino. Iquitos, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Loreto: Universidad Científica del Perú, 2019.

Disponible en:  
[http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/802/PEREZ\\_FLORES\\_TESIS\\_TITULO\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/802/PEREZ_FLORES_TESIS_TITULO_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Revista AMC [en línea]. Cuba: UCM, 2022 [fecha de consulta: 16 de agosto del 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552023000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552023000100002)  
ISSN: 1025-0255

Revista Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA. México: UAEH, 2020 [Fecha de consulta: 18 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/download/6019/7678>  
ISSN: 2007-491

Revista Cubana de Salud Pública. Habana: UPN, 2017 [fecha de consulta: 17 de agosto del 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662017000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014)  
ISSN: 1561-3127

Revista de divulgación científica [en línea]. Ecuador: Los alcances de una investigación, 2020 [fecha de consulta: 16 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746475>  
ISSN: 1390-9592

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación política y valores [en línea]. Mexico: Asesorías y tutorías para la investigación científica en la Educación Puig-Salabarría S.C, 2022 [fecha de consulta: 16 de agosto del 2023]. Disponible en: <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3106>  
ISSN: 2007-7890

Revista International Journal of Morphology. Chile: Int. J. Morphol, 2017 [fecha de consulta: 117 de agosto del 2023]. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037)  
ISSN: 0717-9502

Revista Pueblo Continente. Trujillo: UPAO, 2019 [fecha de consulta: 17 de agosto del 2023]. Disponible en:  
<http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>  
ISSN: 2617 – 9474

Revista Tecnura [en línea]. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022 [fecha de consulta: 16 de agosto del 2023]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2023000100140](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2023000100140)  
ISSN: 0123-921X

Reyes, Deysi y Terrel, Tania. Estudio del efecto del aditivo acelerante sobre el concreto, relacionado a su resistencia a compresión, temperatura ambiente de 0°C. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47849/Reyes\\_PDD-Terrel\\_CTI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47849/Reyes_PDD-Terrel_CTI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Robles, Carla. Identificación de la influencia sobre el efecto final de la temperatura en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Jipijapa-Manabí-Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2023. Disponible en:  
<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5240>

Ventura, Percy. Efecto de la viruta metálica en el concreto reforzado  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas en la localidad de Mamagpampa Cañaris. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75467>

Viguria, Michael y Zapana, Dino. Evaluación del comportamiento del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la inclusión de aire incorporado en alturas entre los 3,200 a 3,800 m.s.n.m. en la región Cusco. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2018.

Disponible en:  
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4813/253T20180388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Xinyu Zheng, Yingrui Wang, Shaoqi Zhang, Fei Xu, Xinping Zhu, Xi Jiang, Long Zhou, Yi Shen, Qing Chen, Zhiguo Yan, Weigang Zhao, Hehua Zhu, Yao Zhang. Research progress of the thermophysical and mechanical properties of concrete subjected to freeze-thaw cycles, *Construction and Building Materials* [en línea]. Marzo-24 2022, n.º 330. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127254>

ISSN: 0950-0618

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Título: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023"					
Autor: Bach. Jerson, Armuto Quispetupa					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Variable independiente					
Bajos niveles de temperatura	Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (I.N.D.E.C.I.), indica que las temporadas de baja temperatura son aquellos periodos de año que se dan entre los meses de abril a octubre, en donde se presentan diferentes fenómenos como son: las heladas, nevada, granizada y friaje. Para la N.T.E. E 0.60 de Perú, considera que, si la temperatura ambiente está por debajo de los 5°C, durante cualquier momento del proceso de vaciado será considerado clima frío.	bajos niveles de temperatura, se considerará la temperatura ambiente de la ciudad de Juliaca, debido a que la ciudad presenta temperaturas bajo 0°C.	Descenso de la temperatura.	Temperatura (°C)	Intervalo.
Variable dependiente					
Propiedades mecánicas del concreto armado	(Aréstegui, 2022, p.22), indica que las propiedades mecánicas importantes del concreto armado son: la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión y de la misma forma se tiene la resistencia a la flexión, las cuales serán de gran importancia en la construcción de viviendas más seguras.	Los ensayos que se le realizarán al concreto armado serán el de: resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión.	Esfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresión.</li> <li>• Tracción.</li> <li>• Flexión.</li> </ul>	Razón.

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 2. Matriz de consistencia.

Título: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023"						
Autor: Bach. Jerson, Armuto Quispetupa						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>Problema general</b> ¿Cuál es el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la ciudad de Juliaca?	<b>Objetivo general</b> Analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la ciudad de Juliaca.	<b>Hipótesis general</b> el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire cambian cuando son sometidas a bajas temperaturas.	Bajos niveles de temperatura.	Descenso de la temperatura.	Temperatura (°C)	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada. <b>Diseño de investigación:</b> Cuasi experimental. <b>Población:</b> Concreto y concreto armado sometidas a bajas temperaturas. <b>Muestra:</b> 27 probetas de concreto a edades de 7, 14 y 28 días y 9 vigas de concreto armado a edades de 28 días. <b>Técnicas para obtención de datos:</b> Observación. Textos. Tesis. Artículos. Ensayos. <b>Instrumentos de recolección de datos:</b> Termómetro infrarrojo, maquina de ensayo a compresión, maquina de ensayo a tracción y maquina de ensayo a flexión.
<b>Problema específico</b> ¿Cuál es el comportamiento del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca?	<b>Objetivo específico</b> Determinar el comportamiento del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca.	<b>Hipótesis específica</b> El comportamiento del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas modifica la resistencia a la compresión.	Propiedades mecánicas del concreto armado.	Esfuerzo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresión.</li> <li>• Flexión.</li> <li>• Tracción.</li> </ul>	
¿Cuál es el comportamiento del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca?	Determinar el comportamiento del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca.	El comportamiento del concreto armado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando el aditivo Chema entrampaire sometido a bajas temperaturas modifica la resistencia a la flexión.				
¿Cuál es el efecto de las bajas temperaturas en la resistencia a la tracción del acero $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> en contacto con el aditivo Chema entrampaire en la ciudad de Juliaca?	Determinar el efecto de las bajas temperaturas en la resistencia a la tracción del acero $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> en contacto con el aditivo Chema entrampaire en la ciudad de Juliaca.	El efecto de las bajas temperaturas modifica la resistencia a la tracción del acero $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> en contacto con aditivo chema entrampaire.				

Fuente: elaboración propia.



