

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

Victor Napoleon Salazar Tarrillo

ASESOR

Roberto Carlos Castillo Velarde

<https://orcid.org/0000-0002-9992-6596>

Chiclayo, 2026

**Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de
cemento antisalitre frente ataque de sulfatos y resistividad eléctrica
en concreto**

PRESENTADA POR
Victor Napoleon Salazar Tarrillo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Elmer Rolando Polo Briceño

PRESIDENTE

Atilio Ruben Lopez Carranza

SECRETARIO

Roberto Carlos Castillo Velarde

VOCAL

Agradecimientos

Con profunda gratitud quiero dedicar este trabajo a mi familia, el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. A mi madre, Nelly Tarrillo, por su amor incondicional, su fortaleza silenciosa y por enseñarme, desde el ejemplo, a nunca rendirme, incluso en los momentos más difíciles.

Papá, quiero agradecerte por estar siempre a mi lado en todo este proceso. No solo por impulsarme a seguir cuando las cosas se hacían difíciles, sino por no dejarme caer cuando sentía que ya no podía más. Tu apoyo, tus consejos y tu forma de acompañarme fueron fundamentales para que hoy pueda llegar hasta aquí. A lo largo de este camino entendí algo muy importante: en ti no solo tengo un padre, sino también un amigo, alguien con quien puedo contar en todo momento, alguien que me escucha, me guía y me levanta cuando lo necesito. Como dijo William Shakespeare, “Un amigo es uno que lo sabe todo de ti y a pesar de ello te quiere”, y eso es exactamente lo que eres para mí. Gracias por creer en mí, por estar siempre y nunca dejarme solo. Este logro también es tuyo.

A mi hermana, Ariana Salazar, por acompañarme con su alegría, apoyo sincero y palabras de aliento en cada paso de este camino. También a Crishko, mi querido gatito, quien con su presencia me brindó calma en las jornadas más largas y solitarias.

A la memoria de mi abuelo Napoleón Salazar Guerrero y de mi abuela Rosa Díaz, quienes desde el cielo siguen acompañando cada paso que doy. Abuelo, gracias por sembrar en mí desde pequeño el amor por aprender, por enseñarme a resolver problemas, a escribir y a pensar. Muchas de las bases que hoy me sostienen nacieron contigo. Abuela Rosa, gracias por tu cuidado constante, por preocuparte siempre por mí, por darme energía, cariño y hacerme sentir que nunca me faltaría nada.

Y a mi abuela Mercedes, gracias por tu generosidad infinita, por cada plato de comida servido con amor y por tu compañía siempre cálida, que hizo más llevaderos tantos momentos.

A mis amistades verdaderas, que supieron estar presentes, ya sea con una conversación, un mensaje o un gesto que me recordó que no estaba solo. Y a aquellas personas que, de distintas formas, estuvieron conmigo durante este proceso académico y personal: su compañía fue valiosa y dejó huella.

Extiendo mi gratitud al jurado evaluador que formó parte de este importante hito académico: al presidente Polo Briceño Elmer Rolando, al secretario López Carranza Atilio Rubén y, muy especialmente, a mi asesor Castillo Velarde Roberto Carlos, por su tiempo, dedicación y valiosos aportes. Su orientación ha sido clave para enriquecer esta investigación.

Gracias a todos ustedes por creer en mí, por alentarme a continuar y por ser parte de este logro que ahora celebro con el corazón lleno.

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DIVERSAS MARCAS PERUANAS DE CEMENTO ANTISALITRE FRENTE ATAQUE DE SULFATOS Y RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN CONCRETO

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	21%	4%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	11
Antecedentes Internacionales	11
Antecedentes Nacionales	12
Bases Teóricas	13
Bases Legales - Normativas.....	13
Materiales y métodos	39
Resultados y discusión	69
Conclusiones	99
Recomendaciones	101
Referencias.....	103
Anexos	105

Resumen

La presente investigación evalúa la efectividad de cinco cementos antisalitre comercializados en el Perú (Pacasmayo MS, Andino HS, Yura HS, Inka HS y Nacional HS) frente a mecanismos de deterioro que afectan la durabilidad del concreto. Se emplearon mezclas con resistencia de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, bajo condiciones controladas de dosificación y curado. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión (NTP 334.051), expansión por ataque de sulfatos (ASTM C157 y C1012), expansión por reacción álcalis-agregado (ASTM C1567), resistividad eléctrica (UNE 12390-19:2023) y fraguado por penetración (NTP 339.082:2021).

Los resultados mostraron que Inka y Nacional superaron los 260 kg/cm^2 a los 28 días, mientras que Yura alcanzó solo 140.20 kg/cm^2 . En el ataque por sulfatos, todos los cementos, salvo Yura, cumplieron el límite de 0.10 % de expansión. Pacasmayo fue el único que superó el límite de expansión por álcalis-agregado (0.10498 %), mientras que Inka presentó el mejor comportamiento (0.02895 %). La resistividad más alta fue para Pacasmayo ($138.00 \Omega \cdot \text{m}$), indicando buena impermeabilidad, mientras que Yura presentó el valor más bajo ($63.67 \Omega \cdot \text{m}$). El fraguado final se mantuvo entre 341 y 412 minutos, cumpliendo las normas.

Se concluye que Inka y Nacional presentan el mejor desempeño integral en condiciones agresivas. La información generada permite una mejor toma de decisiones para la selección de cementos en proyectos que demandan alta durabilidad.

Palabras clave: Cemento antisalitre, durabilidad del concreto, resistencia a sulfatos, álcali-agregado, resistividad eléctrica.

Abstract

This research evaluates the effectiveness of five anti-saltpeter cements marketed in Peru (Pacasmayo MS, Andino HS, Yura HS, Inka HS and Nacional HS) against deterioration mechanisms that affect the durability of concrete. Mixes with design strength $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ were used under controlled dosing and curing conditions. Compressive strength (NTP 334.051), expansion by sulfate attack (ASTM C157 y C1012), expansion by alkali-aggregate reaction (ASTM C1567), electrical resistivity (UNE 12390-19:2023) and setting by penetration (NTP 339.082:2021) tests were performed.

The results showed that Inka and Nacional exceeded 260 kg/cm^2 at 28 days, while Yura reached only 140.20 kg/cm^2 . In the sulfate attack, all cements, except Yura, met the 0.10% expansion limit. Pacasmayo was the only one that exceeded the alkali-additive expansion limit (0.10498 %), while Inka had the best performance (0.02895 %). The highest resistivity was for Pacasmayo ($138.00 \text{ } \Omega\text{-m}$), indicating good impermeability, while Yura presented the lowest value ($63.67 \text{ } \Omega\text{-m}$). The final setting time was between 341 and 412 minutes, complying with the standards.

It is concluded that Inka and Nacional present the best integral performance in aggressive conditions. The information generated allows better decision making for the selection of cements in projects that demand high durability.

Keywords: Anti-saltpeter cement, concrete durability, sulfate resistance, alkali-aggregate, electrical resistivity.

Introducción

El concreto es el material más utilizado en la construcción a nivel mundial debido a su resistencia, versatilidad y durabilidad; sin embargo, su desempeño a lo largo del tiempo puede verse afectado por diversos agentes agresivos presentes en el entorno. Entre estos, el ataque por sulfatos constituye uno de los mecanismos más perjudiciales, ya que involucra reacciones químicas entre los iones sulfato y los compuestos del cemento, generando productos expansivos como la etringita y el yeso, los cuales provocan fisuración, pérdida de resistencia y deterioro progresivo de las estructuras.

A nivel mundial, esta problemática ha sido ampliamente estudiada debido a su impacto en la durabilidad de infraestructuras, especialmente en obras expuestas a suelos sulfatados, aguas subterráneas o ambientes marinos. En ese sentido, diversas investigaciones han demostrado que la permeabilidad del concreto y la composición del cemento influyen directamente en su resistencia frente a estos agentes agresivos, promoviendo el desarrollo de cementos con características específicas para mitigar dichos efectos.

En el contexto nacional, el Perú presenta condiciones geográficas y ambientales que incrementan el riesgo de ataque por sulfatos, particularmente en zonas costeras y regiones con presencia de suelos salinos o napa freática contaminada. A pesar de ello, en la práctica profesional el uso de cementos antisalitre se realiza, en muchos casos, sin una validación experimental comparativa que permita verificar su desempeño real frente a condiciones agresivas. Asimismo, si bien las principales marcas comercializan cementos clasificados como resistentes a sulfatos (HS) o moderadamente resistentes (MS), existe limitada información pública que permita evaluar de manera objetiva su comportamiento en parámetros clave como el tiempo de fraguado, la resistencia a la compresión y la resistividad eléctrica del concreto.

A nivel local, en regiones como Lambayeque y zonas cercanas, donde predominan condiciones de alta salinidad, se ha incrementado el uso de cementos antisalitre en obras de saneamiento y construcción de infraestructura básica. No obstante, se ha identificado que gran parte de los profesionales confían en la efectividad de estos materiales sin haber realizado ensayos de laboratorio que respalden dicha percepción. Esto se evidencia en los resultados obtenidos mediante encuestas aplicadas a ingenieros civiles, donde el 71.4% considera que estos cementos mejoran la resistencia frente a sulfatos, aunque el mismo porcentaje no ha verificado experimentalmente dicha afirmación, mientras que el 76.2% los considera confiables pese a no contar con validación propia.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar de manera experimental la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre disponibles en el país, considerando que su adecuada selección influye directamente en la durabilidad y desempeño del concreto en ambientes agresivos. Desde el punto de vista teórico, la investigación aporta al conocimiento sobre el comportamiento del concreto frente al ataque de sulfatos, incorporando además el análisis de la resistividad eléctrica como indicador de durabilidad. En el ámbito práctico, los resultados permitirán a los profesionales de la ingeniería civil tomar decisiones informadas respecto al tipo de cemento más adecuado para cada condición ambiental, optimizando la vida útil de las estructuras y reduciendo costos de mantenimiento.

Asimismo, desde una perspectiva metodológica, el estudio se desarrolla mediante ensayos normalizados que garantizan la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados, mientras que, a nivel social y ambiental, contribuye a mejorar la calidad de las construcciones en zonas vulnerables, reduciendo el deterioro prematuro de las estructuras y el impacto asociado a su rehabilitación o reemplazo.

Considerando la situación problemática y la justificación del tema de investigación se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre en el país en términos de tiempo de fraguado, resistencia al ataque de sulfatos, resistencia a la compresión y resistividad eléctrica en el concreto con f_c 210 kg/cm².

Objetivos Específicos:

O.E.1: Diseñar y preparar probetas de concreto y mortero con muestras de las diferentes marcas de cemento antisalitre (Pacasmayo - tipo MS, Andino - tipo HS, Yura - tipo HS, Inka - tipo HS, Nacional - tipo HS).

O.E.2: Determinar el fraguado del concreto por medio de la resistencia a la penetración para cada marca de cemento antisalitre.

O.E.3: Realizar ensayos o pruebas de resistencia a la compresión en las probetas de concreto utilizando muestras de las diferentes marcas de cemento antisalitre.

O.E.4: Ejecutar ensayos para determinar la resistencia a los sulfatos, mediante porcentaje de expansión en probetas de concreto con muestras de las diferentes marcas de cemento antisalitre.

O.E.5: Evaluar la expansión alcalí – agregado en barras de mortero elaboradas con muestras de las diferentes marcas de cemento antisalitre.

O.E.6: Determinar la durabilidad mediante el ensayo de resistividad eléctrica del concreto elaborado con muestras de las diferentes marcas de cemento antisalitre.

Si bien no se han realizado estudios similares enfocados al tema investigado, existen estudios donde solamente han ejecutado ensayos con la aplicación de diferentes tipos de cemento, ya sea tipo V y HS [2]. En efecto, los resultados de esta investigación no solo ofrecen una base científica para la toma de decisiones en proyectos de construcción, especialmente en regiones peruanas donde las condiciones ambientales representan un riesgo para la durabilidad de las estructuras, sino que también tendrán aplicaciones prácticas directas proporcionando información crucial para los profesionales de la construcción, ingenieros y planificadores, y sobre todo optimizando la durabilidad de las construcciones y reduciendo los costos asociados a su mantenimiento a largo plazo.

Revisión de literatura

Antecedentes Internacionales

Ahmed et al. [3], en su artículo científico "Long-Term Performance of Concrete Made with Different Types of Cement under Severe Sulfate Exposure" investigaron que el ataque del concreto por sulfato es de gran interés, ya que representa una de las principales razones del deterioro del concreto y de la escasa durabilidad de las estructuras de concreto. En este estudio, se investigó el efecto de diferentes tipos de cemento en la resistencia del concreto al sulfato. Se incluyeron tres clases de concreto, a saber, concreto de baja resistencia, concreto de resistencia media y concreto de alta resistencia. Se utilizaron cemento de alto horno (BFC), cemento Portland resistente al sulfato (CEM I-SR5) y cemento Portland ordinario (OPC) en un total de dieciocho mezclas de concreto. En este estudio experimental se aplicaron tres contenidos de ligante de 250 kg/m³, 350 kg/m³ y 450 kg/m³ y un contenido constante de humo de sílice (SF). La relación agua/aglomerante (w/b) varió entre 0,4 y 0,8. Las probetas de concreto se sumergieron en soluciones de sulfato sódico de alta severidad (10.000 ppm) durante 180 días tras un curado estándar de 28 días. El rendimiento del concreto fresco se evaluó mediante una prueba de asentamiento para obtener una trabajabilidad adecuada. Además, realizaron análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) para estudiar la microestructura del concreto y sus fases de deterioro. Los resultados obtenidos revelaron que el cemento BFC presenta la mejor resistencia a los ataques agresivos de sulfatos, asimismo el deterioro de la resistencia del cemento BFC fue del 3,5% con una relación w/b de 0,4 y aumentó hasta aproximadamente el 7,8% al aumentar la relación w/b hasta 0,6, valores comparables. En conclusión, esta investigación confirmó que la calidad del concreto, concretamente su composición de baja permeabilidad es la mejor y más recomendable protección contra el ataque de sulfatos.

C. Andrade [4] en su estudio propone la resistividad eléctrica del concreto como un punto clave para evaluar su durabilidad y estimar la vida útil de las estructuras de concreto armado. Si bien esta propiedad no solo refleja la porosidad y el grado de saturación del material, sino que también relaciona directamente con la propagación de la corrosión en las armaduras y la difusión de cloruros. Gracias a ello, es posible obtener una estimación más precisa de la vida útil del concreto. Además, se resalta el valor añadido de este parámetro, ya que proporciona información sobre aspectos relevantes como el tiempo de fraguado, la resistencia mecánica y el nivel de curado. Aunque los códigos actuales establecen requisitos para garantizar la

durabilidad y prevenir la corrosión, las tendencias más recientes abogan por un enfoque basado en el desempeño, más allá de las especificaciones prescriptivas. En este contexto, la resistividad eléctrica se presenta como una herramienta no destructiva y eficaz para orientar el diseño hacia criterios de rendimiento.

Antecedentes Nacionales

Olórtegui et al. [2], en su tesis analiza y compara el comportamiento de concretos elaborados con cementos Andino Tipo HS y Tipo V, ambos diseñados por el método Bolomey con relaciones agua/cemento de 0,45 y 0,60, empleando además el aditivo Sika ViscoCrete SC-70 y agregados de la cantera Valle Grande. Las probetas fueron expuestas a sulfato de magnesio como agente corrosivo, siguiendo un ensayo de corrosión acelerada por ciclos de humedecimiento y secado según Nishibayashi (1980), y el resto de las pruebas se realizaron conforme a normas NTP y ASTM. Los resultados mostraron que el concreto con cemento Tipo HS presentó mejores resistencias mecánicas, con incrementos del 17,31 % en compresión y 15,54 % en tracción indirecta frente al cemento Tipo V. Asimismo, este último mostró mayor absorción (7,26 %) y contenido de vacíos (6,66 %). Bajo las condiciones del estudio, el concreto con cemento Tipo HS evidenció una mayor durabilidad en ambientes con presencia de sulfatos.

Pacheco et al. [5], en su investigación determinaron que, a medida que la cantidad de puzolana en el cemento Tipo HS disminuye, el tiempo de fraguado no se ve afectado, pero sí se prolonga en comparación con el Tipo V. Además, al reducir la relación agua/cemento (a/c), se observó un aumento en la resistencia a la compresión axial del concreto, especialmente cuando se combina con un aditivo superplastificante, que incrementa la resistencia hasta en un 30%. Estos hallazgos sugieren que el cemento Tipo HS podría ser una alternativa eficaz al Tipo V en áreas con presencia de sulfato y cloruro. , el cemento Tipo HS con un 23% de puzolana demostró ser un sustituto viable del Tipo V, gracias a su elevado índice de sulfatos de 0.022, lo que lo hace idóneo para regiones con presencia de sulfatos y cloruros.

Bases Teóricas

Bases Legales - Normativas

✚ **NTP 339.082: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.**

Este ensayo permite determinar el tiempo de fraguado inicial y final de las mezclas de concreto hidráulico, evaluando su resistencia que ofrece la pasta a la penetración de una aguja estándar.

Método y procedimiento

1. Equipo utilizado:

- Un penetrómetro estándar equipado con agujas de diferentes áreas.
- Molde cilíndrico para preparar la mezcla.
- Cronómetro y condiciones estandarizadas de laboratorio.

2. Procedimiento:

- La mezcla de concreto o mortero se prepara y se coloca en el molde sin compactación excesiva.
- Se realiza una serie de mediciones, aplicando las agujas en la superficie del material a intervalos regulares (usualmente cada 30 minutos).
- La resistencia a la penetración se calcula como la carga aplicada dividida entre el área de la aguja utilizada.

3. Determinación del fraguado:

- Fraguado inicial: Se define como el momento en que la resistencia a la penetración alcanza 3.5 MPa.
- Fraguado final: Se alcanza cuando el valor de la penetración supera 27.6 MPa.

Normativa relevante

El método está regulado por estándares como:

- ASTM C403/C403M: "Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance".
- NTP 334.054 en Perú, que adapta los parámetros a las condiciones locales.

Factores que influyen en los resultados

- Tipo de cemento: Cementos con alta resistencia a sulfatos (HS) o moderada (MS) pueden presentar variaciones en el tiempo de fraguado debido a su composición química.
- Relación agua/cemento y aditivos: Modifican la consistencia y el tiempo de reacción.

- Temperatura y humedad ambiente: Condiciones extremas alteran la velocidad de hidratación.

TABLA I**Tiempo de Fraguado Inicial**

B.1 RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN DE LA MUESTRA

TABLA B1.1 – Tiempo de fraguado inicial, min.

CEMENTO	REPLICA No.	INICIAL NTP 334.006	AUTO INICIAL	DIFERENCIA DEL PROMEDIO
		METODO A	METODO B	(25 especímenes, max)
A	1	95	105	---
A	2	90	105	---
A	3	95	90	---
Rango (30 especímenes, max.		5	15	---
Promedio		93,3	100,0	6,7
B	1	100	120	---
B	2	105	95	---
B	3	85	95	---
Rango (30 especímenes, max.				
Promedio		96,7	103,3	6,7
C	1	155	170	---
C	2	155	160	---
C	3	145	155	---
Rango (30 especímenes, max.		10	15	---
Promedio		151,7	161,7	10,0

Fuente: NTP 334.006

TABLA II**Tiempo de Fraguado Final**

TABLA B1.2 – Tiempo de fraguado final, min.

CEMENTO	REPLICA No.	FINAL NTP 334.006	AUTO FINAL	DIFERENCIA DEL PROMEDIO
		METODO A	METODO B	(45 especímenes, max)
A	1	150	150	---
A	2	145	150	---
A	3	170	125	---
Rango (30 especímenes, max.		25	25	---
Promedio		155,0	141,7	13,3
B	1	185	180	---
B	2	200	180	---
B	3	185	155	---
Rango (30 especímenes, max.		15	25	
Promedio		190,0	171,7	18,3
C	1	235	225	---
C	2	240	220	---
C	3	240	215	---
Rango (30 especímenes, max.		5	10	---
Promedio		238,3	220,0	18,3

Fuente: NTP 334.006

✚ **NTP 339.183: CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio**

Descripción:

Esta base nos permite realizar la preparación, moldeo y curado de especímenes de concreto en condiciones laboratorio, con el fin de evaluar sus propiedades mecánicas.

Aparatos:

- Moldes cilíndricos
- Varillas de compactación
- Martillo de goma
- Herramientas pequeñas (Lampas, baldes, planchas, cucharas, guantes)
- Cono de Abrams (SLUMP)
- Balanza
- Dispositivo de Medición de Temperatura
- Mezcladora de concreto

Edad de los ensayos:

Generalmente son 7 días y 28 días para la realización del ensayo.

Procedimiento:

1. Se realiza la preparación del equipo y materiales que en este caso serán los moldes, los cuales debemos verificar que se encuentren totalmente limpios. Además de disponer de una mezcladora.
2. Luego se procede a mezclar la mezcla respectivamente, para asegurar su homogeneidad siguiendo el tiempo indicado en la norma.
3. Se realiza el llenado de moldes en una, dos o tres capas dependiendo el método de compactación del caso. Para luego proceder a la vibración manual con la cantidad de 25 golpes.
4. Seguido a ello se dejan reposar los moldes en la etapa de fraguado durante las primeras 24 horas con una temperatura entre $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
5. Finalmente se procede al desmoldeo después del periodo de fraguado inicial, para proceder a sumergirlo en agua hasta la prueba correspondiente.

TABLA III

Moldeo de espécimen

Tipo y tamaño de espécimen mm (pulg)	Modo de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual profundidad
Cilindros		
Diámetro en mm (pulg)		
75 a 100 (3 o 4)	varillado	2
150 (6)	varillado	3
225 (9)	varillado	4
Hasta de 225 (9)	vibración	2

Fuente: NTP 339.183

TABLA IV

Varillado de espécimen

CILINDRO		
Diámetro del cilindro mm (pulg)	Diámetro de la varilla mm (pulg)	Número de golpes/capa
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75

Fuente: NTP 339.183

✚ NTP 339.034: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Descripción:

La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen.

Aparatos:

- Maquinaria de ensayo
- Bloques de apoyo de acero
- Indicación de carga

Procedimiento:

1. Se utiliza un cilindro de concreto con dimensiones estándar (generalmente 150 mm de diámetro por 300 mm de altura). Lo cual previamente debe estar curado para ser ensayado en estado saturado a una temperatura de 23 +/- 2°C.
2. Para esto previamente se debe medir el diámetro del espécimen en dos direcciones perpendiculares en la mitad de su altura para hallar su carga.

3. Luego se debe alinear en la prensa hidráulica quedando debidamente centrada e uniforme con las placas.
4. Por último, se aplica la carga axial de manera continua a una velocidad controlada entre 0.25 MPa/s y 0.35 MPa/s, hasta lograr la falla y poder registrar dichos datos.

TABLA V

Edad y tolerancia de ensayo

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0,5$ h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

Fuente: NTP 339.034

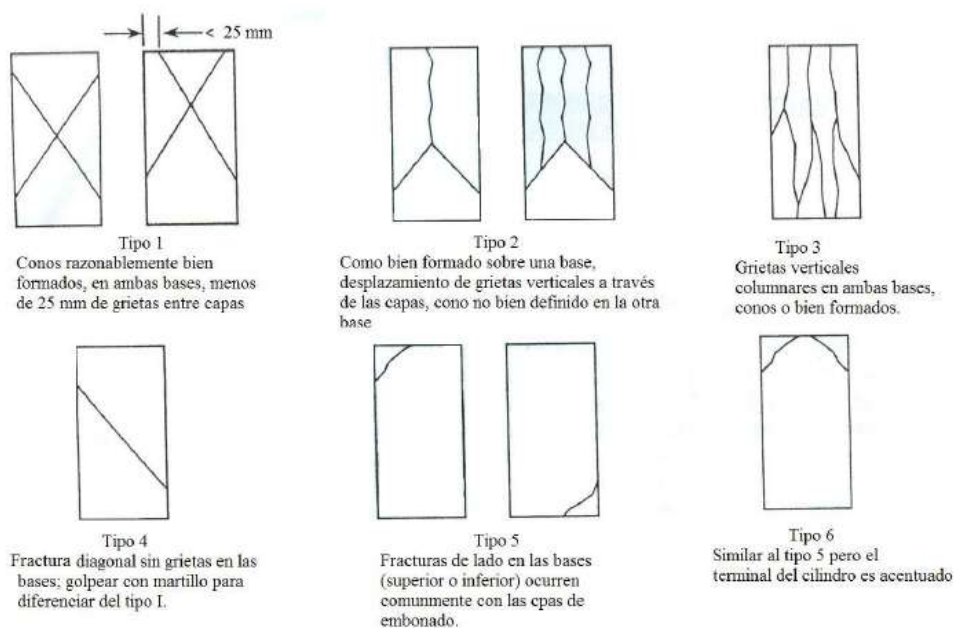



Fig. 1: Esquema de Patrones de tipos de fracturas. Fuente: NTP 339.183

TABLA VI

Edad y Resistencia estimada

Edad del concreto	Resistencia estimada en porcentaje
1 día	16%
3 días	40%
7 días	65%
14 días	90%
28 días	99%

Elaboración Propia. Fuente: Norma E060 / Ingeniería Real.

 ***ASTM C157/C157M: Método de ensayo. Determinación del cambio de longitud de mortero y del concreto de cemento hidráulico endurecido.***

Descripción:

Este método de prueba es particularmente útil durante la evaluación comparativa de este potencial en mezclas diferentes de concreto o mortero de cemento hidráulico.

Aparatos:

- Moldes y varilla de compactación
- Cuarto de secado y controles
- Atmómetro
- Aparatos para el desmolde de los especímenes

Procedimiento:

1. Se prepara una muestra pasada por la malla N° 50 mm (2 pulgadas), debe ser un prisma con una sección transversal cuadrada de 100 mm (4 pulgadas) de lado y de una longitud aproximada de 285 mm (11 ¼ de pulgada). Sin embargo, si todo el agregado pasa el tamiz de 25 mm (1 pulgadas) debe usarse un prisma de una sección transversal cuadrada de 75 mm (3 pulgadas) de lado. Para cada condición de prueba deben prepararse tres especímenes. Como el cambio en longitud puede ser afectado por el tamaño del espécimen, los especímenes a ser comparados deben tener las mismas dimensiones y cualquier límite en la especificación basada en este método debe aplicarse al tamaño específico del espécimen.
2. Concreto: El asentamiento del concreto se determina usando el Método de Practica C143/C143M y se debe usar suficiente agua de mezclado para producir un asentamiento de $3.5 \pm \frac{1}{2}$ pulg. (90 ± 15 mm)
3. Curado de especímenes: Estos se remueven después de haber agregado el agua al cemento durante la operación de mezclado. Para evitar daños a los especímenes cuando se remueven de los moldes, puede ser necesario, especialmente en los casos de ciertos cementos de fraguado lento, dejar a los especímenes en los moldes por más de 24h. En estos casos, el curado húmedo debe extenderse y todos los especímenes a compararse unos con otros deben someterse a las mismas condiciones de curado en húmedo y las lecturas iniciales con el comparador de longitud, deben hacerse dentro de $\pm \frac{1}{2}h$ de la misma edad. Se permite el uso del dispositivo de desmolde para remover los especímenes de sus moldes sin causar golpes o sacudidas y con especial cuidado de no ejercer presión directamente a los pernos de calibración.

4. Se realiza la medición de la longitud de referencia utilizando un comparador de longitud adecuado. Posteriormente, los especímenes se colocan en ambientes controlados de 50 +/- 4% HR.
5. Finalmente, se realizan mediciones de longitud a intervalos regulares (por ejemplo, a 7, 14, 28, 56 días o más), dependiendo de los requerimientos del estudio.

$$\Delta L_x = \frac{CRD - CRD \text{ inicial} \times 100}{G}$$

✚ NTP 400.012: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Descripción:

Este ensayo conocido como análisis granulométrico es clave para asegurar una gradación adecuada, que garantice trabajabilidad, resistencia y durabilidad en el concreto.

Aparatos:

- Balanzas
- Tamices
- Agitador Mecánico de Tamices (20kg o más)
- Horno

Procedimiento:

1. Se selecciona una muestra representativa del agregado a trabajar.
2. Se procede al secado de la muestra respectivamente en el horno a +/- 5°C previo al ensayo.
3. Procedemos al orden respectivo de los tamices desde el 3" hasta el 4".
4. Asimismo, se coloca la muestra sobre el conjunto de tamices y se somete a la agitación manual durante el lapso de 10-15 minutos.
5. Para así por último proceder al pesaje del material retenido y se calcula el porcentaje retenido y acumulado.

TABLA VII

Cantidad mínima de la muestra

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

*Fuente: NTP 400.012.***TABLA VIII**

Cantidad permitida de material retenido

ABERTURA NOMINAL DEL TAMIZ, mm	DIMENSIÓN NOMINAL DEL TAMIZ ^A				
	203,2 mm diám. ^B	254 mm diám. ^B	304,8 mm diám. ^B	350 por 350 mm	372 por 580 mm
	ÁREA DE TAMIZADO, m ²				
	0,0285	0,0457	0,0670	0,1225	0,2158
125	C	C	C	C	67,4
100	C	C	C	30,6	53,9
90	C	C	15,1	27,6	48,5
75	C	8,6	12,6	23,0	40,5
63	C	7,2	10,6	19,3	34,0
50	3,6	5,7	8,4	15,3	27,0
37,5	2,7	4,3	6,3	11,5	20,2
25,0	1,8	2,9	4,2	7,7	13,5
19,0	1,4	2,2	3,2	5,8	10,2
12,5	0,89	1,4	2,1	3,8	6,7
9,5	0,67	1,1	1,6	2,9	5,1
4,75	0,33	0,54	0,80	1,5	2,6

Fuente: NTP 400.012.

NTP 400.017: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado

Descripción:

Este ensayo permite determinar el peso unitario compactado y suelto, según el método de compactación aplicado. Pues el peso unitario es fundamental para el diseño de mezclas de concreto, ya que permite convertir proporciones en masa a volumen y calcular cantidades de materiales en obra.

Aparatos:

- Balanza con error de 0.1 g
- Compactadora
- Recipiente (tara)
- Pala

Procedimiento (Apisonado o Compactado):

1. Se procede a secar el agregado fino al aire o en horno hasta alcanzar una condición de seco al horno, según lo requerido. Para luego dejar enfriar a temperatura ambiente.
2. Utilizar un recipiente cilíndrico metálico de volumen conocido, para pesar el recipiente vacío y limpio para obtener su tara.
3. Luego se vierte cuidadosamente el agregado fino seco **sin compactarlo** ni golpear el recipiente.
4. Con una regla metálica o varilla recta, nivelar la superficie del agregado al ras del borde del recipiente, sin presionar o compactar. Para así poder calcular su peso correspondiente.

TABLA IX

Medidas de las muestras

Tamaño máximo nominal del agregado ^A	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg ^B
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,76 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50,00 mm	100
63,00 mm	125
75,00 mm	150
90,00 mm	175

Fuente: NTP 400.010 (Extracción y preparación de muestras).

NTP 400.021: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Descripción:

Estas propiedades son fundamentales para el diseño y el control de calidad, ya que influyen en la relación agua/cemento, la trabajabilidad, la resistencia, y la durabilidad del concreto.

Aparatos:

- Balanza
- Recipiente para muestra
- Tanque de agua
- Tamices
- Estufa

Procedimiento:

1. Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de 110 °C, enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 3 h para las muestras de ensayo.
2. Una vez seco, se sumerge el agregado en agua por un período mínimo de 24 horas. Luego se escurre y se seca superficialmente con un paño absorbente hasta lograr la condición seca (el agregado está lleno de agua en su interior, pero su superficie está seca).
3. El agregado se introduce en un recipiente con agua y se mide la masa sumergida en agua, esto permite calcular el volumen desplazado
4. Luego, el agregado se seca nuevamente en horno a 110 ± 5 °C hasta masa constante, del cual se obtiene la masa seca al horno.

TABLA X

Masa mínima de muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal mm (pulg.)	Masa mínima de muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (½) o menor	2 (4,4)
19,0 (¾)	3(6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5(11)
50 (2)	8(18)
63 (2 ½)	12(26)
75 (3)	18(40)
90 (3 ½)	25(55)
100 (4)	40(88)
125 (5)	75(165)

Fuente: NTP 400.021.

✚ NTP 400.022: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Descripción:

Este ensayo ayuda a determinar la densidad relativa y la absorción del agregado fino en diferentes estados.

Aparatos:

- Balanza
- Picnómetro (Fiola)
- Frasco
- El molde y barra compactadora
- Estufa

Procedimiento:

1. Hacer la preparación de la muestra en una cantidad aproximada de 500g.
2. Proceder al lavado con agua para eliminar partículas finas y secar al aire para lograr una masa seca, dicho horno debe estar a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
3. Se procede a sumergir la muestra en agua durante 1 día completo, después de ello se procede al secado para verificar y realizar el ensayo de cono.
4. Luego se llena en un frasco volumétrico de 500 ml con la muestra de agregado fino en estado seco. Seguidamente se completa con agua destilada hasta el aforo, eliminando las burbujas de aire.
5. Finalmente se pesa el frasco lleno y registrar el valor.

✚ NTP 339.185: AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo.

Descripción:

Este método sirve para realizar el ajuste de la relación A/C y el cálculo preciso de los materiales.

Aparatos:

- Balanza
- Compactadora
- Taras
- Pala

Procedimiento:

1. Seleccionamos la muestra la cual debe estar sin secado previo.
2. Se realiza el pesaje inicial en su estado húmedo y se registra dicho valor.
3. Para luego ser colocada en una tara e introducirla al horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
4. En modo de finalización, se deja secar hasta que alcance su masa constante lo cual es durante 1 día, para que finalmente se registre su valor en estado seco.

7.1 Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$p = 100 (W-D) / D \quad (1)$$

donde:

- p = contenido total de humedad evaporable de la muestra, en porcentaje;
- W = masa de la muestra húmeda original, en gramos; y
- D = masa de la muestra seca, en gramos.

✚ Norma ASTM C1260-07: Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice en los agregados. Método acelerado de la barra de mortero.

Este método de prueba permite la detección, en un plazo de 16 días, del potencial para la reacción álcali-sílice deletéreo de agregado.


Aparatos:

- Tamices
- Mezcladora
- Táper
- Espátula
- Horno
- Hidróxido de sodio (NaOH)

Procedimiento:

1. Preparación de la Mezcla de Mortero: La mezcla de mortero se debe preparar con una relación cemento:arena de 1:2.25 en masa. Utilizar cemento con un contenido de álcalis entre 0.90% y 1.10% Na_2O equivalente. La relación agua-cemento debe ser de 0.47 ± 0.01 .
2. Moldeado de las Barras: Llenar los moldes de manera uniforme, compactando el mortero para eliminar vacíos. Alisar la superficie del mortero.

3. Curado Inicial: urar las barras en los moldes a 23 ± 2 °C (73.4 ± 3.6 °F) y humedad relativa mayor al 95% por 24 ± 2 horas.
4. Desmolde y Curado en Agua: Desmoldar las barras después del curado inicial y sumergirlas en agua a 80 ± 2 °C (176 ± 3.6 °F) por 24 horas.
5. Medición Inicial: Medir la longitud inicial de las barras.
6. Inmersión en Solución Alcalina: Sumergir las barras en una solución de NaOH 1N a 80 ± 2 °C (176 ± 3.6 °F) por un periodo de 14 días. Medir la longitud de las barras a intervalos regulares, como a los 3, 7, 10, y 14 días, para monitorizar la expansión.
7. Evaluación de Resultados: Calcular la expansión de las barras como el cambio de longitud respecto a la longitud inicial. Evaluar la reactividad del agregado según los límites de expansión establecidos.

