



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Aplicación de diferentes cementos en las propiedades del concreto
expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-
2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTOR:

Br. Mamani Benavente, Roxana

<https://orcid.org/000-0002-5571-1155>

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis

<https://orcid.org/000-0003-4459-494X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios Todopoderoso que guía mi camino para alcanzar mis sueños. A mis Padres, que son ejemplo de esfuerzo y superación. A mi Familia, por inculcarme el espíritu de amor y fortaleza. A mis Docentes, por compartir conmigo sus conocimientos y vivencias. A mi Esposo y mi querido hijo Jesús, mi fuente de inspiración para la superación y el logro de metas.

Agradecimiento

Con el más profundo respeto y sincero agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, por permitirme forjar mis conocimientos basados en ciencia, tecnología y humanidad. Mi profundo agradecimiento al Mg. José Luis Benites Zúñiga por su valioso tiempo y aportes para la elaboración del presente trabajo. A mi familia por su apoyo incondicional durante todo este proceso de formación profesional. A todas las personas que ahora pudiera estar olvidando, las que de una u otra manera hicieron posible la culminación de esta etapa en mi formación profesional.

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	v
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	31
3.1. Tipo y diseño de investigación	31
3.2. Variables y Operacionalización	32
3.3. Población, muestra y muestreo	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos.....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	37
3.7. Aspectos éticos	37
IV. RESULTADOS.....	38
V. DISCUSIÓN	50
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	58

Índice de Tablas

Tabla 1. Requisitos del Agregado Fino.....	16
Tabla 2. Mezcla y Asentamiento.	19
Tabla 3. Relación entre la Resistencia del Concreto a una determinada edad	20
Tabla 4. Relación de A/C según exposición.	28
Tabla 5. Resistencia a la Compresion	45
Tabla 6. Resistencia a la Compresion de concretos expuestos al Congelamiento y Deshielo.	47
Tabla 7. Porosidad del Concreto - ECD (%).....	48

Índice de Gráficos y figuras

Figuras 1. Curvas Envolventes del Agregado Fino	16
Figuras 2. Mecanismos que Deterioran el Concreto	22
Figuras 3. Presión Osmótica (Pigeon, 1995).....	25
Figuras 4. Rotura del concreto por congelamiento del agregado (Becker, 2010).....	25
Figuras 5. Temperatura anual en la ciudad de Puno, año 2020 (SENAMHI).	29
Figuras 6. Temperatura máxima (línea roja) y mínima (línea azul) en Puno, 2020 ...	29
Figuras 7. Temperatura máx. y mín. mes de Junio (SENAMHI, 2020).....	30
Figuras 8. Esquema de la cantidad de muestras.	34
Figuras 9. Fórmula para determinar la Porosidad abierta.	36
Figuras 10. Mapa político del Perú	38
Figuras 11. Mapa político del Perú.....	39
Figuras 12. Mapa del Distrito de Puno.	39
Figuras 13. Mapa de la cantera Viluyo.....	40
Figuras 14. Clima de Puno	40
Figuras 15. Resistencia a la compresion cemento Frontera.....	45
Figuras 16. Resistencia a la compresion cemento Rumi.....	45
Figuras 17. Resistencia a la compresion cemento Wari.....	45

Figuras 18. Se utilizó una congeladora controlando la temperatura (-8 a -15)	47
Figuras 19. Se expuso las Briquetas al congelamiento.	47
Figuras 20. Ensayo de resistencia a la compresion.	47
Figuras 21. Se registró el peso de las muestras secas.	48
Figuras 22. Peso sumergido.....	48
Grafico 1. Ensayo de Resistencia a la Compresión.	46
Grafico 2. Ensayo de Resistencia a la Compresión de concretos ECD.	47
Grafico 3. Ensayo de Porosidad de concreto ECD.....	49

Resumen

La presente Tesis titulada “Aplicación de diferentes cementos en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021”, planteó como objetivo general establecer el cemento que ofrece mejor desempeño en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021, fue de Tipo Aplicada, Correlacional y Cuantitativa, el diseño fue experimental y cuasi experimental, el muestreo fue no probabilístico, por conveniencia e Intencional. Los cementos utilizados fueron cemento Rumi, Frontera y Wari, el $f'c$: 210 kg/cm². Entre los resultados obtenidos se evidencio que el concreto elaborado con cemento Wari expuesto al congelamiento y deshielo alcanza la mayor resistencia a la compresión, a los 7 días de 161.3 kg/cm², 14 días de 189.5 kg/cm² y a los 28 días de 218.0 kg/cm²; así mismo el ensayo de la porosidad muestra que a los 14 y 28 días el concreto elaborado con cemento Wari expuesto al congelamiento y deshielo presenta el menor porcentaje de porosidad siendo de 5.999%, y 6.256% respectivamente. Se concluye verificándose que existe una relación inversa entre la resistencia a la compresión y la porosidad, ya que si tenemos un menor porcentaje de porosidad la resistencia a compresión aumenta, y en consecuencia mejora la durabilidad del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

Palabras clave: Características de los Cemento, propiedades del concreto, Congelamiento, Deshielo, Resistencia a la Compresion y Porosidad.

Abstract

This thesis entitled "Application of different cements in the properties of concrete exposed to freezing and thawing in buildings in Puno-2021", set as a general objective to establish the cement that offers the best performance in the properties of concrete exposed to freezing and thawing in The buildings of Puno-2021, were of Applied, Correlational and Quantitative Type, the design was experimental and quasi-experimental, the sampling was non-probabilistic, for convenience and Intentional. The cements used were Rumi, Frontera and Wari cement, the f'c: 210 kg / cm². Among the results obtained, it was evidenced that the concrete made with Wari cement exposed to freezing and thawing reaches the highest compressive strength, at 7 days of 161.3 kg / cm², 14 days of 189.5 kg / cm² and at 28 days of 218.0 kg / cm²; Likewise, the porosity test shows that at 14 and 28 days the concrete made with Wari cement exposed to freezing and thawing has the lowest porosity percentage, being 5,999% and 6,256% respectively. It is concluded by verifying that there is an inverse relationship between compressive strength and porosity, since if we have a lower percentage of porosity the compressive strength increases, and consequently improves the durability of concrete subjected to freezing and thawing cycles.

Keywords: Cement characteristics, concrete properties, Freezing, Thawing, Compressive Strength and Porosity.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el concreto representa el material más utilizado para la infraestructura, su eficiencia representa una herramienta imprescindible para el logro de una economía sostenible y cada vez más competitiva, sin embargo, en los últimos años el retraso tecnológico y la necesidad de la industria de la construcción en mostrarse más competitiva nos demuestran estándares de calidad que no satisfacen las expectativas actuales. Aunado a todo esto el sector enfrenta el reto de actualizar y cubrir la necesidad del crecimiento desproporcionado de la población.

Es en este punto en donde resalta la importancia del desarrollo de materiales de alto desempeño tecnológico basado en la innovación científica, esenciales para optimizar el proceso constructivo y mejorar las expectativas frente a la estructura. El cemento es un material conocido y esencial; su uso va desde arreglos elementales hasta grandes obras de construcción. Así mismo, es importante añadir que las características de la marca, tipo y contenido (proporción) de cemento, influye dentro de la resistencia del concreto a cualquier edad. La elección del mejor tipo de cemento para cada tipo de obra mejora la calidad en la construcción, es por eso que, se debe escoger con responsabilidad el tipo de cemento necesario, que mejorara la calidad del concreto lo cual garantizara una construcción resistente y segura.

Se tiene distintas marcas de cemento que oferta el mercado y cuyas características técnicas se desconocen en algunos casos, en especial por la población de bajos recursos económicos, que utiliza el cemento en la construcción de viviendas, debido a que los fabricantes proporciona poca o casi nula información técnica acerca de estos productos, ocasionando desconocimiento de sus propiedades, que el poblador común debe conocer en forma referencial de la calidad con que está ejecutando sus obras de concreto y la autoconstrucción en sus propiedades.

En Puno dada la coyuntura actual de la pandemia se viene comercializando reducidos tipos y marcas de cemento como el Rumi, Frontera, y Wari importada por la empresa Direpsur, siendo esta última, una marca relativamente nueva en

comparación con las otras. En la ciudad de Puno se evidencia una desinformación técnica respecto a la resistencia a compresión de los concretos elaborados con las diferentes marcas y tipos de cemento que se comercializan, sumado a esto en éstas construcciones, prácticamente no existe controles de calidad en la elaboración y colocado del concreto, ni estudios comparativos, que establezcan diferencias en la resistencia a compresión y porosidad, para concretos elaborados con las marcas de cemento mencionadas.

Para poder analizar la calidad del concreto se debe evaluar su propiedad mecánica básica, la reacción bajo compresión, este cuantifica la calidad del cemento utilizado, nos muestra una relación entre la proporción del mismo ya que a más cemento mejora la resistencia del hormigón (concreto). Otro componente importante es lo concerniente a la porosidad, característica que condiciona la habilidad posterior del concreto para retener líquidos y el flujo a través de este, siendo por lo tanto fundamental para el estudio de la durabilidad del concreto.

Así mismo cabe mencionar que hay diversos factores que causan un impacto importante en la vida útil de una estructura, tales como agentes externos del medio ambiente o factores dados por las condiciones de servicio a las que son expuestas las estructuras, así mencionaré los iones de cloruro, el conocido dióxido de carbono, los sulfatos, las bacterias, los procesos de abrasión y las etapas de congelamiento y deshielo, tema del cual trata esta tesis. Lo fundamental con respecto a estos factores agresivos está en su relación frente al entorno en donde tiene su inicio, la velocidad de penetrabilidad y la forma de transporte.