## FORMATO 1

### REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO - (NTP 339,034 - ASTM D-422)

PROYECTO		"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023"							
LABORATORIO		GEOTECNIA PUNO EIRL – MECÁNICA DE SUELOS – PAVIMENTOS – CIMENTACIONES – SUPERVISIÓN – PROYECTOS DE INGENIERIA							
OBSERVADOR		BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA							
N° DE PROBETAS ENSAYO		27	F'C	210 KG/CM2			FECHA	INDICADA	
		ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE							
N°	MUESTRA	DISEÑO (KG/CM2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	ÁREA (cm2)	CARGA (kg)	ROTURA (kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	26675	151	71.9%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	28501	161	76.8%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	27588	156	74.3%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	36675	208	98.8%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	35501	201	95.7%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	36088	204	97.3%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	11716	66	31.6%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	10616	66	28.6%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	11166	63	30.1%

N°	MUESTRA	DISEÑO (KG/CM2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	ÁREA (cm2)	CARGA (kg)	ROTURA (kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
10	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	32062	181	86.4%
11	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	33433	189	90.1%
12	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	32748	185	88.3%
13	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38913	220	104.9%
14	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38215	216	103.0%
15	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38564	218	103.9%
16	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	17671	100	47.6%
17	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	16548	94	44.6%
18	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	17109	97	46.1%
19	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	35949	203	96.9%
20	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	36512	207	98.4%
21	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	36230	205	97.6%
22	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	45913	260	123.7%
23	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	46872	265	126.3%
24	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	46392	263	125.0%
25	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	19454	110	52.4%
26	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	17990	102	48.5%
27	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	18722	106	50.5%

TEMPERATURA PROMEDIO	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
		-0.7 °C	-0.5°C

## FORMATO 2

### REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES – VIGAS DE CONCRETO ARMADO (N.T.P. 399.078)

<b>PROYECTO</b>		"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023"								
<b>LABORATORIO</b>		GEOTECNIA PUNO EIRL – MECÁNICA DE SUELOS – PAVIMENTOS – CIMENTACIONES – SUPERVISIÓN – PROYECTOS DE INGENIERIA								
<b>OBSERVADOR</b>		BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA								
<b>N° DE VIGAS</b>		9	<b>F'C</b>		210 KG/CM2		<b>FECHA</b>		20/10/23	
<b>ENSAYO</b>		ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES					<b>TEMPERATURA AMBIENTE (°C)</b>		-1.2	
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	EDAD	LONGITUD	ANCHO	ALTURA	CARGA	ROTURA			
		(días)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	(Kg/cm2)			
1	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4693.41	111.60			
2	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4955.82	117.84			
3	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4824.62	114.72			
4	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	5572.75	132.51			
5	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	6029.99	143.38			
6	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	5801.37	137.94			
7	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3698.52	87.94			
8	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3756.85	89.33			
9	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3727.69	88.64			

<b>TEMPERATURA PROMEDIO</b>	<b>7 DÍAS</b>	<b>14 DÍAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
	-0.7 °C	-0.5°C	0.3°C

### FORMATO 3

#### REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO – (ASTM A370-21)

<b>PROYECTO</b>		"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023"					
<b>LABORATORIO</b>		LABORATORIO DE MATERIALES CITE materiales (PUCP)					
<b>OBSERVADOR</b>		BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA					
<b>N° DE VARILLAS</b>	3	<b>MUESTRA</b>	BARRA CORRUGADA DE ACERO DE 1/2"		<b>FECHA</b>	23/11/2023	
<b>ENSAYO</b>		ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO			<b>TEMPERATURA AMBIENTE (°C)</b>		22.8
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE EJECUCIÓN	CARGAS (KN)		ESFUERZOS(Mpa)		ALARGAMIENTO (%)
			FLUENCIA	MÁXIMA	FLUENCIA	MÁXIMA	
1	Viga con aditivo al 0.25%	23/11/23	64.2	97.7	498	757	12.3
2	Viga normal (sometida a bajas temp.)	23/11/23	65.4	99.3	507	769	11.3
3	Viga con aditivo al 0.01%	23/11/23	64.3	98.4	498	762	14

**Longitud de las varillas de acero corrugado de 1/2" (cm)**

45.5

### **CONSTANCIA DE VALIDACION**

Yo, YSAAC VEGA ECHEGARAY identificado con DNI 23872250 con CIP N° 290940, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO - (NTP 339,034 - ASTM D-422)
2. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES – VIGAS DE CONCRETO ARMADO (N.T.P. 399.078)
3. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO – (ASTM A370-21)

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo JERSON, ARMUTO QUISPETUPA, quien elabora la tesis titulada:

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO F'c=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS – JULIACA 2023”**

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	

METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X
-------------	---	--	--	--	--	---

<b>VALORACION TOTAL</b>	35
-------------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 35 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 20 de setiembre del 2023



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Ysaac Vega Echegaray  
INGENIERO CIVIL  
CIP-290940

Firma del experto

N° DNI: 23872250

N° CIP: 290940



### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, JUAN JAVIER HUARACHI BORDA identificado con DNI 02415048 con CIP N° 85113, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO - (NTP 339,034 - ASTM D-422)
2. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES – VIGAS DE CONCRETO ARMADO (N.T.P. 399.078)
3. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO – (ASTM A370-21)

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo JERSON, ARMUTO QUISPETUPA, quien elabora la tesis titulada:

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO F´C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS – JULIACA 2023”**

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X

METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X	
-------------	---	--	--	--	--	---	--

<b>VALORACION TOTAL</b>	<b>34</b>
-------------------------	-----------

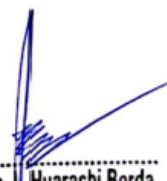

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 34 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 20 de setiembre del 2023

Juan J. Huarachi Borda  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 85113

---

Firma del experto  
N° DNI: 02415048  
N° CIP: 85113



### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, MANUEL ARTURO LOAIZA JARA identificado con DNI 23984219 con CIP N° 77505, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO - (NTP 339,034 - ASTM D-422)
2. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES – VIGAS DE CONCRETO ARMADO (N.T.P. 399.078)
3. REGISTRO DE DATOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO – (ASTM A370-21)

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo JERSON, ARMUTO QUISPETUPA, quien elabora la tesis titulada:

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO F´C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS – JULIACA 2023”**

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.			X		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X

METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.						X
-------------	---	--	--	--	--	--	---

<b>VALORACION TOTAL</b>	33
-------------------------	----

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 33 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENO.