 **UNE-EN12390-19:2023; Ensayo de Resistividad eléctrica del concreto como parámetro de control de su durabilidad.**

1. Preparación de Muestras: Cortar o perforar muestras cilíndricas de concreto para facilitar la colocación de los electrodos.
2. Configuración de los Electrodo: Colocar cuatro electrodos en una configuración específica: dos electrodos externos, y dos electrodos internos, los cuales miden el voltaje.
3. Aplicación de Corriente: Aplicar una corriente conocida entre los dos electrodos exteriores.
4. Medir el voltaje entre los dos electrodos interiores. Este voltaje está relacionado con la resistividad eléctrica.
5. Calcular la resistividad del concreto utilizando la ley de Ohm, expresada en ohmios por metro ($\Omega \cdot m$).

TABLA XI

Relación de Resistividad – Riesgo de corrosión

Resistividad ($\Omega \cdot m$)	Riesgo de corrosión
< 100	alto
100 - 500	moderado
500 - 1000	bajo
> 1000	despreciable

Elaboración Propia. Fuente: Recomendación Técnica N° 05 – Alconpat Internacional 2020.

Cemento

El término cemento se relaciona a un componente aglutinante que posee distintas cualidades de cohesión y adherencia, debido a esto le posibilita enlazar entre sí las partes minerales, para poder fabricar un compuesto compacto con durabilidad y resistencia conveniente [6].

Tipos de Cemento

Cemento Portland

El cemento Portland es un tipo de cemento hidráulico muy utilizado en la industria de la construcción, se aplica como aglutinante principal en la mezcla de concreto y mortero.

Es producida por medio de la pulverización y mezcla de materiales crudos, como la piedra caliza, arcilla y otros minerales sometidos a un proceso de cocción en elevadas temperaturas en un horno rotatorio. Este procedimiento genera reacciones químicas que cambian los materiales en "Clinker", siendo esta una sustancia nodular de opaco color [7].

TABLA XII
TIPOS DE CEMENTO PORTLAND.

TIPO	DEFINICIÓN
TIPO I	Este tipo de cemento es para cualquier uso, siempre y cuando no se necesite de propiedades específicas para otro tipo.
TIPO II	Es de uso general, pero con una resistencia moderada a los sulfatos.
TIPO II (MH)	Presenta una resistencia moderada a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
TIPO III	Se utiliza para obtener altas resistencias iniciales.
TIPO IV	Se usa cuando se requiere un bajo calor de hidratación.
TIPO V	El tipo V presenta una alta resistencia a los sulfatos.

Fuente: NTP 334.009 – 2020.

Cemento Tipo II (MH) – Antisalitre

El cemento antisalitre es un tipo de cemento con adiciones minerales activas, como puzolanas naturales, escoria de alto horno granulada y cenizas volantes, formulado para reducir la permeabilidad del concreto y resistir la acción de sales solubles, como sulfatos y nitratos, previniendo así la eflorescencia salina y el deterioro estructural en ambientes agresivos. Se clasifican en Cemento antisalitre HS (diseñado para ofrecer una alta resistencia a los sulfatos) y cemento antisalitre MS (diseñado para ofrecer una resistencia frente a sulfatos).

El cemento tipo antisalitre es un material de construcción diseñado específicamente para prevenir la aparición de salitre, también conocido como eflorescencia, en las edificaciones. Este fenómeno ocurre cuando las sales solubles presentes en los materiales de construcción migran

hacia la superficie y se cristalizan, formando manchas blancas. En Perú, donde las condiciones climáticas y geográficas pueden favorecer la aparición del salitre, el uso de cemento antisalitre es fundamental [8].

Este tipo de cemento contiene aditivos especiales que:

- Reducen la permeabilidad del material, impidiendo que la humedad penetre y transporte las sales hacia la superficie.
- Mejoran la durabilidad de las estructuras al protegerlas contra los efectos nocivos del salitre.
- Mantienen la integridad estética de las construcciones al evitar las manchas blancas que deterioran la apariencia de las superficies [8].

Cemento Antisalitre – HS

El cemento antisalitre tipo HS formulado para garantizar una alta resistencia química frente a ambientes con elevada concentración de iones sulfato. Su composición se caracteriza por un bajo contenido de aluminato tricálcico (C_3A), generalmente inferior al 5 %, lo que limita la formación de etringita expansiva, principal causante son los sulfatos. Este tipo de cemento se clasifica conforme a la norma ASTM C150 como Type V o High Sulfate Resistance, y a nivel nacional bajo la NTP 334.071 como Cemento Portland Tipo HS.

Composición química específica

- Aluminato tricálcico (C_3A)

Muy bajo, típicamente menor al 5% (puede llegar a ser tan bajo como 3%). Este nivel reducido minimiza la formación de etringita expansiva, que es la causa principal del deterioro por sulfatos.

- Silicato tricálcico (C_3S):

Proporciona resistencia inicial, pero su porcentaje es moderado para controlar el calor de hidratación. Rango típico: 40-60%.

- Silicato dicálcico (C_2S):

Más alto que en cementos Portland comunes, contribuyendo a una resistencia más lenta pero duradera. Rango típico: 20-40%.

- Óxido de hierro (C_4AF):

Presente en una proporción moderada, pero no desempeña un papel tan crítico en la resistencia a sulfatos. Rango típico: 10-15%.

- Sulfato de calcio (yeso):

Añadido para controlar el tiempo de fraguado, similar a otros cementos.

- Adiciones minerales

Puzolanas o escoria de alto horno: A menudo se utilizan para complementar la resistencia a sulfatos y mejorar la durabilidad.

Cemento Antisulfato – MS

El tipo de cemento antisulfato MS formulado para brindar una moderada resistencia respecto a los sulfatos, lo que lo hace ideal para estructuras expuestas a ambientes con niveles medios de sulfatos en suelos o aguas. Su clasificación corresponde al tipo MS según la ASTM C1157 y la normativa peruana NTP 334.082, donde se ajusta a un cemento que ofrece protección adicional frente a condiciones agresivas moderadas.

El cemento antisulfato tipo MS es un material diseñado para reducir el riesgo de daño por sulfatos en estructuras, gracias a su composición que incluye un contenido moderado de aluminato tricálcico (C₃A). Además, minimiza la aparición de eflorescencias en la superficie del concreto, mejorando la estética y la durabilidad de las construcciones.

Composición química específica

- Aluminato tricálcico (C₃A):

Moderado, típicamente entre 5-8%. Aunque tiene mayor contenido que el tipo HS, sigue siendo suficientemente bajo para ofrecer resistencia a sulfatos en ambientes moderados.

- Silicato tricálcico (C₃S):

Proporción similar al HS, para garantizar resistencias iniciales adecuadas. Rango típico: 40-60%.

- Silicato dicálcico (C₂S):

Similar al HS, contribuye a la resistencia a largo plazo. Rango típico: 20-40%.

- Óxido de hierro (C₄AF):

Rango similar al tipo HS, ya que no tiene un impacto directo en la resistencia a sulfatos. Rango típico: 10-15%.

- Sulfato de calcio (yeso):

Añadido para controlar el tiempo de fraguado, similar a otros cementos.

- Adiciones minerales

Puzolanas, escorias o cenizas volantes: Comúnmente empleadas para mejorar la resistencia química y reducir el calor de hidratación, aunque en menor proporción que en el tipo HS.

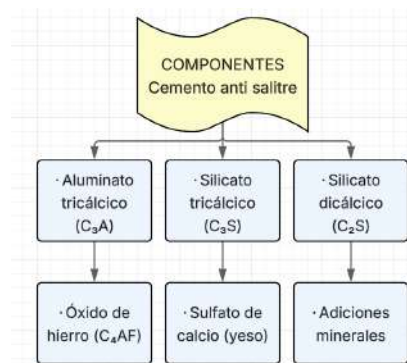


Fig. 2: Esquema de Patrones de tipos de fracturas. Fuente: NTP 339.183

TABLA XIII

Comparativo - Componentes Químicos del Cemento Antisalitre

Componente	HS (Alta resistencia)	MS (Moderada resistencia)
C₃A	< 5%	5-8%
C₃S	40-60%	40-60%
C₂S	20-40%	20-40%
C₄AF	10-15%	10-15%
Adiciones minerales	Más comunes	Menos comunes

Elaboración Propia. Fuente: ASTM C150.

Las plantas de producción de los cementos que consultas se encuentran ubicadas en las siguientes regiones de Perú:

- **Cemento Pacasmayo Fortimax MS:** Cementos Pacasmayo tiene tres plantas principales, ubicadas en Pacasmayo, Piura, y Rioja. Estas plantas atienden principalmente al norte del Perú, y la planta de Piura es una de las más modernas, inaugurada en 2016.
- **Cemento Andino HS:** Es producido en la planta de Cementos Andino, ubicada en Condorcocha, de la región Junín, en la zona central del Perú.
- **Cemento Yura HS:** Este cemento se fabrica en la planta de Yura, cerca de la ciudad de Arequipa, sur del Perú. Es una de las plantas más grandes del país.
- **Cemento Nacional HS:** Producido por Cementos Selva, su planta principal se encuentra en Tarapoto, en la región San Martín, atendiendo la demanda de la zona amazónica.
- **Cemento Inka HS:** La planta de Cementos Inka está ubicada en Huachipa, en la región Lima, aunque también tienen capacidad para atender otras regiones del país.

Cada planta está estratégicamente ubicada para atender mercados regionales, optimizando la distribución y reduciendo costos logísticos.

Marcas de Cemento (Antisulfato):

Pacasmayo Fortimax MS:

Su ficha técnica “Pacasmayo” especifica que es un cemento Hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos Tipo MS y su precio comercial es de S/ 36.10.



Fig. 3: Bolsa Cemento Pacasmayo Fortimax. Fuente: Ficha Técnica Pacasmayo.

Andino Ultra tipo HS:

Su ficha informativa “Unacem” especifica que es Tipo HS (MH) (R), Cemento hidráulico de alta resistencia a los sulfatos y su precio comercial es de S/ 33.50.



Fig. 4: Bolsa Cemento Andino Ultra – Fuente: Ficha Técnica Andino

Yura tipo HS:

Su ficha informativa “Yura” especifica que el cemento antisalitre de ultra impermeabilidad cuenta con varias características que puede ser utilizado en varios tipos de construcciones de concreto expuestas en ambientes de alta presencia de sulfatos, suelos salitrosos y zonas húmedas. Su precio comercial es de S/ 26.90.



Fig. 5: Bolsa Cemento Yura HS – Fuente: Ficha Técnica Yura

Inka tipo HS:

Su ficha informativa “Cemento Inka Perú” especifica que es un cemento Portland que presenta adiciones activas haciéndola más densa, logrando así una mayor resistencia a los sulfatos brindando una protección al concreto frente al salitre y al acero contra los cloruros, lo que brinda mayor durabilidad. Su precio comercial es de S/ 31.00.



Fig. 6: Bolsa Cemento Inka MS – Fuente: Ficha Técnica Inka

Nacional tipo HS:

Su ficha informativa “Cemento Nacional” Cemento Nacional Tipo HS - PROTECCIÓN ANTISALITRE Y ANTIHUMEDAD, es un cemento Portland especializado, utilizado generalmente para cualquier tipo de estructura y construcción que necesiten de una alta resistencia a los sulfatos. Su precio comercial es de S/ 29.50.



Fig. 7: Bolsa Cemento Nacional HS – Fuente: Ficha Técnica Nacional

TABLA XIV

Comparativo - Componentes Químicos del Cemento Antisalitre

CEMENTO	PRECIO
Pacasmayo Fortimax MS	S/ 36.10
Andino Ultra HS	S/ 33.50
Yura HS	S/ 26.90
Inka HS	S/ 31.00
Nacional HS	S/ 29.50

Fuente: Elaboración Propia / Precios del mercado.

Mortero

El mortero es una combinación de adhesivos finos y agua. Estos adhesivos generalmente son materiales como el cemento, cal o yeso, mezclándose con arena y agua forman el mortero. Es utilizada para rellenar huecos entre unidades de albañilería, como material de adherencia o recubrimiento de paredes. Se denominar de acuerdo al tipo de aglutinante: existen morteros a base de cal, yeso o cemento. Para los morteros de cemento generalmente se utiliza el cemento tipo portland [11].

Agregados

Los agregados conforman un agente muy importante en la rentabilidad, duración y sostenibilidad en distintos proyectos que aborda la ingeniería civil, ya que constituyen un volumen muy importante. Tomando como ejemplo el porcentaje de los agregados respecto al concreto hidráulico convencional está en rango de 65% hasta 85%. [13]

Dentro del componente del concreto hidráulico, los agregados tienen diferentes tipos, los cuáles son Agregados Finos y Agregados Gruesos:

Agregado Fino

Se define como un material granular, logrando formar una pasta de cemento al mezclarse con el agua y cemento, posteriormente al ser fraguado y endurecer, se transforma en concreto. Comúnmente, los materiales considerados como agregados finos son: arena natural, arena de roca triturada, arena artificial y la escoria de alto horno triturada.

Es clasificado debido a que pasa el tamiz N° 04 y es obstruido en el tamiz N° 200, con medidas en el rango de 4.76 mm y 0.074 mm (74 Micras). [13]

Agregado Grueso

Los agregados gruesos son materiales granulares de tamaño aumentado que se combinan con los agregados finos, cemento y agua formando la mezcla de concreto. Los materiales comúnmente usados como agregados gruesos son la grava, la piedra triturada, escoria de alto horno triturada y el agregado reciclado proveniente de demolición. Material retenido en el tamiz N° 04, con dimensiones entre 7.6 cm y 4.76mm. [13]

Agua

Factor importante para la composición del concreto y mortero, ya que posibilita que el cemento despliegue su capacidad aglutinante. La norma NTC 3459 explica acerca de los límites y especificaciones que debe tener el agua en el concreto. Este material que se utiliza en el concreto debe estar limpio y sin impurezas que puedan afectar negativamente las características o propiedades del material. Por lo general, es recomendable el uso de agua potable o agua que cumpla con el estándar de calidad establecido por las normas y leyes locales. [14]

El porcentaje de cemento en cada mezcla tiene una cantidad determinada del agregado total requerido para su hidratación. El resto del agua permite mejorar la fluidez de la pasta, obteniendo una mezcla fresca con mejores condiciones. El agua adicional permanece en la mezcla, y cuando se forja el concreto, se produce cierto grado de porosidad y la resistencia disminuye. Por lo tanto, si necesita una mezcla bastante fluida, no podrá lograr la fluidez debido al agua, sino es necesario incluir aditivos de plastificantes.

Propiedades del Mortero:

Expansión Alcalí - agregado:

La propiedad evaluada mediante la norma ASTM C1260-07 se trata de la reactividad alcanzada de acuerdo con los agregados con álcali-sílice. Dando referencia a la capacidad que tienen los agregados en la mezcla del concreto para su reacción con los álcalis en el cemento Portland formando un gel sílica-álcali. Esta reacción provoca una expansión y fisuramiento en el concreto al pasar del tiempo afectando negativamente su durabilidad y resistencia estructural. El concepto subyacente a esta propiedad es crucial para garantizar la durabilidad del concreto en estructuras de ingeniería. Los álcalis presentes en el cemento pueden reaccionar con los componentes de ciertos tipos de agregados, especialmente aquellos con alto contenido de sílice amorfa o reactiva, formando un gel expansivo dentro de la matriz de concreto. Este gel puede ejercer presión sobre la estructura, causando grietas y reduciendo su vida útil.

El método de la barra de mortero proporciona una opción de evaluar la reactividad potencial de los agregados en un tiempo relativamente corto y controlado. Al someter las barras de mortero a condiciones aceleradas que simulan la exposición a álcalis y humedad, se puede determinar si los agregados tienen el potencial de generar problemas de expansión en el concreto a largo plazo.

Concreto

Es una aleación de diferentes componentes, primero un material aglomerante que sería el Cemento Portland, seguido de un elemento encargado de la saturación de la mezcla que serían los agregados, agua (cumpliendo límites) y en ciertas circunstancias aditivos, formando en conjunto una materia compacta o roca artificial y al transcurrir el tiempo este compuesto es apto para resistir esfuerzos de compresión a gran escala. [12]

El mortero en combinado con agregado grueso genera como resultado el concreto. Además, cuando al concreto se le añade un agregado grueso de proporción elevada, con diámetro de 20 cm a más, se le identifica como concreto de agregado precolado o concreto ciclópeo.

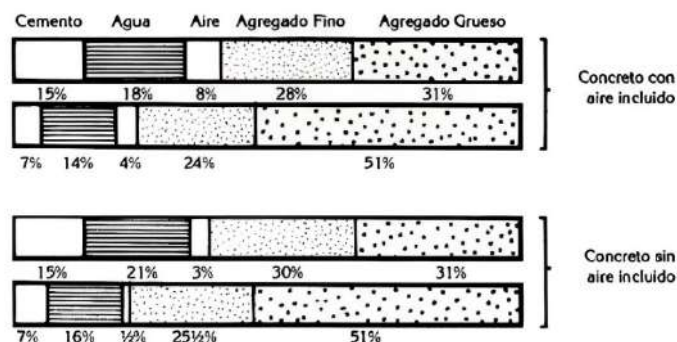


Fig. 8: Componentes del concreto. Fuente: "Tecnología del Concreto y del mortero" [12]

Propiedades del Concreto

Tiempo de Fraguado

Esta propiedad es un intervalo importante en el proceso del concreto, desde la mezcla de los materiales hasta que alcanza un determinado grado de rigidez que impide su manipulación o moldeado sin afectar su integridad. Teniendo 2 fases que son: el fraguado inicial que marca la pérdida de plasticidad y el fraguado final cuando el concreto ha obtenido rigidez para soportar cargas menores sin deformación.

Este fenómeno está directamente relacionado con las reacciones de hidratación de los compuestos del cemento, principalmente el silicato tricálcico (C_3S) y el aluminato tricálcico (C_3A), que al reaccionar con el agua generan productos cementantes como el C–S–H (silicato cálcico hidratado) y etringita. Estas reacciones modifican progresivamente la estructura interna de la mezcla, transformándola de un material plástico a uno sólido.

En términos normativos, el tiempo de fraguado del concreto se determina mediante el ensayo de penetración con aguja, según la NTP 339.082:2021 o la ASTM C403. Se logra medir la resistencia a la penetración de una sonda cilíndrica sobre una muestra estándar, y define:

- Fraguado inicial: cuando alcanza una resistencia de 500 psi (3.5 MPa).
- Fraguado final: cuando alcanza 4000 psi (27.6 MPa).

El tiempo de fraguado se ve influenciado por diversos factores: tipo de cemento, proporción a/c, temperatura ambiente, tipo de aditivos (retardantes o acelerantes), finura del cemento, y condiciones de curado. Un control adecuado del tiempo de fraguado es crucial para:

- Garantizar una correcta colocación y acabado.
- Evitar juntas frías entre capas de concreto.
- Programar procesos constructivos como el desencofrado o el curado inicial.

Además, el tiempo de fraguado está estrechamente relacionado con la trabajabilidad y durabilidad del concreto, siendo un parámetro crítico en ambientes extremos o donde se requiere control estricto del proceso constructivo.

Expansión por ataque de sulfatos

El ataque de sulfatos es un tipo de degradación química que afecta al concreto cuando este entra en contacto con soluciones o suelos que contienen iones sulfato (SO_4^{2-}), tales como el sulfato de sodio, calcio o magnesio. Este ataque produce una serie de reacciones químicas en la pasta de cemento endurecida, principalmente con las fases aluminato cálcicas (C_3A y C_4AF), formando distintos productos expansivos: etringita secundaria y gipsita. Esta expansión interna

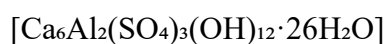
genera presiones de cristalización que provocan fisuración progresiva, pérdida de adherencia interna y deterioro estructural del concreto.

El grado de severidad del ataque se debe al tipo y concentración de sulfatos; permeabilidad y contenido de aluminatos del concreto; y condiciones ambientales (humedad y temperatura). El fenómeno es especialmente crítico en zonas con napa freática agresiva, costas marinas, plantas de tratamiento de aguas residuales, y estructuras enterradas o sumergidas.

Normativamente, la resistencia a los sulfatos se evalúa mediante ensayos de expansión establecido mediante la ASTM C1012, donde se mide el aumento de longitud de especímenes de concreto o mortero durante su inmersión en solución de sulfato. Generalmente, una expansión mayor al 0.10 % a los 28 o 180 días indica que el cemento o sistema cementante no es adecuado para ambientes sulfatados.

Etringita

La etringita es un compuesto cristalino hidratado que se forma en la pasta de cemento Portland como producto de la reacción entre el aluminato tricálcico (C_3A) y los sulfatos presentes en el sistema cementante, generalmente provenientes del yeso añadido durante la molienda del clínker o de fuentes externas como suelos o aguas sulfatadas. Su fórmula química es:



En condiciones normales de hidratación, la etringita se forma durante las primeras horas como parte del fraguado y endurecimiento del cemento, generando estructuras estables. Sin embargo, cuando se forma posteriormente como producto de reacciones retardadas —por ejemplo, cuando el concreto ya está endurecido y entra en contacto con sulfatos externos—, se conoce como etringita secundaria, y puede inducir expansión interna y fisuración del concreto debido a su gran volumen cristalino.

Esta expansión, si ocurre en poros capilares saturados o confinados, genera tensiones internas que pueden comprometer la integridad estructural del concreto. Es uno de los principales mecanismos detrás del ataque por sulfatos. La etringita se observa comúnmente en análisis microestructurales (como SEM o DRX) y es un indicador clave en estudios de durabilidad del concreto.



Fig. 9: Etringita. Fuente: Google Imágenes.

Gipsita

La gipsita, también conocida como yeso secundario, es un mineral hidratado de sulfato de calcio con la fórmula química $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, que se forma como producto de reacción en el concreto cuando éste se ve expuesto a ambientes ricos en iones sulfato, especialmente en presencia de calcio libre (Ca^{2+}) y agua. La gipsita es uno de los principales compuestos generados durante el ataque por sulfatos, junto con la etringita secundaria.

Su formación ocurre principalmente por la interacción de los sulfatos externos con la cal libre ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) presente en la pasta de cemento hidratada, generando una expansión por cristalización que puede inducir microfisuras en el concreto. Aunque la gipsita no produce tanta expansión volumétrica como la etringita, su crecimiento dentro de los poros y microgrietas contribuye a debilitar la matriz cementante y a acelerar la degradación mecánica del concreto.

Además, la presencia de gipsita favorece el desarrollo de un medio ácido que puede catalizar procesos adicionales de disolución de compuestos cementantes, exacerbando la pérdida de cohesión. La identificación de gipsita se realiza normalmente mediante análisis químicos o técnicas como difracción de rayos X (DRX).

En conjunto con la etringita, la gipsita es un indicador clave de deterioro en estructuras de concreto sometidas a exposición prolongada a sulfatos, y su control depende del tipo de cemento empleado, su contenido de aluminatos, la relación agua/cemento y la calidad del curado inicial.

Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión del concreto es una propiedad mecánica fundamental que cuantifica la capacidad del concreto endurecido para resistir cargas de compresión uniaxiales

sin experimentar falla estructural frágil o disgregación interna. Desde el punto de vista microestructural, esta resistencia está directamente relacionada con la compacidad de la matriz cementante, el grado de hidratación de los compuestos del cemento (principalmente C_3S y C_2S), y la interconexión de la zona de transición entre pasta y agregado.

De acuerdo con la NTP 339.034:2020, el ensayo detalla que debe aplicarse una carga axial continua, uniforme y controlada sobre especímenes cilíndricos estándar (150 mm × 300 mm), previamente curados en condiciones normadas, hasta alcanzar la ruptura. El resultado se expresa como la carga máxima dividida entre el área transversal efectiva del espécimen, reportada en unidades de presión (MPa o kg/cm^2).

Para este ensayo se encuentra influenciados por: la relación a/c, el cemento, la curva granulométrica de los agregados, la incorporación de aditivos minerales o químicos, y las condiciones de curado. Se reconoce además que un concreto con mayor resistencia a la compresión suele presentar menor permeabilidad, lo cual tiene implicancias directas en su durabilidad frente a ataques físicos y químicos.

En el diseño estructural, la resistencia a la compresión (f'_c) es el parámetro de referencia para la selección del concreto y para la verificación de los estados límite últimos y de servicio, siendo utilizado en normativas como el RNE E.060. Asimismo, sirve como criterio de aceptación en obra y control de calidad, estableciendo una correlación indirecta con otras propiedades del concreto como el módulo de elasticidad, la tracción por compresión indirecta y la resistividad eléctrica.

Resistividad eléctrica

Para la definición de la resistividad, mencionamos la ley de Ohm la cual reconoce como una propiedad volumétrica intrínseca de los materiales que mide la resistencia o que tanto se logra oponer debido a la corriente eléctrica que se puede estar presentando en ese instante. Lo cual un indicador para el hormigón viene siendo su durabilidad, por lo que si presenta una mayor resistividad será menor porosidad mejorando en todo caso su resistencia. Otro factor es la temperatura, siendo recomendado un valor de 20 ± 2 °C.

En el proceso de mezclado del cemento y agua va mejorando su resistividad (resistencia), debido a que el hormigón se va endureciendo. Con el pasar del tiempo se ha definido “Factor de edad (q)” de la siguiente ecuación, ajustándose a la curva evolutiva del hormigón. Teniendo como objeto medir la resistividad eléctrica presente en el hormigón en probetas por los métodos: directo, cuatro electrodos y/o Wenner. Su unidad de medida es ohm x metro ($\Omega \cdot m$) [16].

$$\rho_t = \rho_0 (t/t_0)^q$$

Donde

- ρ_t : resistividad en el tiempo.
- ρ_0 : resistividad a los 28 días en curado saturado.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

La presente investigación se enmarca en una investigación aplicada, de nivel explicativo, con un diseño experimental de tipo comparativo y un enfoque cuantitativo. Es aplicada porque busca generar conocimiento útil para la solución de un problema concreto en el ámbito de la construcción, como es la elección adecuada del cemento para ambientes con presencia de sulfatos y condiciones que exigen alta durabilidad. Su finalidad es aportar criterios técnicos que permitan optimizar el comportamiento del concreto frente a agentes agresivos, mejorando así el desempeño y una larga vida útil.

Perteneciendo a un nivel explicativo porque no solo describe el comportamiento físico, químico y electroquímico de concretos trabajados con distintas marcas de cemento antisulfato, sino que también analiza las causas que originan dichas diferencias en función de la composición del cemento y sus propiedades.

El diseño de la investigación es experimental, ya que se manipuló la variable independiente (tipo de cemento) bajo condiciones controladas de laboratorio, siguiendo normas técnicas nacionales e internacionales (NTP, ASTM y UNE), y se evaluaron sus efectos sobre variables dependientes como la resistencia a la compresión, el tiempo de fraguado, la expansión por ataque de sulfatos, la expansión por reacción álcali-agregado y la resistividad eléctrica. Al tratarse de cinco cementos distintos, se configura como un diseño experimental comparativo, con el fin de identificar cuál de las marcas evaluadas presenta mejor desempeño frente a los parámetros estudiados.

Población

La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional, basado en criterios técnicos como: representatividad en el mercado nacional, clasificación como cementos resistentes a sulfatos (MS y HS), disponibilidad comercial y uso frecuente en obras de infraestructura.

En función de estos criterios, la muestra estuvo conformada por cinco marcas comerciales de cemento antisalitre:

- ✓ Cemento Pacasmayo tipo MS
- ✓ Cemento Andino tipo HS
- ✓ Cemento Yura tipo HS
- ✓ Cemento Inka tipo HS
- ✓ Cemento Nacional tipo HS

Asimismo, con cada tipo de cemento se elaboraron especímenes de concreto y mortero bajo condiciones controladas de laboratorio, de acuerdo con las normas técnicas correspondientes a cada ensayo. En total, se consideraron:

- ✓ 05 muestras de concreto fresco para el ensayo de tiempo de fraguado.
- ✓ 60 probetas cilíndricas de concreto (150 mm × 300 mm) para el ensayo de resistencia a la compresión.
- ✓ 15 probetas cilíndricas de concreto (150 mm × 300 mm) para el ensayo de resistividad eléctrica.
- ✓ 15 viguetas de concreto (75 mm × 75 mm × 285 mm) para el ensayo de expansión por ataque de sulfatos.
- ✓ 15 barras de mortero para el ensayo de reactividad álcali-sílice.

La distribución de los especímenes permitió evaluar de manera comparativa el comportamiento físico, mecánico y de durabilidad del concreto elaborado con cada tipo de cemento.

TABLA XV

Muestras para ensayo de resistencia a la compresión

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (PROBETAS DE CONCRETO)					
TIPO DE MUESTRA	MARCAS DE CEMENTO	EDAD			
		7 días	14 días	21 días	28 días
Muestras para ensayos de Resistencia a la Compresión	PACASMAYO - MS	3 und	3 und	3 und	3 und
	ANDINO - TIPO HS	3 und	3 und	3 und	3 und
	YURA - TIPO HS	3 und	3 und	3 und	3 und
	INKA - TIPO HS	3 und	3 und	3 und	3 und
	NACIONAL - TIPO HS	3 und	3 und	3 und	3 und
SUBTOTAL		15 und	15 und	15 und	15 und
TOTAL		60 und			

TABLA XVI

Muestras para ensayo de resistividad eléctrica

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL CONCRETO (PROBETAS DE CONCRETO)		
TIPO DE MUESTRA	MARCAS DE CEMENTO	EDAD
		28 días
Muestras para ensayos de Resistividad eléctrica	PACASMAYO - MS	3 und
	ANDINO - TIPO HS	3 und
	YURA - TIPO HS	3 und
	INKA - TIPO HS	3 und
	NACIONAL - TIPO HS	3 und
TOTAL		15 und

TABLA XVII

Muestras para ensayo de Tiempo de Fraguado

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE TIEMPO DE FRAGUADO (CONCRETO FRESCO)		
TIPO DE MUESTRA	MARCAS DE CEMENTO	EDAD
		tiempo(min)
Muestras para ensayos de tiempo de fraguado	PACASMAYO - MS	1 und
	ANDINO - TIPO HS	1 und
	YURA - TIPO HS	1 und
	INKA - TIPO HS	1 und
	NACIONAL - TIPO HS	1 und
TOTAL		5 und

TABLA XVIII

Muestras para ensayo de Expansión por ataque de sulfatos (viguetas)

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE EXPANSIÓN POR ATAQUE DE SULFATOS (VIGUETAS DE CONCRETO)		
TIPO DE MUESTRA	MARCAS DE CEMENTO	EDAD
		28 días
Muestras para ensayos de ataque a sulfatos	PACASMAYO - MS	3 und
	ANDINO - TIPO HS	3 und
	YURA - TIPO HS	3 und
	INKA - TIPO HS	3 und
	NACIONAL - TIPO HS	3 und
TOTAL		15 und

TABLA XIX

Muestras para ensayo de Reactividad alcalí - agregado

MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE REACTIVIDAD ALCALÍ - AGREGADO (BARRAS DE MORTERO)		
TIPO DE MUESTRA	MARCAS DE CEMENTO	EDAD
		14 días
Muestras para ensayos de Alcalí Agregado	PACASMAYO - MS	3 und
	ANDINO - TIPO HS	3 und
	YURA - TIPO HS	3 und
	INKA - TIPO HS	3 und
	NACIONAL - TIPO HS	3 und
TOTAL		15 und

TABLA XX

Tabla de estimación de la cantidad de muestras para el estudio

ENSAYOS	CANT
MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (PROBETAS DE CONCRETO)	60 und
MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE EXPANSIÓN POR ATAQUE DE SULFATOS (VIGUETAS DE CONCRETO)	15 und
MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE REACTIVIDAD ALCALÍ - AGREGADO (BARRAS DE MORTERO)	15 und
MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL CONCRETO (PROBETAS DE CONCRETO)	15 und
MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE EXPANSIÓN POR ATAQUE DE SULFATOS (VIGUETAS DE CONCRETO)	5 und
TOTAL DE MUESTRAS	110 und

Criterios de selección

Para evaluar la efectividad de marcas de cemento antisalitre respecto al ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto, se seleccionan diversas marcas considerando reputación, normativas y diversidad, se preparan muestras uniformes, se realizan ensayos estandarizados de resistencia a la compresión, ataque de sulfatos y resistividad eléctrica, se comparan resultados estadísticamente y se emiten recomendaciones basadas en desempeño y costos.

Operacionalización de variables

TABLA XXI

Variable Independiente

VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UND. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN (NORMATIVA)
INDEPENDIENTE	Cemento antisalitre	Marcas de los cementos antisalitre	FORTIMAX - TIPO MS	Bolsa	Balanza calibrada
			ANDINO - TIPO HS		
			YURA - TIPO HS		
			INKA - TIPO HS		
			NACIONAL - TIPO HS		

Fuente: Propia.

TABLA XXII

Variables Dependientes

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	UND. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN (NORMATIVA)
DEPENDIENTE	Propiedad Física	Tiempo de Fraguado	min	Norma Técnica NTP 334.006 - CEMENTOS. Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat.
	Propiedad mecánica	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Norma Técnica NTP 339.034 - CONCRETO Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
	Durabilidad	Resistencia a los sulfatos	% de expansión	ASTM C157/C157M: Método de ensayo. Determinación del cambio de longitud de mortero y del concreto de cemento hidráulico endurecido
		Expansión Alcalí - Agregado	% de expansión	Norma ASTM C1260-07 - Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice en los agregados. Método acelerado de la barra de mortero.
		Resistividad Eléctrica	$\Omega \cdot m$	UNE 83988 - 1,2008. Ensayo de Resistividad eléctrica del concreto como parámetro de control de su durabilidad

Fuente: Propia.

TABLA XXIII

Variable Interviniente

VARIABLE	VALOR	UND. DE MEDIDA
INTERVINIENTE	Tiempo de curado del concreto: 7 - 28	días
	Tipo de Cemento: Cemento Portland MS	--
	f _c de diseño : 210	kg/cm ²

Fuente: Propia.

Estrategia metodológica para demostrar la hipótesis

La estrategia metodológica de esta investigación se organizó en cuatro etapas fundamentales que permitieron desarrollar un estudio experimental comparativo, orientado a validar la hipótesis planteada respecto a la variabilidad en la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre comercializadas en el Perú. Cada etapa estuvo estructurada en función de objetivos específicos, criterios técnicos y normas establecidas para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Primera etapa: Selección de materiales y diseño experimental.

En la primera etapa se definió la muestra de estudio y se diseñó experimentalmente la metodología bajo condiciones técnicas controladas. Se seleccionaron cinco marcas de cemento antisalitre: Pacasmayo (tipo MS), Andino, Yura, Inka y Nacional (tipo HS), escogidas por su disponibilidad comercial, clasificación técnica según NTP 334.071, y representatividad en el mercado peruano. Para cada marca se realizó un diseño de mezcla individual, manteniendo constante la resistencia de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) y uniformando parámetros como la relación agua/cemento, tipo de agregado, condiciones de curado, y procedimientos de mezclado. Esto permitió que la variable independiente (el tipo de cemento) sea el único factor de diferenciación entre las mezclas. Se establecieron los cuerpos de prueba requeridos: cilindros de concreto ($15 \times 30 \text{ cm}$) para resistencia a la compresión y resistividad eléctrica, viguetas de concreto para el ensayo de ataque de sulfatos, barras de mortero para el ensayo álcali-agregado y concreto fresco contenido en balde para el ensayo de fraguado.