A nivel internacional, sin comparación con países desarrollados tales como Alemania, Estados Unidos, Japón, etc. Las empresas dedicadas a la construcción y por ende la producción del concreto en países de Latinoamérica ponen de manifiesto un altísimo grado de inseguridad, teniendo como resultado construcciones con

escaso o nulo control, incumpliendo el respeto a códigos y reglas de construcción poniendo en manifiesto que se realizan sin una planificación adecuada¹.

Los estudios realizados en el País Colombiano, pone en evidencia que una estructura informal consume dos veces más materiales de destinados a la construcción que una estructura y/o vivienda formal, debido a la selección inadecuada de materiales, sino además, no priorizar la agresividad de los agentes externos en donde se desarrollan las estructuras².

A nivel nacional, si bien en nuestro país se han emprendido medidas para tomar en cuenta la vida útil del concreto aún falta mucho por trabajar con respecto a distintas acciones preventivas y de proyección anticipada para evitar comportamientos reactivos frente a factores externos que afecten la naturaleza del concreto, esto reducirá errores constructivos que ponen en peligro la obra y quienes están cerca de esta.

Debido a la ubicación geográfica del Perú, se pone en manifiesto su diversa y compleja geografía, mostrándonos una gama variada de climas y condiciones ambientales para cada pueblo o ciudad, es decir se tiene escenarios variados para la ejecución de obras como por ejemplo la sierra en donde la elección del mejor tipo de cemento para la elaboración de un concreto que resista las etapas de congelamiento, deshielo y así mismo las variaciones climáticas, son de suma importancia para alcanzar estándares de calidad aceptables³.

Actualmente en la región, el perjuicio del hormigón por procesos de hielo y deshielo resultan problemas comunes tanto en canales, superestructuras como puentes e infraestructuras, las cuales, no cumplen con el tiempo útil para la cual son diseñadas esto se traduce en un desequilibrio entre el costo/beneficio. Para asegurar que en

¹ (LASCARRO, Manuel, 2018)

² (LASCARRO, Manuel, 2018)

³ (ZEÑA Vela, 2015)

estas estructuras permanezcan las propiedades esenciales de servicio es necesario enfocarnos en la elección del más adecuado cemento para la fabricación del hormigón no solo tomando en cuenta su resistencia, sino también desde la durabilidad ante agentes externos a los que puedan ser sometidos.

Frente al contexto presentado el problema central es: ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en las propiedades del concreto expuesto a procesos de hielo y deshielo en edificaciones, Puno 2021?. Entre los problemas específicos mencionare: ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en la reacción a la compresión del hormigón en edificaciones, Puno 2021?, ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en la resistencia a la compresión del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en edificaciones, Puno 2021?, ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en la porosidad del concreto expuesto a procesos de congelamiento y deshielo en edificaciones, Puno 2021?.

Se muestra la justificación social de este estudio ya que se basa en satisfacer la necesidad del usuario, sobre estructuras las cuales cumplan con los requerimiento de diseño para el cual fueron construidas, esto se traduce en un equilibrio entre el costo/beneficio, mejorando así su calidad de vida. Así mismo la elección de un adecuado tipo de cemento reducirá errores constructivos que ponen en peligro la obra y quienes están cerca de ella. La Justificación teórica se sustenta en que mediante el estudio detallado del fenómeno que se desea investigar, nos permitirá aclarar el mecanismo de respuesta del hormigón frente a los agentes agresivos los cuales son propios de nuestra región dado el clima de temperaturas bajas y así mejorar los procesos constructivos y modificar las expectativas constructivas y de servicio de las estructuras. Justificación metodológica, el estudio en profundidad de la trascendencia del tipo de cemento en las propiedades del hormigón (concreto) simple expuestos a ciclos de hielo/deshielo, permitirá aclarar los procesos y seleccionar los ensayos más adecuados para la evaluación oportuna de un hormigón (concreto) resistente a ciclos de hielo y descongelamiento. La Justificación Practica

está basada en que las conclusiones nos ofrecerán alternativas más acertadas frente a la elección del tipo adecuado de cemento frente a estructuras que se encuentran en ambientes agresivos, tal es el caso de la región Puno en donde se presentan climas variados.

En esta investigación se consideró como objetivo general determinar el cemento que ofrece mejor desempeño en las propiedades del concreto expuesto al hielo y deshielo en Edificaciones, Puno-2021. Los objetivos específicos son determinar el cemento que muestra mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto en Edificaciones, Puno-2021, determinar el cemento que brinda mejor desempeño en resistencia a compresión en estructuras de concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las Edificaciones, Puno-2021. Determinar la porosidad del concreto elaborado con distintos cementos y expuesto al congelamiento y deshielo en Edificaciones, Puno-2021.

Así mismo la hipótesis general que se planteo es que la elección del cemento influye significativamente en forma positiva en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en edificaciones, Puno-2021. Las hipótesis específicas se relacionan con la elección del cemento tiene una influencia significativa positiva en la reacción a la compresión del concreto en edificaciones, Puno-2021. La elección del cemento tiene una influencia significativa positiva en la reacción a la compresión del hormigón (concreto) expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021. La selección del cemento influye positivamente en la disminución de la porosidad del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021

II. MARCO TEÓRICO

Toda investigación científica necesita un sustento o un respaldo, por lo cual, los antecedentes, nos ofrecen la base teórica necesaria como punto de partida para un análisis detallado para esta investigación. El marco teórico incorpora el problema que se investiga con las diferentes bases teorías, distintos enfoques, diversos estudios preliminares que se refieren al tema de investigación. Los antecedentes sirven como referencia y guía en el problema a investigar, nos ayuda a crear una fase sólida a través de argumentos verídicos. Ante lo mencionado, se podrán visualizar los siguientes antecedentes de esta investigación⁴.

López y Mamani (2017) en su trabajo de investigación determinaron el dominio del aditivo nanosílice en el concreto expuesto a ciclos de hielo y deshielo. Fue del tipo Correlacional-Sincrónicas-Cuantitativo el nivel fue exploratorio, la población estuvo conformada por el concreto normal y el concreto con nanosílice, realizaron un muestreo por referencia. Entre los resultados obtenidos demostraron que la mejor reacción obtenida a compresión en 28 días es 490.72 kg/cm² y 56 días 516.62 kg/cm², con 1.5% de aditivo (1.5NS), la mejor reacción a compresión en concretos expuestos a ciclos de hielo y deshielo a los 28 días es 487.54 kg/cm² y 56 días 512.23 kg/cm². Asimismo el hormigón con añadidura del aditivo (1.0NS) mostro disminución en su porosidad a los 28 días de 1.73% y 56 días de 1.85%.

Aragón (2021) tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de la resistencia a compresión versus la edad y el costo por metro cúbico, en concreto $f'c=210$ kg/cm², elaborados con diferentes marcas de cemento Portland Tipo I y IP en Puno. El tipo fue descriptivo, correlacional y comparativo. La población fueron el conjunto de probetas de concreto según NTP 339.183 (2013), se organizó por un total de 160 probetas por la metodología del ACI-211 y WALKER, divididas, en ocho grupos de 20 probetas por cada marca de cemento y para cada dosificación utilizada. Entre los resultados obtenidos mostraron la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm²,

⁴ (PAEZ Moreno, y otros, 2009)

método de diseño ACI- 211 de los diferentes cementos Frontera IP a los 7 días 144 kg/cm², a los 14 días 182 kg/cm², a los 28 días 211 kg/cm²; Rumi IP a los 7 días 192 kg/cm², a los 14 días 233 kg/cm², a los 28 días 272 kg/cm²; Wari tipo I a los 7 días 301 kg/cm², a los 14 días 359 kg/cm², a los 28 días 432 kg/cm².

Ahumada (2020) en su tesis, determino cemento ofrece un alto desempeño en estructuras de concreto simple frente al agua destilada y ácido sulfúrico. Su diseño de mezcla fue según el método ACI. Entre las conclusiones manifestaron que Las probetas de los tres diseños mostraron la misma tendencia de lixiviación en agua destilada para un tiempo de exposición de 8 semanas, pero en diferente magnitud en función de la cantidad de iones disueltos: CV > CI > CIP. Esto puede deberse al porcentaje de componentes silicatos-cálcicos respecto al peso específico de cada cemento, siendo el tipo V el de mayor porcentaje (%), por tanto, produjo mayor cantidad de iones calcio disuelto. Estos resultados fueron comprobados con el análisis del pH, donde también se encontró la correlación entre la cantidad de % (porcentaje) de silicatos cálcicos y el aumento del pH en el medio de ensayo de forma directamente proporcional. El ácido sulfúrico a una concentración de 10 g/L es muy corrosivo, con cambios inmediatos para los tres diseños de estudio. Las probetas para los tres diseños mostraron la misma tendencia de comportamiento en ácido sulfúrico para un tiempo de exposición de 2 semanas, pero en similar magnitud en función de la cantidad de iones disueltos: CV ≈ CI ≈ CIP y los resultados fueron corroborados con el registro del pH del medio. Es decir, este tipo de ataque químico tendría similares resultados independientemente del tipo de cemento a emplear.