Juliaca, 20 de setiembre del 2023

The image shows a handwritten signature in blue ink. Below the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text: 'Miguel Arturo Lozano Ruiz', 'INGENIERO CIVIL', and 'CIP Nº 77505'. To the left of the stamp is a smaller circular emblem, likely the logo of the engineering institution.

---

Firma del experto  
N° DNI: 23984219  
N° CIP: 77505

## PANEL FOTOGRÁFICO

### DISEÑO DE MEZCLA

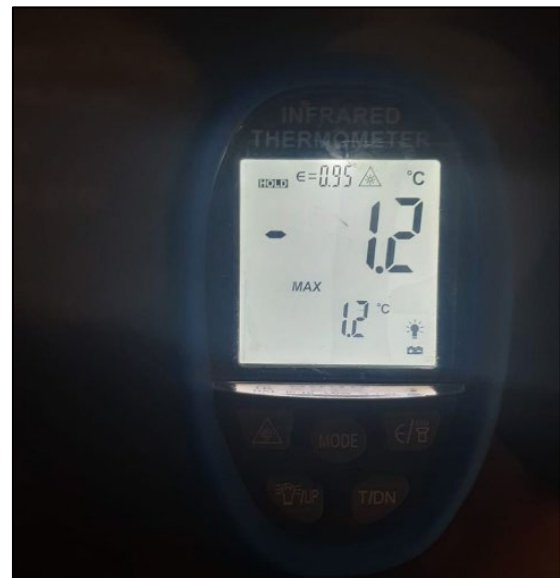
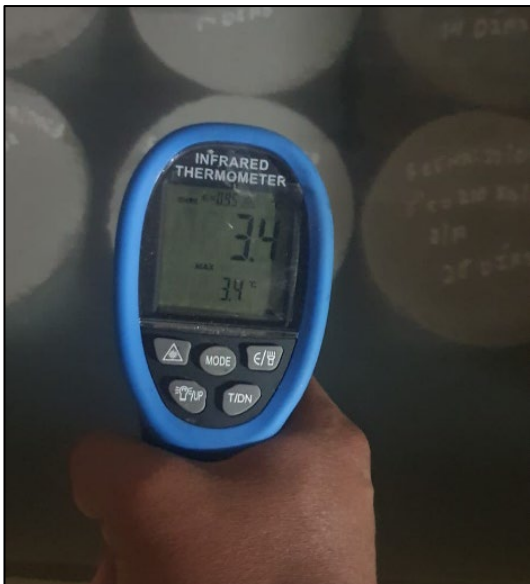




## ELABORACIÓN DE PROBETAS



## TEMPERATURA EN CURADO DE PROBETAS



## ELABORACIÓN DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO





## TEMPERATURA DE CURADO EN VIGAS



# ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

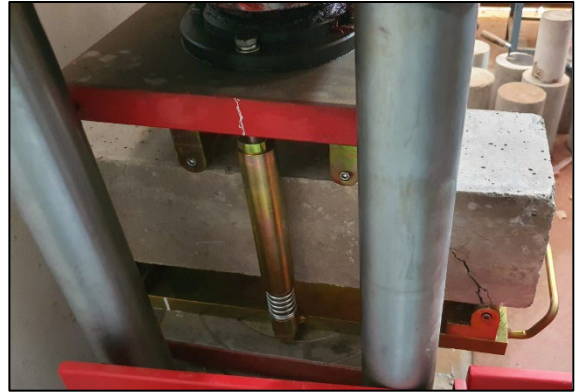




## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

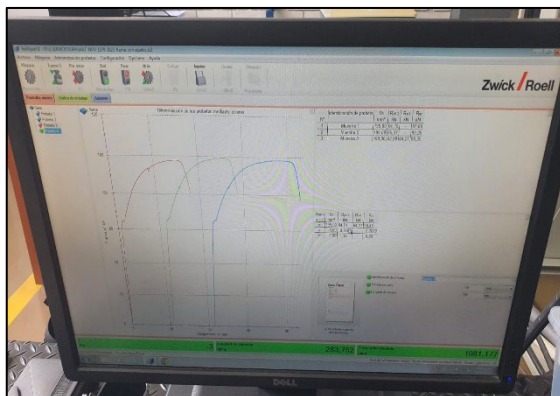
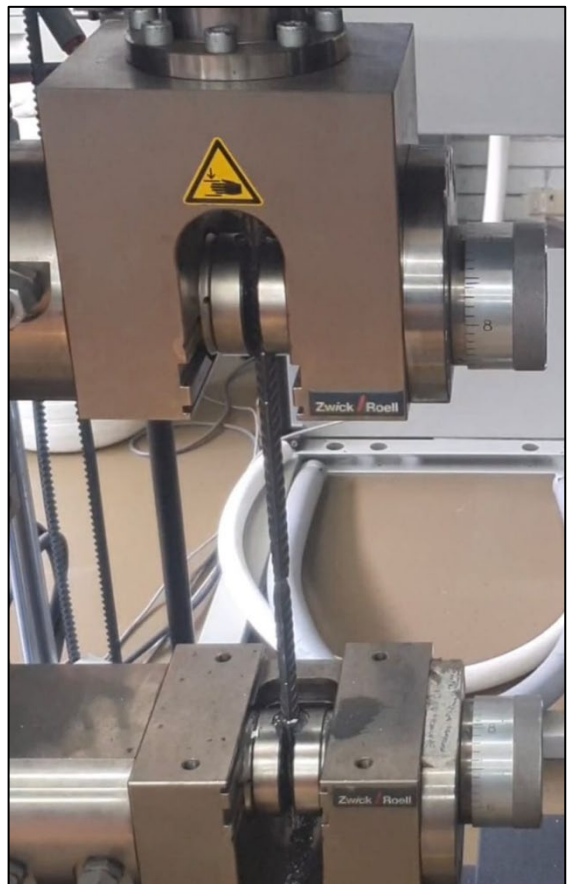
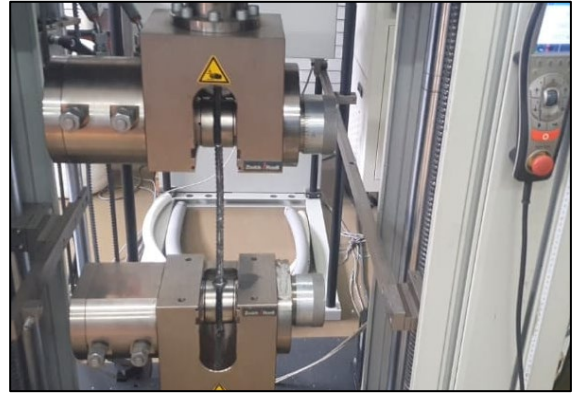