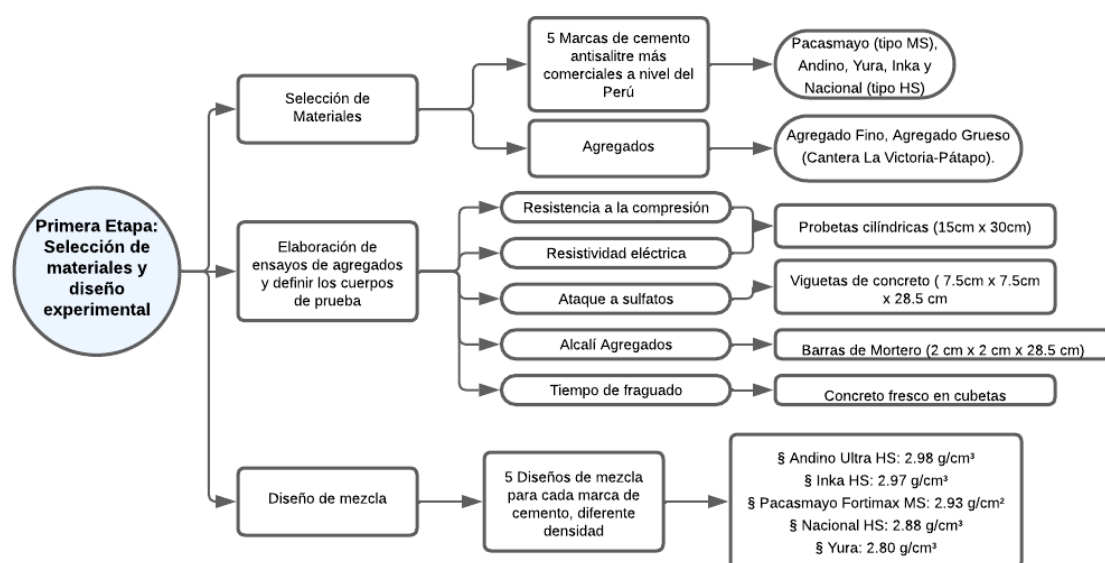


Fig. 10: Flujograma Primera Etapa. Fuente: Elaboración Propia.

Segunda etapa: Elaboración de cuerpos de prueba y ejecución de ensayos

La segunda etapa correspondió a la ejecución de los ensayos experimentales, los cuales se realizaron siguiendo rigurosamente las normas técnicas correspondientes a cada propiedad evaluada. Por lo que se aplicó la NTP 339.034 para medir la resistencia a la compresión, realizando las pruebas a los 7, 14, 21 y 28 días con prensa hidráulica calibrada. El tiempo de fraguado se midió conforme a la NTP 339.082:2021, utilizando un penetrómetro con agujas normalizadas, sobre una masa de concreto contenida en un balde, identificando los momentos en los que se alcanzaban 500 psi y 4000 psi. La resistividad eléctrica del concreto fue evaluada en las probetas cilíndricas en un tiempo de 28 días mediante el método de los cuatro electrodos de Wenner, de acuerdo con la norma UNE 12390-19:2023. La expansión por ataque de sulfatos se realizó utilizando viguetas de concreto sumergidas en una solución de sulfato de sodio al 5 %, midiendo su variación dimensional semanalmente durante 4 semanas, basándose en la metodología de la norma ASTM C1012. Finalmente, la expansión por reacción álcali-agregado se evaluó mediante el método acelerado de la norma ASTM C1567, empleando viguetas de mortero curadas y sumergidas en solución de hidróxido de sodio, con mediciones a 7, 14, 21 y 28 días.

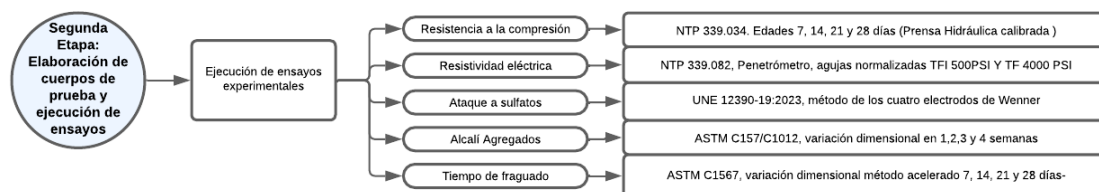


Fig. 11: Flujograma Segunda Etapa. Fuente: Elaboración Propia.

Tercera etapa: Procesamiento y análisis de resultados

En la tercera etapa se procedió al procesamiento, tabulación y análisis de los datos obtenidos experimentalmente. Se organizaron los resultados en tablas y gráficas comparativas, permitiendo observar el comportamiento de cada tipo de cemento frente a cada variable técnica estudiada. Se calcularon valores promedio y se interpretaron las tendencias en función del desempeño químico, físico y electroquímico de los cementos. Además, se contrastaron los resultados con los rangos establecidos por las normas correspondientes (por ejemplo: la expansión máxima permitida de 0.10 % en los ensayos de sulfatos y álcalis, o los rangos de resistividad eléctrica según UNE 12390-19), permitiendo identificar con claridad qué marcas cumplían o superaban los estándares mínimos requeridos.

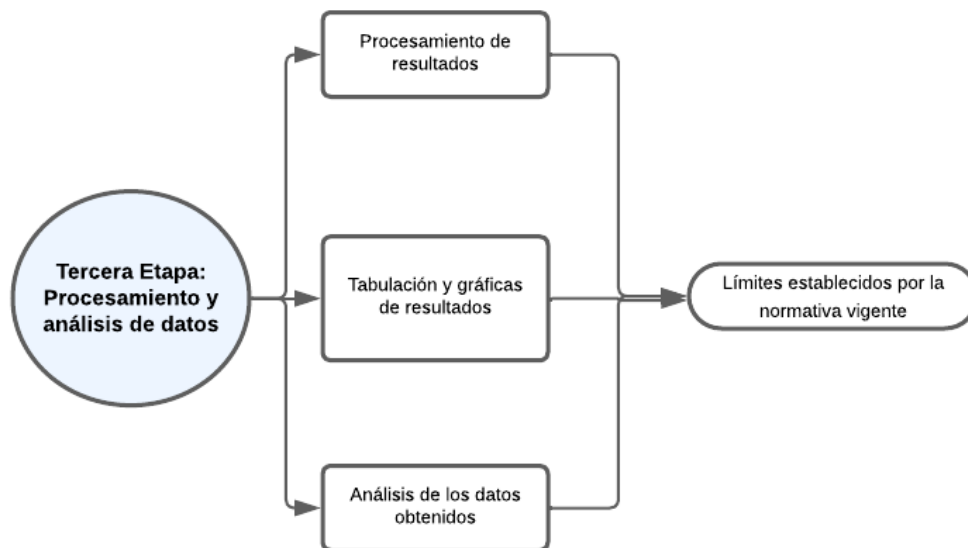


Fig. 12: Flujograma Tercera Etapa. Fuente: Elaboración Propia.

Cuarta etapa: Validación de la hipótesis y elaboración de conclusiones y recomendaciones

Finalmente, en la cuarta etapa se validó la hipótesis general mediante el análisis integral de los resultados obtenidos. Se observó que existían diferencias significativas en el comportamiento de los cementos antisalitre evaluados, confirmando que su efectividad no es homogénea frente a las condiciones químicas agresivas ensayadas. A partir de ello, se elaboraron conclusiones técnicas que jerarquizan el desempeño de cada cemento según su resistencia a la compresión, expansión química, fraguado y resistividad eléctrica. Asimismo, se plantearon recomendaciones para la selección de cementos en obras expuestas a sulfatos, así como propuestas para estudios complementarios orientados a la mejora del diseño de mezclas y a la incorporación de adiciones minerales como estrategia de mitigación.

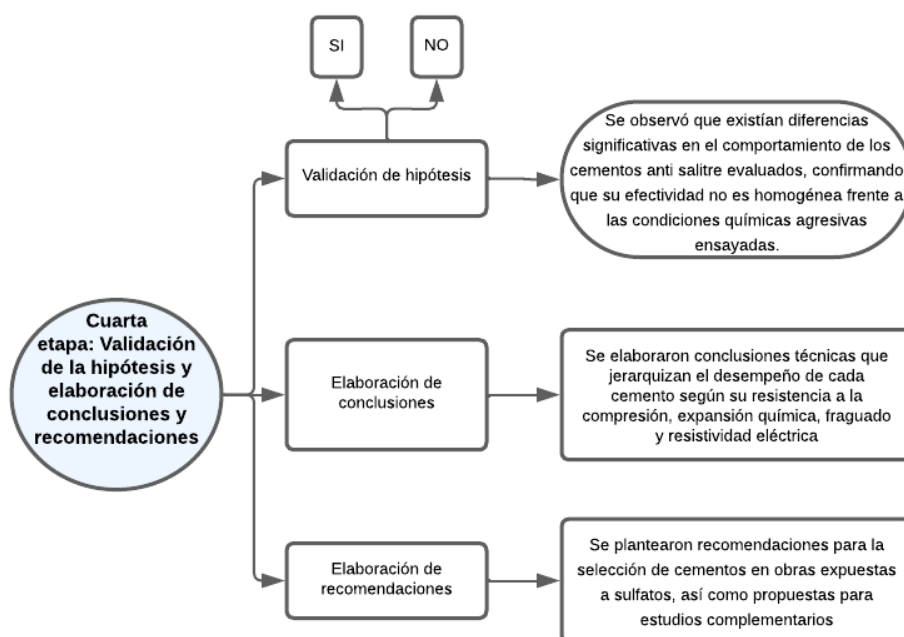


Fig. 13: Flujograma Cuarta Etapa. Fuente: Elaboración Propia.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- Observación directa, mediante se observa el fenómeno y registrarla.
- La recolección de datos en esta investigación se llevó a cabo mediante la ejecución directa de ensayos experimentales en condiciones controladas de laboratorio, utilizando equipos calibrados y cuerpos de prueba normalizados. Con ayuda de una base de datos.

Instrumentos

- Ficha de recolección de datos.
- Guías de ensayos de laboratorio.

Procedimientos:

Análisis de las fichas técnicas de cada marca de cemento

ANDINO ULTRA

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS			
PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO ANDINO ULTRA	REQUISITOS NTP-334.082/ ASTM C-1157
Contenido de aire	%	3	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	500	No específica
Densidad	g/cm ³	2.98	No específica

Fig. 14: Parámetros Cemento Andino Ultra HS. Fuente: Ficha técnica Andino.

Se considera el valor de densidad del cemento de 2.98 g/cm³ para poder realizar el diseño de concreto elaborado con la marca Andino tipo HS.

INKA

Ensayos físicos	Valor	Unidad	NTP 334.082 ASTM C - 1157
Densidad Le Chatelier	2.97	g/cm ³	-
Contenido de aire mortero	8	% Vol	Máx. 12
Finura Blaine	437	m ² /Kg	-
Retenido Malla M325	1.3	%	-
Expansión en Autoclave	0.08	%	Máx. 0.80

Figura 15: Parámetros Cemento Inka HS. Fuente: Ficha técnica Inka.

Se considera el valor de densidad del cemento de 2.97 g/cm³ para poder realizar el diseño de mezcla de concreto elaborado con la marca Inka tipo HS.

PACASMAYO FORTIMAX

Requisitos normalizados - NTP 334.082 / ASTM C1157					
REQUISITOS FÍSICOS					
ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Finura					
Superficie específica	-	-	cm ² /g	NTP 334.002	5150
Retenido M325	-	-	%	NTP 334.045	1.9
Densidad	-	-	g/cm ³	NTP 334.005	2.93

Fig. 16: Parámetros Cemento Pacasmayo MS. Fuente: Ficha técnica Pacasmayo.

Se considera el valor de densidad del cemento de 2.98 g/cm³ para poder realizar el diseño mezcla de concreto elaborado con la marca Pacasmayo Fortimax tipo MS.

NACIONAL

ENSAYOS FÍSICOS					
RETENIDO EN MALLA 325 (45um)	%	5.0			
SUPERFICIE ESPECÍFICA (BLAINE)	cm ² /g	4900			
CONTENIDO DE AIRE	%	8			
EXPANSIÓN AUTOCLAVE	%	0.02	Máx		0.80
DENSIDAD	g/cm ³	2.88			

Fig. 17: Parámetros Cemento Nacional HS. Fuente: Ficha técnica Nacional.

Se considera el valor de densidad del cemento de 2.88 g/cm³ para poder realizar el diseño de concreto elaborado con la marca Nacional tipo HS.

YURA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
REQUISITOS FÍSICOS	Requisitos Norma Técnica NTP 334.082 ASTM C 1157	CEMENTO ANTI-SALITRE YURA TIPO HS
Peso específico (gr/cm ³)	-	2.70 a 2.80
Superficie específica Blaine (cm ² /gr)	-	4800 a 5200
Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo	-0.07 a -0.02

Fig. 18: Parámetros Cemento Yura HS. Fuente: Ficha técnica Yura.

Se considera el valor de densidad del cemento de 2.80 g/cm³ para poder realizar el diseño de concreto elaborado con la marca Yura tipo HS.

Justificación de la comparación

La comparación entre cementos tipo MS (resistencia moderada a los sulfatos) y tipo HS (alta resistencia a los sulfatos) se justifica por la necesidad de comprender cómo varía el desempeño de ambos frente a condiciones de exposición agresiva, especialmente en contextos constructivos como los del Perú, donde existen zonas con presencia de suelos salinos, aguas subterráneas sulfatadas y ambientes costeros. Aunque normativamente estos cementos están clasificados según su nivel de resistencia química, en la práctica no siempre es evidente cuál ofrece un mejor comportamiento global, ya que su rendimiento también depende de factores: composición del clínker, la finura, y la presencia de adiciones minerales.

Esta comparación permite determinar si el uso de un cemento tipo HS está realmente justificado frente a un MS en determinadas condiciones de exposición, o si ambos pueden ofrecer respuestas similares dependiendo de su formulación específica. Además, identificar diferencias reales entre estos dos tipos de cemento contribuye a una selección técnica más eficiente y costo-efectiva, evitando sobredimensionamientos innecesarios o decisiones empíricas. Por tanto, la evaluación comparativa no solo tiene un valor académico, sino también una aplicación práctica directa en el diseño de estructuras durables y sostenibles en el medio constructivo nacional.

1. Ensayo de ataque por sulfatos (expansión):

La principal diferencia técnica entre los cementos tipo MS y HS radica en su resistencia al ataque de sulfatos. Compararlos en este ensayo es fundamental, ya que el cemento HS está formulado específicamente para ambientes altamente agresivos, mientras que el MS ofrece una protección moderada. Esta comparación permite verificar si el comportamiento real en expansión coincide con lo establecido por la normativa, o si algunas formulaciones de cemento MS pueden acercarse al rendimiento de un HS en condiciones controladas.

2. Ensayo de resistencia a la compresión:

Aunque tanto el cemento MS como el HS cumplen con los requisitos estructurales, su composición química y mineralógica puede influir en el desarrollo de resistencia mecánica. Compararlos permite evaluar si existe alguna diferencia significativa en la ganancia de resistencia a 28 días, lo que podría condicionar su selección en obras donde se requiere simultáneamente resistencia estructural y durabilidad química.

3. Ensayo de resistividad eléctrica:

La resistividad eléctrica es un indicador clave de la durabilidad del concreto frente a la penetración de agentes agresivos como cloruros y humedad. Al comparar cementos MS y HS en este parámetro, se puede establecer cuál ofrece un concreto más impermeable y con menor riesgo de corrosión de armaduras, lo que es especialmente importante en zonas costeras o con alta humedad. Este análisis permite entender si el nivel de resistencia a sulfatos también se traduce en una mejora en la resistividad.

4. Ensayo de fraguado por penetración:

El tiempo de fraguado puede verse afectado por el tipo y cantidad de aluminatos en el cemento. Dado que el cemento HS contiene menos C_3A que el MS, es relevante evaluar si esto genera diferencias en los tiempos de fraguado, lo cual podría tener implicancias en la programación de obra, colocación del concreto y tiempos de desencofrado. Esta comparación aporta datos útiles para la gestión constructiva.

5. Ensayo de expansión por reacción álcali-agregado:

Aunque este ensayo no está directamente relacionado con la resistencia a sulfatos, la composición química del cemento (especialmente su contenido de álcalis y su capacidad para formar gel expansivo) puede influir en la reactividad con agregados silíceos. Comparar el desempeño de cementos MS y HS permite verificar si alguno de los dos tipos presenta una menor propensión a la expansión, contribuyendo al diseño de concretos más estables frente a este tipo de deterioro.

Ejecución para demostrar la hipótesis

Para el desarrollo experimental, se procedió inicialmente a la recolección y selección del material agregado fino y grueso, provenientes de una cantera local, asegurando su homogeneidad, limpieza y cumplimiento granulométrico según los requisitos en la NTP 400.037. Estos agregados fueron clasificados, lavados y almacenados en condiciones secas para su posterior uso en la elaboración de las mezclas de concreto.

Asimismo, logró conseguirse de manera planificada las cinco marcas de cemento antisalitre requeridas para la investigación, las cuales fueron adquiridas en diferentes regiones del país, garantizando representatividad geográfica y comercial. Se obtuvo el cemento Pacasmayo MS, procedente del norte del Perú; el cemento Andino HS, de la zona central; el cemento Yura HS, del sur; el cemento Inka HS, distribuido principalmente en el centro-sur; y el cemento Nacional

HS, con presencia en diversas regiones. Cada cemento fue trasladado, almacenado y utilizado conforme a los estándares técnicos para evitar alteraciones en sus propiedades. Esta diversidad de procedencia permitió realizar una comparación más amplia y realista del desempeño del cemento antisalitre disponible en el mercado nacional.

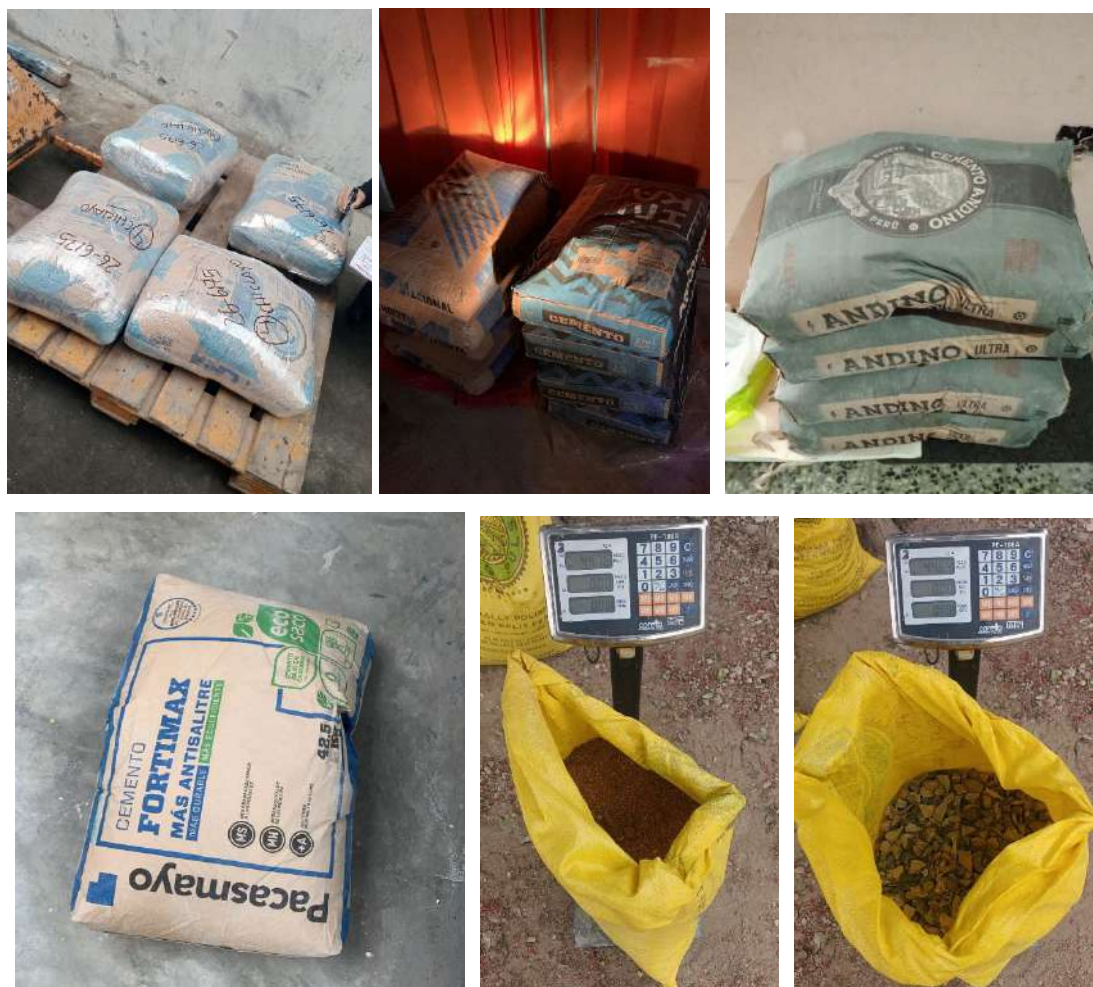


Fig. 19-24: Fotos de Materiales en Campo. Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Granulometría (NTP 400.012) – A. Fino.

Se tomó una muestra húmeda de 606.40 g de A. fino, posteriormente se colocó en el horno obteniendo un peso seco de 600.01 g. Luego se procedió a realizar el tamizado por las mallas: $\frac{3}{4}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y Fondo.



1.- GRANULOMETRIA: N.T.P. 400.012

Muestra : **Cantera La Victoria-Pátapo.**

Peso Hum. **606.4** Peso Seco : **600.01**

Fig. 25-27: Ensayo Granulometría Agregado Fino. Fuente: Propia

Ensayo de Granulometría (NTP 400.012) – A. Grueso.

Se escogió una muestra húmeda de 3015.04 g de A. grueso, posteriormente se colocó en el horno obteniendo un peso seco de 2991.02 g. Luego se procedió a realizar el tamizado por las mallas: 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, y Fondo.



Muestra : **Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe.**

Peso Hum. **3015.04** Peso Seco : **2991.02**

Fig. 28-30: Ensayo Granulometría Agregado grueso. Fuente: Propia

Ensayo de Peso Unitario (NTP 400.017) – Agregado Fino Suelto y Compactado

P. Unitario A. Fino (Suelto):

Se toman 2 muestras de agregado fino para poder calcular con más exactitud, procedentes del cuarteo y selección del agregado como se indica en la NTP 400.017, posteriormente se coloca en la probeta cilíndrica considerando una distancia prudente, la primera tiene un peso de 8827 g y la siguiente 8691 g.



SUELTO	A	B
- Peso de la muestra húmeda	8827	8691

Fig. 31-33: Ensayo Peso Unitario Agregado Fino Suelto y Compactado. Fuente: Propia

P. Unitario A. Grueso (Suelto):

Se toman 2 muestras de agregado grueso para poder calcular con más exactitud, procedentes del cuarteo y selección del agregado como se indica en la NTP 400.017, posteriormente se coloca en la probeta cilíndrica considerando una distancia prudente, la primera tiene un peso de 7683 g y la siguiente 7461 g.

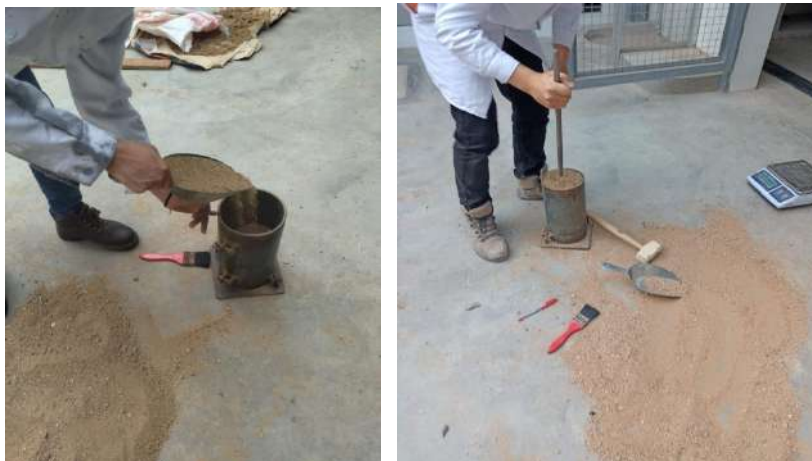


SUELTO		
- Peso de la muestra húmeda	7683	7461

Fig. 34-36: Ensayo Peso Unitario Agregado Grueso Suelto. Fuente: Propia

P. Unitario A. Fino (Compactado):

Se toman 2 muestras de agregado fino para poder calcular con más exactitud, procedentes del cuarteo y selección del agregado como se indica en la NTP 400.017, posteriormente se coloca en la probeta cilíndrica apisonando y golpeando con la comba por capas, la primera tiene un peso de 9892 g y la siguiente 9884 g.



COMPACTADO

- Peso de la muestra húmeda	9892	9884
-----------------------------	------	------

Fig. 37-39: Ensayo Peso Unitario Agregado Fino Compactado. Fuente: Propia.

P. Unitario A. Grueso (Compactado):

Se toman 2 muestras de agregado grueso para poder calcular con más exactitud, procedentes del cuarteo y selección del agregado como se indica en la NTP 400.017, posteriormente se coloca en la probeta cilíndrica apisonando y golpeando con la comba por capas, la primera tiene un peso de 8400 g y la siguiente 8410 g.



COMPACTADO

- Peso de la muestra húmeda	8400	8410
-----------------------------	------	------

Fig. 40-42: Ensayo Peso Unitario Agregado Grueso Compactado. Fuente: Propia.

Ensayo de Peso Específico (N.T.P. 400.021) – A. Fino

Se toma una muestra superficialmente seca de 500 g de agregado fino y se lleva al horno a secar por 24h obteniendo un valor de 496.6 g, posteriormente una fiola de volumen suficiente (500 cm³), teniendo un peso de 206.6 g, peso del agua de 301.70 g. Luego, se ingresa el agregado en el frasco y el peso obtenido es 706.6 g y posteriormente dejar reposar y pesar la fiola con la muestra y tiene un valor de 1008.30 g.



A.- Datos de la arena

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	1008.3	1008.3
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco. (1+5)	g	706.6	706.6
4.- Peso del Agua. (2-3)	g	301.7	301.7
5.- Peso del Frasco	g	206.6	206.6
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco. (5+7)	g	703.2	703.2
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	496.6	496.6
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0	500.0

Fig. 43-46: Ensayo Peso Específico A. Fino. Fuente: Propia.

Ensayo de Peso Específico (N.T.P. 400.022) – A. Grueso

Se toma una muestra superficialmente seca de 5072 g y se lleva al horno a secar por 24h obteniendo un valor de 5030 g, posteriormente una canastilla que tiene como peso 1010 g. Al tener la canastilla se introduce el agregado grueso y con la ayuda de una balanza con un conector para poder sostener la canastilla y el material introducido se procede a pesar, obteniendo como valor 4170 g, con ayuda de este dato se puede determinar el peso de la muestra saturada dentro del agua, teniendo como resultado un valor de 3160 g.



A.- Datos de la grava

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	5030	5030
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	5072	5072
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	4170	4170
4.- Peso de la canastilla	g	1010	1010
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (3-4)	g	3160	3160

Fig. 47-50: Ensayo Peso Especifico Agregado Grueso. Fuente: Propia.

Ensayo de Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185) – A. Fino

Se toma una muestra húmeda de agregado fino, en este caso con un peso de 700 g, posteriormente se lleva a secar al horno por 24h y se obtuvo un valor de 697.15 g.

1.- Peso de la muestr. húmeda	700	700
2.- Peso de la muestra seca	697.15	697.15

Fig. 51: Ensayo Contenido de Humedad. Fuente: Propia.

Ensayo de Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185) – A. Grueso

Se toma una muestra húmeda de agregado grueso, en este caso con un peso de 1071.60 g, posteriormente se lleva a secar al horno por 24h y se obtuvo un valor de 1066.15 g.

Grava

1.- Peso de la muestr. húmeda	1071.55	1071.55
2.- Peso de la muestra seca	1066.15	1066.15

Fig. 52: Ensayo Contenido de Humedad. Fuente: Propia.

Diseño de Mezcla de Concreto (ACI 211)

Para el desarrollo experimental, se elaboraron cinco diseños de mezcla de concreto, uno por cada tipo de cemento antisalitre evaluado. Todos los diseños fueron realizados con una resistencia de diseño unificada con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con el objetivo de garantizar la

comparabilidad de resultados entre los diferentes tipos de cemento (MS y HS), siendo la única variable independiente el tipo de cemento utilizado. La relación agua/cemento se mantuvo constante en todas las mezclas, al igual que el tipo y cantidad de agregados, la consistencia del concreto fresco y el proceso de curado.

La dosificación se estableció mediante el método de diseño por volumen absoluto, siguiendo los criterios establecidos en la NTP 339.034 y en el ACI 211.1, utilizando una misma fuente de agregados controlados previamente en su absorción y humedad superficial. Se mantuvo constante el contenido de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso para todos los casos, realizando ajustes únicamente en función de la densidad específica de cada tipo de cemento.

Para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvieron los siguientes datos de ensayos de agregados.

TABLA XXIV

Resultados de Ensayos de Agregados

AGREGADOS:			
AF: Tres Tomas (Ferreñafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)			
ENSAYO	UND	A. FINO	A. GRUESO
<i>P. ESPECIFICO DE MASA</i>	<i>gr/cm³</i>	<i>2.50</i>	<i>2.63</i>
<i>% DE ABSORCIÓN</i>	<i>%</i>	<i>0.68</i>	<i>0.83</i>
<i>CONTENIDO DE HUMEDAD</i>	<i>%</i>	<i>0.41</i>	<i>0.51</i>
<i>MODULO DE FINEZA</i>	<i>-</i>	<i>2.83</i>	<i>---</i>
<i>TAMAÑO MÁX. NOMINAL</i>	<i>"</i>	<i>---</i>	<i>3/4"</i>
<i>P. UNIT. COMPACTADO</i>	<i>kg/m³</i>	<i>1785</i>	<i>1522</i>
<i>P. UNIT. SUELTO</i>	<i>kg/m³</i>	<i>1581</i>	<i>1371</i>

Datos de la mezcla, considerando factores para resistencia promedio 294 kg/cm^2 , contenido de aire, relación a/c de 0.55 para 3-4" de asentamiento, volumen unitario del agua 205 L/m^3 y diferente peso específico del cemento para las diferentes marcas utilizadas.



Fig. 53: Dosificación de materiales. Fuente: Propia.

DM - Cemento Andino HS:**TABLA XXV**Diseño de Mezcla f'c 210 kg/cm³ – Cemento Andino HS

DISEÑO - ANDINO HS			
1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS		4. CORRECCION POR HUMEDAD	
CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.408	m ³
TOTAL	=	0.752	m ³
2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO		PESOS HUMEDOS A. FINO HUMEDO 623.01 kg/m ³ A. GRUESO HUMEDO 1078.02 kg/m ³ HUMEDAD SUPERFICIAL A. FINO -0.27 % A. GRUESO -0.32 % APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS A. FINO -1.68 lt/m ³ A. GRUESO -3.43 lt/m ³ AGUA EFECTIVA 210.11 lt	
VOLUMEN ABSOLUTO:	0.248	m ³	
PESO SECO:	620.47	kg/m ³	
3. VALORES DE DISEÑO		5. PESOS CORREGIDOS	
CEMENTO :	373.00	kg/m ³	
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt	
A. FINO SECO :	620.47	kg/m ³	
A. GRUESO SECO :	1072.55	kg/m ³	
			CEMENTO 373.00 kg/m ³ AGUA EFECTIVA 210.11 lt A. FINO HUMEDO 623.01 kg/m ³ A. GRUESO HUMEDO 1078.02 kg/m ³

DM - Cemento Inka HS:**TABLA XXVI**Diseño de Mezcla f'c 210 kg/cm³ – Cemento Inka HS

DISEÑO - INKA HS			
1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS		4. CORRECCION POR HUMEDAD	
CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.409	m ³
TOTAL	=	0.754	m ³
2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO		PESOS HUMEDOS A. FINO HUMEDO 619.56 kg/m ³ A. GRUESO HUMEDO 1081.65 kg/m ³ HUMEDAD SUPERFICIAL A. FINO -0.27 % A. GRUESO -0.32 % APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS A. FINO -1.67 lt/m ³ A. GRUESO -3.44 lt/m ³ AGUA EFECTIVA 210.11 lt	
VOLUMEN ABSOLUTO:	0.246	m ³	
PESO SECO:	617.03	kg/m ³	
3. VALORES DE DISEÑO		5. PESOS CORREGIDOS	
CEMENTO :	373.00	kg/m ³	
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt	
A. FINO SECO :	617.03	kg/m ³	
A. GRUESO SECO :	1076.16	kg/m ³	
			CEMENTO 373.00 kg/m ³ AGUA EFECTIVA 210.11 lt A. FINO HUMEDO 619.56 kg/m ³ A. GRUESO HUMEDO 1081.65 kg/m ³

DM – Cemento Pacasmayo MS:**TABLA XXVI**Diseño de Mezcla f'c 210 kg/cm³ – Cemento Pacasmayo MS

DISEÑO - PACASMAYO MS			
<i>1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS</i>		<i>4. CORRECCION POR HUMEDAD</i>	
CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.415	m ³
TOTAL	=	0.759	m ³
<i>2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO</i>		PESOS HUMEDOS	
VOLUMEN ABSOLUTO:		0.241	m ³
PESO SECO:		603.05	kg/m ³
<i>3. VALORES DE DISEÑO</i>		A. FINO HUMEDO	
CEMENTO :		373.00	kg/m ³
AGUA DE DISEÑO :		205.00	lt
A. FINO SECO :		603.05	kg/m ³
A. GRUESO SECO :		1090.85	kg/m ³
		A. GRUESO HUMEDO	
		605.52	kg/m ³
		HUMEDAD SUPERFICIAL	
		A. FINO	-0.27 %
		A. GRUESO	-0.32 %
		APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
		A. FINO	-1.63 lt/m ³
		A. GRUESO	-3.49 lt/m ³
		AGUA EFECTIVA	210.12 lt
		<i>5. PESOS CORREGIDOS</i>	
		CEMENTO	373.00 kg/m ³
		AGUA EFECTIVA	210.12 lt
		A. FINO HUMEDO	605.52 kg/m ³
		A. GRUESO HUMEDO	1096.42 kg/m ³

DM - Cemento Nacional HS:**TABLA XXVII**Diseño de Mezcla f'c 210 kg/cm³ – Cemento Nacional HS

DISEÑO - NACIONAL HS			
<i>1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS</i>		<i>4. CORRECCION POR HUMEDAD</i>	
CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.422	m ³
TOTAL	=	0.766	m ³
<i>2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO</i>		PESOS HUMEDOS	
VOLUMEN ABSOLUTO:		0.234	m ³
PESO SECO:		585.02	kg/m ³
<i>3. VALORES DE DISEÑO</i>		A. FINO HUMEDO	
CEMENTO :		373.00	kg/m ³
AGUA DE DISEÑO :		205.00	lt
A. FINO SECO :		585.02	kg/m ³
A. GRUESO SECO :		1109.79	kg/m ³
		A. GRUESO HUMEDO	
		587.42	kg/m ³
		HUMEDAD SUPERFICIAL	
		A. FINO	-0.27 %
		A. GRUESO	-0.32 %
		APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
		A. FINO	-1.58 lt/m ³
		A. GRUESO	-3.55 lt/m ³
		AGUA EFECTIVA	210.13 lt
		<i>5. PESOS CORREGIDOS</i>	
		CEMENTO	373.00 kg/m ³
		AGUA EFECTIVA	210.13 lt
		A. FINO HUMEDO	587.42 kg/m ³
		A. GRUESO HUMEDO	1115.45 kg/m ³

DM - Cemento Yura HS:**TABLA XXVIII**Diseño de Mezcla f'c 210 kg/cm³ – Cemento Nacional HS

DISEÑO - YURA HS				
1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS		4. CORRECCION POR HUMEDAD		
CEMENTO	=	0.120 m ³	PESOS HUMEDOS	
AGUA	=	0.205 m ³	A. FINO HUMEDO	557.12 kg/m ³
AIRE	=	0.020 m ³	A. GRUESO HUMEDO	1147.32 kg/m ³
A. GRUESO	=	0.434 m ³	HUMEDAD SUPERFICIAL	
TOTAL	=	0.778 m ³	A. FINO	-0.27 %
2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO		A. GRUESO		-0.32 %
VOLUMEN ABSOLUTO:		0.222 m ³	APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
PESO SECO:		554.85 kg/m ³	A. FINO	-1.50 lt/m ³
3. VALORES DE DISEÑO		A. GRUESO		-3.65 lt/m ³
CEMENTO :		373.00 kg/m ³	AGUA EFECTIVA	210.15 lt
AGUA DE DISEÑO :		205.00 lt	5. PESOS CORREGIDOS	
A. FINO SECO :		554.85 kg/m ³	CEMENTO	373.00 kg/m ³
A. GRUESO SECO :		1141.50 kg/m ³	AGUA EFECTIVA	210.15 lt
		A. FINO HUMEDO		557.12 kg/m ³
		A. GRUESO HUMEDO		1147.32 kg/m ³

Ensayo de resistencia a la compresión

Para determinar este ensayo a las muestras de concreto elaborado con los cinco tipos de cemento antisalitre, se emplearon probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, conforme a los requisitos establecidos en la NTP 339.034:2020. Las probetas fueron elaboradas inmediatamente después del mezclado de cada diseño de mezcla, en condiciones controladas de laboratorio, utilizando moldes metálicos previamente engrasados y vibrados mecánicamente para asegurar la adecuada compactación y eliminación de vacíos.