Osorio (2019) en su trabajo de investigación determino el dominio del nanosílice en la firmeza del Hormigón sometido a las reacciones químicas de sulfatos, presente investigación es experimental, el tipo de investigación fue aplicada su población fueron todas las probetas que existen en el laboratorio, y su muestra fue 56 probetas de concreto con nano sílice del laboratorio, entre sus resultados obtenidos se puede resaltar que el Nanosílice tiene influencia positiva en la durabilidad del concreto cuando está expuesto a sulfatos del agua de mar, demostrando que la adición optima

de Nanosílíce (HP-300) es de 1.0%N.S., para esta dosificación se alcanza mayor resistencia y se disminuye la porosidad por ende se tiene un concreto de buena calidad disminuyendo la penetración de agentes agresivos

Cruzado De la Cruz y Rivera (2019) en su trabajo su objetivo fue determinar el dominio que ejerce un tipo de incorporador de aire en el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del hormigón (concreto) en climas fríos. Su población y muestra fue el concreto estructural con incorporador de aire, utilizaron el cemento tipo I (Pacasmayo), el agregado grueso y fino de la cantera El Milagro. El TMN fue de 1/2", agua potable fue de Trujillo, aditivos incorporadores de aire Air Mix 200 y SikaAer. La relación A/C de 0.55; el aditivo usado por cada marca es 0%, 0.04%, 0.08%, 0.12%, 0.16%, 0.20%, 0.24% y 0.28% con respecto al peso del cemento. Se realizó el planteamiento de un diseño bifactorial con dos variables independientes, el porcentaje de aditivo incorporador de aire con diferentes valores: 0%, 0.04%, 0.08%, 0.12%, 0.16%, 0.20%, 0.24% y 0.28%, el aditivo fueron de las marcas Air Mix 200 (Química Suiza) y SikaAer (Sika Perú S.A.C.). El mejor diseño de concreto expuesto a climas fríos se logró añadiendo 0.04% del aditivo en ambas marcas, presentando perdidas en su resistencia del 12% y 10% en relación a las muestras sin adición que pierden un 19% de su resistencia.

Duran (2018), determino la forma más adecuada de curado aplicadas en situaciones reales de obra y que garantice alcanzar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido, de carácter Experimental – Aplicativa. Entre las conclusiones expusieron una comparación con variación porcentual de f_c en referencia al modo sin curado, el curado por inmersión presenta un aumento de 6.49%; la añadidura del curador químico logró el valor f_c de diseño propuesto, en referencia a la reacción a compresión (f_c) de diseño 210 kg/cm², el curado por inmersión obtuvo una resistencia 263.40 kg/cm², y el método de curado con añadidura del curador químico logro una reacción a compresión de 237.39 kg/cm² y el modo sin curado llego a una reacción a compresión de 247.34 kg/cm².

Laguna y Piedrahita (2017) su trabajo tuvo como objetivo la evaluación técnica y evaluación económica en laboratorio de distintas mezclas de hormigón (concreto) hidráulico poroso, mediante el uso de materiales disponibles en la ciudad, los cuales son utilizados como capa de rodadura en pavimentos rígidos porosos en estacionamientos de Cartagena de Indias. Con enfoque cuantitativo y un diseño experimental a escala de laboratorio. Observaron que la reacción a la compresión es inversamente proporcional a la cantidad de vacíos, ya que una muestra menos densa es más fácil fracturar, por otra parte la mezcla que se dosifico con muy poca agua mostro una resistencia de esfuerzo a la compresión muy baja por ser una muestra muy seca, convirtiendo en el diseño que resulto menos resistente a compresión. Asimismo observaron que las mezclas diseñadas con agregado tipo canto rodado son más caras que las diseñadas con triturado de caliza, ya que estas requieren mayor cantidad de agregados

García (2017) su objetivo fue determinar la reacción en compresión y costo de producción del hormigón normal ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$) con añadidura de fibras de vidrio en 0.025%, 0.075% y 0.125%, mostrando reacciones a la compresión superiores al concreto normal, así mismo se verifico que el costo de producción disminuye. La añadidura de 0.025%, 0.075% y 0.125% de fibra de vidrio mejora la reacción a la compresión en 6.65%, 2.26% y 1.26% respectivamente y la inclusión de 0.025% de fibra de vidrio al concreto normal reduce el costo de producción en 2.94%.

Valeriano (2021) determino el comportamiento del hormigón elaborado con un tipo de cemento antisalitre frente a ataques de sulfatos y cloruros. La metodología para desarrollar la presente investigación será del tipo descriptiva-experimental, asimismo realizo la recolección de información técnica sobre aditivos para contrarrestar el salitre, ataque de sulfatos y cloruros. También uso como herramienta la encuesta entre las personas involucradas en la ejecución de obras civiles. Su población estuvo conformado por briquetas de hormigón elaborados con cemento Portland tipo IP y cemento antisalitre HS, sus muestras fueron las diferentes probetas elaboradas con cemento tipo IP y HS con ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días. Entre sus

conclusiones manifestaron que el ataque de sulfatos y cloruros afectan directamente la reacción a la compresión simple en el concreto al margen de que sea elaborado con cemento IP o HS, el concreto presentó menores cifras de reacción a la compresión simple y se hace más evidente con el transcurrir del tiempo, el concreto elaborado con cemento HS antisalitre mostró mejor desempeño a la compresión simple frente al concreto elaborado con cemento IP que más se usa en la región.

Solis y Alcocer (2019) in this article titled Concrete durability with high absorption aggregates, this research focuses on determining the durability of the concrete with limestone aggregates of high absorption and w/c adopting ratio in a range of 0.40 to 0.70, taking into consideration the resistance to the compression, the porosity, the permeability to the air, the sorptivity and the electrical resistivity. Among the results obtained they showed the concrete can have a good durability in aggressive environments with a w/c of 0.40, and in environments of moderate aggressiveness with a w/c of 0.50.

La durabilidad y la resistencia mecánica del concreto son características igualmente importantes, al evaluar la capacidad para hacer frente a las condiciones del medio externo frente a las que estará sometida la construcción en el transcurso de su tiempo de servicio. Los problemas de durabilidad del hormigón usualmente se vinculan con su porosidad y permeabilidad al flujo de líquidos y gases. Asimismo determino la durabilidad del hormigón elaborado con agregados calizos que muestran una elevada absorción, mejor reacción a la compresión, porosidad, permeabilidad al aire, la sorptividad y la resistividad eléctrica considerando una relación de agua/concreto en un rango de 0.40 a 0.70. Llegando a la conclusión de que una relación agua/cemento de 0.40 muestra una buena durabilidad en ambientes con agentes externos agresivos.

Cuellar y Sequeiros (2017) determinaron la influencia del curado en la ciudad de Abancay y Pachachaca, con cemento portland tipo I y puzolánico tipo IP. De tipo correlacional, nivel explicativo. La muestra estuvo conformada por briquetas de

concreto elaborados con los dos tipos de cemento. Sometiéndolos a ensayos de compresión. Concluyendo que la reacción alcanzada por cada concreto elaborado con los tipos de cemento muestran gran diferencia ya que el TIPO I supera la resistencia requerida en el diseño ($f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$), 387.93 kg/cm^2 ; mientras que, el concreto con cemento IP obtiene una reacción a los 28 días de $f_c = 230.77 \text{ kg/cm}^2$.

A continuación, se detallan las teorías relacionadas al tema de investigación, que definirán las variables en base a un enfoque conceptual relacionándolas con sus respectivas dimensiones, en este aspecto son; tipos de cemento, Wari tipo I y Frontera, Rumi tipo IP, propiedades del concreto, resistencia a la compresión y porosidad.

El elemento que resulta de la unión del cemento, agua, agregados y en ciertas ocasiones aditivos, se denomina concreto el cual pasa por diferentes procesos inicialmente se constituye en una pasta con características plástica, manejable y que adquiere finalmente una consistencia dura evidenciándose sus características aislantes y resistentes, constituyéndola en un material sumamente importante para la construcción. Como se había mencionado anteriormente la masa plástica puede ser moldeada pero debido al factor tiempo va perdiendo estas características convirtiéndose en una masa dura y rígida⁵.

La unión de cemento portland, agregado fino/grueso, aire, agua en cantidades estandarizadas constituyen el concreto con ciertas propiedades como la resistencia⁶. El concreto simple se caracteriza porque no contiene ningún elemento de refuerzo, su uso en edificaciones se da en elementos totalmente apoyados sobre el suelo o soportados por otros elementos estructurales capaces de proveer un apoyo vertical continuo⁷.

⁵ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 11)

⁶ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 11)

⁷ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 12)

El concreto está constituido por elementos activos (cemento, agua, agregados, aditivos y elemento pasivo (el aire). Los aditivos mejoran su trabajabilidad, resistencia y durabilidad⁸.

El Cemento es un elemento cuyo comportamiento característico es la afinidad por el agua, resulta de calcinar rocas calizas, areniscas y arcillas, obteniéndose un polvo muy fino que bajo saturación endurece adquiriendo diversas propiedades tales como resistencia y adherencia⁹.

El cemento portland, resulta de la pulverización de Clinker, está constituido por silicatos de calcio, sulfato de calcio. Debe satisfacer la ASTM C-150 "Estándar Specification for Portland Cement", considera entre sus componentes en un 70 y 75% al C3S (Silicato tricálcico), C2S (Silicato bicálcico), 7 y 15% al C3A (Aluminato Tricálcico) y lo demás lo conforma el C4AF (Ferro-Aluminato Tetracálcico), el Mg O y el SO3 dependen de la cantidad en la materia prima¹⁰.

Los tipos de cemento portland se clasifican en Tipo I (usado en obras en general), el tipo II (para obras sometidas a sulfatos y se necesita un moderado calor de hidratación), con respecto al Tipo III (usado en obras que necesitan desarrollar altas resistencias al inicio), el Tipo IV (usado en obras donde desarrolla bajo calor de hidratación), por último el Tipo V (Para obras donde se necesita alta resistencia a sulfatos)¹¹

El Cemento Portland Tipo IP, este tipo de cemento se caracteriza porque entre sus elementos contiene puzolana entre el 15% y 40% del su peso total. Se rigen por la ASTM C-595. Se define puzolana como un material sílico-aluminoso y que en agua a

⁸ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 13)

⁹ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 17)

¹⁰ (YURA, 2014 pág. 14)

¹¹ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 39)

una T° (temperatura) ambiente normal, reacciona en un proceso químico con el Hidróxido de calcio formando productos con características cementicias¹².