## ENSAYO DE FLEXIÓN EN VIGAS





## ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO





# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'c=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA** : ISLA

**TESISTA** : BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JERSON

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

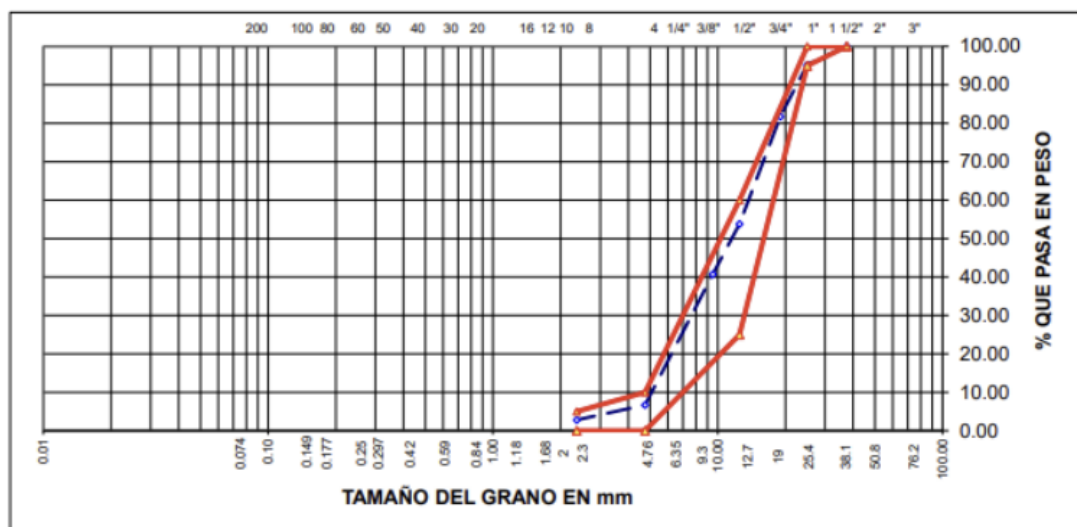
**UBICACIÓN** : JULIACA

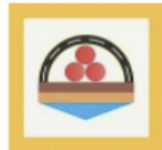
**FECHA** : 22/09/2023

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000					<b>HUSO</b>	Peso inicial : 4021 gr
2"	50.000					<b>AG-57</b>	
1 1/2"	37.500				100.00	<b>100.00</b>	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000	192.00	4.77	4.77	95.23	<b>95 - 100</b>	
3/4"	19.000	542.00	13.48	18.25	81.75		Módulo de fineza : 7.680
1/2"	12.500	1,124.00	27.95	46.20	53.80	<b>25 - 60</b>	Peso específico : 2.594 g/cm3
3/8"	9.500	526.00	13.08	59.28	40.72		Peso Unit. Suelto : 1.798 tn/m3
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.900 tn/m3
No.04	4.750	1,368.00	34.02	93.30	6.70	<b>0 - 10</b>	Humedad Natural : 3.800 %
No.08	2.360	157.00	3.90	97.20	2.80	<b>0 - 5</b>	Absorción : 1.477 %
No.16	1.180	46.00	1.14	98.34	1.66		
No.30	0.600	28.00	0.70	99.04	0.96		
No.50	0.300	0.00	0.00	99.04	0.96		
No.100	0.150	0.00	0.00	99.04	0.96		
No.200	0.075	0.00	0.00	99.04	0.96		
<No.200		38.00	0.96	100.00			
TOTAL		4,021.00	100.00	768.0			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD





# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'c=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA** : ISLA

**TESISTA** : BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JERSON

**MUESTRA** : AGREGADO FINO ZARANDEADO

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

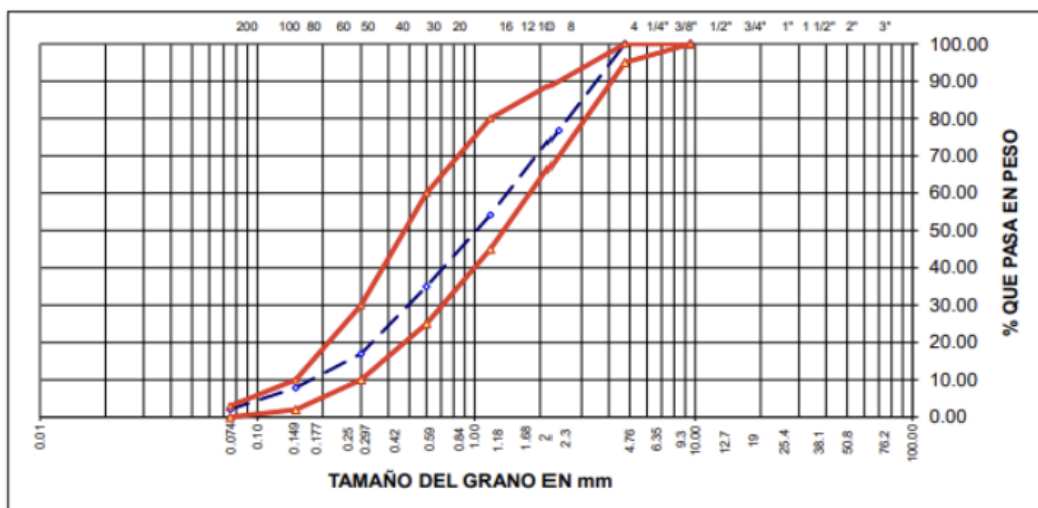
**UBICACIÓN** : JULIACA

**FECHA** : 22/09/2023

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - C136)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 2351 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 3.092
1/2"	12.500						Peso específico : 2.561 g/cm3
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.888 tn/m3
1/4"	6.300						Peso Unit. Varillado : 1.994 tn/m3
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Humedad Natural : 5.300 %
No.08	2.360	546.00	23.22	23.22	76.78		Absorción : 2.327 %
No.16	1.180	532.00	22.63	45.85	54.15	45 - 80	
No.30	0.600	451.00	19.18	65.03	34.97	25 - 60	
No.50	0.300	423.00	17.99	83.02	16.98	10 - 30.	
No.100	0.150	214.00	9.10	92.12	7.88	2 - 10.	
No.200	0.075	136.00	5.78	97.90	2.10	0 - 3	
<No.200		49.00	2.10	100.00			
TOTAL		2,351.00	100.00	309.2			

### REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD





# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO :** ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA :** ISLA

**TESISTA**

BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JE

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESPN.**

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

**UBICACIÓN :** JULIACA

**FECHA**

22/09/2023

## GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	3,145.0	1,167.0	1,188.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	1930.0	718	730
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	1215.0	449.0	458.0
D. Peso material seco	g	3,088.0	1,151.0	1,174.0
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	1,158.0	433.0	444.0
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.542	2.563	2.563
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.588	2.599	2.594
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.667	2.658	2.644
I. Absorción	%	1.85	1.39	1.19

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H <sub>2</sub> O	g	1297.2	1298.1	1301.2
C. Peso frasco + H <sub>2</sub> O + (A)	g	1797.2	1798.1	1801.2
D. Peso material + H <sub>2</sub> O en el frasco	g	1603	1602.6	1605.2
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	194.2	195.5	196.0
F. Peso material seco	g	488.1	489.2	488.6
G. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	182.3	184.7	184.6
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.513	2.502	2.493
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	2.575	2.558	2.551
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	2.677	2.649	2.647
K. Absorción	%	2.44	2.21	2.33

Observación:





# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO :** ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA :** ISLA

**TESISTA:** BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JERSON

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO Y FINO

**ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

**UBICACIÓN :** JULIACA

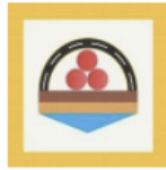
**FECHA :** 22/09/2023

## PESOS UNITARIOS

(ASTM C-29)

<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,745.0	9,768.0	9,768.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3719.0	3742.0	3742.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.790	1.801	1.801
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.798		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,981.0	9,972.0	9,963.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3955.0	3946.0	3937.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.904	1.900	1.895
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.900		

<b>AGREGADO FINO</b>				
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	9,941.0	9,954.0	9,951.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3915.0	3928.0	3925.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.885	1.891	1.889
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.888		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
Número de muestras		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
A. Peso de material + molde	g	10,164.0	10,175.0	10,165.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	4138.0	4149.0	4139.0
D. Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm <sup>3</sup>	1.992	1.997	1.992
F. Promedio	g/cm <sup>3</sup>	1.994		



## ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'c=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA** : ISLA **TESISTA** : BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JERSON

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.

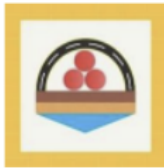
**UBICACIÓN** : JULIACA **FECHA** : 22/09/2023

### **DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")**

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(GRAMOS)		
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,252.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,251.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,254.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,253.0	.....	.....	.....
<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>		<b>5,010.0</b>	<b>3,716.00</b>	<b>1,294.00</b>	<b>25.83%</b>

OBSERVACIONES:





# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA** : ISLA **TESISTA** : BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JERSON

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** ALFREDO ALARCON A.

**UBICACIÓN** : JULIACA **FECHA** : 22/09/2023

## ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

Nº	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE IN-MERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	22/09/23	23/09/23	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	23/09/23	24/09/23	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	24/09/23	25/09/23	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	25/09/23	26/09/23	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28
5	2.00 pm	26/09/23	27/09/23	18	8.00 am	10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	27/09/23	28/09/23	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

## AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
1 1/2"	1"	38.30	1150.00	8.92	3.42	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	39.60	1000.00	10.51	4.16	
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº 4	22.10	1000.00	11.35	2.51	
TOTALES:			100.00		10.09	



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECÁNICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ARMADO  
F'C=210 KG/CM2 SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS - JULIACA 2023

**CANTERA** : ISLA **TESISTA** : BACH. ARMUTO QUISPETUPA, JERSON

**MUESTRA** : CONCRETO **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

**UBICACIÓN** : JULIACA **FECHA** : 22/09/2023

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2

### CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

#### **CEMENTO RUMI TIPO IP**

Peso Especifico : 2.90 Tn/m3  
Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m3

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m3	1.994	1.900
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m3	1.888	1.798
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.561	2.594
Contenido de Humedad	%	5.30%	3.80%
Porcentaje de Absorción	%	2.327%	1.477%
Módulo de Fineza		3.0924	7.6803
Tamaño Máximo	pulg.	--	1"

### DATOS DE DISEÑO

Clima	:	Frío		
Slump	:	3" a 4"		
Agua /m3	:	193.00		
Contenido de Aire	:	1.50%		
Resistencia Especificada (f'c)	:	210.00	Kg/cm2	
Resistencia Requerida (f'cr)	:	210+84	Kg/cm2	
Relación agua - cemento	:	0.52		
Factor de Cemento	:	371.15	Kg/m3	8.73 Bls/M3
% Agregado Grueso	:	50%		
% Agregado Fino	:	50%		

### 1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:

Cemento	:	371.15	/	2.90	=	0.1280
Agua	:	193.00	/	1000	=	0.1930
Aire	:	2	/	100	=	0.0200
Agregado Grueso	:	50%	x	0.6590	=	0.3295
Agregado Fino	:	50%	x	0.6590	=	0.3295
						<u>1.0000</u>

**2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento				=	371.2	kg/m3
Agregado Grueso	0.3295	x	2.594	=	854.6	kg/m3
Agregado Fino	0.3295	x	2.56	=	844.0	kg/m3
Agua Diseño				=	193.0	Lts/m3
					<u>2262.8</u>	Kg/m3

**3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:**

Agregado Grueso	1.83-3.14/100		x	854.6	=	19.855	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100		x	844.0	=	25.095	Lts.
Agua Efectiva	193.0	+	25.1	19.86	=	148.05	Lts.