Una vez moldeadas, las probetas fueron cubiertas y almacenadas a temperatura ambiente durante las primeras 24 horas. Luego, se desmoldaron y se trasladaron a un tanque de curado con agua a temperatura constante de 23 ± 2 °C, permaneciendo allí hasta el momento del ensayo. Las evaluaciones de resistencia se realizaron a 4 edades distintas: 7, 14, 21 y 28 días, con el fin de observar la evolución de la resistencia mecánica en función del tiempo de hidratación del cemento.

El ensayo consistió en aplicar una carga axial uniaxial creciente mediante una prensa hidráulica universal, calibrada y certificada, hasta alcanzar la rotura del espécimen. La carga máxima soportada se registró automáticamente y fue dividida entre el área transversal de la probeta para obtener los resultados en unidades de kg/cm². Para cada edad y tipo de cemento se ensayaron tres probetas, y se consideró el promedio de los resultados como valor representativo, descartando cualquier muestra con desviación anormal según lo indicado por la norma.

Este ensayo permitió evaluar y comparar la capacidad estructural del concreto producido con cada tipo de cemento, siendo un parámetro fundamental para analizar su desempeño físico-mecánico dentro del contexto de durabilidad.



Fig. 54-55: Preparación de Muestras (Probetas de Concreto). Fuente: Propia.



Fig. 55-56: Preparación de Muestras (Probetas de Concreto). Fuente: Propia.



Fig. 57-59: Ensayo resistencia a la compresión. Fuente: Propia.

Ensayo de Expansión por ataque a sulfatos

El ensayo se desarrolló considerando los criterios de las normas ASTM C1012 y ASTM C157, utilizando viguetas de concreto de $7.5\text{ cm} \times 7.5\text{ cm} \times 28.5\text{ cm}$ para cada tipo de cemento. Las viguetas fueron curadas en agua durante 28 días y luego se midió su longitud inicial con un comparador de longitudes digital, empleando pernos metálicos embebidos en sus extremos.

Posteriormente, las muestras fueron sumergidas en una solución de sulfato de sodio al 5 %, que se renovó periódicamente. Se realizaron mediciones de expansión a los 7, 14, 21 y 28 días de inmersión, y se calculó el porcentaje de expansión respecto a la longitud original.

Este ensayo permitió evaluar el efecto del ataque químico de sulfatos sobre la estabilidad dimensional del concreto, comparando el comportamiento de los diferentes tipos de cemento antisalitre.



Fig. 60-61: Ensayo resistencia a la compresión. Fuente: Propia.



Fig. 62-63: Preparación de moldes y viguetas para ataque a sulfatos. Fuente: Propia.



Fig. 64: Exposición a Sulfatos para posterior medida. Fuente: Propia.



Fig. 65: Toma de medidas con el equipo comparador. Fuente: Propia.

Ensayo de Resistividad Eléctrica

Para la medición del ensayo, se realizó conforme a la norma UNE 12390-19:2023, utilizando probetas cilíndricas de concreto de 15 cm × 30 cm, previamente curadas en agua durante 28 días.

Para la medición se empleó un equipo de resistividad eléctrica tipo Wenner de cuatro electrodos, el cual determina la resistividad superficial del concreto mediante la aplicación de una corriente eléctrica alterna a través de los electrodos exteriores y la medición de la diferencia de potencial entre los electrodos interiores.

El equipo está conformado por cuatro puntas metálicas alineadas y equidistantes, conectadas a un dispositivo digital que registra los valores de resistividad en unidades de ohm·metro ($\Omega \cdot m$).

Los parámetros considerados para la medición fueron los siguientes:

- Separación entre electrodos constante (generalmente 50 mm).
- Aplicación de corriente eléctrica alterna de baja intensidad (1 mA y 10 mA).
- Superficie del concreto en condición saturada superficialmente seca (SSD).
- Realización de múltiples lecturas por probeta para obtener un valor promedio representativo.

Cada medición se realizó colocando el equipo sobre la superficie húmeda de la probeta en diferentes puntos y se registraron los valores en ohmios-metro ($\Omega \cdot m$). Se obtuvo un promedio por muestra a partir de tres lecturas por probeta. Este ensayo permitió evaluar la capacidad del concreto para resistir el ingreso de agentes agresivos y el nivel de corrosión exponencial, ya que una mayor resistividad eléctrica se asocia con mejor durabilidad.

El equipo de resistividad eléctrica tipo Wenner de cuatro electrodos fue calibrado previamente a la ejecución de los ensayos, siguiendo las recomendaciones del fabricante y lo establecido en la norma UNE-EN 12390-19:2023.

La calibración consistió en la verificación del equipo mediante el uso de un patrón de resistencia conocido, comprobando que las lecturas obtenidas se encuentren dentro del rango de tolerancia permitido. Asimismo, se verificó la correcta separación entre electrodos ($a = 50$ mm), la alineación de las puntas metálicas y el adecuado funcionamiento del sistema de medición digital.

Adicionalmente, antes de cada sesión de ensayo se realizó una verificación operativa del equipo, asegurando la estabilidad de las lecturas y el correcto contacto de los electrodos con la superficie del concreto en condición saturada superficialmente seca (SSD).

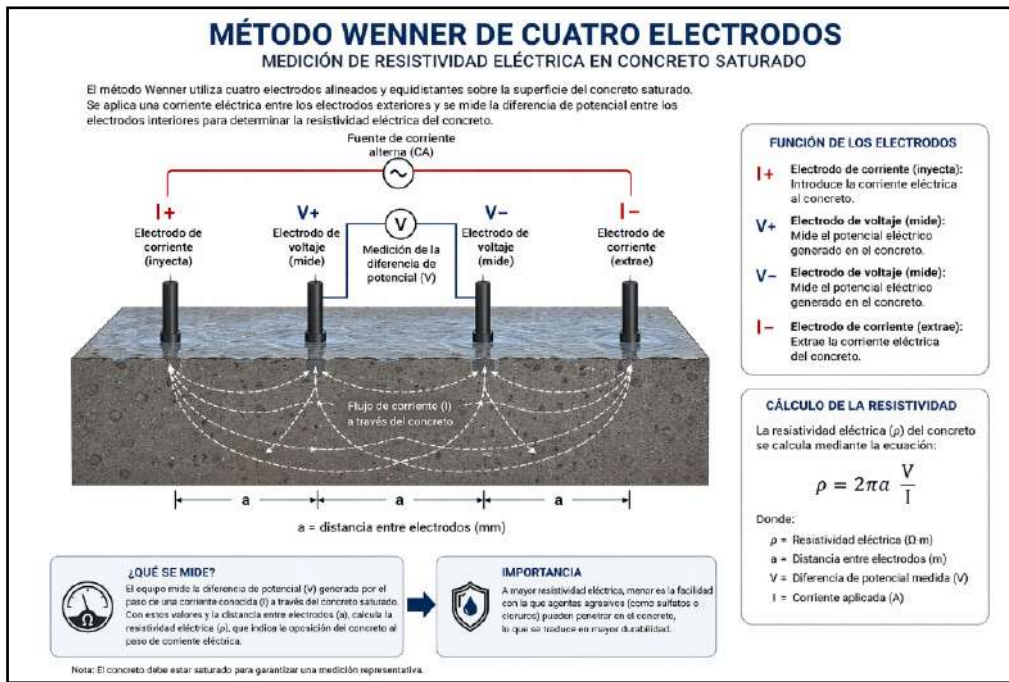


Fig. 66: Esquema de mecanismo de medición Método Wenner 04 electrodos. Fuente: Propia.

TABLA XXIX

Resistividad Eléctrica vs. Nivel de corrosión

Resistividad (ohm·m)	Nivel de corrosión potencial
> 200	Muy baja probabilidad
100 – 200	Baja probabilidad
50 – 100	Moderada
< 50	Alta probabilidad

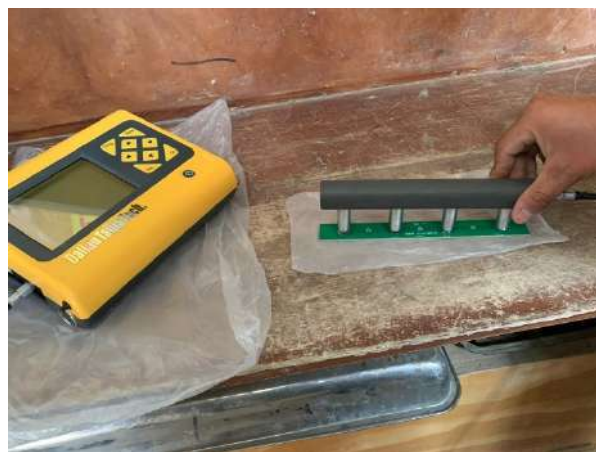


Fig. 67: Calibración del equipo (Almohadillas de alambre - 4 puntas). Fuente: Propia.



Fig. 68: Ensayo Resistividad Eléctrica. Fuente: Propia.

Ensayo de Tiempo de Fraguado por Resistencia a la penetración

El ensayo de tiempo de fraguado del concreto se llevó a cabo siguiendo la norma NTP 339.082:2021, equivalente a la ASTM C403, que establece el método de determinación del fraguado mediante la resistencia a la penetración. Se utilizó una muestra de concreto fresco vertida en un balde plástico de fondo plano, asegurando que la superficie superior quedara nivelada para realizar las mediciones.

El procedimiento consistió en aplicar un penetrómetro de aguja normalizada sobre la superficie del concreto, midiendo la presión necesaria para lograr una penetración estándar. Las lecturas se realizaron a intervalos de tiempo regulares desde el momento del mezclado, hasta que el concreto alcanzó 500 psi (3.5 MPa), correspondiente al fraguado inicial, y 4000 psi (27.6 MPa), correspondiente al fraguado final. Cada medición fue registrada junto con el tiempo exacto transcurrido desde la mezcla.

Este ensayo permitió comparar el comportamiento del fraguado entre los distintos tipos de cemento antisalitre, lo cual es importante para evaluar su influencia en el tiempo de trabajabilidad, programación de vaciados y aplicación de curado. Diferencias en el tiempo de fraguado pueden estar asociadas a la composición química del cemento, particularmente al contenido de aluminatos y a la presencia de adiciones minerales.



Fig. 69-71: Ensayo Tiempo de Fraguado. Fuente: Propia.

Ensayo de Expansión alcalí – agregados

El ensayo de expansión alcalí–agregado se realizó con base en la norma ASTM C1567, utilizando el método acelerado para evaluar la reactividad potencial de los agregados frente a álcalis presentes en el cemento. Para ello, se elaboraron barras de mortero con dimensiones de 25 mm × 25 mm × 285 mm, empleando los cinco tipos de cemento antisalitre seleccionados y el mismo agregado reactivo en todas las muestras, a fin de mantener constante la variable dependiente.

Las barras fueron moldeadas en condiciones controladas de laboratorio, curadas durante 24 horas en cámara húmeda, y luego sumergidas durante 14 días en agua a 80 °C. Posteriormente, se trasladaron a una solución de hidróxido de sodio (NaOH 1N) a la misma temperatura, donde permanecieron sumergidas durante un periodo total de 28 días. La longitud inicial de cada barra fue medida con un comparador mecánico de longitudes, utilizando topes metálicos embebidos en los extremos de las probetas.

Las mediciones de expansión se realizaron a los 3, 7, 14, 21 y 28 días, calculando el porcentaje de variación dimensional respecto a la longitud inicial. Este ensayo permitió identificar la susceptibilidad de cada tipo de cemento a la formación de geles expansivos producto de la reacción entre álcalis del cemento y sílice reactiva del agregado, lo cual es un factor crítico para la durabilidad a largo plazo del concreto.



Fig. 72: Moldes para barras alcalí sílice. Fuente: Propia.



Fig. 73: Moldes para barras alcalí sílice. Fuente: Propia.



Fig. 74: Toma de medidas con el equipo comparador. Fuente: Propia.

Resultados y discusión

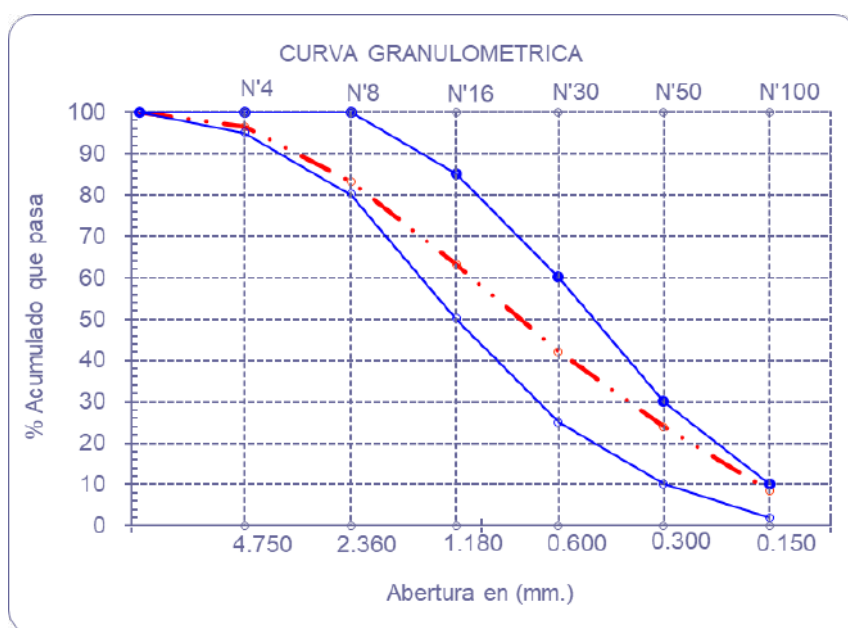
Ensayo de Granulometría (NTP 400.012) – Agregado Fino.

A partir del tamizado por las diferentes mallas se establece el peso y % retenido, como también el % acumulado retenido y que pasa. De acuerdo a ello se determina el módulo de fineza siendo 2.831. Al mismo tiempo se consideran las dimensiones (mm) de cada malla y el % acumulado que pasa para poder determinar la curva granulométrica, en este caso sí cumple ya que se encuentra dentro de las especificaciones mínimas y máximas. Por lo tanto, el agregado fino se encuentra apto para el diseño de mezcla.

TABLA XXX

Resultados Granulometría de Agregado Fino – Curva Granulométrica

Cantera	: Cantera La Victoria-Pátapo.	P. Inicial H.	606.4	% de Humedad =	1.06		
		P. Inicial S.	600.0				
Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 04	4.750	21.75	3.62	3.62	96.38	95	100
Nº 08	2.360	79.43	13.24	16.86	83.14	80	100
Nº 16	1.180	120.37	20.06	36.92	63.08	50	85
Nº 30	0.600	126.40	21.07	57.99	42.01	25	60
Nº 50	0.300	108.71	18.12	76.11	23.89	10	30
Nº 100	0.150	92.72	15.45	91.56	8.44	2	10
Fondo		50.63	8.44	100.00	0.00		
Módulo de Fineza				2.831			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Ensayo de Granulometría (NTP 400.012) – Agregado Grueso.

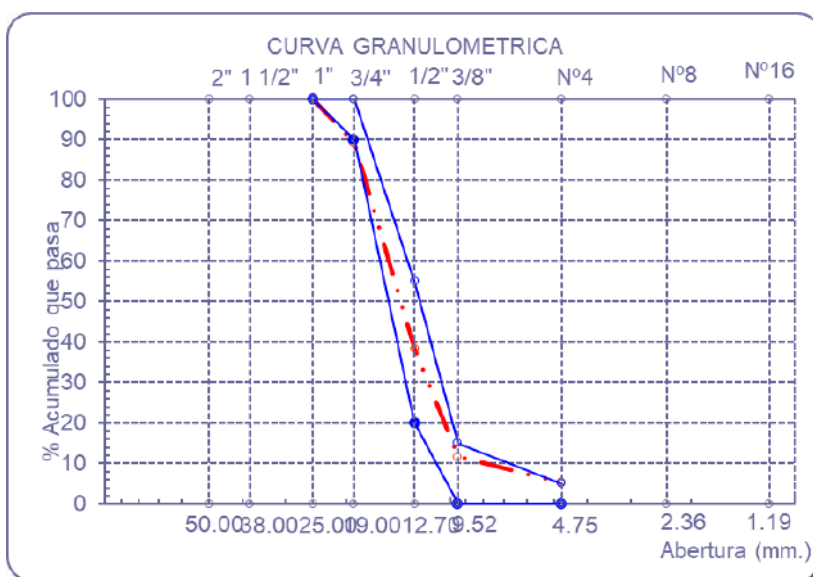
A partir del tamizado por las diferentes mallas se establece el peso retenido, el % retenido, el % acumulado retenido y el % acumulado que pasa. De acuerdo a ello se determina el Tamaño Máximo 1" y el Tamaño Máximo Nominal 3/4". De igual manera, se consideran las dimensiones (mm) de cada malla y el % acumulado que pasa para poder determinar la curva granulométrica, en este caso sí cumple ya que se encuentra dentro de las especificaciones HUSO 56. Por lo tanto, el agregado grueso sí está apto para realizar el diseño de mezcla de concreto.

TABLA XXXI

Resultados Granulometría de Agregado Grueso – Curva Granulométrica

Cantera : Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe. P. Inicial H. 3015.04 % de Humedad = 0.80
P. Inicial S. 2991

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
3/4"	19.00	321.1	10.7	10.7	89.3	100.0	100.0
1/2"	12.70	1522.1	50.9	61.6	38.4	90.0	100.0
3/8"	9.52	798.6	26.7	88.3	11.7	40.0	70.0
Nº 04	4.75	191.8	6.4	94.7	5.3	0.0	15.0
Nº 08	2.36	91.6	3.1	97.8	2.2	0.0	5.0
Nº 16	1.19	57.0	1.9	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		8.8	0.3	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Ensayo de Peso Unitario (NTP 400.017) – Agregado Fino Suelto y Compactado

P. Unitario Agregado Fino (Suelto):

Para una probeta de 150 x 300 mm se considera 0.00548 m³ de volumen, por lo tanto, se obtiene el valor del peso unitario suelto seco 1581 kg/m³.

TABLA XXXII

Resultados Peso Unitario Agregado Fino Suelto

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8827	8691
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8827	8691
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1611	1586
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1581	

P. Unitario Agregado Grueso (Suelto):

Para una probeta de 150 x 300 mm se considera 0.00548 m³ de volumen, por lo tanto, se obtiene el valor del peso unitario suelto seco 1371 kg/m³.

TABLA XXXIII

Resultados Peso Unitario Agregado Grueso Suelto

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7683.0	7461.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7683	7461
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1402	1361
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1371	

P. Unitario Agregado Fino (Compactado):

Para una probeta de 150 x 300 mm se considera 0.00548 m³ de volumen, por lo tanto, se obtiene el valor del peso unitario suelto seco 1785 kg/m³.

TABLA XXXIV

Resultados Peso Unitario Agregado Fino Compactado

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9892.0	9884.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9892	9884
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1805	1804
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1785	

P. Unitario Agregado Grueso (Compactado):

Para una probeta de 150 x 300 mm se considera 0.00548 m³ de volumen, por lo tanto, se obtiene el valor del peso unitario suelto seco 1522 kg/m³.

TABLA XXXV

Resultados Peso Unitario Agregado Grueso Compactado

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8400.0	8410.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8400.0	8410.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1533	1535
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1522	

Ensayo de Peso Específico (N.T.P. 400.021) – Agregado Fino

El peso específico de masa se obtiene dividiendo el peso del agregado fino seco y la resta del volumen del frasco y el peso del agua. Por lo tanto, el valor resultado es 2.504 g/cm³. De igual manera, se calcula el porcentaje de absorción siendo 0.68 %.

TABLA XXXVI

Resultados Peso Específico Agregado Fino

II.- Resultados		
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.504
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.522
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.548
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.68

Ensayo de Peso Específico (N.T.P. 400.022) – Agregado Grueso

El peso específico de masa se obtiene dividiendo el peso de la muestra saturada dentro del agua y la resta del peso de la muestra superficialmente seca y el peso de la muestra secada en el horno. Por lo tanto, el valor resultado es 2.631 g/cm³. De igual manera, se calcula el porcentaje de absorción siendo 0.83 %.

TABLA XXXVII

Resultados Peso Específico Agregado Grueso

II.- Resultados		
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.631
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.653
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.690
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.83

Ensayo de Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185) – Agregado Fino

El contenido de humedad se obtiene de la división entre la diferencia del peso húmedo y el peso seco de la muestra considerando un factor de 100, por lo tanto, el valor resultado es 0.41% de contenido de humedad. El peso del recipiente se desprecia ya que se ha realizado la tara del equipo.

TABLA XXXVIII

Resultados Contenido de Humedad Agregado Fino

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700	700
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	697.15	697.15
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.41	0.41
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.41	

Ensayo de Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185) – Agregado Grueso

La humedad se obtiene de la división entre la diferencia del peso húmedo y el peso seco de la muestra considerando un factor de 100, por lo tanto, el valor resultado es 0.51% de contenido de humedad. El peso del recipiente se desprecia ya que se ha realizado la tara del equipo.

TABLA XXXIX

Resultados Contenido de Humedad Agregado Grueso

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1071.6	1071.6
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1066.2	1066.2
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.51	

Resultado final de diseño y peso para la tanda de ensayo utilizando el cemento Andino Ultra, en este caso para una probeta de 150 mm x 300 mm.

TABLA XL

Proporción Final y Corregida de Diseño de Mezcla – Andino Ultra

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO $f'c=$
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
1.00	1.670	2.890	0.563	lt/bol
1.00	1.586	3.164	23.94	

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO $f'c=$
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
1.00	1.824	2.736	0.563	lt/bol
1.00	1.900	2.850	23.94	

Resultado final de diseño y peso para la tanda de ensayo utilizando el cemento Inka HS, en este caso para una probeta de 150 mm x 300 mm.

TABLA XLI

Proporción Final y Corregida de Diseño de Mezcla – Inka HS

RESULTADOS

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
PROPORCION EN PESO $f'c=$	1.00	1.661	2.900	0.563	
PROPORCION EN VOLUMEN	1.00	1.577	3.175	23.94	lt/bol

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
PROPORCION EN PESO $f'c=$	1.00	1.824	2.737	0.563	
PROPORCION EN VOLUMEN	1.00	1.901	2.851	23.94	lt/bol

Resultado final de diseño y peso para la tanda de ensayo utilizando el cemento Pacasmayo MS, en este caso para una probeta de 150 mm x 300 mm.

TABLA XLII

Proporción Final y Corregida de Diseño de Mezcla – Pacasmayo MS

RESULTADOS

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
PROPORCION EN PESO $f'c=$	1.00	1.623	2.939	0.563	
PROPORCION EN VOLUMEN	1.00	1.541	3.218	23.94	lt/bol

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
PROPORCION EN PESO $f'c=$	1.00	1.825	2.738	0.563	
PROPORCION EN VOLUMEN	1.00	1.904	2.855	23.94	lt/bol

Resultado final de diseño y peso para la tanda de ensayo utilizando el cemento Nacional HS, en este caso para una probeta de 150 mm x 300 mm.

TABLA XLIII

Proporción Final y Corregida de Diseño de Mezcla – Nacional HS

RESULTADOS

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
PROPORCION EN PESO $f'c=$	1.00	1.575	2.990	0.563	
PROPORCION EN VOLUMEN	1.00	1.495	3.274	23.94	lt/bol

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
PROPORCION EN PESO $f'c=$	1.00	1.826	2.739	0.563	
PROPORCION EN VOLUMEN	1.00	1.908	2.861	23.94	lt/bol

Resultado final de diseño y peso para la tanda de ensayo utilizando el cemento Yura HS, en este caso para una probeta de 150 mm x 300 mm.

TABLA XLIV

Proporción Final y Corregida de Diseño de Mezcla – Yura HS

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO $f'c$ =
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
1.00	1.494	3.076	0.563	lt/bol
1.00	1.418	3.367	23.94	

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO $f'c$ =
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	
1.00	1.828	2.742	0.563	lt/bol
1.00	1.914	2.871	23.94	

Ensayo de asentamiento - Slump

Se obtuvo el valor del asentamiento de 5" con el diseño de mezcla realizado.



Fig. 75-76: Toma de medidas con el flexómetro. Fuente: Propia.

Ensayo de Resistencia a la Compresión (N.T.P. 339.034)

Los resultados obtenidos de las probetas de concreto elaborado con cinco tipos de cemento antisalitre evidencian un comportamiento diferenciado en función del tipo y marca de cemento.

TABLA XLV

Resultados Ensayos Resistencia a la Compresión $f'c$ 210 kg/cm² - (7, 14, 21 y 28 días)

Descripción $f'c=$ 210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	181.9	87		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	191.3	91	174	83
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	148.6	71		
INKA HS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	204.2	97		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	206.1	98	192	92
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	166.8	79		
PACASMAYO MS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	180.5	86		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	169.1	81	172	82
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	165.9	79		
NACIONAL HS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	169.3	81		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	155.2	74	169	81
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	182.9	87		
YURA HS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	97.3	46		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	91.3	43	97	46
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	101.7	48		

Descripción $f'c=$ 210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	212.2	101		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	195.2	93	202	96
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	200.0	95		
INKA HS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	247.6	118		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	177.1	84	238	113
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	289.5	138		
PACASMAYO MS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	209.1	100		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	229.5	109	213	101
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	199.3	95		
NACIONAL HS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	210.0	100		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	222.8	106	226	107
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	243.7	116		
YURA HS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	128.2	61		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	122.9	59	133	64
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	149.2	71		

Descripción $f'c=$ 210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	280.2	133		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	278.3	133	276	132
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	270.3	129		
INKA HS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	286.2	136		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	302.9	144	301	143
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	312.8	149		
PACASMAYO MS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	289.2	138		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	278.5	133	274	131
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	255.7	122		
NACIONAL HS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	241.8	115		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	263.8	126	256	122
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	262.0	125		
YURA HS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	134.2	64		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	149.8	71	140	67
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	137.4	65		

Descripción f'c= 210	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm2	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	259.4	124		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	230.8	110	240	114
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	230.8	110		
INKA HS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	246.9	118		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	289.7	138	262	125
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	248.9	119		
PACASMAYO MS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	250.8	119		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	252.9	120	244	116
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	227.6	108		
NACIONAL HS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	261.3	124		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	272.9	130	267	127
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	267.6	127		
YURA HS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	151.7	72		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	132.0	63	140	67
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	136.9	65		

Todos los cementos, excepto Yura HS, superaron ampliamente la resistencia de diseño fijada en $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al menos a los 28 días de curado, lo cual indica que cumplen con los requisitos estructurales básicos. No obstante, se identificaron diferencias técnicas significativas en la evolución y magnitud de la resistencia a lo largo del tiempo.

El cemento Inka HS fue el que presentó el mejor desempeño general, alcanzando 300.63 kg/cm^2 a los 21 días y 261.83 kg/cm^2 a los 28 días, siendo el único que superó los 300 kg/cm^2 antes de la cuarta semana. Este comportamiento sugiere una hidratación eficiente y una óptima relación de componentes activos. Le siguió el cemento Nacional HS, que alcanzó 267.27 kg/cm^2 a los 28 días, y el cemento Pacasmayo MS, con 243.77 kg/cm^2 , mostrando que incluso un cemento tipo MS puede tener un rendimiento comparable o superior a los HS, dependiendo de su composición y proceso de fabricación.

En contraste, el cemento Yura HS mostró una resistencia considerablemente menor, con apenas 140.20 kg/cm^2 a los 28 días, lo que representa un incremento de solo el 45 % respecto a los 7 días. Este bajo desarrollo de resistencia podría estar relacionado con una menor cantidad de fases reactivas o con factores de fabricación y finura del cemento, afectando su desempeño mecánico.

El cemento Andino HS mostró una resistencia intermedia, con 240.33 kg/cm^2 a los 28 días, reflejando una ganancia constante y progresiva. Comparando la evolución entre edades, se observa que el incremento más significativo en todos los cementos se produjo entre los 7 y 21 días, estabilizándose después.

En conclusión, los resultados evidencian que el tipo de cemento influye directamente en el desarrollo de resistencia a la compresión del concreto. A pesar de que todos los cementos, salvo uno, cumplen con los requerimientos normativos, el análisis comparativo revela que el

desempeño no es uniforme y debe ser cuidadosamente considerado según las exigencias del proyecto estructural o de durabilidad.

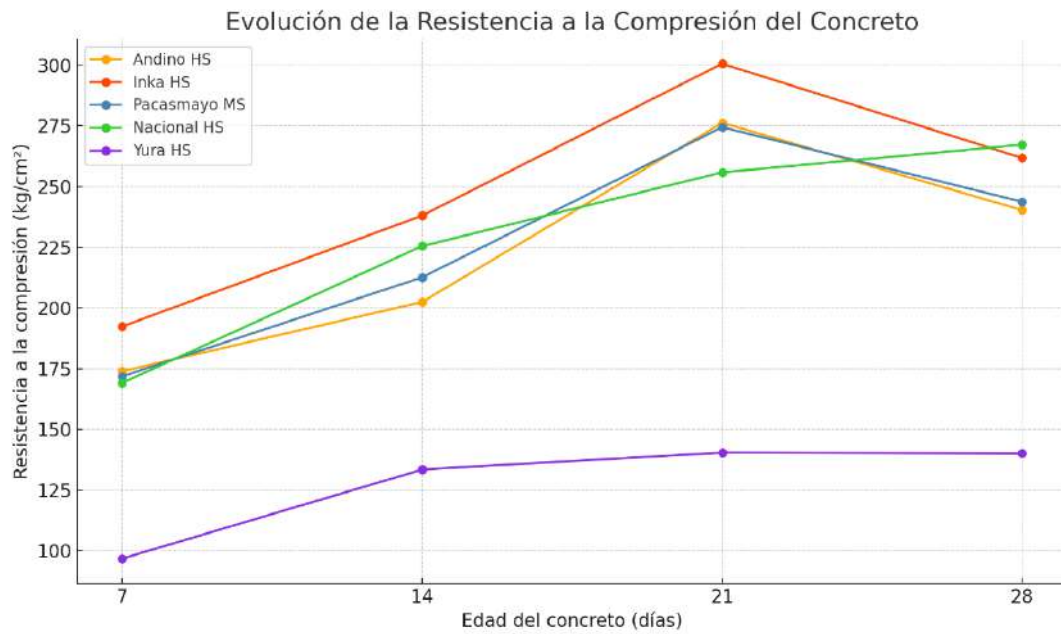


Fig. 77: Gráfica Comparativa evolutiva Resistencia a la Compresión (5 marcas de cemento). Fuente: Propia.

Ensayo de Expansión por Ataque de Sulfatos (ASTM C157 – ASTM C1012)

Los resultados del ensayo de expansión por ataque a sulfatos evidencian diferencias sustanciales en el comportamiento dimensional del concreto frente a un medio agresivo, atribuibles al tipo y características del cemento utilizado. Al final de las 4 semanas de exposición a sulfato de sodio al 5 %, todos los cementos presentaron expansión, pero en grados variables.

TABLA XLVI

Resultados Ensayo Expansión por Sulfatos – Andino HS.

CEMENTO ANDINO HS				
Barras	M1	M2	M3	
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)	
Lectura inicial	5.381	5.640	5.678	
Semana 1	5.456	5.682	5.730	
Semana 2	5.510	5.735	5.798	
Semana 3	5.538	5.761	5.837	
Semana 4	5.654	5.885	5.963	
Lectura de referencia	1.730			

Barras	M1	M2	M3	
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)	
Lectura inicial	3.651	3.910	3.948	
Semana 1	3.726	3.952	4.000	
Semana 2	3.780	4.005	4.068	
Semana 3	3.808	4.031	4.107	
Semana 4	3.924	4.155	4.233	
Longitud nominal del calibre	285			

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.026%	0.015%	0.018%	0.020%
Semana 2	0.045%	0.033%	0.042%	0.040%
Semana 3	0.055%	0.042%	0.056%	0.051%
Semana 4	0.096%	0.086%	0.100%	0.094%

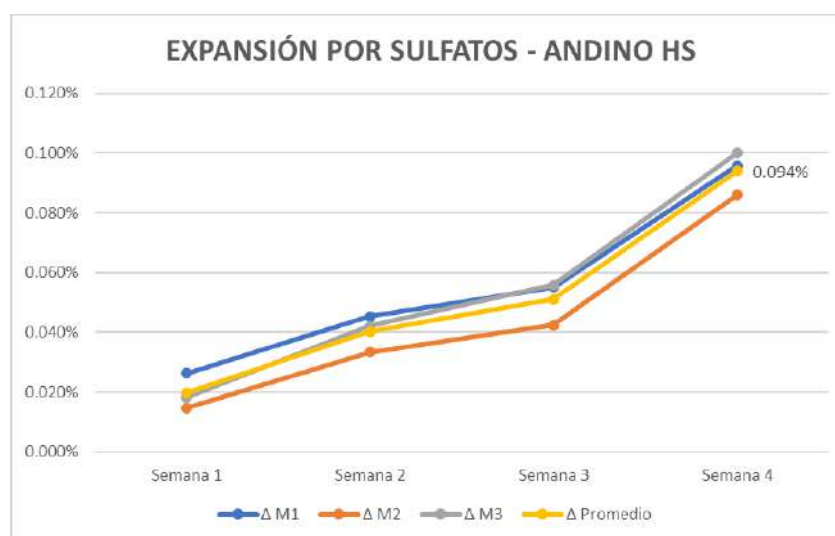


Fig. 78: Gráfico Comparativa Expansión por Sulfatos (Andino HS). Fuente: Propia.