Una de las características más resaltantes del cemento puzolámico es su resistencia a la compresión, esto como resultado del contenido de puzolana natural con orígenes volcánicos, debido a que posee una superficie amplia, además, desarrollan a más edad reacciones a la compresión superiores a las que pudiesen ofrecer otro tipo de cementos. Con respecto a su oposición frente a sulfatos debido a la liberación de hidróxido de calcio por el cemento, resultando el sulfato de calcio dihidratado el cual genera el 18% de la expansión del sólido, produciéndose Ettringita (compuesto de sostén frente a los problemas de fisuración). La impermeabilidad como resultado de las altas cantidades de silicatos cálcicos, por la acción de aluminosilicatos de la puzolana y los hidróxidos de calcio, resultantes del proceso de la hidratación del cemento, todos estos procesos aminoran la porosidad capilar.

La acción del álcali-agregado se ve disminuida ya que la puzolana logra dimitir los álcalis en el cemento en pasta, retardando su accionar en los agregados, retardándose la fisuración por agregados álcali reactivo.

Existe disminución del calor de hidratación en el Cemento puzolánico por la reacción del Hidróxido de Calcio el cual se libera tras la hidratación del cemento, y el aluminato tricálcico (C3A) del cemento, esta reacción en si desarrolla gran calor de hidratación, pero gracias a que la puzolana que reacciona frente al hidróxido de calcio, se inhibe esta reacción, en consecuencia se tendrá calor de hidratación menores, manifestándose esta reacción en la disminución de contracciones y por lo tanto fisuraciones¹³.

El "Clinker" resulta de las materias primas, molidas y mezcladas que calientan se hasta 1400-1900°C, son diminutas esferas grisáceas y negruzcas, de consistencia

¹² (YURA, 2014 pág. 14)

¹³ (YURA, 2014 p. 14)

dura y en diversos tamaños, se le enfría y luego se tritura convirtiéndose en un polvo fino, constituyéndose así el denominado cemento portland comercial. Cabe resaltar que en el proceso de molienda se le añade una cantidad de yeso de un 3 a 4% para poder regular la fragua del cemento¹⁴.

El mecanismo de hidratación del cemento constituye un conjunto de procesos químicos entre el agua y los diversos elementos constituyentes del cemento, ofreciéndole así al cemento la cualidad del cambio desde un estado plástico al endurecido, la velocidad con que la hidratación se desarrolla se relaciona con lo fino del cemento, esto significa que al inicio es rápida y va disminuyendo al transcurrir los días. Se activa el proceso exotérmico dividiendo las partículas en millones de partículas como consecuencia de la hidratación produciendo un flujo de calor al exterior el cual se denomina calor de hidratación¹⁵.

Tomando en cuenta la reacción de la temperatura, el tiempo y la relación agua/cemento, se desarrolla el Estado plástico del concreto como pasta moldeable y se debe considerar que a menor relación A/C, aumenta la concentración de partículas del cemento en la pasta de concreto obteniéndose productos de hidratación mucho más resistentes.

El Fraguado inicial del concreto constituye una condición donde continúa con el endurecimiento y el término de la plasticidad, generándose un proceso exotérmico, manifestándose el calor de hidratación¹⁶.

El proceso del fraguado final del concreto inicia al finalizar el fraguado inicial, se caracteriza por permanentes deformaciones y endurecimiento.

¹⁴ (ABANTO Castillo, 2009 p. 15)

¹⁵ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 p. 40)

¹⁶ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 p. 43)

El proceso de endurecimiento del concreto le continúa a la etapa de fraguado final, en este estado se mantiene e incrementan las características resistentes. Prevalece la hidratación de los silicatos de calcio continuando de forma indefinida. Los sólidos de hidratación presentan disminuida capacidad de disolverse en un ambiente líquido demostrándose así que el proceso de endurecimiento continúa aún en un ambiente líquido (agua)¹⁷.

El 75% del volumen total del concreto está ocupada por los agregados, estas son partículas inorgánicas naturales o artificiales, elementos integrados a la pasta, constituyen el armazón granular del concreto ya que representan del 80 al 90% del peso total del mismo. En la pasta se unen los elementos del esqueleto granular siendo esta la responsable de la resistencia, variaciones volumétricas, en consecuencia de la vida útil del concreto. Los agregados Finos son las partículas pasantes del tamiz de 3/8" y del Tamiz N° 4 en 95%, quedando retenido en el Tamiz N° 200¹⁸. Y el Grueso queda retenido en el Tamiz 4 en un 95%¹⁹

Entre las características físicas del agregado tenemos la densidad, resistencia, porosidad, y la granulometría o gradación según la NTP 400.037. El Agregado fino es la partícula que se genera de la destrucción natural o artificial de las rocas, debe estar libre de sustancias. Para mezclas de agregados grueso y fino según el Manual de Ensayo de Materiales del MTC E 204-2016, la muestra es separada en dos tamaños, por el tamiz N°4, este tamiz divide el agregados grueso del fino²⁰.

El análisis granulométrico tiene como fin conocer la distribución por tamaño del agregado tanto fino como grueso, constituye un proceso ya que se realiza por etapas este proceso fracciona el agregado en porciones de similar tamaño.

¹⁷ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 p. 45)

¹⁸ (RIVVA Lopez, 2000 pág. 179)

¹⁹ (RIVVA Lopez, 2000 pág. 182)

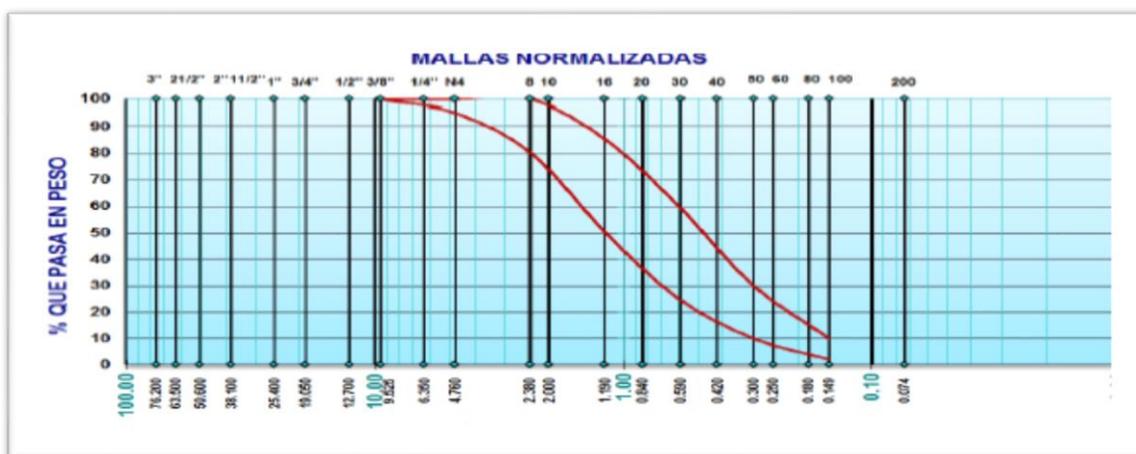
²⁰ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 23)

Se debe considerar que cuanto menor sea el área que corresponde a la superficie del agregado, la pasta requerida será también menor, esto se trasluce en cantidades menores de agua; por lo tanto el volumen ocupado por el agregado debe ser mayor según sea posible, siendo esto más barato, el agregado grueso aporta resistencia y volumen, mientras que el fino lubrica los agregados gruesos, mejorando así su consistencia y la trabajabilidad de la mezcla. La granulometría toma valores que pasen la malla N°4 y considerándose los retenidos en las mallas N°200, según la ASTM C33 y NTP 400.037. Tomar en cuenta los siguientes límites²¹.

Tabla 1. Requisitos del Agregado Fino

Tamiz	Límites
3/8(9.5mm)	100
N°4(4.75mm)	95 -100
N°8(2.36mm)	80 -100
N°16(1.18mm)	50 - 85
N°30(600µm)	25 - 60
N°50(300µm)	05 - 30
N°100(150µm)	0 - 10

Fuente: NTP 400.037



Figuras 1. Curvas Envolventes del Agregado Fino

²¹ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 26)

El agregado grueso resulta de la desintegración de rocas, retenido en el tamiz N°4, según la NTP 400.037 o ASTM C33²². Se debe considerar que el agregado grueso debe estar libre de sustancias dañinas que podrían llegar a alterar su función en el concreto.

En el análisis granulométrico se debe tomar en cuenta que cuanto mayor sea el tamaño de los elementos se humedecerá menor área de superficie por unidad de masa. La reducción en el requerimiento de agua se ve aminorada por dos aspectos primero la disminución en el área de unión de la partícula y segundo la discontinuidad de las partículas grandes. Convirtiendo al concreto en una masa heterogénea con la consecuente disminución de la resistencia²³. La granulometría nos permite predecir un adecuado contenido de agua para desarrollar el diseño de la mezcla del concreto.