**4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:**

Cemento				=	371.20	kg/m3
Agregado Grueso	854.6	+	19.86	=	874.46	kg/m3
Agregado Fino	844.0	+	25.1	=	869.10	kg/m3
Agua				=	148.05	Lts/m3
					<u>2262.80</u>	Kg/m3

**5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:**

Cemento	:	371.20	/	371.20	=	1
Agregado Grueso	:	874.46	/	371.20	=	2.356
Agregado Fino	:	869.10	/	371.20	=	2.341
Agua	:	148.05	/	371.20	=	0.399

**6. PESO DE MATERIALES POR SACO:**

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	2.356	x	42.5	=	100.13	kg/saco
Agregado Fino	:	2.341	x	42.5	=	99.49	kg/saco
Agua	:	0.399	x	42.5	=	16.96	Lts/saco

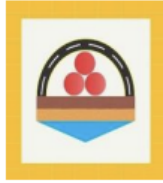
**7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:**

Cemento	:	371.2	/	1.5000	=	0.2475
Agregado Grueso	:	874.5	/	1.7977	=	0.4864
Agregado Fino	:	869.1	/	1.8883	=	0.4602
Agua efectiva	:	148.1	/	1,000	=	0.1481

**8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:**

Cemento	:	0.2475	/	0.2475	=	1.00	pie3
Agregado Grueso	:	0.4864	/	0.2475	=	1.97	pie3
Agregado Fino	:	0.4602	/	0.2475	=	1.86	pie3
Agua efectiva	:	148.05	/	8.7341	=	16.96	Lt

Componentes	Cemento	Grava	Arena	Agua
Proporción	1.00	1.97	1.86	16.96



# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



**PROYECTO** : "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  
f'c=210 kg/cm2 sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023"

**MUESTRA** : SEGÚN DESCRIPCIÓN

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 7 DÍAS

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	26675	151	71.9%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	28501	161	76.8%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	27588	156	74.3%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	36675	208	98.8%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	35501	201	95.7%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	36088	204	97.3%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	11716	66	31.6%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	10616	60	28.6%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	29/09/23	7	176.7	11166	63	30.1%

GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. QIP 81732



# ***GEOTECNIA PUNO EIRL***

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  
f'c=210 kg/cm2 sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023"

**MUESTRA** : SEGÚN DESCRIPCIÓN

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURADO** : 14 DÍAS

**ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA

## **ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)**

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Días)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	32062	181	86.4%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	33433	189	90.1%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	32748	185	88.3%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38913	220	104.9%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38215	216	103.0%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	38564	218	103.9%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	17671	100	47.6%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	16548	94	44.6%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	06/10/23	14	176.7	17109	97	46.1%

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732





# GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA



PROYECTO : "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  
f'c=210 kg/cm2 sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023"

MUESTRA : SEGÚN DESCRIPCIÓN

TECNICO : PERSONAL LABORATORIO

DÍAS DE CURADO : 28 DÍAS

ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

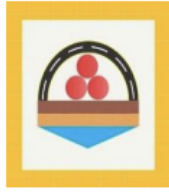
SOLICITANTE : BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE (ASTM D-422)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE:		EDAD (Dias)	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)	%
			MOLDEO	ROTURA					
1	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	35949	203	96.9%
2	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	36512	207	98.4%
3	Probeta normal (sometida a bajas temp.)	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	36230	205	97.6%
4	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	45913	260	123.7%
5	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	46872	265	126.3%
6	Probeta con aditivo al 0.01%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	46392	263	125.0%
7	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	19454	110	52.4%
8	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	17990	102	48.5%
9	Probeta con aditivo al 0.25%	210	23/09/23	20/10/23	28	176.7	18722	106	50.5%

GEOTECNIA PUNO EIRL

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. GIP 81732



# **GEOTECNIA PUNO EIRL**

**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA**



**PROYECTO** : "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto armado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sometido a bajas temperaturas - Juliaca 2023"

**MUESTRA** : SEGÚN DESCRIPCIÓN

**TECNICO** : PERSONAL LABORATORIO

**DÍAS DE CURA** : 28 DÍAS

**ING. RESPON.** : ALFREDO ALARCON A.

**SOLICITANTE** : BACH. JERSON ARMUTO QUISPETUPA

## **RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNIDADES (N.T.P. 399.078)**

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	EDAD (días)	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4693.41	111.60
2	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4955.82	117.84
3	Viga normal (sometida a bajas temp.)	28	53.50	15.00	15.00	4824.62	114.72
4	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	5572.75	132.51
5	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	6029.99	143.38
6	Viga con aditivo al 0.01%	28	53.50	15.00	15.00	5801.37	137.94
7	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3698.52	87.94
8	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3756.85	89.33
9	Viga con aditivo al 0.25%	28	53.50	15.00	15.00	3727.69	88.64
	XX						

**NOTA:** Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio.

**GEOTECNIA PUNO EIRL**

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. QIP 81732

## INFORME DE ENSAYO

**Informe N°** : MAT-NOV-1579-1/2023  
**Número de Páginas** : 3  
**Solicitado por** : ARMUTO QUISPETUPA JERSON  
**Dirección** : Jr. 8 de Noviembre 1450 Cercado – Puno - Juliaca  
**Fecha de Emisión** : 2023.11.28

### 1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Tracción a productos de acero.
- **Métodos de Ensayo:**  
 ASTM A370 –21      Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
- **Fecha de Ejecución:** 2023.11.23

### 2. CONDICIONES AMBIENTALES

- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (PUCP).
- **Temperatura** : Temperatura Ambiente (22,8°C).

### 3. OBSERVACIONES

- La muestra se ensayó como fue recibida del solicitante.

1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.  
 Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
 N° 1761 Lima 100 – Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
 (511) 626 - 2000  
 Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
 Sección Ingeniería Mecánica  
  
 Dr. Ing. José Sakayama U. CIP 229739  
 Jefe del Laboratorio de Materiales





**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITE materiales**



**CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025**

**MAT-NOV-1579-1/2023**

**ENSAYO DE TRACCIÓN**

MAT-Lab-4.04 Rev.7

**INFORME DE LABORATORIO**

Número Total de Páginas: 3

**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales - Analista 10.

**MUESTRA** : Barra corrugada de acero de 1/2".

**FECHA DE EJECUCIÓN** : 2023.11.23.

**RESULTADOS:**

MUESTRA		1
SECCIÓN TRANSVERSAL	DIÁMETRO (pulg)	0.50
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	129.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	64.2
	MÁXIMA	97.7
ESFUERZOS (MPa)	FLUENCIA	498
	MÁXIMA	757
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		200.0
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		224.5
ALARGAMIENTO (%)		12.3

**Incertidumbres** (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%)

• Esfuerzo máximo (MPa)	<b>± 4.3</b>
• Esfuerzo de fluencia (MPa)	<b>± 3.7</b>
• Alargamiento (%)	<b>± 1.2</b>

**OBSERVACIONES:**

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . La muestra se ensayó como fue recibida del solicitante.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**2 de 3**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.  
Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 – Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica  
  