TABLA XLVII

Resultados Ensayo Expansión por Sulfatos – Inka HS.

CEMENTO INKA HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	5.486	5.775	5.789
Semana 1	5.563	5.793	5.842
Semana 2	5.618	5.847	5.911
Semana 3	5.646	5.873	5.951
Semana 4	5.764	6.000	6.080
Lectura de referencia	1.730		

Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	3.756	4.045	4.059
Semana 1	3.833	4.063	4.112
Semana 2	3.888	4.117	4.181
Semana 3	3.916	4.143	4.221
Semana 4	4.034	4.270	4.350
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.027%	0.006%	0.019%	0.017%
Semana 2	0.046%	0.025%	0.043%	0.038%
Semana 3	0.056%	0.034%	0.057%	0.049%
Semana 4	0.098%	0.079%	0.102%	0.093%

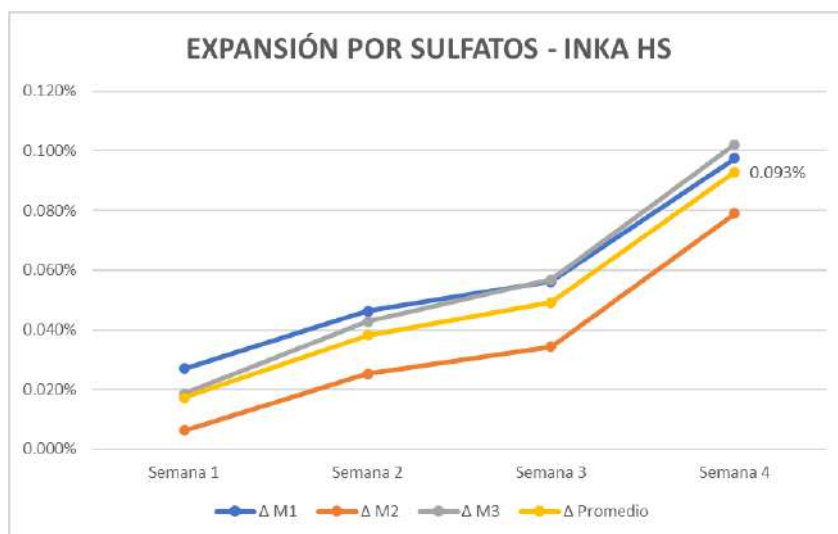


Fig. 79: Gráfico Comparativa Expansión por Sulfatos (Inka HS). Fuente: Propia.

TABLA XLVIII

Resultados Ensayo Expansión por Sulfatos – Pacasmayo MS.

CEMENTO PACASMAYO MS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	3.931	6.069	3.727
Semana 1	4.112	6.162	3.783
Semana 2	4.150	6.198	3.837
Semana 3	4.186	6.227	3.887
Semana 4	4.222	6.311	4.023
Lectura de referencia	1.730		

Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	2.201	4.339	1.997
Semana 1	2.382	4.432	2.053
Semana 2	2.420	4.468	2.107
Semana 3	2.456	4.497	2.157
Semana 4	2.492	4.581	2.293
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.064%	0.033%	0.020%	0.039%
Semana 2	0.077%	0.045%	0.039%	0.054%
Semana 3	0.089%	0.055%	0.056%	0.067%
Semana 4	0.102%	0.085%	0.104%	0.097%

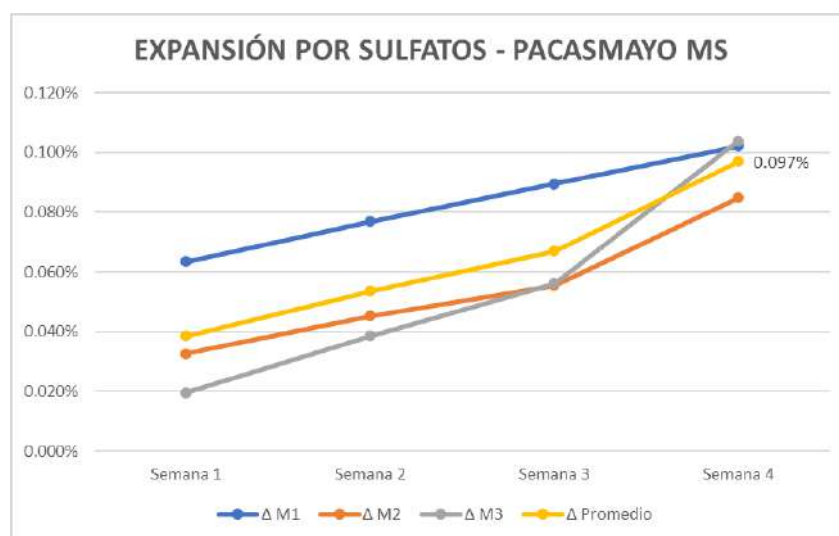


Fig. 80: Gráfico Comparativa Expansión por Sulfatos (Pacasmayo MS). Fuente: Propia.

TABLA XLVIII

Resultados Ensayo Expansión por Sulfatos – Nacional HS.

CEMENTO NACIONAL HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	5.173	5.422	5.459
Semana 1	5.246	5.463	5.509
Semana 2	5.298	5.514	5.574
Semana 3	5.324	5.539	5.612
Semana 4	5.436	5.658	5.733
Lectura de referencia	1.730		

Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	3.443	3.692	3.729
Semana 1	3.516	3.733	3.779
Semana 2	3.568	3.784	3.844
Semana 3	3.594	3.809	3.882
Semana 4	3.706	3.928	4.003
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.026%	0.014%	0.018%	0.019%
Semana 2	0.044%	0.032%	0.040%	0.039%
Semana 3	0.053%	0.041%	0.054%	0.049%
Semana 4	0.092%	0.083%	0.096%	0.090%

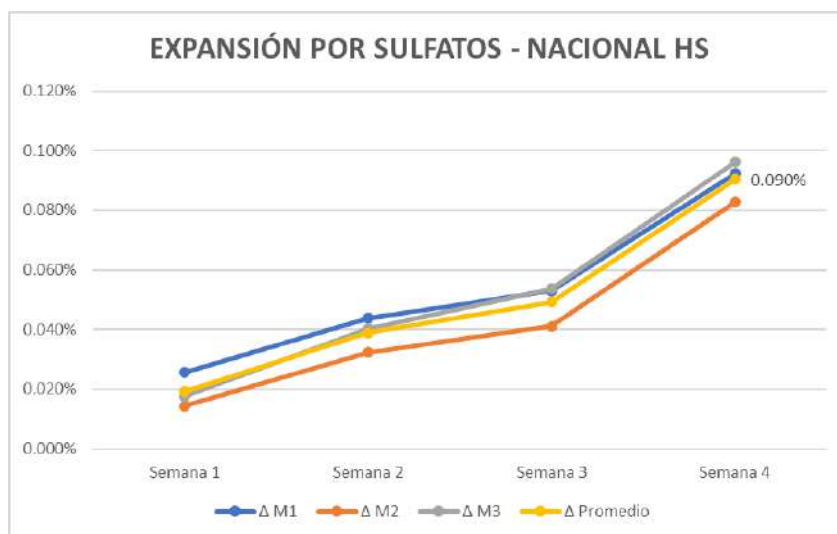


Fig. 81: Gráfico Comparativa Expansión por Sulfatos (Nacional HS). Fuente: Propia.

TABLA XLIX

Resultados Ensayo Expansión por Sulfatos – Yura HS.

CEMENTO YURA HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	5.871	6.154	6.196
Semana 1	5.954	6.200	6.252
Semana 2	6.013	6.258	6.326
Semana 3	6.043	6.286	6.369
Semana 4	6.169	6.421	6.507
Lectura de referencia	1.730		
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	4.141	4.424	4.466
Semana 1	4.224	4.470	4.522
Semana 2	4.283	4.528	4.596
Semana 3	4.313	4.556	4.639
Semana 4	4.439	4.691	4.777
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.029%	0.016%	0.020%	0.022%
Semana 2	0.050%	0.036%	0.046%	0.044%
Semana 3	0.060%	0.046%	0.061%	0.056%
Semana 4	0.105%	0.094%	0.109%	0.102%

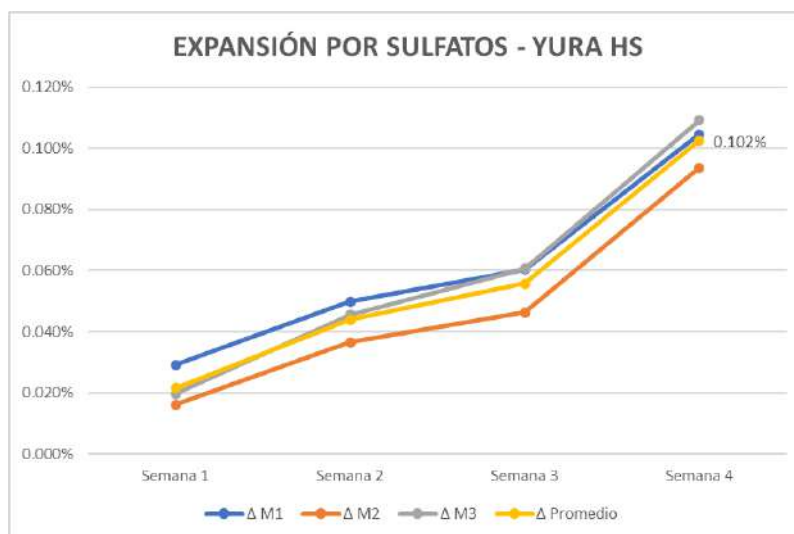


Fig. 82: Gráfico Comparativa Expansión por Sulfatos (Yural HS). Fuente: Propia.

El cemento Pacasmayo MS registró la mayor expansión acumulada con 0.097 %, seguido por Andino HS (0.094 %), Inka HS (0.093 %), y Nacional HS (0.090 %). Estos valores se aproximan al límite de referencia de 0.10 % establecido por la ASTM C1012 para identificar un concreto susceptible a deterioro por sulfatos, aunque sin sobrepasarlo. Este comportamiento indica una leve tendencia a desarrollar productos expansivos como etringita secundaria y gipsita, resultado de la reacción del ion sulfato con los aluminatos del cemento.

En contraste, el cemento Yura HS mostró una expansión máxima de 0.102 %, superando ligeramente el umbral normativo, lo cual podría indicar una mayor vulnerabilidad a ambientes sulfatados. Este comportamiento puede estar asociado a una mayor cantidad de aluminatos reactivos o una menor resistencia química del C-S-H frente a sulfatos.

A pesar de que todos los cementos se clasifican como tipo HS (alta resistencia a los sulfatos) o MS (moderada), los resultados demuestran que las propiedades de resistencia al ataque químico pueden variar significativamente entre marcas comerciales, lo que evidencia la importancia de ensayos comparativos antes de la selección para obras expuestas a este tipo de agresión. En general, aunque la mayoría de los cementos se mantuvieron por debajo del umbral de deterioro crítico, el análisis confirma que la clasificación técnica no siempre garantiza un desempeño uniforme frente a sulfatos.

Ensayo de Tiempo de Fraguado

La medición del tiempo de fraguado mediante resistencia a la penetración presenta 500 psi y 4000 psi para fraguado inicial y final respectivamente, según la NTP 339.082:2021, evidencia claras diferencias en la velocidad de endurecimiento entre los tipos de cemento antisalitre evaluados.

TABLA L

Resultados Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Andino Ultra.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:40	04:00	240	1 1/8	645	1	129.764	130
14:00	04:10	250	4/7	161	1/4	41.072	165
15:05	04:25	265	4/7	161	1/4	64.981	260
15:20	04:40	280	1/3	65	1/10	41.568	413
15:35	04:55	295	1/3	65	1/10	63.691	632
15:55	05:15	315	1/3	65	1/10	90.478	898
16:15	05:35	335	1/3	65	1/10	140.776	1397
16:35	05:55	355	1/3	65	1/10	185.023	1836
16:55	06:15	375	1/4	32	1/20	125.558	2531
17:25	06:45	405	1/4	32	1/20	212.503	4284

Hora de Inicio:	10:40:00	am
Fraguado Inicial 500 PSI:	04:49	Horas
Fraguado Final 4000 PSI:	06:27	Horas

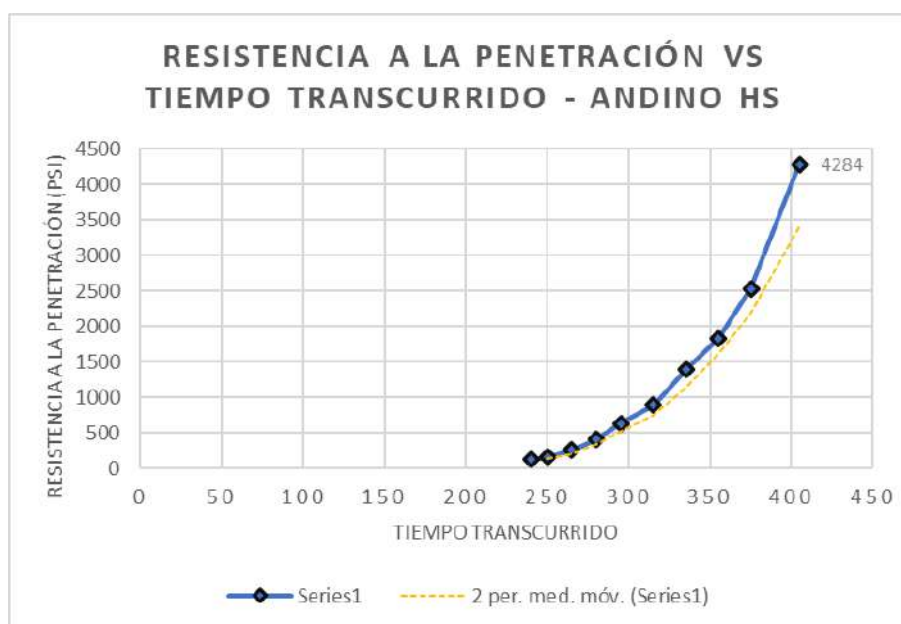


Fig. 83: Gráfico Resistencia a la penetración vs. Tiempo (Andino Ultra) . Fuente: Propia.

TABLA LI

Resultados Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Inka HS.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:15	03:55	235	1 1/8	645	1	129.538	130
16:30	04:10	250	4/7	161	1/4	61.470	246
16:50	04:30	270	4/7	161	1/4	69.324	278
17:05	04:45	285	4/7	161	1/4	112.259	450
17:15	04:55	295	1/3	65	1/10	59.125	587
17:40	05:20	320	1/3	65	1/10	90.582	899
18:00	05:40	340	1/3	65	1/10	120.323	1194
18:20	06:00	360	1/3	65	1/10	182.212	1809
18:55	06:35	395	1/4	32	1/20	148.387	2992
19:55	07:05	425	1/4	32	1/20	215.198	4339

Hora de Inicio:	12:20:00	pm
Fraguado Inicial 500 PSI:	04:51	Horas
Fraguado Final 4000 PSI:	06:46	Horas



Fig. 84: Gráfico Resistencia a la penetración vs. Tiempo (Inka HS) . Fuente: Propia.

TABLA LII

Resultados Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Pacasmayo MS.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:30	04:10	250	1 1/8	645	1	298.685	299
15:40	04:20	260	4/7	161	1/4	80.537	323
15:45	04:25	265	1/3	65	1/10	37.322	370
15:55	04:35	275	1/3	65	1/10	62.203	617
16:10	04:50	290	1/3	65	1/10	85.339	847
16:25	05:05	305	1/3	65	1/10	115.240	1144
16:30	05:10	310	1/4	32	1/20	60.785	1225
16:40	05:20	320	1/4	32	1/20	104.436	2106
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	127.790	2576
17:10	05:50	350	1/4	32	1/20	281.225	5670
17:15	05:55	355	1/6	16	1/40	160.310	6464

Hora de Inicio:	11:20:00	am
Fraguado Inicial 500 PSI:	04:32	Horas
Fraguado Final 4000 PSI:	05:41	Horas

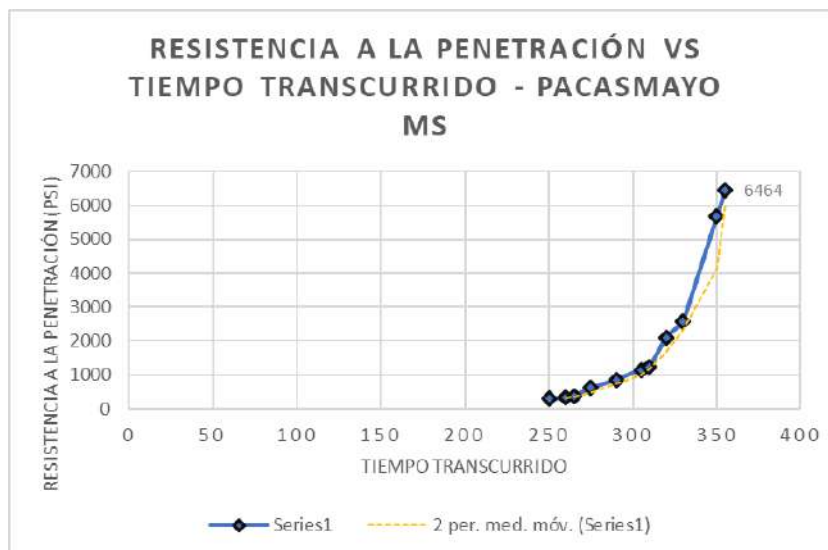


Fig. 85: Gráfico Resistencia a la penetración vs. Tiempo (Pacasmayo MS) . Fuente: Propia.

TABLA LIII

Resultados Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Nacional HS.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:00	03:40	220	1 1/8	645	1	50.596	51
15:30	04:10	250	4/7	161	1/4	43.552	175
16:00	04:40	280	1/3	65	1/10	51.886	515
16:20	05:00	300	1/3	65	1/10	72.521	720
16:35	05:15	315	1/3	65	1/10	102.283	1015
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	71.926	1450
17:05	05:45	345	1/4	32	1/20	98.910	1994
17:25	06:05	365	1/6	16	1/40	76.985	3104
17:50	06:30	390	1/6	16	1/40	113.097	4560

Hora de Inicio:	11:20:00	am
Fraguado Inicial 500 PSI:	04:47	Horas
Fraguado Final 4000 PSI:	06:08	Horas

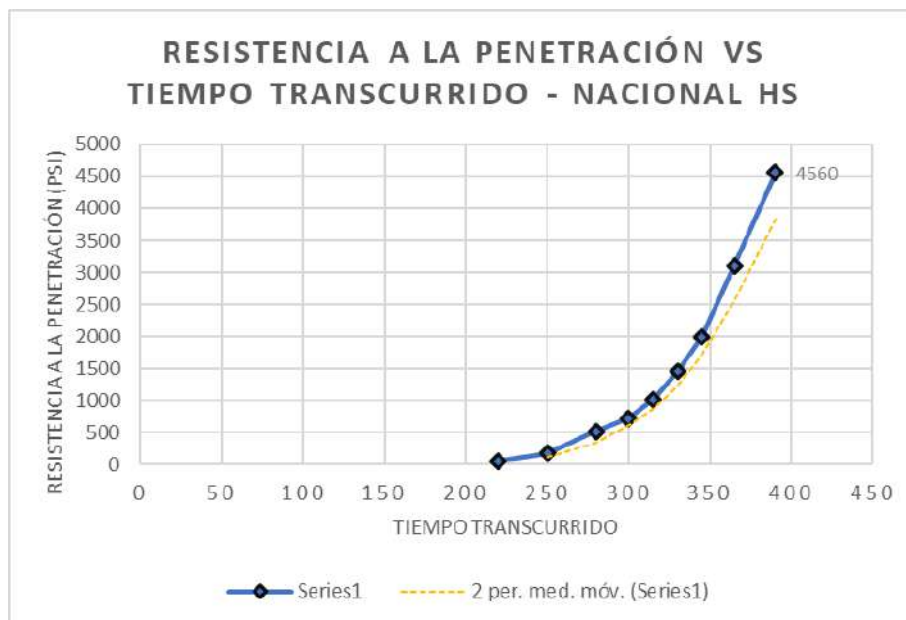


Fig. 86: Gráfico Resistencia a la penetración vs. Tiempo (Nacional HS) . Fuente: Propia.

TABLA LIV

Resultados Tiempo de Fraguado Inicial y Final – Yura HS.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:15	03:55	235	1 1/8	645	1	122.720	123
16:30	04:10	250	4/7	161	1/4	58.235	233
16:50	04:30	270	4/7	161	1/4	65.676	263
17:05	04:45	285	4/7	161	1/4	106.351	426
17:15	04:55	295	1/3	65	1/10	56.013	556
17:40	05:20	320	1/3	65	1/10	85.815	852
18:00	05:40	340	1/3	65	1/10	113.990	1131
18:20	06:00	360	1/3	65	1/10	172.622	1713
18:55	06:35	395	1/4	32	1/20	140.578	2834
19:55	07:05	425	1/4	32	1/20	203.872	4110

Hora de Inicio:	12:20:00	pm
Fraguado Inicial 500 PSI:	05:01	Horas
Fraguado Final 4000 PSI:	06:52	Horas

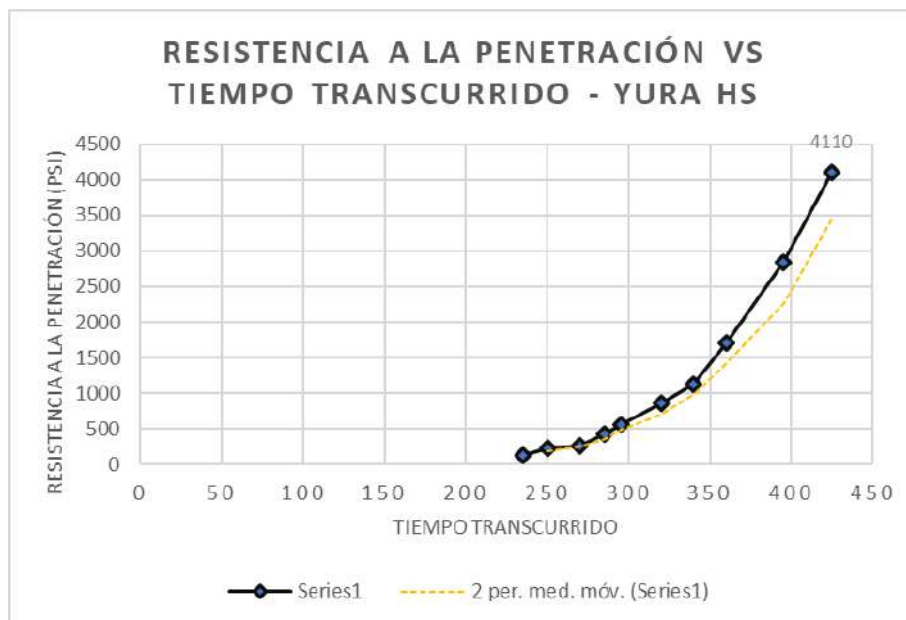


Fig. 87: Gráfico Resistencia a la penetración vs. Tiempo (Yura HS) . Fuente: Propia.

El cemento Pacasmayo MS presentó los valores más bajos tanto en el fraguado inicial (272 minutos) como en el final (341 minutos), indicando un proceso de hidratación acelerado. Esta rapidez puede estar vinculada a un contenido elevado de C_3A y una menor presencia de retardantes minerales. Su rápido fraguado puede ser útil para obras con necesidad de desmolde temprano o condiciones de alta humedad, pero también podría implicar un mayor riesgo de fisuración si no se aplican técnicas adecuadas de curado.

En el extremo opuesto, el cemento Yura HS mostró el fraguado más prolongado, con 301 minutos iniciales y 412 minutos finales, lo que sugiere una reacción más lenta de hidratación. Esto puede deberse a la inclusión de adiciones minerales tipo puzolanas o escorias, que suelen retrasar el fraguado y generar un desarrollo progresivo de resistencia. Aunque útil para controlar la trabajabilidad en climas cálidos o vaciados extensos, puede representar desventajas en obras que requieran ritmos acelerados de producción.

Los cementos Inka, Andino y Nacional, todos del tipo HS, presentaron tiempos intermedios con fraguados iniciales entre 287 y 291 minutos, y finales entre 368 y 406 minutos, mostrando un balance adecuado entre trabajabilidad y transición a rigidez. Estos resultados reflejan una buena compatibilidad entre los componentes del cemento y el agua de mezcla, favoreciendo un comportamiento controlado del concreto en estado plástico.

En conjunto, los resultados confirman que la velocidad de fraguado depende significativamente de la composición química del cemento, aun cuando todos sean comercialmente clasificados como resistentes a sulfatos. Por ello, es fundamental que los proyectos evalúen el comportamiento de fraguado en función de sus necesidades específicas de colocación, tiempo de manipulación y secuencia constructiva.

Resistividad eléctrica

Los valores de resistividad eléctrica del concreto, medidos a los 28 días según el método Wenner bajo la norma UNE 83988-2:2014, revelan diferencias claras en el nivel de protección que ofrece cada tipo de cemento frente al riesgo de corrosión de armaduras de acero. Según la tabla referencial, resistividades menores a $100 \Omega \cdot m$ se asocian a un riesgo alto de corrosión, entre 100 y $500 \Omega \cdot m$ a un riesgo moderado, de 500 a $1000 \Omega \cdot m$ a un riesgo bajo, y por encima de $1000 \Omega \cdot m$ el riesgo es despreciable.

TABLA LV

Resultados Resistividad Eléctrica ($\Omega \cdot m$) – Yura HS.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °C	Resistividad Eléctrica (k $\Omega \cdot cm$)
1	CEMENTO NACIONAL #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	11.70
2	CEMENTO NACIONAL #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	7.20
3	CEMENTO NACIONAL #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	6.80
4	CEMENTO PACASMAYO #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	12.60
5	CEMENTO PACASMAYO #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	15.80
6	CEMENTO PACASMAYO #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	13.00
7	CEMENTO YURA #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	6.60
8	CEMENTO YURA #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	6.60
9	CEMENTO YURA #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	5.90
10	CEMENTO INKA #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	7.50
11	CEMENTO INKA #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	6.80
12	CEMENTO INKA #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	6.60
13	CEMENTO ANDINO #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	8.30
14	CEMENTO ANDINO #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	9.60
15	CEMENTO ANDINO #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.50	12.10

PROMEDIO $\Omega \cdot m$	
CEMENTO NACIONAL HS	85.67
CEMENTO PACASMAYO MS	138.00
CEMENTO YURA	63.67
CEMENTO INKA	69.67
CEMENTO ANDINO	100.00

En ese contexto, el único cemento que logra superar los $100 \Omega \cdot m$ es Pacasmayo MS ($138.00 \Omega \cdot m$), clasificándose dentro del rango de riesgo moderado, lo que indica una aceptable resistencia a la penetración de humedad y agentes corrosivos, ideal para entornos costeros o expuestos a sales. El cemento Andino HS ($100.00 \Omega \cdot m$) se sitúa en el límite inferior de ese mismo rango, lo cual sugiere que con una adecuada relación agua/cemento y curado, también podría alcanzar un nivel similar de desempeño duradero.

Por el contrario, los cementos Nacional HS ($85.67 \Omega \cdot m$), Inka HS ($69.67 \Omega \cdot m$) y Yura HS ($63.67 \Omega \cdot m$) se ubican por debajo del umbral de $100 \Omega \cdot m$, clasificándose en un riesgo alto de corrosión, especialmente bajo condiciones de saturación prolongada o exposición a cloruros. Esta baja resistividad podría deberse a una mayor porosidad capilar, una hidratación incompleta, o una deficiente formación de la matriz de C-S-H, lo que facilita el paso de soluciones conductoras hacia las armaduras.

En conclusión, si bien todos los cementos cumplen con parámetros mecánicos mínimos, la resistividad eléctrica evidencia diferencias críticas en cuanto a su capacidad para garantizar la durabilidad de elementos estructurales en ambientes agresivos. Por tanto, este parámetro se consolida como una herramienta clave para seleccionar el tipo de cemento más adecuado en función de la durabilidad deseada del concreto armado.

Expansión Alcalí Agregado

TABLA LVI

Resultados Ensayo Expansión Alcalí Agregado – Andino Ultra.

CEMENTO ANDINO HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	2.314	5.853	1.983
3 DÍAS	2.378	5.927	2.053
7 DÍAS	2.399	5.964	2.075
14 DÍAS	2.428	5.967	2.087
28 DÍAS	2.432	5.982	2.103
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	0.0000	0.0000	0.0000
3 DÍAS	0.0640	0.0740	0.0700
7 DÍAS	0.0850	0.1110	0.0920
14 DÍAS	0.1140	0.1140	0.1040
28 DÍAS	0.1180	0.1290	0.1200
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
3 DÍAS	0.022%	0.026%	0.025%	0.024%
7 DÍAS	0.030%	0.039%	0.032%	0.034%
14 DÍAS	0.040%	0.040%	0.036%	0.039%
28 DÍAS	0.041%	0.045%	0.042%	0.043%

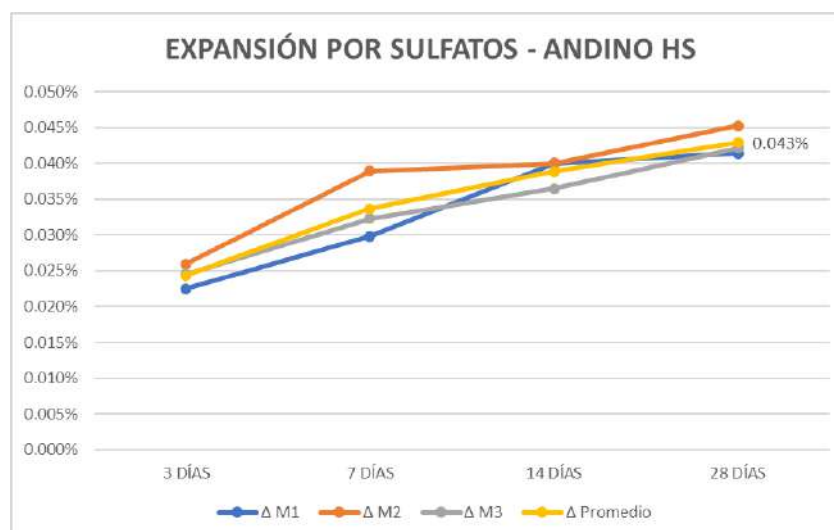


Fig. 88: Gráfico Evolutivo Expansión Alcalí Agregado (3, 7, 14 y 28 días) – Andino Ultra.

Fuente: Propia.

TABLA LVI

Resultados Ensayo Expansión Alcalí Agregado – Inka HS.

CEMENTO INKA HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	1.319	3.662	4.367
3 DÍAS	1.355	3.724	4.415
7 DÍAS	1.367	3.739	4.432
14 DÍAS	1.376	3.747	4.441
28 DÍAS	1.398	3.752	4.450
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	0.0000	0.0000	0.0000
3 DÍAS	0.0360	0.0620	0.0480
7 DÍAS	0.0480	0.0770	0.0650
14 DÍAS	0.0570	0.0850	0.0740
28 DÍAS	0.0790	0.0900	0.0830
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
3 DÍAS	0.013%	0.022%	0.017%	0.017%
7 DÍAS	0.017%	0.027%	0.023%	0.022%
14 DÍAS	0.020%	0.030%	0.026%	0.025%
28 DÍAS	0.028%	0.032%	0.029%	0.029%

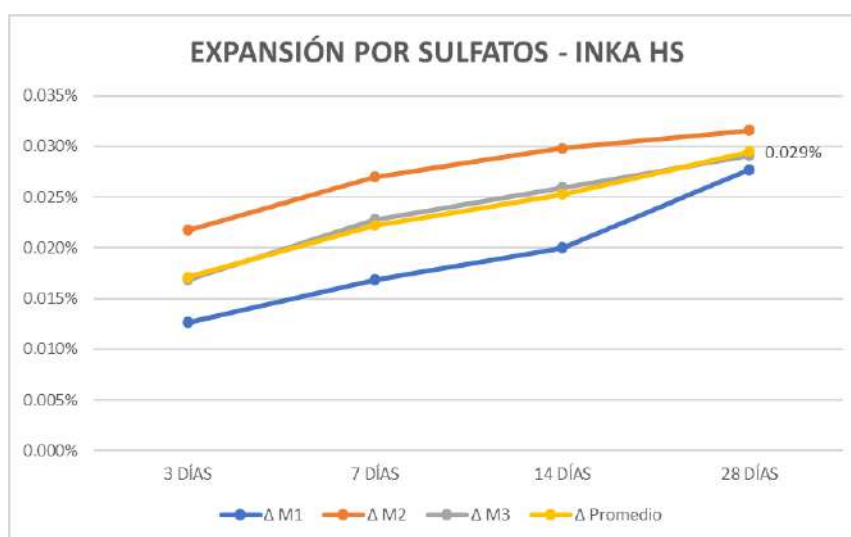


Fig. 89: Gráfico Evolutivo Expansión Alcalí Agregado (3, 7, 14 y 28 días) – Inka HS.

Fuente: Propia.

TABLA LVII

Resultados Ensayo Expansión Alcalí Agregado – Nacional HS.

CEMENTO NACIONAL HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	6.702	6.002	6.776
3 DÍAS	6.785	6.083	6.832
7 DÍAS	6.802	6.116	6.855
14 DÍAS	6.821	6.129	6.889
28 DÍAS	6.839	6.148	6.908
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	0.0000	0.0000	0.0000
3 DÍAS	0.0830	0.0810	0.0560
7 DÍAS	0.1000	0.1140	0.0790
14 DÍAS	0.1190	0.1270	0.1130
28 DÍAS	0.1370	0.1460	0.1320
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
3 DÍAS	0.029%	0.028%	0.020%	0.026%
7 DÍAS	0.035%	0.040%	0.028%	0.034%
14 DÍAS	0.042%	0.045%	0.040%	0.042%
28 DÍAS	0.048%	0.051%	0.046%	0.049%

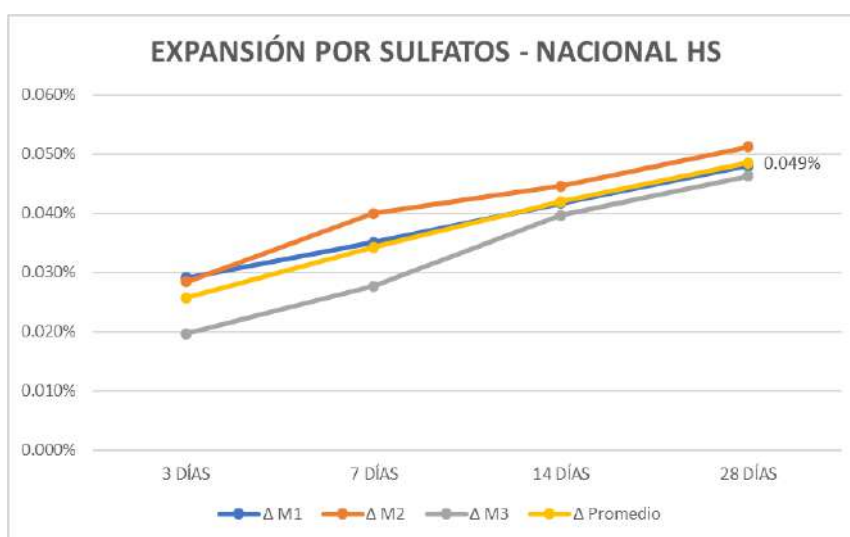


Fig. 90: Gráfico Evolutivo Expansión Alcalí Agregado (3, 7, 14 y 28 días) – Nacional HS.