El Tamaño máximo lo constituyen las partículas del agregado grueso que pasan el menor tamiz, el Tamaño máximo nominal corresponde al primer retenido en el menor tamiz del conjunto de serie utilizada, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana

El agregado es el esqueleto o relleno en la pasta del concreto ocupan de 60% a 75% del volumen y 70% a 85% en peso, reduce el contenido de pasta en cada metro cúbico, su función es la resistencia, ya que nos ofrece una masa de concreto resistente a las acciones de desgaste y/o intemperismo, así mismo disminuyen los cambios de volumen provocados por el fraguado, endurecimiento, humedecimiento y calentamiento de la pasta, debemos considerar que a mayor cantidad de agregados gruesos, mayor son los requerimientos la mezcla disminuye su trabajabilidad, asimismo los agregados gruesos se separan del concreto provocando el fenómeno de segregación²⁴.

²² (ABANTO Castillo, 2009 pág. 26)

²³ (NEVILLE, y otros, 1998 pág. 57)

²⁴ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 96)

Otro elemento indispensable y necesario para los distintos procesos de hidratación del cemento y que este logre desarrollar sus propiedades es el Agua, reacciona con el cemento y lo hidrata, cumple la función de lubricar y así mejorar la trabajabilidad de la mezcla, acondiciona vacíos necesarios para que la pasta tenga espacio suficiente para desarrollarse, las impurezas y la cantidad de estas representa el problema principal del agua ya que provoca procesos químicos que modifican las características normales de la pasta por lo tanto en obra se debe utilizar el agua potable la cual es apta para consumo humano, en Perú en ocasiones no se cumple con estas especificaciones sobre todo al referirse al contenido de sulfatos y carbonatos²⁵.

Como se había mencionado el agua debe estar libre de sustancias en suspensión o disueltas ya que podrían modificar los procesos de fraguado, por lo tanto cuando se considere necesario se debe realizar ensayos comparativos en el agua que demuestren la calidad de la misma.

Los requisitos del agua para el curado deben ser cumplidos ya que el curado mantiene saturado el concreto por el tiempo necesario, y esto permitirá la sucesión de las distintas reacciones químicas así como la hidratación del cemento. Se debe considerar que a los 7 días del vaciado el concreto alcanza el 60-70% de su resistencia y el 30% o más de esta, se perderá al retirarlo del curado, así mismo si la temperatura disminuye a 5°C en los primeros días, este impacto puede contrarrestarse si se logra mantener el concreto saturado durante un tiempo largo posterior a la disminución de la temperatura. Se debe considerar que el proceso de congelación en el concreto fresco muestra la disminución de la resistencia de hasta el 50%²⁶.

El curado proporcionará un suministro de agua continua y libre de partículas que dañen, manchen, o decoloren el concreto, logrando minimizar el impacto térmico con

²⁵ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 21)

²⁶ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 58)

uso el de agua fría²⁷. Las variaciones de temperatura en el agua para el curado pueden causar agrietamiento en la superficie del concreto endurecido²⁸.

La trabajabilidad y consistencia son características del concreto en estado plástico, que se relacionan a la facilidad con que el concreto fresco puede pasar por diversos procesos (mezclado, colocado, compactado y acabado) con escasa o nula segregación y exudación, apreciadas en el ensayo de consistencia, el cual se relaciona directamente con la proporción de agua usada. El ensayo del Slump (Cono de Abrahams) define la consistencia. La segregación implica la división del concreto fresco en sus partes constituyentes, debido a las distintas densidades de los componentes del concreto, manifestado por el descenso de las partículas más pesadas, produciendo bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, entre otros, en el concreto. La exudación es un estado que se presenta cuando una porción de agua que constituye la mezcla tiende a separarse de la pasta, subiendo a la superficie del concreto²⁹, por la cantidad de finos en el agregado y la finura del cemento. La fisuración se relaciona con la contracción de la pasta ocasionada por la disminución del volumen original de agua debido a las reacciones químicas, la contracción intrínseca es un proceso irreversible, y la contracción por secado, es un proceso reversible, debido a que al reponer la pérdida de agua por secado, se lograra recuperar la contracción acontecida³⁰.

Tabla 2. Mezcla y Asentamiento.

Tipo de mezcla	Slump/ Compactación
Seca	0"- 2" /Vibración Normal
Plástica	3"- 4" /Vibración Ligera
Fluida	Más de 5" /Chuseado

Fuente: (Abanto, 1994)

²⁷ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 22)

²⁸ (ABANTO Castillo, 2009 pág. 22)

²⁹ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 133)

³⁰ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 137)

La elasticidad le brinda al concreto la posibilidad de deformarse a pesar de cargas, con la posibilidad de evitar deformación permanente. El Módulo de Elasticidad constituye el esfuerzo a la deformación en un punto donde la línea comienza a ser curva³¹, oscila entre 250.000 a 350,000 kg/cm², se relacionada con la reacción en compresión del concreto, e inversamente proporcional a la relación a/c ³². La resistencia se define como la posibilidad de aguantar cargas y/o esfuerzos, la reacción a la compresión se desarrolla por la adherencia de la pasta debido a la relación A/C . Los factores que afectan la pasta son temperatura, tiempo, tipo, características del cemento y calidad del agregados. La extensibilidad es la propiedad por el cual el concreto tiene la posibilidad de deformarse sin agrietarse³³.

El ensayo para determinar la resistencia a la compresión mide la capacidad para aguantar cargas y esfuerzos sin fallar, si la mayoría de propiedades del concreto mejoran, aumentara su resistencia. Constituye la carga máxima para una unidad de área, antes de fallar por compresión, agrietamiento y rotura³⁴.

Se calcula utilizando la fórmula, $f'c = P/A$ (kg/cm²); $A = \pi\phi^2/4$, donde: $f'c$: resistencia a la compresión, P : Carga de Rotura (kg), ϕ : Diámetro briqueta cilíndrica (cm)

Tabla 3. Relación entre la Resistencia del Concreto a una determinada edad

Tiempo	7 días	14	28	90	6 meses	1año	2	5 años
$f'c(t)/f'c28$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

Fuente: (Harmsen, 1995, p.22).

El número de lugares vacíos en la masa del concreto, define la porosidad, resulta de la evaporación del agua y aire naturalmente atrapado³⁵. Según su tamaño: los macroporos (diámetro mayor a 0.2 mm), se forman por burbujas de aire retenidas

³¹ (RIVVA Lopez, 2000 pág. 87)

³² (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 140)

³³ (PASQUEL Carbajal, 1992-1993 pág. 134)

³⁴ (ABANTO Castillo, 2009 págs. 50-51)

³⁵ (RIVVA Lopez, 2000 pág. 26)

naturalmente y/o incluidas intencionalmente; los poros capilares (entre 0.00002 y 0.2 mm de diámetro) están fuera del gel de cemento, algunas están interconectados, abiertas al exterior, y los microporos (diámetro es menor de 0.00002 mm) constituidos por pasta hidratada y endurecida, no intercambian agua con el medio. Los macroporos y poros capilares se relacionan con la durabilidad y el transporte de sustancias³⁶.

La porosidad abierta se determinan mediante, $PA = (P_{sss} - P_s) * 100 / (P_{sss} - P_m)$, donde PA : Porosidad abierta,(%), Psss: Peso saturado superficialmente seca, Ps: Peso seco, Pm : Peso sumergido.

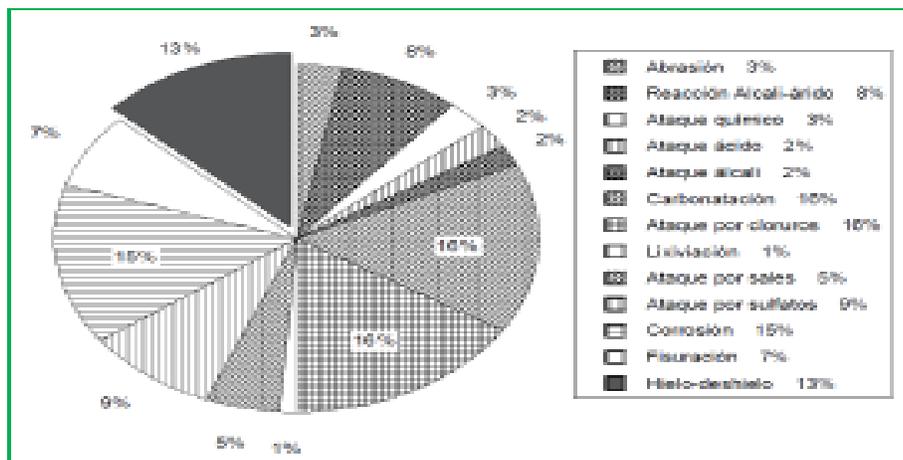
La norma ASTM C642 densidad absorción y espacios vacíos, refiere que el ensayo debe ser realizado en porciones pequeñas de concreto de la muestra (briqueta), posteriormente se secan las muestras al horno a una T° de 100° y 110°C, luego se continua con la inmersión en agua por 48 horas. Dadas las especificaciones se cortó cada probeta con ayuda de una mototrozadora con disco diamantado a una longitud de 2" respecto a la altura de la probeta tomando la forma de un aro. Así mismo después de ello, se cortó por la mitad, quedando una figura de media luna obteniendo muestras simétricas inicialmente se colocaron los discos en el horno (110°C) durante 24 horas para lograr obtener una muestra totalmente seca, luego se colocó los discos en un balde con agua dejando por 48 horas (inmersión). Después se retiraron los discos del agua para secarlo superficialmente con ayuda de una tela, se prosiguió pesando la muestra obteniendo el peso Saturado Superficialmente seco (Psss), luego se colocó cada muestra en la balanza hidrostática, teniendo como dato el peso Sumergido de la muestra, finalmente se procedió a introducir la muestra al horno durante 24 horas, y se completó los datos con el Peso Seco de cada muestra.