Dr. Ing. José Salcedo U. CIP 228739  
Jefe del Laboratorio de Materiales



**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITE materiales**



CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

**Zwick / Roell**

23.11.23

**MAT-NOV-1579-1/2023**

**CURVA FUERZA - ALARGAMIENTO**  
(Barra corrugada de acero de 1/2")



AC - 47269

**3 de 3**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP

Av. Universitaria 1801 - San Miguel.  
Lima - Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 - Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica  
  
Dr. Ing. José Sakijima U. CIP 229739  
Jefe del Laboratorio de Materiales

## INFORME DE ENSAYO

**Informe N°** : MAT-NOV-1579-2/2023

**Número de Páginas** : 3

**Solicitado por** : ARMUTO QUISPETUPA JERSON

**Dirección** : Jr. 8 de Noviembre 1450 Cercado – Puno - Juliaca

**Fecha de Emisión** : 2023.11.28

### 1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Tracción a productos de acero.
- **Métodos de Ensayo:**
  - ASTM A370 –21      Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
- **Fecha de Ejecución:** 2023.11.23

### 2. CONDICIONES AMBIENTALES

- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (PUCP).
- **Temperatura** : Temperatura Ambiente (22,8°C).

### 3. OBSERVACIONES

- La muestra se ensayó como fue recibida del solicitante.

1 de 3


Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.  
Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 – Perú  
labmat@pucp.edu.pe

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

  
Dr. Ing. José Sebastián U. CIP 228739  
Jefe del Laboratorio de Materiales



**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITEmateriales**



Registro N°LE - 027

**CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025**

**MAT-NOV-1579-2/2023**

**ENSAYO DE TRACCIÓN**

MAT-Lab-4.04 Rev.7

**INFORME DE LABORATORIO**

Número Total de Páginas: 3

**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales - Analista 10.

**MUESTRA** : Barra corrugada de acero de 1/2".

**FECHA DE EJECUCIÓN** : 2023.11.23.

**RESULTADOS:**

MUESTRA		2
SECCIÓN TRANSVERSAL	DIÁMETRO (pulg)	0.50
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	129.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	65.4
	MÁXIMA	99.3
ESFUERZOS (MPa)	FLUENCIA	<b>507</b>
	MÁXIMA	<b>769</b>
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		200.0
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		222.5
ALARGAMIENTO (%)		<b>11.3</b>

**Incertidumbres** (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%)

• Esfuerzo máximo (MPa)	<b>± 4.4</b>
• Esfuerzo de fluencia (MPa)	<b>± 3.7</b>
• Alargamiento (%)	<b>± 1.2</b>

**OBSERVACIONES:**

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . La muestra se ensayó como fue recibida del solicitante.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**2 de 3**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.  
Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 – Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica  
  
Dr. Ing. José Sekigawa U. CIP 229735  
Jefe del Laboratorio de Materiales



**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITE materiales**



Registro N°LE - 027

CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

**Zwick / Roell**

23.11.23

**MAT-NOV-1579-2/2023**

**CURVA FUERZA - ALARGAMIENTO**  
(Barra corrugada de acero de 1/2")



AC - 47252

**3 de 3**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP

Av. Universitaria 1801 - San Miguel.  
Lima - Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 - Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

Dr. Ing. José Santiago U. CIP 229739  
Jefe del Laboratorio de Materiales





**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITEmateriales**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL – DA CON REGISTRO N°LE-027



Registro N°LE - 027

**CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025**

## INFORME DE ENSAYO

**Informe N°** : MAT-NOV-1579-3/2023

**Número de Páginas** : 3

**Solicitado por** : ARMUTO QUISPETUPA JERSON

**Dirección** : Jr. 8 de Noviembre 1450 Cercado – Puno - Juliaca

**Fecha de Emisión** : 2023.11.28

### 1. CONDICIONES DE ENSAYO

▪ **Tipo de Ensayo** : Tracción a productos de acero.

▪ **Métodos de Ensayo:**

ASTM A370 –21 Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

▪ **Fecha de Ejecución:** 2023.11.23

### 2. CONDICIONES AMBIENTALES

▪ **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (PUCP).

▪ **Temperatura** : Temperatura Ambiente (22,8°C).

### 3. OBSERVACIONES

- La muestra se ensayó como fue recibida del solicitante.

1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.  
Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 – Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

Dr. Ing. José Sebastián U. CIP 229739  
Jefe del Laboratorio de Materiales



**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITE materiales**



**CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025**

**MAT-NOV-1579-3/2023**

**ENSAYO DE TRACCIÓN**

MAT-Lab-4.04 Rev.7

**INFORME DE LABORATORIO**

Número Total de Páginas: 3

**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales - Analista 10.

**MUESTRA** : Barra corrugada de acero de 1/2".

**FECHA DE EJECUCIÓN** : 2023.11.23.

**RESULTADOS:**

MUESTRA		3
SECCIÓN TRANSVERSAL	DIÁMETRO (pulg)	0.50
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	129.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	64.3
	MÁXIMA	98.4
ESFUERZOS (MPa)	FLUENCIA	498
	MÁXIMA	762
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		200.0
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		228.0
ALARGAMIENTO (%)		14.0

**Incertidumbres** (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%)

• Esfuerzo máximo (MPa)	<b>± 4.3</b>
• Esfuerzo de fluencia (MPa)	<b>± 3.7</b>
• Alargamiento (%)	<b>± 1.2</b>

**OBSERVACIONES:**

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . La muestra se ensayó como fue recibida del solicitante.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**2 de 3**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP

Av. Universitaria 1801 – San Miguel.  
Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 – Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica  
  
Dr. Ing. José Sakjama U. CIP 228739  
Jefe del Laboratorio de Materiales



**PUCP**

**LABORATORIO DE MATERIALES  
CITEmateriales**



CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

**Zwick / Roell**

23.11.23

**MAT-NOV-1579-3/2023**

**CURVA FUERZA - ALARGAMIENTO**  
(Barra corrugada de acero de 1/2")



AC - 48983

**3 de 3**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales - PUCP

Av. Universitaria 1801 - San Miguel.  
Lima - Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 - Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica  
  
Dr. Ing. José Sakijama U. CIP 229739  
Jefe del Laboratorio de Materiales



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-014-2023**

Pág. 1 de 3

**OBJETO DE PRUEBA:**

**Rangos**  
**Dirección de carga**  
**FABRICANTE**  
**Modelo**  
**Serie**  
**Panel (Modelo // Serie)**  
**Capacidad**  
**Codigo Identificacion**  
**Norma utilizada**  
**Intervalo calibrado**

**MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO**

**101972.0**                      **kgf**  
**Ascendente**  
**PYS EQUIPOS**  
**STYE-2000**  
**170251**  
**NO INDICA**  
**1000 kN**  
**NO INDICA**  
**ASTM E4; ISO 7500-1**  
**Escala (s)**                      **101 972 kgf**  
**De 10 000 a 100 000 kgf**

**Temperatura de prueba °C**

**Inicial**                      **22.6**                      **Final**                      **22.5**

**Inspección general**

**La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento**

**Solicitante**

**GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.**

**Dirección**

**JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E -**

**Ciudad**

**PUNO**

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

**CELDA DE CARGA**

**Código**                      **MF-02 // C-0208**  
**Certif. de calibr.**                      **INF-LE 050-20A PUCP**

**Unidades de medida**

**Sistema Internacional de Unidades (SI)**

**FECHA DE CALIBRACION**

**2023/01/16**

**FECHA DE EMISION**

**2023/01/16**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

  
**Jefe de Metrología**  
**Luigi Aseña**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

**01 622 5224**

**997 045 343**

**ventasag4ingenieria@gmail.com**

**www.ag4ingenieria.com**

**961 739 849**

**ventas@ag4im.com**

**955 851 191**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-014-2023**

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA : 1000.0 kN Resolución: 0.10 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 101 972 kgf 10 kgf Factor de conversión: 0.0098 kN/kgf

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )	Indicaciones del instrumento patrón							
	%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
10	98.07	10 000		97.1	96.9	No aplica	97.9	No aplica
20	196.13	20 000		195.2	195.1	No aplica	196.0	No aplica
30	294.20	30 000		293.7	293.6	No aplica	294.3	No aplica
40	392.27	40 000		392.1	392.0	No aplica	392.7	No aplica
50	490.33	50 000		490.7	490.7	No aplica	491.2	No aplica
60	588.40	60 000		587.8	588.1	No aplica	588.4	No aplica
70	686.46	70 000		685.0	685.1	No aplica	685.4	No aplica
80	784.53	80 000		782.3	782.3	No aplica	782.4	No aplica
Indicación después de carga :				0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )	Cálculo de errores relativos				Resolución			
	%	kN	kgf	Exactitud		Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios
10	98.07	10 000		0.79	0.97	No aplica	No aplica	a (%)
20	196.13	20 000		0.36	0.47	No aplica	No aplica	0.10
30	294.20	30 000		0.12	0.25	No aplica	No aplica	0.05
40	392.27	40 000		-0.01	0.18	No aplica	No aplica	0.03
50	490.33	50 000		-0.11	0.11	No aplica	No aplica	0.02
60	588.40	60 000		0.05	0.12	No aplica	No aplica	0.02
70	686.46	70 000		0.19	0.05	No aplica	No aplica	0.01
80	784.53	80 000		0.28	0.02	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)				0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrología  
**Luigi Asenjo FUERZA**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224 997 045 343 ventasag4ingenieria@gmail.com www.ag4ingenieria.com  
 961 739 849 ventas@ag4im.com  
 955 851 191



# LABORATORIO DE METROLOGÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-014-2023

Pág. 3 de 3

### CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

#### Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972.0	kgf		
Error de exactitud	0.79 %		Error de cero	0
Error de repetibilidad	0.97 %		Error por accesorios	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

#### TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo

utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

#### OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

#### FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología  
Luigi Aserio  
AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.  
LABORATORIO DE METROLOGIA  
FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



# AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-012-2023

**Expediente** S-0167-2023

**Solicitante** GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

**Dirección** JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**Equipo de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA

**Marca** OHAUS

**Modelo** R21PE30ZH

**Serie** 8341130557

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** NO INDICA

**Capacidad Máxima** 30000 g

**División de escala ( d )** 1 g

**División de verificación ( e )** 10 g

**Tipo** ELECTRONICA

**Ubicación** Lab. Masa de AG4 Ingeniería & Metrología S.R.L.

**Fecha de Calibración** 2023-01-16

### Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	21.2 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2023-01-16

Luigi Aserjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

Página 1 de 4

FM00108

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191





# LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CM-012-2023

**Observaciones**

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

**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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

**Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2023
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2023
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2023
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0932-LM-2023 // 0259-CLM-2023

**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2023-01-16
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Los Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CM-012-2023**



**Resultados de la Medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.4	0.1	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.4	0.1	29,999	0.3	-0.8
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
15,000	0.4	0.1	30,000	0.4	0.1
$\Delta$ Emáx (g)		1.1	$\Delta$ Emáx (g)		1.1
emp (g)		20	emp (g)		30

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp $\pm$ (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.3	0.2						
20	20	0.3	0.2	0.0	20	0.4	0.1	-0.1	10
100	100	0.3	0.2	0.0	100	0.4	0.1	-0.1	10
500	501	0.3	1.2	1.0	500	0.4	0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.4	0.1	-0.1	1,001	0.4	1.1	0.9	10
5,000	5,001	0.4	1.1	0.9	5,000	0.3	0.2	0.0	10
10,000	10,001	0.4	1.1	0.9	10,000	0.3	0.2	0.0	20
15,000	15,000	0.4	0.1	-0.1	15,000	0.3	0.2	0.0	20
20,000	20,000	0.3	0.2	0.0	19,999	0.3	-0.8	-1.0	20
25,000	24,999	0.3	-0.8	-1.0	24,999	0.4	-0.9	-1.1	30
30,000	30,000	0.4	0.1	-0.1	30,000	0.4	0.1	-0.1	30



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224    📠 997 045 343    ✉ ventasag4ingenieria@gmail.com    🌐 www.ag4ingenieria.com  
 961 739 849    ventas@ag4im.com



**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CM-012-2023**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					emp
	Carga (g)	i (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	i (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0.3	0.2	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.1	20
2		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	
3		10	0.3	0.2		9,999	0.4	-0.9	-1.1	
4		10	0.3	0.2		10,000	0.4	0.1	-0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- i Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación ( e ): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp
0 g	a 5000 g	10 g
5000 g	a 20000 g	20 g
20000 g	a 30000 g	30 g

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

**Lectura corregida = R + 0.0000033067 x R**  
**Incertidumbre Expandida = 2 x √(0.54794 g<sup>2</sup> + 0.00000001439401 x R<sup>2</sup>)**

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