Fuente: Propia.

TABLA LVIII

Resultados Ensayo Expansión Alcalí Agregado – Nacional HS.

CEMENTO PACASMAYO MS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	2.849	8.532	5.590
3 DÍAS	2.929	8.601	5.698
7 DÍAS	3.017	8.674	5.763
14 DÍAS	3.142	8.782	5.838
28 DÍAS	3.165	8.823	5.889
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	0.0000	0.0000	0.0000
3 DÍAS	0.0803	0.0693	0.1078
7 DÍAS	0.1683	0.1419	0.1727
14 DÍAS	0.2926	0.2508	0.2475
28 DÍAS	0.3157	0.2915	0.2992
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
3 DÍAS	0.028%	0.024%	0.038%	0.030%
7 DÍAS	0.059%	0.050%	0.061%	0.056%
14 DÍAS	0.103%	0.088%	0.087%	0.093%
28 DÍAS	0.111%	0.102%	0.105%	0.106%

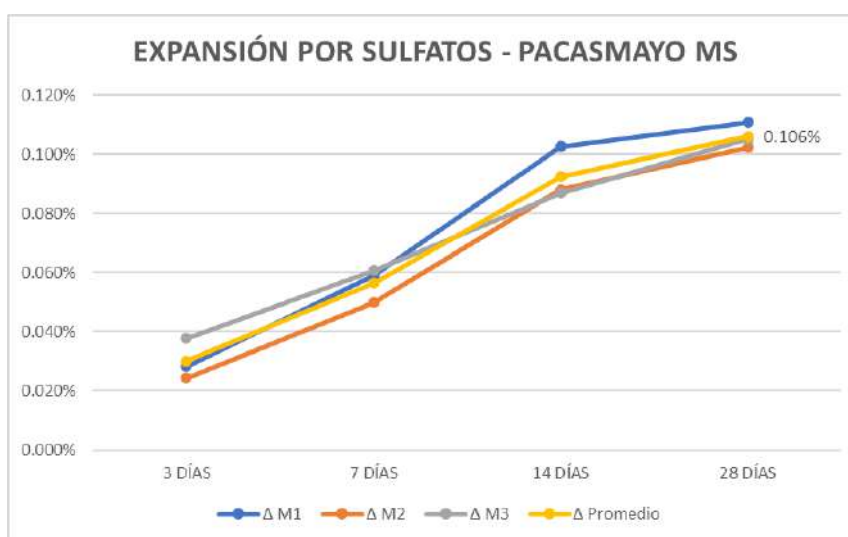


Fig. 91: Gráfico Evolutivo Expansión Alcalí Agregado (3, 7, 14 y 28 días) – Pacasmayo MS.

Fuente: Propia.

TABLA LVIX

Resultados Ensayo Expansión Alcalí Agregado – Yura HS.

CEMENTO YURA HS			
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	1.451	4.028	4.804
3 DÍAS	1.491	4.096	4.857
7 DÍAS	1.504	4.113	4.875
14 DÍAS	1.514	4.121	4.885
28 DÍAS	1.538	4.127	4.894
Barras	M1	M2	M3
Semanas	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial	0.0000	0.0000	0.0000
3 DÍAS	0.0400	0.0680	0.0530
7 DÍAS	0.0530	0.0850	0.0710
14 DÍAS	0.0630	0.0930	0.0810
28 DÍAS	0.0870	0.0990	0.0900
Longitud nominal del calibre	285		

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
3 DÍAS	0.014%	0.024%	0.019%	0.019%
7 DÍAS	0.019%	0.030%	0.025%	0.024%
14 DÍAS	0.022%	0.033%	0.028%	0.028%
28 DÍAS	0.031%	0.035%	0.032%	0.032%

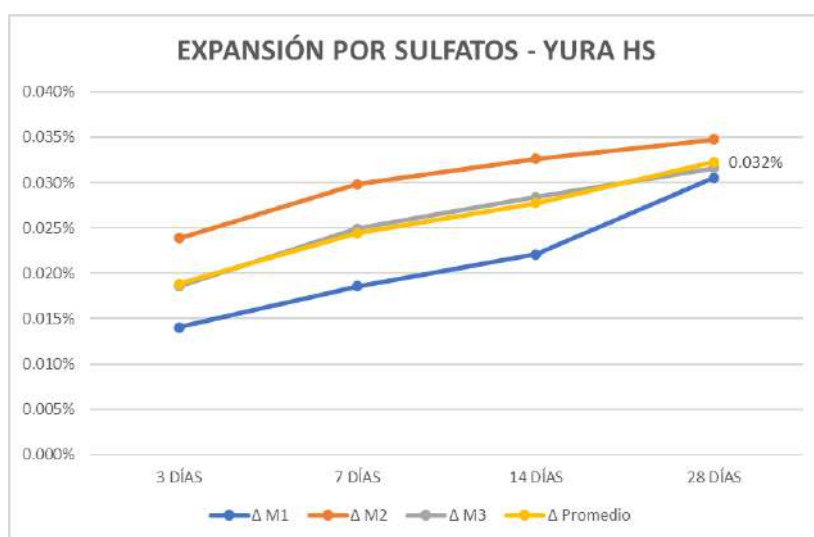


Fig. 92: Gráfico Evolutivo Expansión Alcalí Agregado (3, 7, 14 y 28 días) – Yura MS.

Fuente: Propia.

Los resultados obtenidos del ensayo de expansión por reacción álcali-agregado, conforme a la norma ASTM C1260, revelan un comportamiento diferenciado entre los cinco tipos de cemento evaluados. La norma establece como límite de inocuidad una expansión menor a 0.10% a los 14 días, considerándose potencialmente reactivo cualquier valor que lo supere. En este contexto, se observa que el cemento Pacasmayo MS alcanzó una expansión de 0.093% al día 14 y superó el límite en el día 28 con un valor de 0.106%, lo que evidencia una reactividad significativa que comprometería la durabilidad del concreto en ambientes susceptibles a reacciones álcali-sílice.

Por otro lado, los cementos Yura HS, Inka HS, Andino HS y Nacional HS mantuvieron sus niveles de expansión por debajo del umbral crítico a lo largo de los 28 días de medición. Nacional HS y Andino HS registraron valores de expansión máximos de 0.049% y 0.043%, respectivamente, a los 28 días, lo que los posiciona como materiales más estables frente al fenómeno expansivo. Inka HS y Yura HS, con expansiones de 0.029% y 0.032% respectivamente, mostraron también un buen desempeño, aunque con ligeras diferencias atribuibles posiblemente a su composición química o condiciones de molienda.

Estos resultados respaldan la hipótesis de que no todos los cementos rotulados como "HS" o "MS" ofrecen el mismo nivel de protección frente a la reacción álcali-agregado. La comparación experimental permite evidenciar que, si bien todos los cementos HS cumplieron con el límite normativo, el cemento tipo MS (Pacasmayo) presentó una expansión crítica que requeriría de medidas adicionales para su uso en ambientes reactivos.

Conclusiones

- Se determinó que la efectividad de los cementos antisalitre en el Perú varía significativamente según la marca, evidenciándose que los cementos Inka HS y Nacional HS presentan el mejor desempeño integral, al cumplir satisfactoriamente con los parámetros de resistencia mecánica, durabilidad frente a sulfatos, baja reactividad y adecuada resistividad eléctrica, mientras que el cemento Yura HS presentó el comportamiento menos favorable, especialmente en resistencia a la compresión y durabilidad. Estos resultados confirman la hipótesis planteada.
- Se logró diseñar y elaborar adecuadamente las probetas de concreto y mortero bajo condiciones controladas, manteniendo constante la resistencia de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), lo cual permitió que el tipo de cemento sea el único factor de variación en el análisis experimental, garantizando la confiabilidad de los resultados.
- Se determinó el tiempo de fraguado por método de resistencia a la penetración (NTP 339.082:2021), el cemento PACASMAYO MS mostró el fraguado más rápido, con 272 minutos hasta alcanzar 4000 PSI, mientras que el cemento YURA HS presentó el fraguado más prolongado (412 minutos). Esta variabilidad incide directamente en el control de tiempos de colocación y acabado en obra. Esto indica que el tipo de cemento influye directamente en la trabajabilidad del concreto.
- La evaluación de la resistencia a la compresión a las edades de 7, 14, 21 y 28 días permitió determinar diferencias significativas entre los cinco cementos analizados. El cemento INKA HS alcanzó el mayor valor a los 28 días (262 kg/cm^2), superando en un 25% la resistencia de diseño (210 kg/cm^2), lo que evidencia su alto rendimiento mecánico. En contraste, el cemento YURA HS mostró un desempeño considerablemente inferior, apenas alcanzando los 140 kg/cm^2 a los 28 días, lo que representa apenas un 67% de la resistencia especificada, evidenciando un bajo desempeño estructural, esto demuestra que no todos los cementos antisalitre garantizan resistencia adecuada.
- Se determinó que Inka HS, Nacional HS, Andino HS y Pacasmayo MS presentaron una expansión menor a 0.10%, cumpliendo con el límite normativo y evidenciando buen comportamiento frente al ataque de sulfatos. En contraste, el cemento Yura HS superó el

0.10% de expansión, mostrando mayor susceptibilidad al deterioro. Por lo tanto, los cementos Inka HS y Nacional HS presentan el mejor desempeño, mientras que Yura HS no es recomendable para ambientes con alta presencia de sulfatos.

- El ensayo de expansión por alcalí-agregado mostró que todos los cementos se mantuvieron dentro del límite máximo permisible de 0.10% a 28 días según ASTM C1260. El cemento PACASMAYO MS se ubicó más cerca del umbral (0.106%), mientras que INKA HS fue el que presentó menor expansión (0.029%), demostrando una mejor capacidad para mitigar la reactividad álcali-sílice.
- Se determinó en el ensayo de resistividad eléctrica según UNE 83988-2:2014, el cemento PACASMAYO MS obtuvo el valor más alto (138.00 $\Omega \cdot m$), clasificándose dentro del rango de “riesgo de corrosión moderado a bajo”. Por otro lado, el cemento YURA HS registró el valor más bajo (63.67 $\Omega \cdot m$), lo que lo posiciona en un rango de “riesgo alto de corrosión” para armaduras, comprometiendo la durabilidad del concreto a largo plazo.
- El análisis integral de los cinco cementos antisalitre (cuatro HS y uno MS) evidencia que, si bien todos cumplen con ciertos parámetros técnicos, el cemento INKA HS destaca como el de mayor desempeño general en términos de resistencia mecánica, comportamiento frente a sulfatos y menor expansión por alcalí-agregado, mientras que el cemento YURA HS presenta limitaciones significativas, especialmente en compresión y durabilidad.

Recomendaciones

- A la comunidad académica y a futuras investigaciones, se recomienda que se amplíe el periodo de evaluación de los especímenes, considerando edades mayores a 28 días, como 56, 90 y 180 días, debido a que varios mecanismos de deterioro vinculados a la durabilidad del concreto, especialmente el ataque de sulfatos y la evolución de la resistividad eléctrica, presentan un comportamiento más representativo en el mediano y largo plazo. Esto permitiría verificar si las tendencias observadas en la presente investigación se mantienen, se reducen o se acentúan con el tiempo.
- A la comunidad académica y a futuros investigadores en tecnología del concreto, se recomienda desarrollar estudios complementarios que evalúen el comportamiento de las mismas marcas de cemento antisalitre bajo diferentes relaciones agua/cemento y condiciones de curado, a fin de determinar en qué medida las variaciones en estos parámetros influyen sobre la resistencia a la compresión, la expansión por sulfatos y la resistividad eléctrica. Esta recomendación se plantea porque, si bien en la presente investigación se controlaron dichas condiciones para asegurar la comparación entre marcas, en la práctica estos factores pueden modificar significativamente el desempeño del concreto.
- A instituciones de investigación, laboratorios especializados y universidades, se recomienda incorporar en futuras investigaciones análisis químico y microestructural de los cementos y de los especímenes ensayados, mediante técnicas como difracción de rayos X (DRX) o microscopía electrónica de barrido (SEM), con el propósito de relacionar experimentalmente los resultados obtenidos con la composición mineralógica de cada cemento, especialmente en lo referido al contenido de C_3A , formación de etringita y productos de hidratación. Esto permitiría explicar con mayor profundidad por qué algunas marcas presentaron mejor comportamiento frente al ataque de sulfatos y otras menor desempeño mecánico o de durabilidad.
- A la comunidad académica y a futuros investigadores, se recomienda realizar investigaciones comparativas entre cementos antisalitre y cementos convencionales utilizados en el mercado peruano, empleando los mismos ensayos y condiciones experimentales, con el fin de establecer diferencias objetivas de desempeño y determinar

con mayor claridad la ventaja real del uso de cementos antisalitre en ambientes agresivos. Esta comparación permitiría fortalecer el aporte de la investigación y ampliar el criterio técnico para la selección de materiales en futuras líneas de estudio.

- Se recomienda priorizar el uso de cementos de tipo HS con mejor desempeño integral, como el INKA HS, en obras expuestas a ambientes agresivos, especialmente aquellas con riesgo de exposición a sulfatos y humedad elevada, debido a su alto desempeño en resistencia a la compresión, baja expansión por reacción álcalis-agregado y adecuada resistividad eléctrica.

Referencias

1. Materiales de Construcción y Tecnología de Estructuras: Investigaciones y Desarrollo en el Perú. Autor: J. M. Alarcón, C. Calderón, G. Vasconcelos. Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Año 2004.
2. Olórtogui Lucas, G. Américo. "Estudio comparativo de propiedades físicas y durabilidad del concreto utilizando diferentes tipos de cemento: Cemento antisalitre vs. Cemento tipo V y HS". Revista de Investigación en Ingeniería Civil, vol. 12, no. 2, 2021, pp. 45-58.
3. Ahmed M. Tahwia, Rowyda M. Fouda, Mohamed Abd Elrahman, Osama Youssf. "Long-Term Performance of Concrete Made with Different Types of Cement under Severe Sulfate Exposure." Journal of Concrete Technology, vol. 24, no. 3, 2020, pp. 45-58.
4. Andrade, C. "Design and evaluation of service life through concrete electrical resistivity." Revista ALCONPAT, vol. 15, no. 2, 2018, pp. 75-88.
5. Pacheco Rhonal E., M., Vidarte Irvin A., R. "Concreto con cemento Portland tipo HS para estructuras afectadas por sulfato y cloruro." Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2021.
6. Cement and Concrete Terminology. American Concrete Institute (ACI). Detroit, MI, USA: American Concrete Institute, 2018.
7. Taylor, H.F.W. "Cement Chemistry." 2nd ed., Thomas Telford Publishing, London, UK, 1997.
8. Bentz, Dale P., y Snyder, Kurt A. "Effect of pore solution composition on the hydration kinetics of Portland cement." Cement and Concrete Research, vol. 38, no. 1, 2008, pp. 64-75.
9. Mehta, P. Kumar, y Monteiro, Paulo J.M. "Concrete: Microstructure, Properties, and Materials." 4th ed., McGraw-Hill Education, New York, NY, USA, 2014.
10. ASTM C403/C403M-16, Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.
11. Neville, Adam M., et al. "Properties of Concrete." 5th ed., Pearson, Upper Saddle River, NJ, USA, 2011.
12. Kosmatka, Steven H., et al. "Design and Control of Concrete Mixtures." 16th ed., Portland Cement Association, Skokie, IL, USA, 2016.
13. Neville, A.M. "Properties of Concrete." 5th ed., Pearson, Upper Saddle River, NJ, USA, 2011.

14. Mehta, P. Kumar, y Monteiro, Paulo J.M. "Concrete: Microstructure, Properties, and Materials." 4th ed., McGraw-Hill Education, New York, NY, USA, 2014.
15. American Society for Testing and Materials (ASTM). "ASTM C39/C39M-20: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens." ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020.
16. Broomfield, J.P. "Corrosion of Steel in Concrete: Understanding, Investigation and Repair." 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2007.

**UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS CONCRETO Y ASFALTO

INFORME N° LEM USAT 031-2025-I

FECHA: 21 de mayo 2025

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Victor Napoleón Salazar Tarrillo

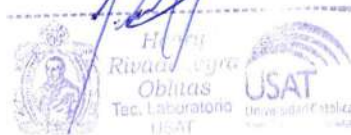
TITULO DE LA TESIS: Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad.
- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino.
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino.
- Peso unitario del agregado grueso y fino.
- Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² (5 marcas de cemento anti salitre).
- Ensayo de resistencia a la compresión 7, 14, 21, 28 días (ACI 211).
- Ensayo de expansión por ataque a sulfatos 4 semanas (ASTM C157/1012).
- Ensayo de resistividad eléctrica (UNE 12390-19:2023).
- Ensayo de tiempo de fraguado (NTP 339.082:2021).
- Ensayo de alcalí-agregado (ASTM C1260).

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil

Ensayos físicos para diseño de mezcla de concreto.

1.- GRANULOMETRIA: N.T.P. 400.012

Muestra : **Cantera La Victoria-Pátapo.**

Peso Hum. **606.4** Peso Seco : **600.01**

Modulo de Fineza: **2.831** Cont. Hum. : **1.06**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
3/8"	0	0.0	0.0	100.0
Nº4	21.8	3.6	3.6	96.4
Nº8	79.4	13.2	16.9	83.1
Nº16	120.4	20.1	36.9	63.1
Nº30	126.4	21.1	58.0	42.0
Nº50	108.7	18.1	76.1	23.9
Nº100	92.7	15.5	91.6	8.4
FONDO	50.6	8.4	100.0	0.0

2.- PESO UNITARIO : N.T.P. 400.017

SUELTO	A	B
- Peso de la muestra húmeda	8827	8691
- Volumen del molde		0.00548
- Peso unitario suelto húmedo		1598
- PESO UNIT. SUELTO SECO		1581

COMPACTADO $\frac{(((A+B)/2)/V)/1000}{(1+(C.H./100))}$

- Peso de la muestra húmeda	9892	9884
- Volumen del molde		0.00548
- Peso unitario suelto húmedo		1804
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		1785

3.- PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN :

A.- Datos de la arena

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	1008.3	1008.3
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(1+5) g	706.6	706.6
4.- Peso del Agua.	(2-3) g	301.7	301.7
5.- Peso del Frasco	g	206.6	206.6
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	(5+7) g	703.2	703.2
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	496.6	496.6
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0	500.0

B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	7/(8-4)	g/cm ³	2.504	2.504	2.504
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	7/(7-4)	g/cm ³	2.522	2.522	2.522
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	7/((8-4)-(8-7))	g/cm ³	2.548	2.548	2.548
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	((1-7)/7)*100	%	0.68	0.68	0.68

A.- Datos de la grava

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	5030	5030
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	5072	5072
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	4170	4170
4.- Peso de la canastilla	g	1010	1010
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(3-4) g	3160	3160

B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	1/(2-5)	g/cm ³	2.631	2.631	2.631
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	2/(2-5)	g/cm ³	2.653	2.653	2.653
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	1/(1-5)	g/cm ³	2.690	2.690	2.690
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	((2-1)/1)*100	%	0.83	0.83	0.83

4.- CONTENIDO DE HUMEDAD : N.T.P. 339.185

Arena

1.- Peso de la muestra húmeda	700	700
2.- Peso de la muestra seca	697.15	697.15
3.- Cont. Humedad	0.41	0.41
4.- Promedio		0.41

Expediente N°

1

Peticionario : Salazar Tarrillo Victor Napoléon

Atención : Escuela de Ingeniería Civil

f_c : **210** Kg/cm²

Muestra : **Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe.**

Peso Hum. **3015.04** Peso Seco : **2991.02**

Modulo de Fineza: **3.532** Cont. Hum. : **0.80**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
1 1/2"	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	0.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	321.08	10.7	10.7	89.3
1/2"	1522.08	50.9	61.6	38.4
3/8"	798.62	26.7	88.3	11.7
Nº4	191.84	6.4	94.7	5.3
Nº8	91.56	3.1	97.8	2.2
Nº16	57.02	1.9	99.7	0.3
FONDO	9	0.3	98.1	1.9

T.M.: **1"**

SUELTO T.M.N.: **3/4"**

- Peso de la muestra húmeda	7683	7461
- Volumen del molde		0.00548
- Peso unitario suelto húmedo		1382
- PESO UNIT. SUELTO SECO		1371

COMPACTADO

- Peso de la muestra húmeda	8400	8410
- Volumen del molde		0.00548
- Peso unitario suelto húmedo		1534
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		1522

N.T.P. 400.021 Arena

N.T.P. 400.022 Piedra

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

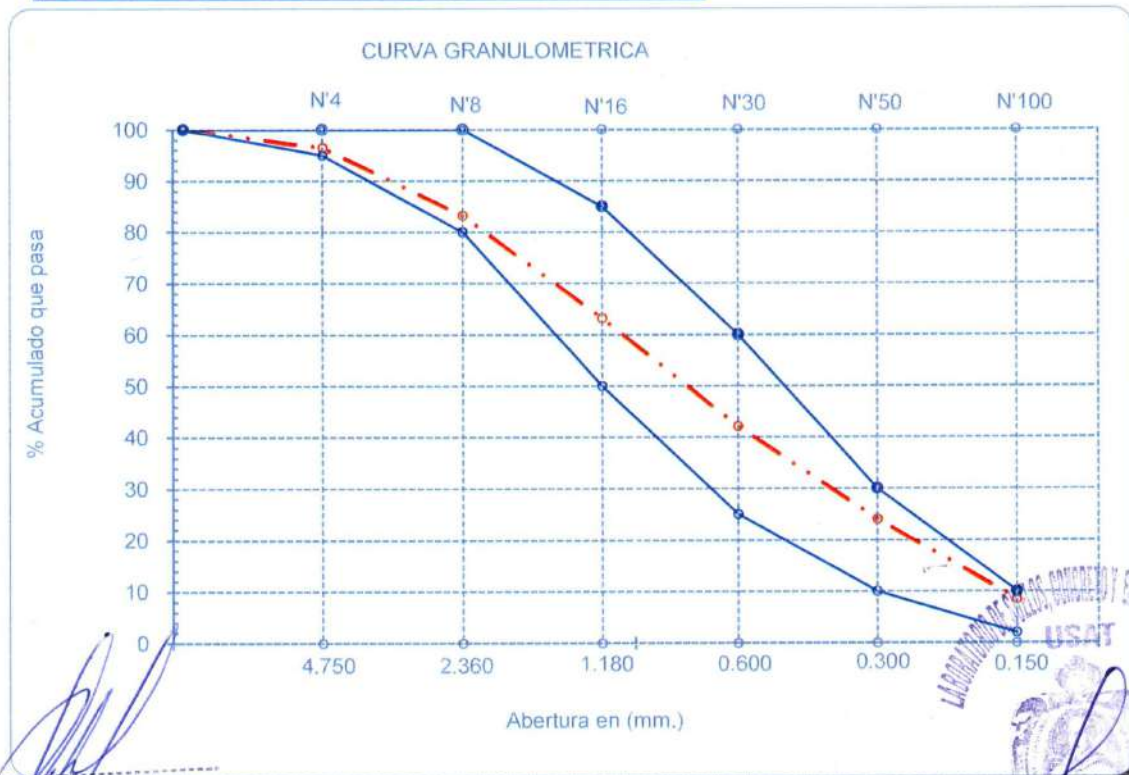


Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente a
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de abril del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 606.4 **% de Humedad =** 1.06
P. Inicial S. 600.0

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					100	100
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 04	4.750	21.75	3.62	3.62	96.38	95	100
Nº 08	2.360	79.43	13.24	16.86	83.14	80	100
Nº 16	1.180	120.37	20.06	36.92	63.08	50	85
Nº 30	0.600	126.40	21.07	57.99	42.01	25	60
Nº 50	0.300	108.71	18.12	76.11	23.89	10	30
Nº 100	0.150	92.72	15.45	91.56	8.44	2	10
Fondo		50.63	8.44	100.00	0.00		
Módulo de Fineza				2.831			
Abertura de malla de referencia				9.500			



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES

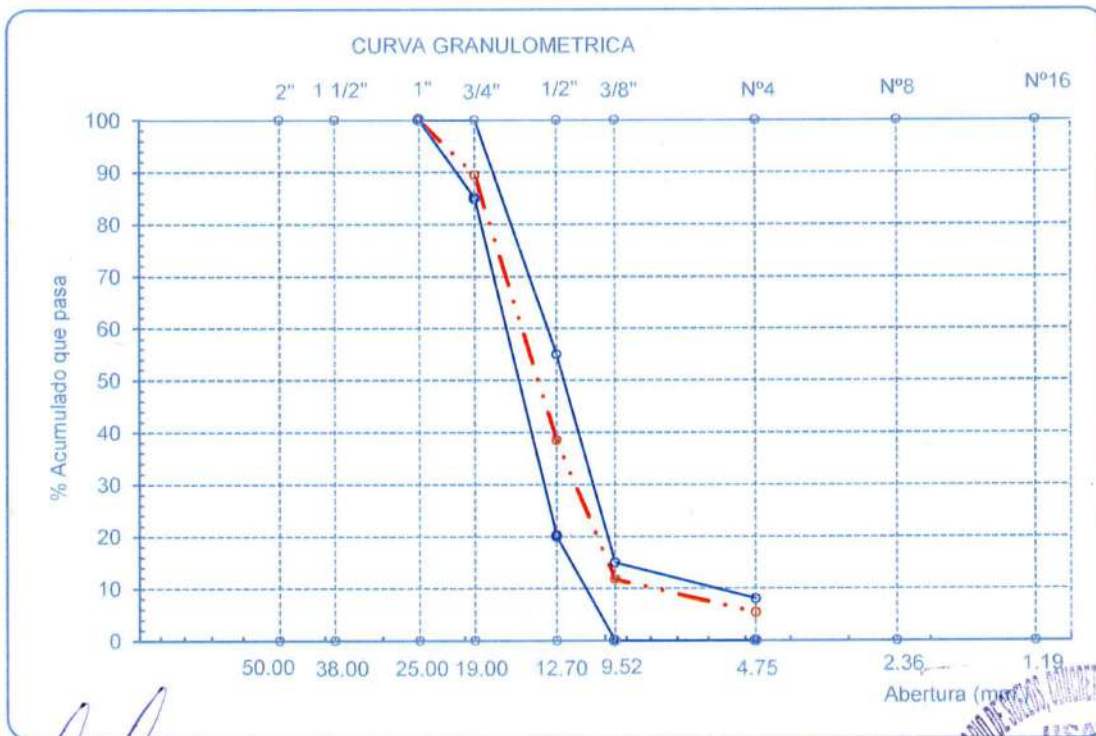


Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente a
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de abril del 2024

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe. **P. Inicial H.** 3015.04 **% de Humedad =** 0.80
P. Inicial S. 2991

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones HUSO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
3/4"	19.00	321.1	10.7	10.7	89.3	100.0	100.0
1/2"	12.70	1522.1	50.9	61.6	38.4	90.0	100.0
3/8"	9.52	798.6	26.7	88.3	11.7	40.0	70.0
Nº 04	4.75	191.8	6.4	94.7	5.3	0.0	15.0
Nº 08	2.36	91.6	3.1	97.8	2.2	0.0	5.0
Nº 16	1.19	57.0	1.9	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		8.8	0.3	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES
 USAT
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoleón
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de abril del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8827	8691
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8827	8691
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1611	1586
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1581	

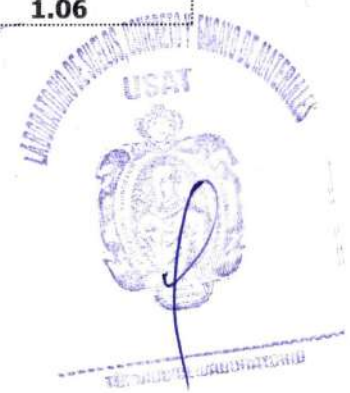
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9892.0	9884.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9892	9884
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1805	1804
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1785	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	606.4	606.4
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	600.01	600.01
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.1	1.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.06	





Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de abril del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7683.0	7461.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7683	7461
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1402	1361
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1371	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8400.0	8410.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8400.0	8410.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1533	1535
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1522	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3015.04	3015.04
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2991	2991.02
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.80	


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Facultad de Ingeniería
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales



Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de abril del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	1008.3	1008.3
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	706.55	706.55
3.- Peso del Agua	(g)	301.71	301.71
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasc	(g)	703.16	703.16
5.- Peso del Frasco	(g)	206.55	206.55
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	497	497
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.504
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.522
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.548
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.68

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

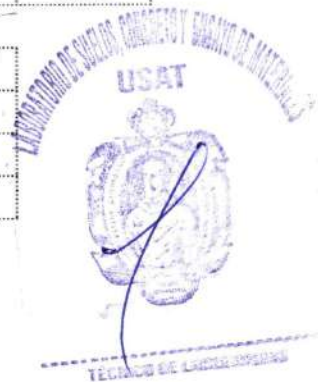
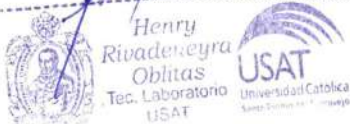
Cantera : Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	5030	5030
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	5072	5072
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del car	(g)	4170	4170
4.- Peso de la canastilla	(g)	1010	1010
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	3160	3160

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.631
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.653
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.690
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.83





Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de abril del 2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700	700
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	697.15	697.15
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.41	0.41
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.41	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Gruesa-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1071.55	1071.55
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1066.15	1066.15
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.51	

Observaciones :

CERTIFICADO DE ENSAYO

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

PROYECTO:	Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto		
UBICACIÓN:	AF: Tres Tomas (Ferreñafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)		
SOLICITANTE:	Victor Napoleón Salazar Tarrillo		
ESTRUCTURA:	CONCRETO - PROBETAS CILÍNDRICAS	f'c DISEÑO (kg/cm2):	210
FECHA ENSAYO:	SETIEMBRE 2024		
DATOS		MATERIALES	
f'c DISEÑO (Kg/cm2)	210	CEMENTO	ANDINO HS
		AGUA	POTABLE (RED PÚBLICA)
ESTRUCTURA	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS	ADITIVOS	NINGUNO
		AGREGADOS:	
CONSISTENCIA DEL CONCRETO	PLÁSTICA (SP. 3"-4")	AF: Tres Tomas (Ferreñafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)	
		ENSAYO	UND
		A. FINO	A. GRUESO
		P. ESPECIFICO DE MASA	gr/cm3
		% DE ABSORCIÓN	%
		CONTENIDO DE HUMEDAD	%
		MODULO DE FINEZA	-
		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	"
		P. UNIT. COMPACTADO	kg/m3
		P. UNIT. SUELTO	kg/m3
AIRE INCORPORADO	NO		
EXPOSICION A INTERPERIE	NO PRECISA		
OBSERVACIONES	NINGUNA		

PARAMETROS DE DISEÑO (ACI)

RESISTENCIA PROMEDIO	f'cr	=	294	kg/cm2
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	A/C	=	0.55	-
AGUA DE MEZCLADO		=	205	lt/m3
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	% A	=	2.0	%
FACTOR CEMENTO	F.C	=	8.8	bol/m3
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	A.G	=	1072.55	kg/m3

DISEÑO

1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO	=	0.120	m3
AGUA	=	0.205	m3
AIRE	=	0.020	m3
A. GRUESO	=	0.408	m3
TOTAL	=	0.752	m3

2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN ABSOLUTO:	0.248	m3
PESO SECO:	620.47	kg/m3

3. VALORES DE DISEÑO

CEMENTO :	373.00	kg/m3
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt
A. FINO SECO :	620.47	kg/m3
A. GRUESO SECO :	1072.55	kg/m3

4. CORRECCION POR HUMEDAD

PESOS HUMEDOS			
A. FINO HUMEDO	623.01	kg/m3	
A. GRUESO HUMEDO	1078.02	kg/m3	
HUMEDAD SUPERFICIAL			
A. FINO	-0.27	%	
A. GRUESO	-0.32	%	
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
A. FINO	-1.68	lt/m3	
A. GRUESO	-3.43	lt/m3	
AGUA EFECTIVA	210.11	lt	

5. PESOS CORREGIDOS

CEMENTO	373.00	kg/m3
AGUA EFECTIVA	210.11	lt
A. FINO HUMEDO	623.01	kg/m3
A. GRUESO HUMEDO	1078.02	kg/m3

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.670	2.890	0.563
1.00	1.586	3.164	23.94

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.824	2.736	0.563
1.00	1.900	2.850	23.94

Observaciones:

- En obra corregir por humedad.
- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Se deberán utilizar los materiales procedentes del mismo lugar de extracción de la muestra representativa, agua y cemento indicados.

CERTIFICADO DE ENSAYO

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

PROYECTO:	Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto		
UBICACIÓN:	AF: Tres Tomas (Ferrenafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)		
SOLICITANTE:	Víctor Napoleón Salazar Tarrillo		
ESTRUCTURA:	CONCRETO - PROBETAS CILÍNDRICAS	f'c DISEÑO (kg/cm²):	210
FECHA ENSAYO:	SETIEMBRE 2024		
DATOS		MATERIALES	
f'c DISEÑO (Kg/cm ²)	210	CEMENTO	INKA HS
		AGUA	POTABLE (RED PÚBLICA)
ESTRUCTURA	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS	ADITIVOS	NINGUNO
		AGREGADOS:	
CONSISTENCIA DEL CONCRETO	PLÁSTICA (SP. 3"-4")	AF: Tres Tomas (Ferrenafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)	
		ENSAYO	UND
		A. FINO	A. GRUESO
AIRE INCORPORADO	NO	P. ESPECÍFICO DE MASA	gr/cm ³
		% DE ABSORCIÓN	%
EXPOSICION A INTERPERIE	NO PRECISA	CONTENIDO DE HUMEDAD	%
		MODULO DE FINEZA	-
OBSERVACIONES	NINGUNA	TAMAÑO MÁX. NOMINAL	"
		P. UNIT. COMPACTADO	kg/m ³
		P. UNIT. SUELTO	kg/m ³

PARAMETROS DE DISEÑO (ACI)

RESISTENCIA PROMEDIO	f'cr	=	294	kg/cm ²
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	A/C	=	0.55	-
AGUA DE MEZCLADO		=	205	lt/m ³
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	% A	=	2.0	%
FACTOR CEMENTO	F.C	=	8.8	bol/m ³
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	A.G	=	1076.16	kg/m ³

DISEÑO

1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.409	m ³
TOTAL	=	0.754	m ³

2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN ABSOLUTO:	0.246	m ³
PESO SECO:	617.03	kg/m ³

3. VALORES DE DISEÑO

CEMENTO :	373.00	kg/m ³
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt
A. FINO SECO :	617.03	kg/m ³
A. GRUESO SECO :	1076.16	kg/m ³

4. CORRECCION POR HUMEDAD

PESOS HUMEDOS	
A. FINO HUMEDO	619.56 kg/m ³
A. GRUESO HUMEDO	1081.65 kg/m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL	
A. FINO	-0.27 %
A. GRUESO	-0.32 %
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
A. FINO	-1.67 lt/m ³
A. GRUESO	-3.44 lt/m ³
AGUA EFECTIVA	210.11 lt

5. PESOS CORREGIDOS

CEMENTO	373.00	kg/m ³
AGUA EFECTIVA	210.11	lt
A. FINO HUMEDO	619.56	kg/m ³
A. GRUESO HUMEDO	1081.65	kg/m ³

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.661	2.900	0.563
1.00	1.577	3.175	23.94

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.824	2.737	0.563
1.00	1.901	2.851	23.94

Observaciones

- En obra corregir por humedad.