La capacidad para resistir cualquier proceso que pueda producir algún tipo de deterioro del concreto, dependerá de la especificación que se brinde frente a

³⁶ (PAEZ Moreno, y otros, 2009 pág. 98)

situaciones de exposición y/o condiciones de servicio distintas a las normales, tanto como para materiales, diseño de mezcla, técnica de producción y el proceso constructivo, verificándose que las causas de fallas más comunes en las estructuras son debido a los problemas en la ejecución (51%), en el proyecto (37%), en los materiales (4.5%) y el mantenimiento (7.5%)³⁷

Los elementos que afectan la durabilidad del concreto, son agentes externos e internos. Los agentes externos provienen del ambiente en el que se encuentre la estructura, implica la incorporación de sustancias agresivas provocando una alteración en su estructura y/o superficie, ya que estos agentes interrumpen el proceso normal del concreto y desarrollan fuerzas expansivas. Los agentes internos provocan cambios de humedad, un mal diseño y una inadecuada fabricación de concreto, los mecanismos físicos y químicos que alteran y deterioran el concreto, se muestran en la figura 2. El 13% corresponde a problemas por la exposición a ciclos de congelamiento y deshielo³⁸.



Figuras 2. Mecanismos que Deterioran el Concreto

La carbonatación es una reacción que proviene de la pasta y el CO₂ atmosférico presente en los poros del concreto provocando el deterioro del mismo, la reacción de carbonatación neutraliza la alcalinidad de la pasta del cemento hidratada limitando lo

³⁷ (CALAVERA Ruiz, 2005)

³⁸ (M., y otros, 1996 pág. 93)

protección del acero contra la corrosión³⁹, si la reacción alcanza el recubrimiento del refuerzo, y la humedad y oxígeno penetran no solo se produce la corrosión del acero, sino el agrietamiento y rotura del concreto.

Los ambientes con pH alto (mayor que 12.5) generan en el concreto la formación de una fina capa de protección no corrosiva sobre el acero. La aparición de iones de cloruro de anticongelantes y el agua de mar pueden penetrar y destruir esta fina capa. En las áreas donde los iones de hidróxido constituyen el hidróxido de hierro (FeOH) se oxida, constituyendo un polvo denominado óxido de hierro, este se expande hasta cuatro veces su volumen iniciando tensiones internas y descascaramientos del concreto⁴⁰.

Los sulfatos reaccionan frente a la cal y el aluminato tricálcico C3A hidratados, resultando el sulfato de calcio CaSO₄ (yeso) y sulfoaluminato de calcio C3A 3CaSO₄ (estringita); esta reacción produce esfuerzos de tracción internos, desencadenando agrietamientos y fractura en el concreto endurecido.

Otro factor importante en el deterioro del concreto se produce al contacto con aguas alcalinas, incorporando cristales de sulfato en poros y canales capilares, la posterior expansión de los cristales se produce durante etapas de humectación y secado que llenan los espacios vacíos desarrollando presiones suficientes capaces de producir la fisuración del concreto. Los sulfatos de magnesio, de calcio, de sodio y de potasio son los más abundantes en los suelos y que afectan la durabilidad del concreto y manifestándose en una filtración blanquecina llamada eflorescencia.

La reacción química Álcali-Agregado se presenta en los agregados con óxidos de sílice, y cementos con hidróxidos alcalinos, originando expansiones en el concreto endurecido. El inicio de la reacción es con el ataque de óxidos de sílice por hidróxidos alcalinos (Na₂O y K₂O). El gel de silicato álcali aproxima el agua por

³⁹ (NEVILLE, y otros, 1998 pág. 187)

⁴⁰ (PCA P., 2004 pág. 16)

osmosis y/o absorción incrementando el volumen. Debido a que la pasta de cemento limita al gel, esta produce presiones internas provocando una expansión, posterior agrietamiento y por consecuencia la fractura en la pasta de cemento⁴¹.

Los ataques por exposición al congelamiento y deshielo son debido a un mayor volumen de agua en los poros al congelarse, generándose reacciones internas que deterioran el concreto. En agregados saturados, durante la exposición al hielo el agua no puede escapar rápido hacia el espacio que lo rodea manifestándose un estado de presión, mientras que una pasta con una disminución en la relación agua/cemento evita la saturación del agregado⁴².

La teoría de la presión hidráulica supone que el incremento en el volumen del agua (a más 9%) por el ciclo de congelación en un concreto saturado obliga al agua a emigrar a un espacio menos saturado, si la presión por la migración del agua supera la resistencia del concreto, se producen las fisuras⁴³, pero si el agua migrara a un espacio lleno de aire, el congelamiento se desarrollaría en aquel espacio, desapareciendo la presión hidráulica desaparecería

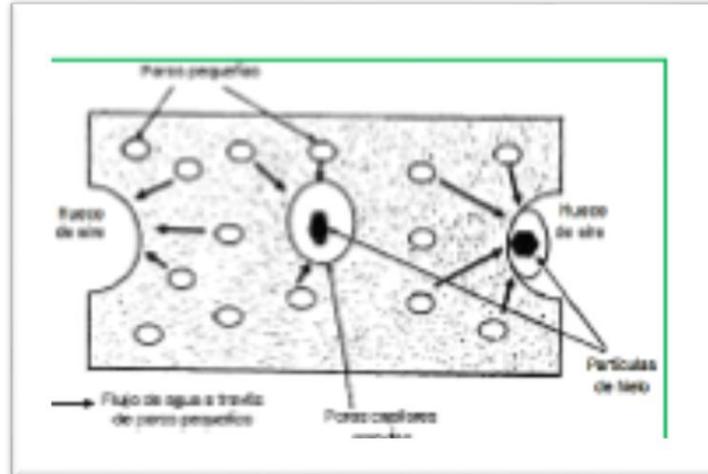
La Teoría de la presión osmótica, indica que, si la temperatura en el concreto disminuye hasta el congelamiento, inicia el periodo de superenfriamiento, formándose cristales de hielo, aumentando el contenido de álcalis en la porción no congelada resultando un potencial osmótico que expulsa el agua para difundirse hacia cavidades congeladas. Al producirse el contacto de la solución con el hielo incrementa el cuerpo de hielo (acreción), desarrollando una presión de dilatación, provocando la falla de la pasta⁴⁴.

⁴¹ (NEVILLE, y otros, 1998 pág. 209)

⁴² (PAEZ Moreno, y otros, 2009 pág. 100)

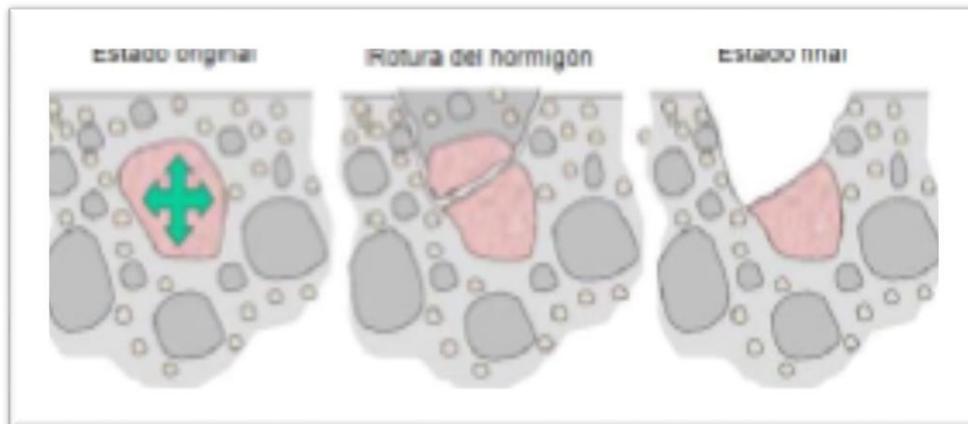
⁴³ (POWERS T., 1945)

⁴⁴ (POWERS T., 1945)



Figuras 3. Presión Osmótica (Pigeon, 1995)

La teoría en los agregados pone en manifiesto la característica de las rocas naturales para resistir los procesos de exposición al hielo y deshielo sin sufrir daños, ya que cuanto más pequeñas las rocas, estas se pueden congelar sin que sufran daños, estos se manifiestan por fragmentaciones puntuales alrededor de la partícula⁴⁵



Figuras 4. Rotura del concreto por congelamiento del agregado (Becker, 2010)

Los efectos nocivos en el concreto se desarrollan a partir de la acumulación del agua hasta un estado crítico, con un umbral del 85% de humedad, ya que la expansión producida en la congelación constituye un proceso irreversible, la acumulación de

⁴⁵ (BECKER, 2010)

agua en los poros de diámetros mayores aumenta al incrementar el número de exposición a procesos de hielo y deshielo⁴⁶

La relación A/C (agua/cemento) influye en la porosidad de la pasta en tal caso es recomendable emplear porciones reducidas de a/c posible, debido a que si esta relación aumenta, así mismo aumentara el volumen de poros en la pasta de cemento hidratada, es aquí donde se encuentra el agua tendiente a congelarse con facilidad, aumentándose la permeabilidad de la pasta cementicia⁴⁷.

Debido al porcentaje de vacíos por el aire atrapado en la masa del concreto y el agua que se evapora, las burbujas de aire sumergidas en esta constituyen cámaras de expansión ante el incremento del volumen del agua al convertirse en hielo en procesos de bajas temperaturas, las burbujas reducen tensiones internas aminorando los problemas de la impermeabilidad producida en un concreto sin aire incorporado⁴⁸.

Los agregados expuestos a los procesos de congelamiento, asimilan el agua, el cual se expande en el proceso de la congelación ocasionando la destrucción de la pasta de hormigón (cemento).