Muestras proporcionadas por el solicitante

Se deberán utilizar los materiales procedentes del mismo lugar de extracción de la muestra representativa, agua y cemento indicados.

Rivales
Observados
Tec. LABORATORIO
USAT



CERTIFICADO DE ENSAYO

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

PROYECTO:	Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto		
UBICACIÓN:	AF: Tres Tomas (Ferreañafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)		
SOLICITANTE:	Victor Napoleón Salazar Tarrillo		
ESTRUCTURA:	CONCRETO - PROBETAS CILÍNDRICAS	f'c DISEÑO (kg/cm²):	210
FECHA ENSAYO:	SEPTIEMBRE 2024		
DATOS		MATERIALES	
f'c DISEÑO (Kg/cm ²)	210	CEMENTO	PACASMAYO FORTIMAX MS
		AGUA	POTABLE (RED PÚBLICA)
ESTRUCTURA	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS	ADITIVOS	NINGUNO
		AGREGADOS:	
CONSISTENCIA DEL CONCRETO	PLÁSTICA (SP. 3"-4")	AF: Tres Tomas (Ferreañafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)	
		ENSAYO	UND
		P. ESPECÍFICO DE MASA	gr/cm ³
		% DE ABSORCIÓN	%
		CONTENIDO DE HUMEDAD	%
		MODULO DE FINEZA	-
		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	---
AIRE INCORPORADO	NO	P. UNIT. COMPACTADO	kg/m ³
		P. UNIT. SUELTO	kg/m ³
EXPOSICION A INTERPERIE	NO PRECISA	A. FINO	
		A. GRUESO	
OBSERVACIONES	NINGUNA		

PARAMETROS DE DISEÑO (ACI)

RESISTENCIA PROMEDIO	f'cr	=	294	kg/cm ²
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	A/C	=	0.55	-
AGUA DE MEZCLADO		=	205	lt/m ³
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	% A	=	2.0	%
FACTOR CEMENTO	F.C	=	8.8	bol/m ³
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	A.G	=	1090.85	kg/m ³

DISEÑO

1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.415	m ³
TOTAL	=	0.759	m ³

2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN ABSOLUTO:	0.241	m ³
PESO SECO:	603.05	kg/m ³

3. VALORES DE DISEÑO

CEMENTO :	373.00	kg/m ³
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt
A. FINO SECO :	603.05	kg/m ³
A. GRUESO SECO :	1090.85	kg/m ³

4. CORRECCION POR HUMEDAD

PESOS HUMEDOS			
A. FINO HUMEDO	605.52	kg/m ³	
A. GRUESO HUMEDO	1096.42	kg/m ³	
HUMEDAD SUPERFICIAL			
A. FINO	-0.27	%	
A. GRUESO	-0.32	%	
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
A. FINO	-1.63	lt/m ³	
A. GRUESO	-3.49	lt/m ³	
AGUA EFECTIVA	210.12	lt	

5. PESOS CORREGIDOS

CEMENTO	373.00	kg/m ³
AGUA EFECTIVA	210.12	lt
A. FINO HUMEDO	605.52	kg/m ³
A. GRUESO HUMEDO	1096.42	kg/m ³

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.623	2.939	0.563
1.00	1.541	3.218	23.94

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.825	2.738	0.563
1.00	1.904	2.855	23.94

Observaciones:

- En obra corregir por humedad.
- Muestras proporcionadas por el solicitante
- Se deberán utilizar los materiales procedentes del mismo lugar de extracción de la muestra representativa, agua y cemento indicados.

CERTIFICADO DE ENSAYO

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

PROYECTO:	Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto		
UBICACIÓN:	AF: Tres Tomas (Ferreafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)		
SOLICITANTE:	Victor Napoleón Salazar Tarrillo		
ESTRUCTURA:	CONCRETO - PROBETAS CILÍNDRICAS	f'c DISEÑO (kg/cm²):	210
FECHA ENSAYO:	SETIEMBRE 2024		
DATOS		MATERIALES	
Pc DISEÑO (Kg/cm ²)	210	CEMENTO	NACIONAL MS
		AGUA	POTABLE (RED PÚBLICA)
ESTRUCTURA	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS	ADITIVOS	NINGUNO
		AGREGADOS:	
CONSISTENCIA DEL CONCRETO	PLÁSTICA (SP. 3"-4")	AF: Tres Tomas (Ferreafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)	
		ENSAYO	UND
		A. FINO	A. GRUESO
		P. ESPECÍFICO DE MASA	gr/cm ³
		% DE ABSORCIÓN	%
		CONTENIDO DE HUMEDAD	%
		MODULO DE FINEZA	-
		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	"
AIRE INCORPORADO	NO	P. UNIT. COMPACTADO	kg/m ³
		P. UNIT. SUELTO	kg/m ³
EXPOSICION A INTERPERIE	NO PRECISA	A. FINO	2.50
		A. GRUESO	2.63
		%	0.68
		%	0.51
		-	2.83
		---	---
		---	3/4"
OBSERVACIONES	NINGUNA	1785	1522
		1581	1371

PARAMETROS DE DISEÑO (ACI)

RESISTENCIA PROMEDIO	f'cr	=	294	kg/cm ²
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	A/C	=	0.55	-
AGUA DE MEZCLADO		=	205	lt/m ³
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	% A	=	2.0	%
FACTOR CEMENTO	F.C	=	8.8	bol/m ³
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	A.G	=	1109.79	kg/m ³

DISEÑO

1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO	=	0.120	m ³
AGUA	=	0.205	m ³
AIRE	=	0.020	m ³
A. GRUESO	=	0.422	m ³
TOTAL	=	0.766	m ³

2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN ABSOLUTO:	0.234	m ³
PESO SECO:	585.02	kg/m ³

3. VALORES DE DISEÑO

CEMENTO :	373.00	kg/m ³
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt
A. FINO SECO :	585.02	kg/m ³
A. GRUESO SECO :	1109.79	kg/m ³

4. CORRECCION POR HUMEDAD

PESOS HUMEDOS			
A. FINO HUMEDO	587.42	kg/m ³	
A. GRUESO HUMEDO	1115.45	kg/m ³	
HUMEDAD SUPERFICIAL			
A. FINO	-0.27	%	
A. GRUESO	-0.32	%	
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
A. FINO	-1.58	lt/m ³	
A. GRUESO	-3.55	lt/m ³	
AGUA EFECTIVA	210.13	lt	

5. PESOS CORREGIDOS

CEMENTO	373.00	kg/m ³
AGUA EFECTIVA	210.13	lt
A. FINO HUMEDO	587.42	kg/m ³
A. GRUESO HUMEDO	1115.45	kg/m ³

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.575	2.990	0.563
1.00	1.495	3.274	23.94

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

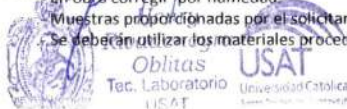
CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.826	2.739	0.563
1.00	1.908	2.861	23.94

Observaciones:

Se debe corregir por humedad.

Muestras proporcionadas por el solicitante.

Se deberán utilizar los materiales procedentes del mismo lugar de extracción de la muestra representativa, agua y cemento indicados.



CERTIFICADO DE ENSAYO

DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO SEGÚN EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 ACI

PROYECTO:	Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto		
UBICACIÓN:	AF: Tres Tomas (Ferrenafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)		
SOLICITANTE:	Victor Napoleón Salazar Tarrillo		
ESTRUCTURA:	CONCRETO - PROBETAS CILÍNDRICAS	f'c DISEÑO (kg/cm2):	210
FECHA ENSAYO:	SETIEMBRE 2024		
DATOS		MATERIALES	
f'c DISEÑO (Kg/cm2)	210	CEMENTO	YURA MS
		AGUA	POTABLE (RED PÚBLICA)
ESTRUCTURA	CONCRETO PARA ESTRUCTURAS	ADITIVOS	NINGUNO
CONSISTENCIA DEL CONCRETO	PLÁSTICA (SP. 3"-4")	AGREGADOS:	
		AF: Tres Tomas (Ferrenafe); AG=Cantera La Victoria (Pátapo)	
		ENSAYO	UND
		A. FINO	A. GRUESO
		P. ESPECÍFICO DE MASA	gr/cm3
		2.50	2.63
		% DE ABSORCIÓN	%
		0.68	0.83
		CONTENIDO DE HUMEDAD	%
		0.41	0.51
		MODULO DE FINEZA	-
		2.83	---
		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	"
		---	3/4"
		P. UNIT. COMPACTADO	kg/m3
		1785	1522
		P. UNIT. SUELTO	kg/m3
		1581	1371

PARAMETROS DE DISEÑO (ACI)

RESISTENCIA PROMEDIO	f'cr	=	294	kg/cm2
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	A/C	=	0.55	-
AGUA DE MEZCLADO		=	205	lt/m3
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	% A	=	2.0	%
FACTOR CEMENTO	F.C	=	8.8	bol/m3
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	A.G	=	1141.50	kg/m3

DISEÑO

1. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

CEMENTO	=	0.120	m3
AGUA	=	0.205	m3
AIRE	=	0.020	m3
A. GRUESO	=	0.434	m3
TOTAL	=	0.778	m3

2. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

VOLUMEN ABSOLUTO:	0.222	m3
PESO SECO:	554.85	kg/m3

3. VALORES DE DISEÑO

CEMENTO :	373.00	kg/m3
AGUA DE DISEÑO :	205.00	lt
A. FINO SECO :	554.85	kg/m3
A. GRUESO SECO :	1141.50	kg/m3

4. CORRECCION POR HUMEDAD

PESOS HUMEDOS	
A. FINO HUMEDO	557.12 kg/m3
A. GRUESO HUMEDO	1147.32 kg/m3
HUMEDAD SUPERFICIAL	
A. FINO	-0.27 %
A. GRUESO	-0.32 %
APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
A. FINO	-1.50 lt/m3
A. GRUESO	-3.65 lt/m3
AGUA EFECTIVA	210.15 lt

5. PESOS CORREGIDOS

CEMENTO	373.00	kg/m3
AGUA EFECTIVA	210.15	lt
A. FINO HUMEDO	557.12	kg/m3
A. GRUESO HUMEDO	1147.32	kg/m3

RESULTADOS

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.494	3.076	0.563
1.00	1.418	3.367	23.94 lt/bol

RESULTADOS CORREGIDOS POR AGREGADO

PROPORCION EN PESO f'c=
PROPORCIÓN EN VOLUMEN

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.828	2.742	0.563
1.00	1.914	2.871	23.94 lt/bol

Observaciones:

En obra corregir por humedad.

Muestras proporcionadas por el solicitante

Se deberán utilizar los materiales procedentes del mismo lugar de extracción de la muestra representativa, agua y cemento indicados.

USAT



TECNICO DE LABORATORIO

Obra Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto

Ubicación Chiclayo - Perú
DISEÑO DE RESISTENCIA $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada	ml	200	200
	lt	0.2	0.2

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teórico del diseño	Pulg	4	4
	mm.	101.6	101.6
Slump obtenido en comprobación	Pulg	3	3
	mm.	76.2	76.2
Ajuste de cantidad de agua	Litros	5.08	5.08

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	13180	13180
Peso del molde	370	370
Volumen ó Constante del molde	0.00531	0.00531
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	2412	2412

Descripción $f'c = 210$	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	181.9	87		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	191.3	91	173.93	83
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	148.6	71		
INKA HS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	204.2	97		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	206.1	98	192.37	92
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	166.8	79		
PACASMAYO MS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	180.5	86		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	169.1	81	171.83	82
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	165.9	79		
NACIONAL HS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	169.3	81		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	155.2	74	169.13	81
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	182.9	87		
YURA HS	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	97.3	46		
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	91.3	43	96.77	46
	06/09/24	13/09/24	7	15.2	181	101.7	48		



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




LABORATORIO DE SUCEOS AMBIENTALES Y ESTUDIOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Obra Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto

Ubicación Chiclayo - Perú

DISEÑO DE RESISTENCIA

$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada	ml	200	200
	lt	0.2	0.2

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teórico del diseño	Pulg	4	4
	mm.	101.6	101.6
Slump obtenido en comprobación	Pulg	3	3
	mm.	76.2	76.2
Ajuste de cantidad de agua	Litros	5.08	5.08

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	13180	13180
Peso del molde	370	370
Volumen ó Constante del molde	0.00548	0.00548
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	2338	2338

Descripción $f'_c = 210$	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	212.2	101	202.47	96
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	195.2	93		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	200.0	95		
INKA HS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	247.6	118	238.07	113
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	177.1	84		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	289.5	138		
PACASMAYO MS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	209.1	100	212.63	101
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	229.5	109		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	199.3	95		
NACIONAL HS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	210.0	100	225.50	107
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	222.8	106		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	243.7	116		
YURA HS	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	128.2	61	133.43	64
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	122.9	59		
	06/09/24	20/09/24	14	15.2	181	149.2	71		



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica
www.usat.edu.pe



USAT
Universidad Católica
Santa Toribio de Mogrovejo

Obra Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto

Ubicación Chiclayo - Perú
DISEÑO DE RESISTENCIA $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada	ml	200	200
	lt	0.2	0.2

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teórico del diseño	Pulg	4	4
	mm.	101.6	101.6
Slump obtenido en comprobación	Pulg	3	3
	mm.	76.2	76.2
Ajuste de cantidad de agua	Litros	5.08	5.08

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	13180	13180
Peso del molde	370	370
Volumen ó Constante del molde	0.00548	0.00548
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	2338	2338

Descripción $f'_c = 210$	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	280.2	133		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	278.3	133	276.27	132
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	270.3	129		
INKA HS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	286.2	136		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	302.9	144	300.63	143
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	312.8	149		
PACASMAYO MS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	289.2	138		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	278.5	133	274.47	131
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	255.7	122		
NACIONAL HS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	241.8	115		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	263.8	126	255.87	122
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	262.0	125		
YURA HS	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	134.2	64		
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	149.8	71	140.47	67
	06/09/24	27/09/24	21	15.2	181	137.4	65		



Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE RESISTENCIA Y ANÁLISIS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Obra Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto

Ubicación Chiclayo - Perú
DISEÑO DE RESISTENCIA $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada	ml	200	200
	lt	0.2	0.2

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teórico del diseño	Pulg	4	4
	mm.	101.6	101.6
Slump obtenido en comprobación	Pulg	3	3
	mm.	76.2	76.2
Ajuste de cantidad de agua	Litros	5.08	5.08

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	13180	13180
Peso del molde	370	370
Volumen ó Constante del molde	0.00548	0.00548
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	2338	2338

Descripción $f'c = 210$	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio kg/cm ²	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura							
ANDINO ULTRA	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	259.4	124		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	230.8	110	240.33	114
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	230.8	110		
INKA HS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	246.9	118		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	289.7	138	261.83	125
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	248.9	119		
PACASMAYO MS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	250.8	119		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	252.9	120	243.77	116
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	227.6	108		
NACIONAL HS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	261.3	124		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	272.9	130	267.27	127
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	267.6	127		
YURA HS	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	151.7	72		
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	132.0	63	140.20	67
	06/09/24	04/10/24	28	15.2	181	136.9	65		



Henry Rivas Obilias
Tec. Laboratorio
USAT Universidad Católica
Santo Domingo de los Colorados



LABORATORIO DE SOLOS, CONCRETOS Y ENLARGOS MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Salazar Tarrillo Víctor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : **ANDINO HS**
 2.- Peso específico : **2980 Kg/m³**

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa : 2.504 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5216 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1581 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1785 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.68 %
 6.- Contenido de humedad : 0.41 %
 7.- Módulo de fineza : 2.831

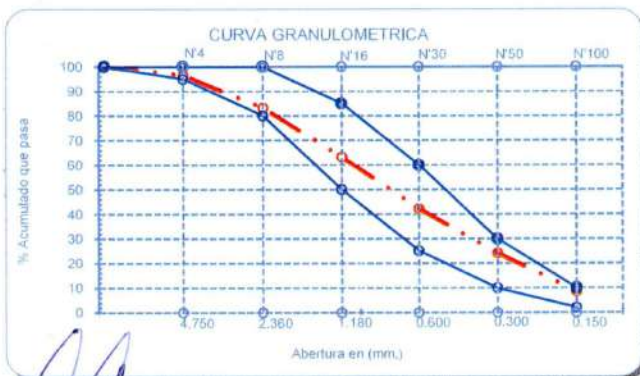
Agregado grueso :

Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

- 1.- Peso específico de masa : 2.631 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.653 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1371 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1522 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.83 %
 6.- Contenido de humedad : 0.51 %
 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	13.2	83.1
Nº 16	20.1	63.1
Nº 30	21.1	42.0
Nº 50	18.1	23.9
Nº 100	15.5	8.4
Fondo	8.4	0.0



Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.7	89.3
1/2"	50.9	38.4
3/8"	26.7	11.7
Nº 04	6.4	5.3
Nº 08	3.1	2.2
Nº 16	1.9	0.3
Fondo	0.3	0.0



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Expediente N° : Salazar Tarrillo Víctor Napoléon
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil
 Obra : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2412 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	174 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	83 %
Resistencia promedio a los 14 días	:	202 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 14 días	:	96 %
Resistencia promedio a los 21 días	:	276 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 21 días	:	132 %
Resistencia promedio a los 28 días	:	240 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 28 días	:	114 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	8.8 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.550

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	373 Kg/m ³	ANDINO HS
Agua	210 L	Agua Potable de la Zona
Agregado fino	623 Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1078 Kg/m ³	Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.82	2.74	0.56	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.90	2.85	23.94	Lts/pie ³


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú


 USAT
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales
 TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Salazar Tarrillo Víctor Napoleón
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : INKA HS
 2.- Peso específico : 2970 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera La Victoria - Pátapo

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.504 gr/cm ³ |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.5216 gr/cm ³ |
| 3.- Peso unitario suelto | 1581 Kg/m ³ |
| 4.- Peso unitario compactado | 1785 Kg/m ³ |
| 5.- % de absorción | 0.68 % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.41 % |
| 7.- Módulo de fineza | 2.831 |

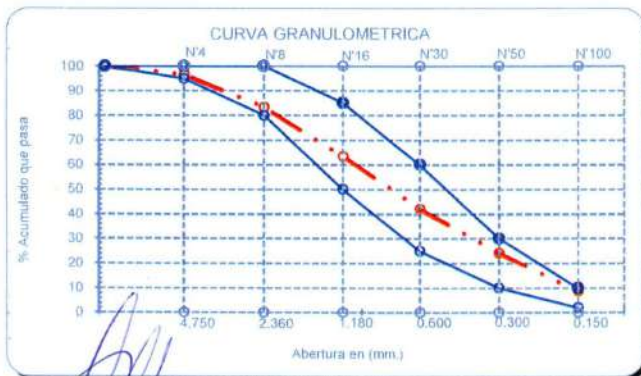
Agregado grueso :

Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

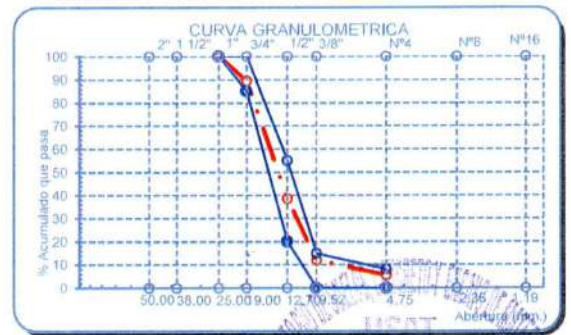
- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.631 gr/cm ³ |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.653 gr/cm ³ |
| 3.- Peso unitario suelto | 1371 Kg/m ³ |
| 4.- Peso unitario compactado | 1522 Kg/m ³ |
| 5.- % de absorción | 0.83 % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.51 % |
| 7.- Tamaño máximo | 1" Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 3/4" Pulg. |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	13.2	83.1
Nº 16	20.1	63.1
Nº 30	21.1	42.0
Nº 50	18.1	23.9
Nº 100	15.5	8.4
Fondo	8.4	0.0



Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.7	89.3
1/2"	50.9	38.4
3/8"	26.7	11.7
Nº 04	6.4	5.3
Nº 08	3.1	2.2
Nº 16	1.9	0.3
Fondo	0.3	0.0



Henry Ripadenegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TECNICO DE LABORATORIO



Expediente N° : Salazar Tarrillo Victor Napoleón
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil
 Obra : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2412 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	192 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	92 %
Resistencia promedio a los 14 días	:	238 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 14 días	:	113 %
Resistencia promedio a los 21 días	:	301 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 21 días	:	143 %
Resistencia promedio a los 28 días	:	262 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 28 días	:	125 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	8.8 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.550

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	373 Kg/m ³	INKA HS
Agua	210 L	Agua Potable de la Zona
Agregado fino	620 Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1082 Kg/m ³	Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.82	2.74	0.56	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.90	2.85	23.94	Lts/pie ³


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : PACASMAYO FORTIMAX MS
 2.- Peso específico : 2930 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa : 2.504 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5216 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1581 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1785 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.68 %
 6.- Contenido de humedad : 0.41 %
 7.- Módulo de fineza : 2.831

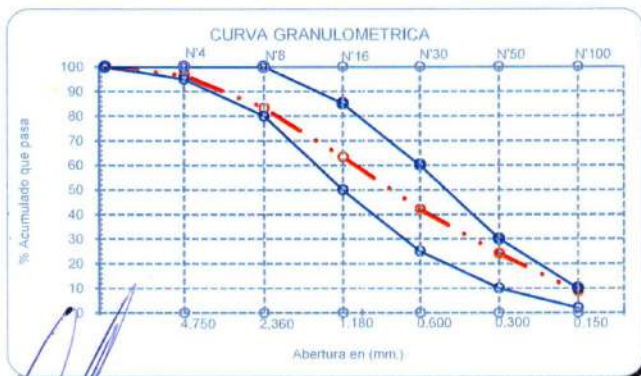
Agregado grueso :

Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

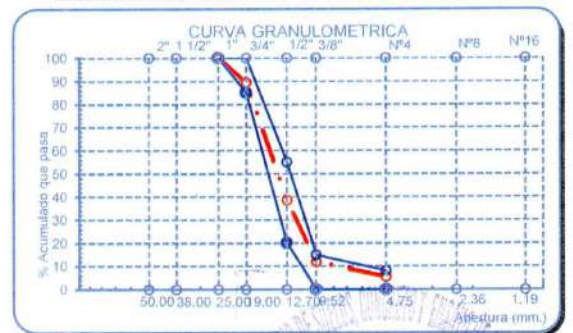
- 1.- Peso específico de masa : 2.631 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.653 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1371 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 1522 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.83 %
 6.- Contenido de humedad : 0.51 %
 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	13.2	83.1
Nº 16	20.1	63.1
Nº 30	21.1	42.0
Nº 50	18.1	23.9
Nº 100	15.5	8.4
Fondo	8.4	0.0



Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.7	89.3
1/2"	50.9	38.4
3/8"	26.7	11.7
Nº 04	6.4	5.3
Nº 08	3.1	2.2
Nº 16	1.9	0.3
Fondo	0.3	0.0





Expediente N° : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil
 Obra : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2412 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	172 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	82 %
Resistencia promedio a los 14 días	:	213 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 14 días	:	101 %
Resistencia promedio a los 21 días	:	274 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 21 días	:	131 %
Resistencia promedio a los 28 días	:	244 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 28 días	:	116 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	8.8 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.550

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	373 Kg/m ³	PACASMAYO FORTIMAX MS
Agua	210 L	Agua Potable de la Zona
Agregado fino	606 Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1096 Kg/m ³	Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.83	2.74	0.56	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.90	2.86	23.94	Lts/pie ³


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : NACIONAL HS
 2.- Peso específico : 2880 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa : 2.504 gr/cm^3
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5216 gr/cm^3
 3.- Peso unitario suelto : 1581 Kg/m^3
 4.- Peso unitario compactado : 1785 Kg/m^3
 5.- % de absorción : 0.68 %
 6.- Contenido de humedad : 0.41 %
 7.- Módulo de fineza : 2.831

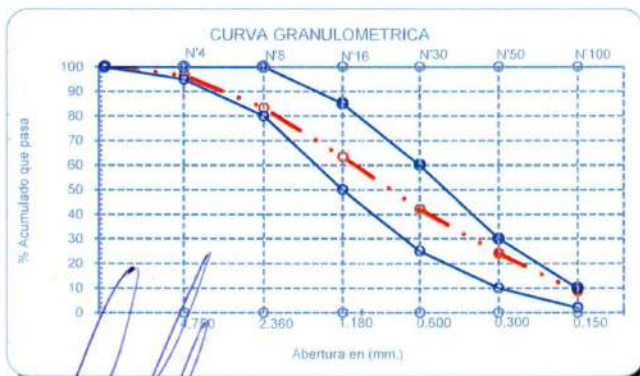
Agregado grueso :

Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

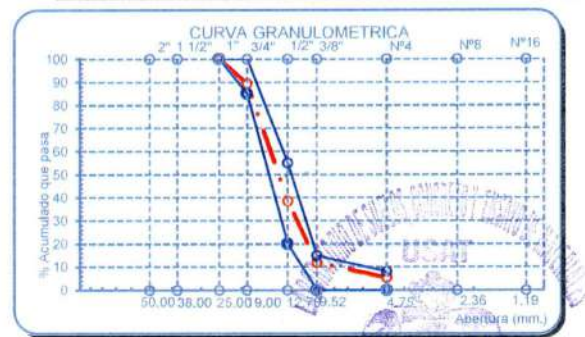
- 1.- Peso específico de masa : 2.631 gr/cm^3
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.653 gr/cm^3
 3.- Peso unitario suelto : 1371 Kg/m^3
 4.- Peso unitario compactado : 1522 Kg/m^3
 5.- % de absorción : 0.83 %
 6.- Contenido de humedad : 0.51 %
 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	13.2	83.1
Nº 16	20.1	63.1
Nº 30	21.1	42.0
Nº 50	18.1	23.9
Nº 100	15.5	8.4
Fondo	8.4	0.0



Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.7	89.3
1/2"	50.9	38.4
3/8"	26.7	11.7
Nº 04	6.4	5.3
Nº 08	3.1	2.2
Nº16	1.9	0.3
Fondo	0.3	0.0





Expediente N° : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil
 Obra : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2412 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 169 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 81 %
 Resistencia promedio a los 14 días : 226 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 14 días : 107 %
 Resistencia promedio a los 21 días : 256 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 21 días : 122 %
 Resistencia promedio a los 28 días : 267 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 28 días : 127 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.8 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.550

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	373 Kg/m ³	NACIONAL HS
Agua	210 L	Agua Potable de la Zona
Agregado fino	587 Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1115 Kg/m ³	Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.83	2.74	0.56	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.91	2.86	23.94	Lts/pie ³

Henry Rivas Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesista : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisalitre frente ataque de
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm²

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento YURA HS
 2.- Peso específico : 2880 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa 2.504 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.5216 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto 1581 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado 1785 Kg/m³
 5.- % de absorción 0.68 %
 6.- Contenido de humedad 0.41 %
 7.- Módulo de fineza 2.831

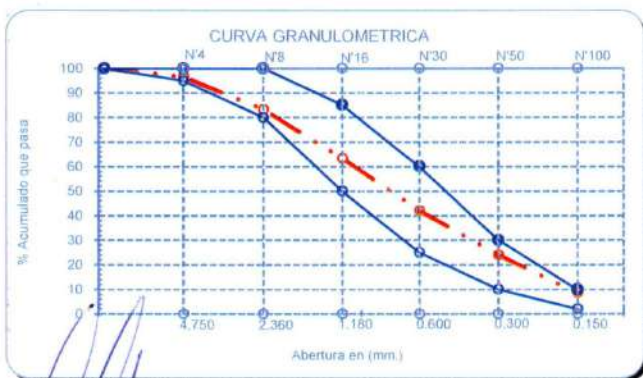
Agregado grueso :

Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

- 1.- Peso específico de masa 2.631 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.653 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto 1371 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado 1522 Kg/m³
 5.- % de absorción 0.83 %
 6.- Contenido de humedad 0.51 %
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	3.6	96.4
Nº 08	13.2	83.1
Nº 16	20.1	63.1
Nº 30	21.1	42.0
Nº 50	18.1	23.9
Nº 100	15.5	8.4
Fondo	8.4	0.0



Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.7	89.3
1/2"	50.9	38.4
3/8"	26.7	11.7
Nº 04	6.4	5.3
Nº 08	3.1	2.2
Nº 16	1.9	0.3
Fondo	0.3	0.0





Expediente N° : Salazar Tarrillo Victor Napoléon
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil
 Obra : Evaluación de la efectividad de diversas marcas peruanas de cemento antisulfato frente a ataque de sulfatos y resistividad eléctrica en concreto
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : SETIEMBRE 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2412 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	97 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	46 %
Resistencia promedio a los 14 días	:	133 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 14 días	:	64 %
Resistencia promedio a los 21 días	:	140 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 21 días	:	67 %
Resistencia promedio a los 28 días	:	140 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 28 días	:	67 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	8.8 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.550

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	373 Kg/m ³	YURA HS
Agua	210 L	Agua Potable de la Zona
Agregado fino	557 Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1147 Kg/m ³	Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.83	2.74	0.56	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.91	2.86	23.94	Lts/pie ³


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 15 de noviembre del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Víctor Salazar Tarrillo identificado (a) con DNI N° 71469780 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero). ASTM C1567
- Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón – Parte 1 (Método directo) y Parte 2 (Método de Wenner). UNE 83988-2:2014
- CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas. NTP 334.094

- Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed. NTP 339.082:2021

Atentamente.