La resistencia del concreto al hielo y deshielo dependerá de la reacción a compresión y tracción del material en el primer ciclo, siendo recomendable una reacción a compresión de 7.5 MPa antes de exponerse a la congelación prolongada con saturación crítica⁴⁹.

Las normativas de ensayos frente a la exposición del concreto al hielo y deshielo evalúan la reacción del concreto tomando en cuenta la evaluación del daño, los cuales podrían ser internos y/o externos. Los métodos de ensayo no pretenden

⁴⁶ (NEVILLE, y otros, 1998 pág. 35)

⁴⁷ (AL-ASSADI, 2009 pág. 37)

⁴⁸ (ROMERO Mendoza, 2011)

⁴⁹ (NEVILLE, y otros, 1998 pág. 220)

proporcionan una medida cuantitativa de la vida útil para un determinado concreto, más bien determinan los efectos en la composición, comportamiento de agregados y características del hormigón en los procesos de congelación y deshielo⁵⁰.

La NORMA ASTM C 666 comprueba la reacción del concreto frente a periodos rápidos de hielo y deshielo (4°C y -18°C) entre 2 y 5 horas, en el método A la muestra congelada se sumerge en agua y en el método B la congelación de la muestra es al aire, el descongelamiento en ambos métodos se lleva a cabo en agua. Para el método A, el tiempo para el deshielo se limita al 25% del tiempo total, en el B 20%, se logran 300 ciclos de hielo-deshielo o hasta la disminución del módulo de elasticidad al 60%. Obteniendo un índice de durabilidad que compara concretos en los que cambia solo una variable (agregado).

NORMA ASTM C 672 determina la resistencia en la superficie del concreto expuesto al hielo y deshielo frente a productos químicos utilizados para el deshielo, mediante el examen visual, evaluándose la dosificación, la superficie, el curado y otros elementos que pueden afectar la resistencia, en esta norma las probetas se congelan entre 16 y 18 horas, y se continua el almacenamiento en laboratorio al aire con t° de entre 23+-2°C y una humedad relativa del 45 a 55% por 6 a 8 horas, para su descongelación. Se le adhiere agua después de cada ciclo, repitiéndose diariamente este proceso, limpiar la superficie de las probetas con una brocha después de cada 5 ciclos cambiándose el agua al realizar un inspección visual.

El RNE (E.060) muestra una serie de requisitos para mantener la durabilidad del concreto sometido a procesos del hielo y deshielo.

⁵⁰ (NAVAREÑO Rojo, 2015 pág. 51)

Tabla 4. Relación de A/C según exposición.

Condición de exposición	Relación máx. a/c	F'c Min (Mpa)
Concreto con baja trabajabilidad	0.50	28
Concreto expuesto al hielo y deshielo en condición húmeda	0.45	31
Concreto sometido a cloruros, para proteger de la corrosión el acero.	0.40	35

Fuente: RNE E 0.60.

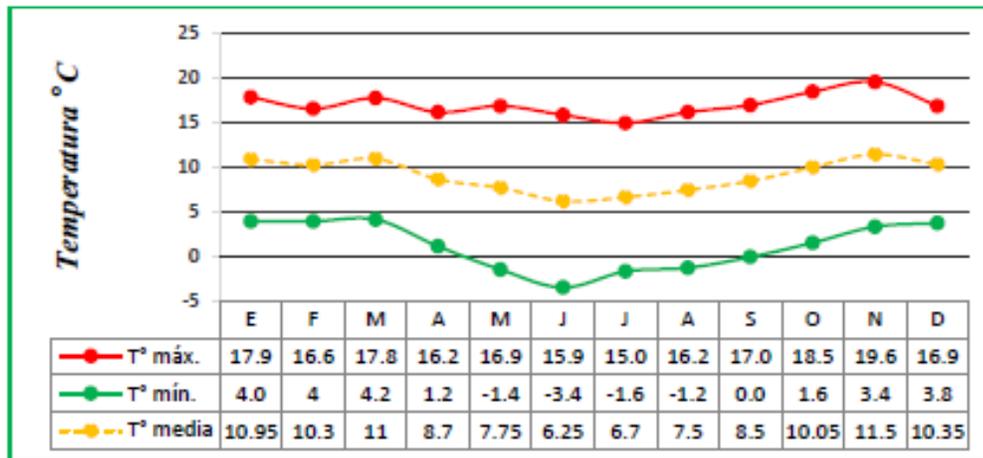
La Norma Española (UNE12390, 2008), Sueca (SS13 7244,2008) y Checa (prENV12390, 2003) detallan el ensayo de reacción del concreto frente al hielo/deshielo. Las normas chinas y japonesas (GBJ82-85, 1986) son similares a la ASTM C 666.

La norma E.060 el Reglamento Nacional de Edificaciones (sección 5.12) define que si durante el vaciado la t° ambiente llega por debajo de 5°C , nos encontramos ante un clima frío, ACI 306 (sección 1.2) define clima frío si por más de 3 días consecutivos existen T° promedio diaria menor a 5°C y no mayor a 10°C .

En Puno las temperaturas más bajas se dan en lugares ubicados por encima de los 3800 m.s.n.m., que según el SENAMHI son en Mazocruz (-23.4°C); poniéndose de manifiesto las heladas (temperaturas son inferiores a 0°C). En las zonas cercanas al lago Titicaca existe un retraso en la llegada de las heladas en comparación a las zonas más alejadas por la acción termo-reguladora del lago (SENAMHI, 2018)⁵¹.

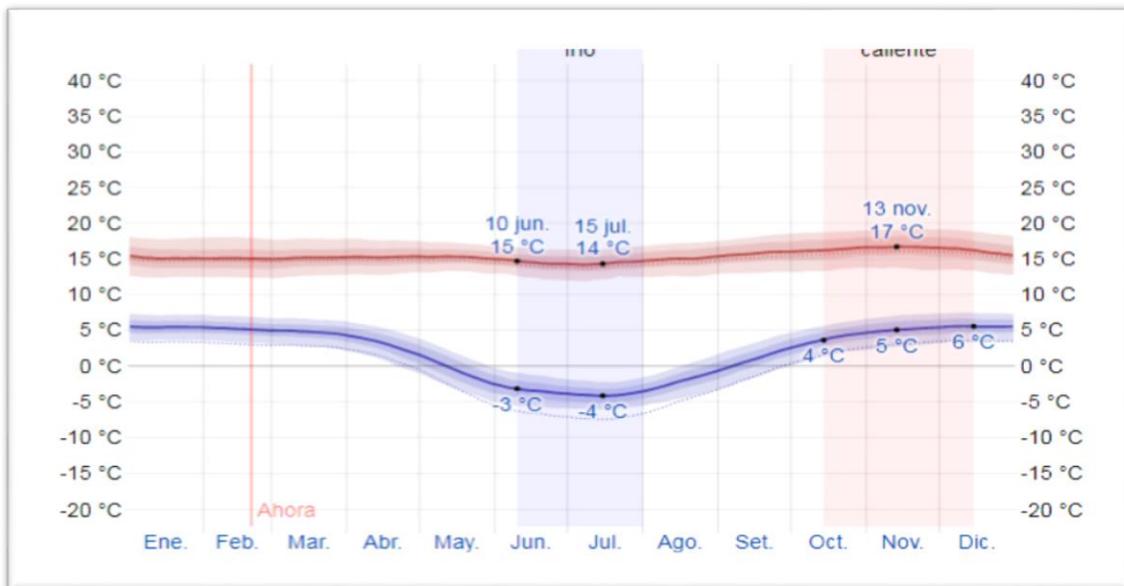
Puno tiene un clima semi-seco, presentando las temperaturas más bajas en mayo, junio y julio presentan incluso temperaturas bajo cero impactando considerablemente en los trabajos de construcción.

⁵¹ (MANARELLI, 1988 págs. 1-89)



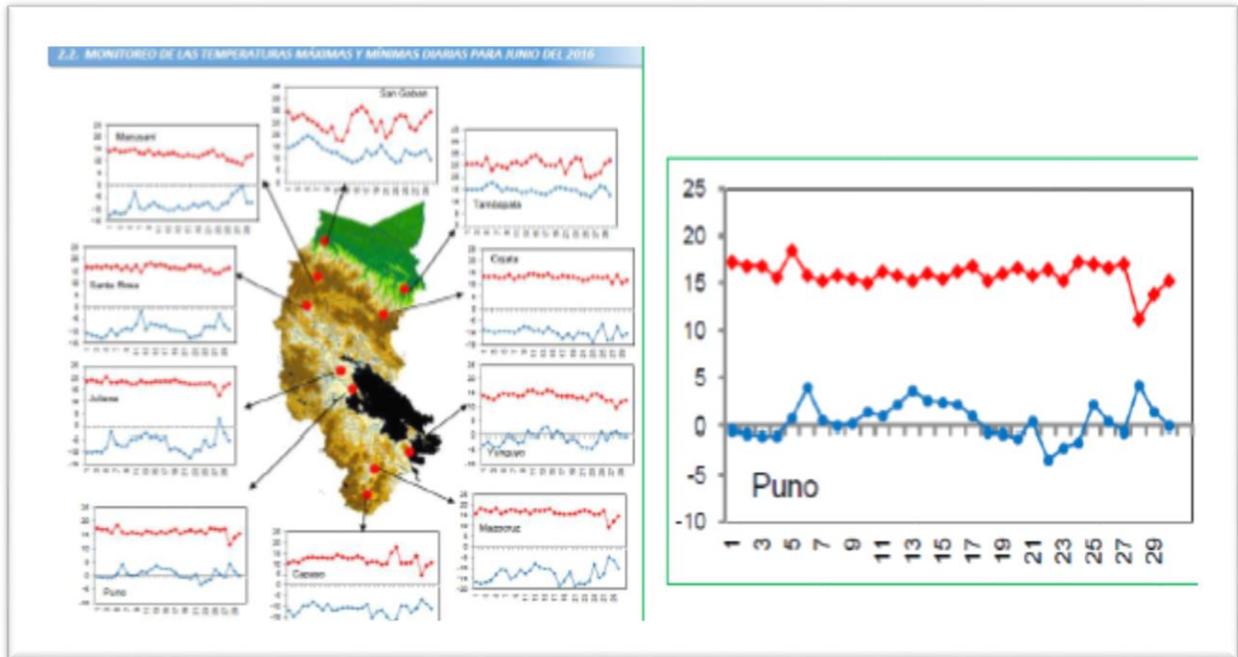
Figuras 5. Temperatura anual en la ciudad de Puno, año 2020 (SENAMHI).