 **LEMS W&C E.I.R.L.**
[Handwritten signature]

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL

[Handwritten signature]

 **Henry Rivadenebra Oblitas**
Tec. Laboratorio USAT
 **USAT**
Universidad Católica Santa Teresita de Lima

 **USAT**
[Handwritten signature]

TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024

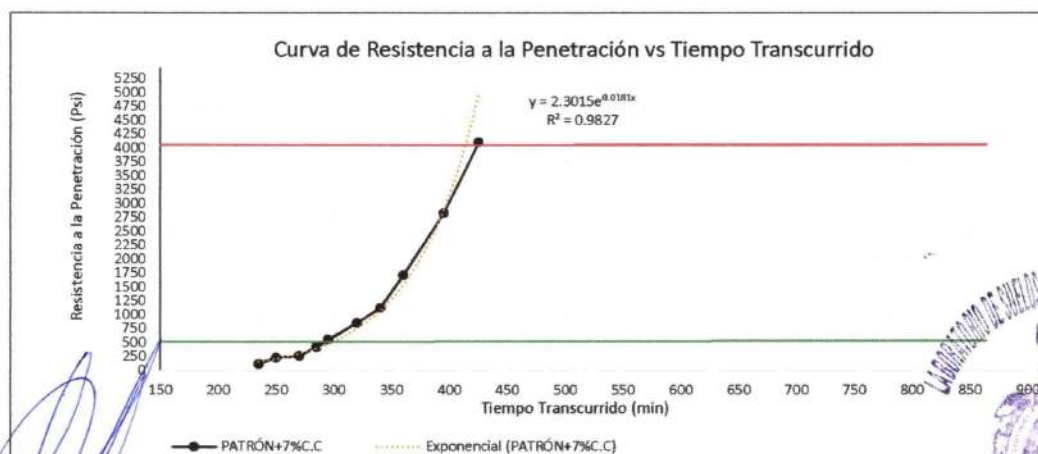
ENSAYO : **HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia ala penetración. 3a. ed.**
 NORMA : **NTP 339.082:2021**

Mezcla de concreto : **Patrón, f'c = 210kg/cm2- Cemento YURA**
 Muestras : **Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt**

Instrumentos : **Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
 Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
 Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica**

Temperatura : **23 ± 2°C**
 Hora de Inicio : **12:20:00 p. m.**

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:15	03:55	235	1 1/8	645	1	122.720	123
16:30	04:10	250	4/7	161	1/4	58.235	233
16:50	04:30	270	4/7	161	1/4	65.676	263
17:05	04:45	285	4/7	161	1/4	106.351	426
17:15	04:55	295	1/3	65	1/10	56.013	556
17:40	05:20	320	1/3	65	1/10	85.815	852
18:00	05:40	340	1/3	65	1/10	113.990	1131
18:20	06:00	360	1/3	65	1/10	172.622	1713
18:55	06:35	395	1/4	32	1/20	140.578	2834
19:25	07:05	425	1/4	32	1/20	203.872	4110



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: **05:01** Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: **06:52** Horas

OBSERVACIONES:
 Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT
 Universidad Católica
 Chiclayo

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246094



TECNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024

ENSAYO : **HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia ala penetración. 3a. ed.**
 NORMA : **NTP 339.082:2021**

Mezcla de concreto : **Patrón, f'c = 210kg/cm2- Cemento INKA**
 Muestras : **Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt**

Instrumentos : **Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
 Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
 Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica**

Temperatura : **23 ± 2°C**
 Hora de Inicio : **12:20:00 p. m.**

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
16:15	03:55	235	1 1/8	645	1	129.538	130
16:30	04:10	250	4/7	161	1/4	61.470	246
16:50	04:30	270	4/7	161	1/4	69.324	278
17:05	04:45	285	4/7	161	1/4	112.259	450
17:15	04:55	295	1/3	65	1/10	59.125	587
17:40	05:20	320	1/3	65	1/10	90.582	899
18:00	05:40	340	1/3	65	1/10	120.323	1194
18:20	06:00	360	1/3	65	1/10	182.212	1809
18:55	06:35	395	1/4	32	1/20	148.387	2992
19:25	07:05	425	1/4	32	1/20	215.198	4339



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI:

Tiempo Fraguado Final 4000 PSI:

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

04:51

Horas

06:46

Horas



Henry
Rivadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



TECNICO DE LABORATORIO



LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 240064

Solicitud de ensayo : **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024

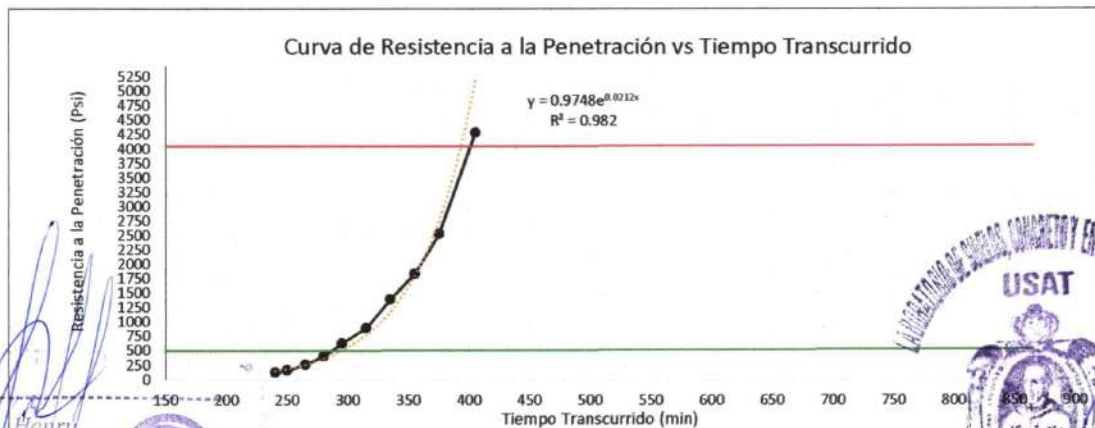
ENSAYO : **HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed.**
 NORMA : **NTP 339.082:2021**

Mezcla de concreto : **Patrón, f'c = 210kg/cm2- Cemento ANDINO**
 Muestras : **Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt**

Instrumentos : **Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
 Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
 Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica**

Temperatura : **23 ± 2°C**
 Hora de Inicio : **10:40:00 a. m.**

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:40	04:00	240	1 1/8	645	1	129.764	130
14:50	04:10	250	4/7	161	1/4	41.072	165
15:05	04:25	265	4/7	161	1/4	64.981	260
15:20	04:40	280	1/3	65	1/10	41.568	413
15:35	04:55	295	1/3	65	1/10	63.691	632
15:55	05:15	315	1/3	65	1/10	90.478	898
16:15	05:35	335	1/3	65	1/10	140.776	1397
16:35	05:55	355	1/3	65	1/10	185.023	1836
16:55	06:15	375	1/4	32	1/20	125.558	2531
17:25	06:45	405	1/4	32	1/20	212.503	4284



Henry Rivadeneira Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT Universidad Católica del Perú

Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: **04:49** Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: **06:27** Horas

OBSERVACIONES:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

TÉCNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

Solicitud de ensayo : **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **VICTOR SALAZAR TARRILLO**

Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfre en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024

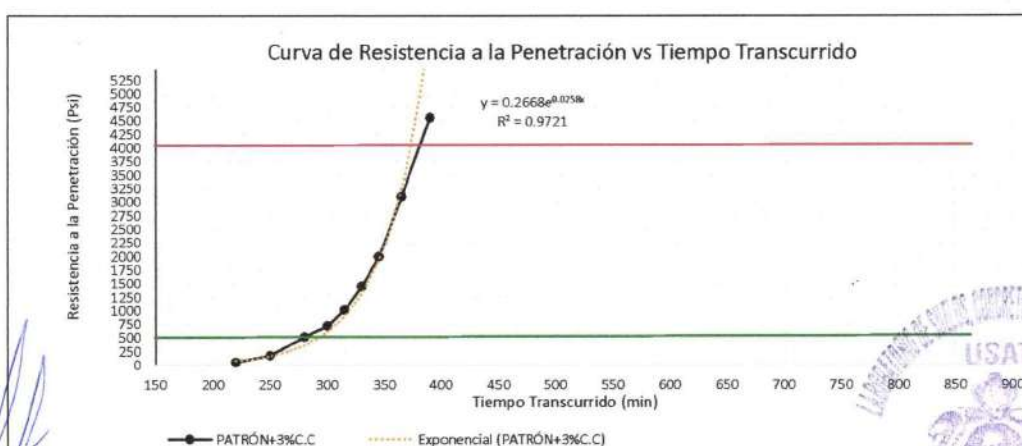
ENSAYO : HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia ala penetración. 3a. ed.
 NORMA : NTP 339.082:2021

Mezcla de concreto : **Patrón, f'c = 210kg/cm2- Cemento NACIONAL**
 Muestras : Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt

Instrumentos : Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
 Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
 Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica

Temperatura : 23 ± 2°C
 Hora de Inicio : 11:20:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:00	03:40	220	1 1/8	645	1	50.596	51
15:30	04:10	250	4/7	161	1/4	43.552	175
16:00	04:40	280	1/3	65	1/10	51.886	515
16:20	05:00	300	1/3	65	1/10	72.521	720
16:35	05:15	315	1/3	65	1/10	102.283	1015
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	71.926	1450
17:05	05:45	345	1/4	32	1/20	98.910	1994
17:25	06:05	365	1/6	16	1/40	76.985	3104
17:50	06:30	390	1/6	16	1/40	113.097	4560



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: **04:47** Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: **06:08** Horas

OBSERVACIONES:
 Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **VICTOR SALAZAR TARRILLO**

Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 04 de octubre del 2024

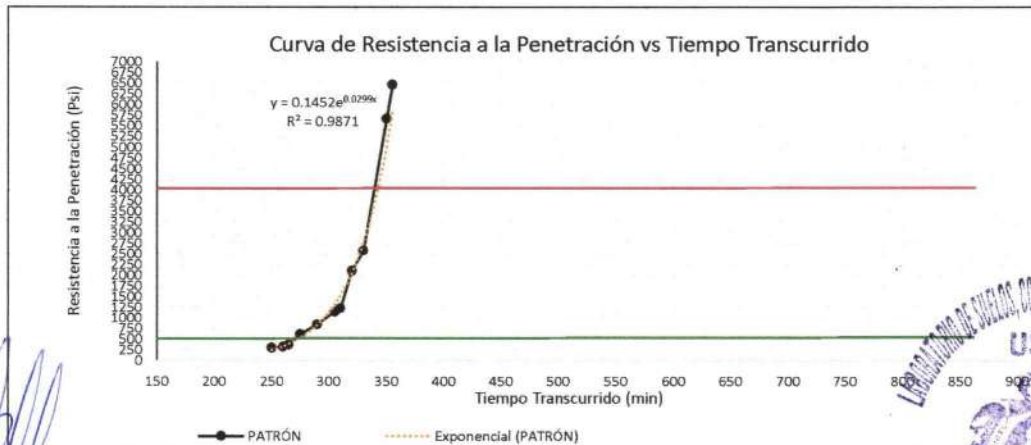
ENSAYO : **HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. 3a. ed.**
 NORMA : **NTP 339.082:2021**

Mezcla de concreto : **Patrón, f'c = 210kg/cm2- Cemento PACASMAYO**
 Muestras : **Mortero tamizado en Baldes de volumen de 4 Lt**

Instrumentos : **Juego de agujas de A= 645; 323; 161; 65; 32 Y 16 mm2
 Tamiz N°4 (4.76mm); Pipeta; Termómetro
 Aparato de carga; Varilla Normalizada de punta semiesférica**

Temperatura : **23 ± 2°C**
 Hora de Inicio : **11:20:00 a. m.**

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Diámetro (Pulg)	Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
15:30	04:10	250	1 1/8	645	1	298.685	299
15:40	04:20	260	4/7	161	1/4	80.537	323
15:45	04:25	265	1/3	65	1/10	37.322	370
15:55	04:35	275	1/3	65	1/10	62.203	617
16:10	04:50	290	1/3	65	1/10	85.339	847
16:25	05:05	305	1/3	65	1/10	115.240	1144
16:30	05:10	310	1/4	32	1/20	60.785	1225
16:40	05:20	320	1/4	32	1/20	104.436	2106
16:50	05:30	330	1/4	32	1/20	127.790	2576
17:10	05:50	350	1/4	32	1/20	281.225	5670
17:15	05:55	355	1/6	16	1/40	160.310	6464



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: **04:32** Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: **05:41** Horas

OBSERVACIONES:
 Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

Solicitud de ensayo: **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante: **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra: **Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto**
 Ubicación: **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura: **Lunes, 02 de setiembre del 2024**
 Inicio de ensayo: **Viernes, 11 de octubre del 2024**
 Fin de ensayo: **Viernes, 08 de noviembre del 2024**
 Ensayo: **CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas**
 Referencia: **NTP 334.094**
 Muestras: **Concreto Patrón; CONCRETO f'c 210 kg/cm2 CEMENTO YURA**
Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
28 días
 Tipo de curado: **Curado en pozas de agua**
 Solución: **Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución**
 Instrumentos: **Comparador**
Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
Crisol, baqueta para diluir



Mediciones de Longitud VIGAS CEMENTO YURA

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	5.871	6.154	6.196
Semana 1	5.954	6.200	6.252
Semana 2	6.013	6.258	6.326
Semana 3	6.043	6.286	6.369
Semana 4	6.169	6.421	6.507
Lectura de referencia	1.730		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	4.141	4.424	4.466
Semana 1	4.224	4.470	4.522
Semana 2	4.283	4.528	4.596
Semana 3	4.313	4.556	4.639
Semana 4	4.439	4.691	4.777
Longitud nominal del calibre	250		

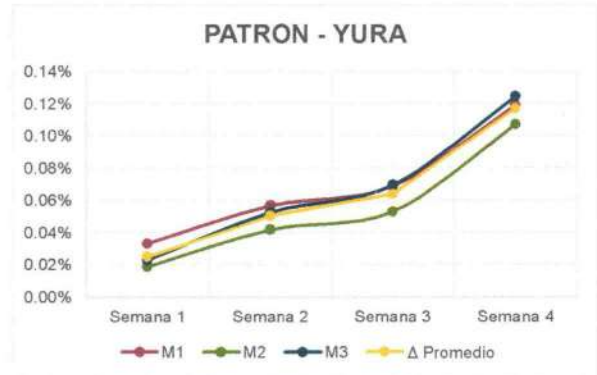
Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.02%	0.02%	0.025%
Semana 2	0.06%	0.04%	0.05%	0.050%
Semana 3	0.07%	0.05%	0.07%	0.064%
Semana 4	0.12%	0.11%	0.12%	0.117%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad X
 Li: Lectura de referencia a la edad x
 Lg: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre



Solicitud de ensayo: 0209A-24/ LEMS W&C
Solicitante: VICTOR SALAZAR TARRILLO
Proyecto / Obra: Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 02 de setiembre del 2024
Inicio de ensayo: Viernes, 11 de octubre del 2024
Fin de ensayo: Viernes, 08 de noviembre del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto Patrón; CONCRETO f'c 210 kg/cm2 CEMENTO INKA
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir



Mediciones de Longitud VIGAS CEMENTO INKA

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	5.486	5.750	5.789
Semana 1	5.563	5.793	5.842
Semana 2	5.618	5.847	5.911
Semana 3	5.646	5.873	5.951
Semana 4	5.764	6.000	6.080
Lectura de referencia	1.730		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	3.756	4.020	4.059
Semana 1	3.833	4.063	4.112
Semana 2	3.888	4.117	4.181
Semana 3	3.916	4.143	4.221
Semana 4	4.034	4.270	4.350
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.02%	0.02%	0.023%
Semana 2	0.05%	0.04%	0.05%	0.047%
Semana 3	0.06%	0.05%	0.06%	0.059%
Semana 4	0.11%	0.10%	0.12%	0.109%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%

Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 x_lectura de referencia a la edad x

Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo

Lg: Longitud nominal del calibre



PATRON - INKA



Solicitud de ensayo: **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante: **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra: **Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto**
 Ubicación: **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura: **Lunes, 02 de setiembre del 2024**
 Inicio de ensayo: **Viernes, 11 de octubre del 2024**
 Fin de ensayo: **Viernes, 08 de noviembre del 2024**
 Ensayo: **CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas**
 Referencia: **NTP 334.094**
 Muestras: **Concreto Patrón; CONCRETO f'c 210 kg/cm2 CEMENTO ANDINO**
Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
 Edad: **28 días**
 Tipo de curado: **Curado en pozas de agua**
 Solución: **Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución**
 Instrumentos: **Comparador**
Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
Crisol, baqueta para diluir



Mediciones de Longitud VIGAS CEMENTO ANDINO

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	5.381	5.640	5.678
Semana 1	5.456	5.682	5.730
Semana 2	5.510	5.735	5.798
Semana 3	5.538	5.761	5.837
Semana 4	5.654	5.885	5.963
Lectura de referencia	1.730		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	3.651	3.910	3.948
Semana 1	3.726	3.952	4.000
Semana 2	3.780	4.005	4.068
Semana 3	3.808	4.031	4.107
Semana 4	3.924	4.155	4.233
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.02%	0.02%	0.023%
Semana 2	0.05%	0.04%	0.05%	0.046%
Semana 3	0.06%	0.05%	0.06%	0.058%
Semana 4	0.11%	0.10%	0.11%	0.107%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

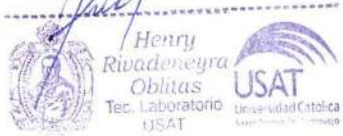
ΔL: Cambio de longitud a la edad X%

Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x

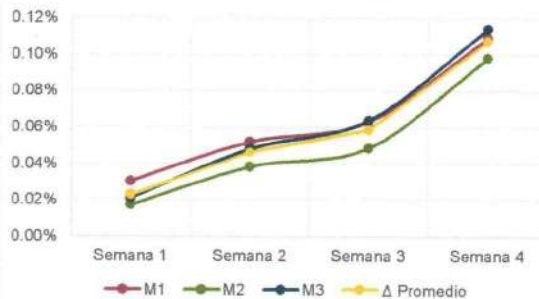
Li: Lectura de referencia a la edad x

Lg: Longitud nominal del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo

Lg: Longitud nominal del calibre



PATRON - ANDINO



Solicitud de ensayo: **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante: **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra: **Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto**
 Ubicación: **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura: **Lunes, 02 de setiembre del 2024**
 Inicio de ensayo: **Viernes, 11 de octubre del 2024**
 Fin de ensayo: **Viernes, 08 de noviembre del 2024**
 Ensayo: **CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas**
 Referencia: **NTP 334.094**
 Muestras: **Concreto Patrón; CONCRETO f'c 210 kg/cm2 CEMENTO NACIONAL**
Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
 Edad: **28 días**
 Tipo de curado: **Curado en pozas de agua**
 Solución: **Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución**
 Instrumentos: **Comparador**
Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
Crisol, baqueta para diluir



Mediciones de Longitud VIGAS CEMENTO NACIONAL

Semanas \ Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial	5.173	5.422	5.459
Semana 1	5.246	5.463	5.509
Semana 2	5.298	5.514	5.574
Semana 3	5.324	5.539	5.612
Semana 4	5.436	5.658	5.733
Lectura de referencia	1.730		

Semanas \ Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial	3.443	3.692	3.729
Semana 1	3.516	3.733	3.779
Semana 2	3.568	3.784	3.844
Semana 3	3.594	3.809	3.882
Semana 4	3.706	3.928	4.003
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.02%	0.02%	0.022%
Semana 2	0.05%	0.04%	0.05%	0.044%
Semana 3	0.06%	0.05%	0.06%	0.056%
Semana 4	0.10%	0.09%	0.11%	0.103%

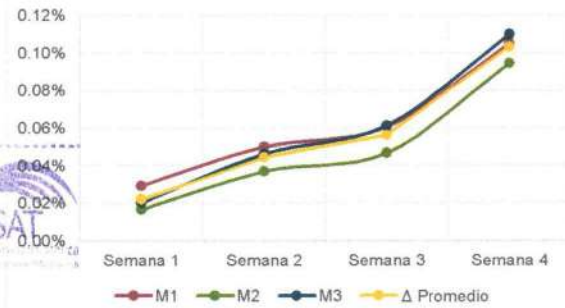
Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 x_lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre



PATRON - NACIONAL



Solicitud de ensayo: **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante: **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra: **Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto**
 Ubicación: **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura: **Lunes, 02 de setiembre del 2024**
 Inicio de ensayo: **Viernes, 11 de octubre del 2024**
 Fin de ensayo: **Viernes, 08 de noviembre del 2024**
 Ensayo: **CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas**
 Referencia: **NTP 334.094**
 Muestras: **Concreto Patrón; CONCRETO f'c 210 kg/cm2 CEMENTO PACASMAYO**
Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
28 días
 Tipo de curado: **Curado en pozas de agua**
 Solución: **Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución**
 Instrumentos: **Comparador**
Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
Crisol, baqueta para diluir



Mediciones de Longitud VIGAS CEMENTO PACASMAYO

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	3.931	6.089	3.727
Semana 1	4.112	6.162	3.783
Semana 2	4.150	6.198	3.837
Semana 3	4.186	6.227	3.887
Semana 4	4.222	6.311	4.023
Lectura de referencia	1.730		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	2.201	4.35929	1.997
Semana 1	2.38171	4.43201	2.05346
Semana 2	2.420	4.46837	2.10699
Semana 3	2.45645	4.49665	2.15749
Semana 4	2.492	4.58149	2.29283
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.07%	0.03%	0.02%	0.041%
Semana 2	0.09%	0.04%	0.04%	0.058%
Semana 3	0.10%	0.05%	0.06%	0.074%
Semana 4	0.12%	0.09%	0.12%	0.108%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%

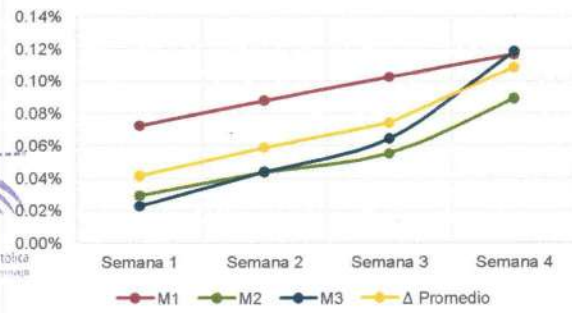
Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 x_lectura de referencia a la edad x

Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo

Lg: Longitud nominal del calibre



PATRÓN - PACASMAYO



Solicitud de ensayo **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante: **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra: **Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto**

Ubicación: **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura: **Lunes, 02 de setiembre del 2024**
 Inicio de ensayo: **Viernes, 11 de octubre del 2024**
 Fin de ensayo: **Viernes, 08 de noviembre del 2024**

Ensayo: **DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-silice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)**

Referencia: **ASTM C1567**
 Muestras: **CEMENTO YURA**
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm

Edad: **28 días**
 Instrumentos: **Comparador**



Mediciones de Longitud MUESTRAS CEMENTO YURA

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	1.451	4.028	4.804
3 DIAS	1.491	4.096	4.857
7 DIAS	1.504	4.113	4.875
14 DIAS	1.514	4.121	4.885
28 DIAS	1.538	4.127	4.894

Mediciones de cambios de Longitud

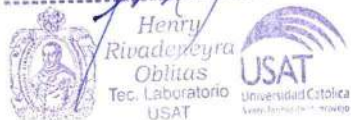
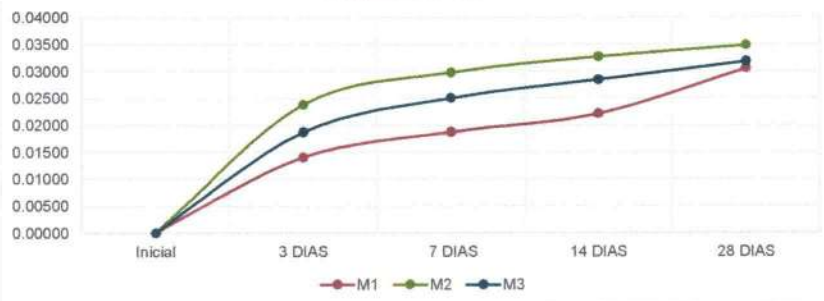
Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Inicial	0	0	0
3 DIAS	0.0399	0.0678	0.0532
7 DIAS	0.0532	0.0847	0.0714
14 DIAS	0.0629	0.0932	0.0811
28 DIAS	0.0871	0.0992	0.0907
Longitud nominal del calibre	285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.01401	0.02378	0.01868
7 DIAS	0.01868	0.02972	0.02505
14 DIAS	0.02208	0.03269	0.02845
28 DIAS	0.03057	0.03481	0.03184

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$

CEMENTO YURA


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Solicitud de ensayo **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : VICTOR SALAZAR TARRILLO
 Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 11 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 08 de noviembre del 2024
 Ensayo : DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-silice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
 Referencia : ASTM C1567
 Muestras : CEMENTO INKA
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
 Edad : 28 días
 Instrumentos : Comparador



Mediciones de Longitud MUESTRAS CEMENTO INKA

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	1.319	3.662	4.367
3 DIAS	1.355	3.724	4.415
7 DIAS	1.367	3.739	4.432
14 DIAS	1.376	3.747	4.441
28 DIAS	1.398	3.752	4.450

Mediciones de cambios de Longitud

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Inicial	0	0	0
3 DIAS	0.0363	0.0616	0.0484
7 DIAS	0.0484	0.0770	0.0649
14 DIAS	0.0572	0.0847	0.0737
28 DIAS	0.0792	0.0902	0.0825
Longitud nominal del calibre	285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.01274	0.02161	0.01698
7 DIAS	0.01698	0.02702	0.02277
14 DIAS	0.02007	0.02972	0.02586
28 DIAS	0.02779	0.03165	0.02895

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$


LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0808589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de ensayo **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : VICTOR SALAZAR TARRILLO
 Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de setiembre del 2024
 Inicio de ensayo : Viernes, 11 de octubre del 2024
 Fin de ensayo : Viernes, 08 de noviembre del 2024
 Ensayo : DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-silice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
 Referencia : ASTM C1567
 Muestras : CEMENTO ANDINO
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
 Edad : 28 días
 Instrumentos : Comparador



Mediciones de Longitud MUESTRAS CEMENTO ANDINO

Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial		2.314	5.853	1.983
	3 DIAS	2.378	5.927	2.053
	7 DIAS	2.399	5.964	2.075
	14 DIAS	2.428	5.967	2.087
	28 DIAS	2.432	5.982	2.103

Mediciones de cambios de Longitud

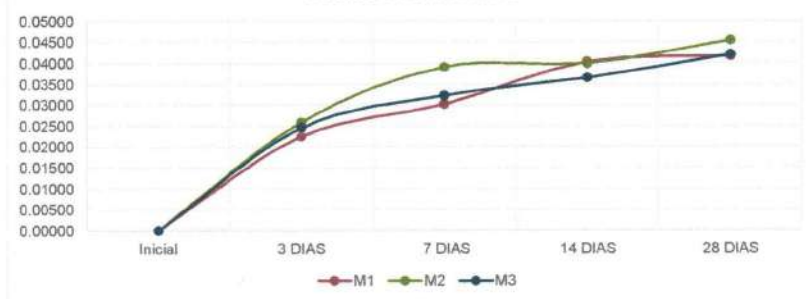
Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Inicial		0	0	0
	3 DIAS	0.0641	0.0738	0.0702
	7 DIAS	0.0859	0.1113	0.0920
	14 DIAS	0.1150	0.1137	0.1041
	28 DIAS	0.1186	0.1295	0.1198
Longitud nominal del calibre		285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
	3 DIAS	0.02250	0.02462
	7 DIAS	0.03014	0.03227
	14 DIAS	0.04033	0.03651
	28 DIAS	0.04161	0.04203

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$

CEMENTO ANDINO



LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PÉRALES

Solicitud de ensayo 0209A-24/ LEMS W&C
Solicitante : VICTOR SALAZAR TARRILLO
Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 02 de setiembre del 2024
Inicio de ensayo Viernes, 11 de octubre del 2024
Fin de ensayo Viernes, 08 de noviembre del 2024
Ensayo : DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-silice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
Referencia : ASTM C1567
Muestras CEMENTO NACIONAL
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
Edad 28 días
Instrumentos Comparador


Mediciones de Longitud MUESTRAS CEMENTO NACIONAL

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.702	6.002	6.776
3 DIAS	6.785	6.083	6.832
7 DIAS	6.802	6.116	6.855
14 DIAS	6.821	6.129	6.889
28 DIAS	6.839	6.148	6.908

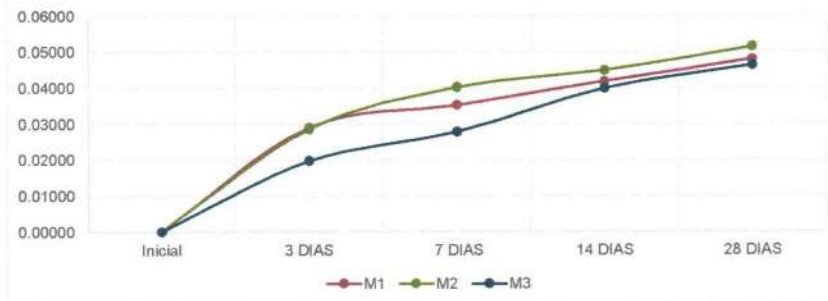
Mediciones de cambios de Longitud

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Inicial	0	0	0
3 DIAS	0.0825	0.0814	0.0561
7 DIAS	0.1001	0.1144	0.0792
14 DIAS	0.1188	0.1276	0.1133
28 DIAS	0.1364	0.1463	0.1320
Longitud nominal del calibre	285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.02895	0.02856	0.01968
7 DIAS	0.03512	0.04014	0.02779
14 DIAS	0.04168	0.04477	0.03975
28 DIAS	0.04786	0.05133	0.04632

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$

CEMENTO NACIONAL



 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL

Solicitud de ensayo **0209A-24/ LEMS W&C**
Solicitante : VICTOR SALAZAR TARRILLO
Proyecto / Obra : Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 02 de setiembre del 2024
Inicio de ensayo Viernes, 11 de octubre del 2024
Fin de ensayo Viernes, 08 de noviembre del 2024
Ensayo : DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-silíce de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
Referencia : ASTM C1567
Muestras CEMENTO PACASMAYO
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
Edad 28 días
Instrumentos Comparador


Mediciones de Longitud MUESTRAS CEMENTO PACASMAYO

Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial		2.849	8.532	5.590
	3 DIAS	2.929	8.601	5.698
	7 DIAS	3.017	8.674	5.763
	14 DIAS	3.142	8.782	5.838
	28 DIAS	3.165	8.823	5.889

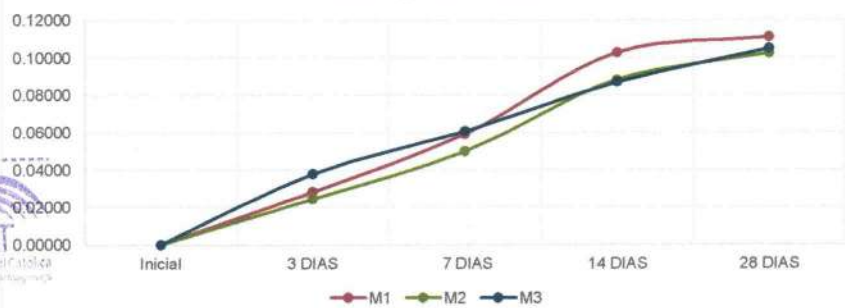
Mediciones de cambios de Longitud


Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Inicial		0	0	0
	3 DIAS	0.0803	0.0693	0.1078
	7 DIAS	0.1683	0.1419	0.1727
	14 DIAS	0.2926	0.2508	0.2475
	28 DIAS	0.3157	0.2915	0.2992
Longitud nominal del calibre		285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
	3 DIAS	0.02818	0.02432
	7 DIAS	0.05905	0.04979
	14 DIAS	0.10267	0.08800
	28 DIAS	0.11077	0.10228

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$

CEMENTO PACASMAYO



 Henry Rivadeneyra Oblinas
 Tec. Laboratorio USAT


LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL

Solicitud de ensayo : **0209A-24/ LEMS W&C**
 Solicitante : **VICTOR SALAZAR TARRILLO**
 Proyecto / Obra : **Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisulfato en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov Chiclayo, Depart Lambayeque**
 Fecha de Apertura : **Lunes, 02 de setiembre del 2024**
 Inicio de Ensayo : **Viernes, 04 de octubre del 2024**
 Fin de ensayo : **Viernes, 04 de octubre del 2024**

Ensayo : **Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón. Parte 1 (Método directo) y Parte 2 (Método de Wenner)**

Método : **Método de las cuatro puntas o Wenner.**
 Referencia : **UNE 83988-2:2014**



Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °c	Resistividad Eléctrica (kΩ.cm)
1	CEMENTO NACIONAL- #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	11.7
2	CEMENTO NACIONAL- #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	7.2
3	CEMENTO NACIONAL- #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	6.8
4	CEMENTO PACASMAYO- #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	12.6
5	CEMENTO PACASMAYO- #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	15.8
6	CEMENTO PACASMAYO- #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	13.0
7	CEMENTO YURA- #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	6.6
8	CEMENTO YURA- #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	6.6
9	CEMENTO YURA- #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	5.9
10	CEMENTO INKA- #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	7.5
11	CEMENTO INKA- #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	6.8
12	CEMENTO INKA- #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	6.6
13	CEMENTO ANDINO- #01	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	8.3
14	CEMENTO ANDINO- #02	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	9.6
15	CEMENTO ANDINO- #03	210	06/09/2024	04/10/2024	28	19.5	12.1

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL.**
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
**LEMS W&C EIRL.**
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246994

PROYECTO DE TESIS: Evaluación de la efectividad de las diferentes marcas de cemento antisalitre en el país en relación al ataque a sulfatos y resistividad eléctrica en el concreto

TESISTA: VICTOR SALAZAR TARRILLO

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FECHA DE PRESUPUESTO: Chiclayo, 27 de agosto del 2024

# DISEÑO							
Descripción	Patrón	Material de análisis				Sub Total	Total
		CEMENTO ANTISALITRE					
		NACIONAL HS	PACASMAYO MS	YURA HS	ANDINO HS	INKA HS	
f'c 210 kg/cm2	1	1	1	1	1	1	5

PREPARACIÓN MUESTRAS PARA CONCRETO						
Ensayos	Cantidad			Precio		
f'c (kg/cm2)	Diseños	equipo/ Personal	Muestras	Unitario	Parcial	Total
Elaboración de muestras f'c, RESISTV	5	1	12	10	600	900
Elaboración de muestras ALCALI-SILICE	5	1	3	5	75	
Elaboración de muestras SULFATOS	5	1	3	15	225	

*Incluye moldes, herramientas, personal de elaboración y curado

CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO: DURABILIDAD								
Ensayos	Diseño	Cantidad de Ensayos			Total	Precio		Precio Total
Edad (Días)		7	14	28		Unitario	Parcial	
RESISTENCIA A RESISTIVIDAD (*)	5			3	15	40	600	2900
TIEMPO DE FRAGUADO	5	1			5	40	200	
RESISTENCIA A ALCALI-SILICE (***)	5			3	15	50	750	
REACCION POR SULFATOS (**)	5			3	15	90	1350	

(*) Las muestras son probetas de D 15cm y h 30cm, además de tener 28 días de curado

(**) Las muestras son vigas de 7.5cm x 7.5cm de sección y de 28.5cm de longitud (en concreto) con sus respectivos pines con 28 días de curado

(***) Las muestras son vigas de 2.5cm x 2.5cm de sección y de 28.5cm de longitud (en mortero) con sus respectivos pines con 28 días de curado

Total_LABORATORIO = S/ 3,800

NOTA: EL LABORATORIO TRABAJA CON 50% DE PAGO ANTICIPADO
NOTA: EL MATERIAL DE ADICIÓN LO PROPORCIONARÁ EL TESISTA



LEMS W&C EIRL.
Wilson Arturo Olaya Aguilar
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0620-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	COMPARADOR DE CUADRANTE
Marca	INSIZE
Modelo	NO INDICA
N° de serie	F2102561
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Alcance de indicación	0 mm a 12,5 mm
Resolución	0,001 mm
Tipo de indicación	Digital
5. Fecha de calibración	2024-05-18

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

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

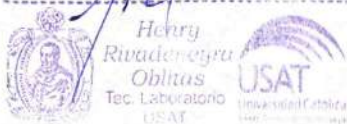
CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

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

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/05/2024 09:10:48-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00



RT03-F01

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

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

TÉCNICO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0620-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de calibración:

La calibración se realiza mediante el método de comparación directa entre la indicación del comparador y los bloques patrón de longitud tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de cuadrante utilizando bloques patrón de longitud" (3ra Edición) del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de bloques patrón de longitud de 1 mm a 20 mm de clase 0	LLA-C-071-2023

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El error máximo permitido del instrumento es proporcionado por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el item calibrado indicado en la página 1.



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

Revisión 00



RT03-F01

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

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

TECNICO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-L-0620-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de la medición

Valor patrón mm	Indicación del comparador mm	Error encontrado mm	Error Máximo Permitido ± mm
0,000	0,000	0,000	0,025
1,000	1,001	0,001	0,025
2,000	2,001	0,001	0,025
3,000	3,000	0,000	0,025
4,000	4,000	0,000	0,025
5,000	5,001	0,001	0,025
6,000	6,001	0,001	0,025
7,000	7,001	0,001	0,025
8,000	8,001	0,001	0,025
10,000	10,001	0,001	0,025
12,500	12,502	0,002	0,025

Incertidumbre de medición : 0,002 mm

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

FIN DEL DOCUMENTO



Henry
Rivadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



Revisión 00



RT03-F01

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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-090-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente 0644
2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L
3. Dirección CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado **MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA MULTIUSOS)**
- Marca FORNEY
- Modelo LA-3626-220
- N° de serie 2491
- Identificación NO INDICA
- Procedencia U.S.A.
- Intervalo de indicación 0 kgf a 5000 kgf
- Resolución 0,1 kgf
- Clase de exactitud NO INDICA
- Modo de fuerza Compresión
- Indicador Digital**
- | | | | |
|--------|---------|------------|-----------|
| Marca | HIWEIGH | Serie | NO INDICA |
| Modelo | 315 | Resolución | 0,1 kgf |
- Transductor de Presión**
- | | | | |
|--------|-----------------|-------|-----------|
| Marca | ZEMIC | Serie | M2D023720 |
| Modelo | H3-C3-5.ot-6B-C | | |
5. Fecha de calibración 2024-05-18

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

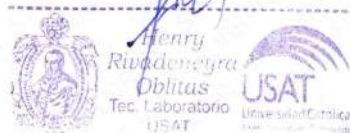
2024-05-24



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/05/2024 17:50:15-0500



Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

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

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

TÉCNICO DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

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

7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,6 °C
Humedad relativa	66 %	71 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 44 kg	INF-LE N° 070-24 A

10. Observaciones

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



Revisión 00

RT03-F01

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

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-F-090-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf						kgf	kgf
10	500,00	497,71	497,21	498,21	--	--	497,71	2,29
20	1000,00	997,29	997,29	998,30	--	--	997,63	2,37
30	1500,00	1504,91	1499,89	1500,90	--	--	1501,90	-1,90
40	2000,00	2003,51	2002,51	2005,52	--	--	2003,85	-3,85
50	2500,00	2505,64	2504,13	2508,15	--	--	2505,97	-5,97
60	3000,00	3008,78	3006,77	3011,29	--	--	3008,95	-8,95
70	3500,00	3511,93	3509,93	3514,44	--	--	3512,10	-12,10
80	4000,00	4015,10	4012,59	4017,61	--	--	4015,10	-15,10
90	4500,00	4518,28	4515,27	4520,28	--	--	4517,94	-17,94
100	5000,00	5021,97	5019,96	5024,48	--	--	5022,14	-22,14

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
10	500	0,46	0,20	--	0,02	--	1,18
20	1000	0,24	0,10	--	0,01	--	0,83
30	1500	-0,13	0,33	--	0,01	--	0,78
40	2000	-0,19	0,15	--	0,01	--	0,72
50	2500	-0,24	0,16	--	0,00	--	0,71
60	3000	-0,30	0,15	--	0,00	--	0,70
70	3500	-0,34	0,13	--	0,00	--	0,69
80	4000	-0,38	0,12	--	0,00	--	0,69
90	4500	-0,40	0,11	--	0,00	--	0,69
100	5000	-0,44	0,09	--	0,00	--	0,69

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

FIN DEL DOCUMENTO



Henry
Rivaideciga
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
Universidad Católica
Transmisión Aprobada

Revisión 00



RT03-F01

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

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

TÉCNICO DE LABORATORIO