La temporada templada (16 °C) dura 2 meses, de octubre a diciembre, el mes más caluroso del año es noviembre (temperatura máx.17 °C y mín. de 5 °C), la temporada fría dura 1.7 meses, de junio a agosto (-4 °C a de 14 °C).



Figuras 6. Temperatura máxima (línea roja) y mínima (línea azul) en Puno, 2020

El concreto debe curarse a una temperatura de por lo menos 10°C para un desarrollo normal de la resistencia, en nuestra zona la temperatura es menor, tal como se muestra en la figura para el mes de junio-2020 (SENAMHI) De la figura se aprecia que la t° mínima fue de -3.4°C y la máxima de 15.9°C.



Figuras 7. Temperatura máx. y mín. mes de Junio (SENAMHI, 2020)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Es de tipo Aplicada de acuerdo al objetivo, ya que con la presente investigación se pretende generar aplicaciones en la ciencia básica existente⁵². De acuerdo al objetivo que persigue el investigador es Correlacional pretendiéndose establecer una relación entre las distintas variables (causa-efecto)⁵³. Así mismo por la naturaleza de cada dato es Cuantitativa, ya que el fenómeno puede describirse por los datos obtenidos de diferentes tipos de mediciones, además el objeto de investigación está caracterizado por poseer variables cuantificables⁵⁴

El diseño es experimental, ya que los datos bibliográficos obtenidos justifican los diversos aspectos de la investigación, para definir las características y cantidades de los materiales requeridos en la elaboración del concreto, lo cual, nos permitirá determinar la resistencia. Así mismo el diseño experimental admite la manipulación de una variable experimental no comprobada, bajo condiciones controladas, mostrándose así el modo/causa del porque se produce una situación/acontecimiento en particular⁵⁵

Es cuasi-experimental porque se propone una exposición, respuesta e hipótesis para contrastar, sin una aleatorización del objeto y/o grupos de tratamiento y control, se tiene un grupo de control externo. No se tiene un control absoluto de las variables por falta de aleatorización, siendo vulnerables a los sesgos el cual pretende evitarse realizando estudios comparativos asegurándose que sean lo más homogéneos posible⁵⁶.

⁵² (COLOME, 2018 pág. 15)

⁵³ (COLOME, 2018 pág. 13)

⁵⁴ (COLOME, 2018 pág. 14)

⁵⁵ (TAMAYO y Tamayo pág. 47)

⁵⁶ (TAMAYO y Tamayo pág. 49)

3.2. Variables y Operacionalización

Se define como variable a las características y/o propiedades que en bases a los objetivos pretende alcanzar la investigación, adquieren diversos valores⁵⁷.

La variable es aquel elemento y/o concepto al cual se le realizara una medición, un control y/o estudio, constituye una definición que clasifica elementos asumiendo distintos valores cuantitativos o cualitativos, se definen en forma conceptual y operacionalmente, estas variables indican las acciones que se deben realizar para contrastar las hipótesis.⁵⁸

La Operacionalización de las variables constituye un proceso en el cual se descompone las variables utilizando el método deductivo lo que significa que se partirá de lo general hasta llegar a lo específico; logrando clasificar las variables en dimensiones, áreas, indicadores, índices, subíndices e ítems, en todo aquel elemento que pueda ser medido⁵⁹.

Por lo tanto, entre las variables de esta investigación tenemos Variable independiente (Cualitativo): Tipos de Cemento y Variables dependientes (Cuantitativo): Propiedades del concreto.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población constituye el total del fenómeno que se quiere estudiar, cada unidad de la población se relacionan entre sí porque mantienen características comunes entre sí, estas características son las que se estudian y dan origen a los datos en la investigación. Por lo tanto una población constituye la unión de todos los elementos con determinadas especificaciones⁶⁰.

⁵⁷ (NUÑEZ Flores, 2007 pág. 166)

⁵⁸ (NUÑEZ Flores, 2007 pág. 167)

⁵⁹ (NUÑEZ Flores, 2007 pág. 173)

⁶⁰ (CARRILLO Flores, 2015 pág. 7)

Para el presente estudio la población estará constituida por todas las probetas elaboradas con diferentes tipos de cemento.

La muestra está constituida por el subconjunto de una población, seleccionas por una característica y/o condición en particular. Siendo estos subconjuntos representativos de la población a estudiar, esto permitirá realizar generalizaciones válidas con respecto a la población. Donde una muestra que representa a la población reúne las características principales de la misma y a su vez mantiene las condiciones particulares para el estudio⁶¹.

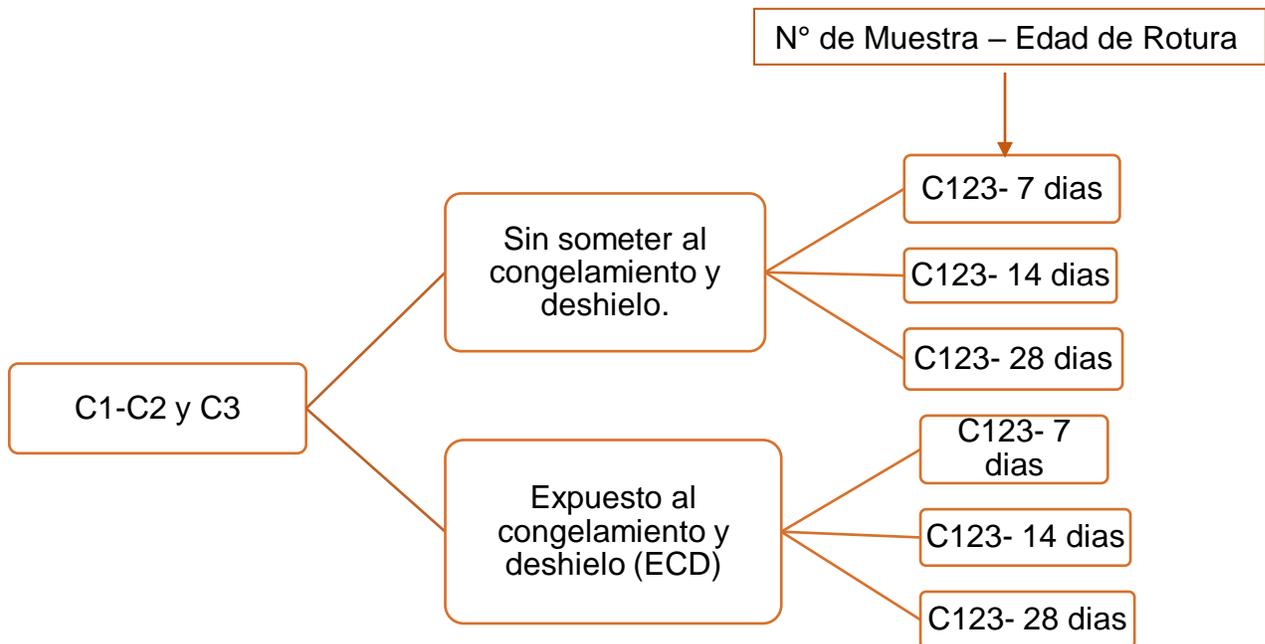
Se utilizó el muestreo no probabilístico, como método de elección guiado por las propiedades de la indagación, es por conveniencia porque el trabajo se realizó con los elementos que se tienen a mano e Intencional, ya que se escoge cada unidad en forma arbitraria, según la importancia que tenga para el investigador⁶².

La resistencia a compresión fue $f'c=210$ kg/cm², se mantuvo un asentamiento de 3-4". Las muestras fueron cilíndricas de 6" (150mm) de diámetro y 12" (300mm) de altura. Los agregados utilizados fueron extraídos de la cantera de Viluyo, el cual está ubicada a 28 Km. de Puno. Los tipos de cemento utilizados fueron RUMI tipo IP, FRONTERA tipo IP y WARI tipo I. Se obtuvo 3 grupos de probetas y 2 tipos de exposición, un grupo fue sometido al congelamiento/deshielo y el otro grupo restante no, tomando en cuenta las edades para el ensayo de compresión se obtuvieron 3 probetas, sumando un total de 27 muestras expuestas al proceso de congelamiento y deshielo, sumado a las 27 muestras patrón se tendrá un total de 54 muestras sometidas a la resistencia por compresión. Para la porosidad se obtuvo un total de 18 muestras, expuestas al congelamiento y deshielo, a edades de 14 y 28 días para sus respectivos análisis de resultados.

⁶¹ (CARRILLO Flores, 2015 pág. 9)

⁶² (CARRILLO Flores, 2015 pág. 22)

Se realizó un esquema, considerando al C-1 como Cemento Rumi IP, C-2 como cemento Frontera IP, C-3 como cemento Wari I.



Figuras 8. Esquema de la cantidad de muestras.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La Técnica fue la observación directa, para analizar la conducta del concreto en los ensayos propuestos bajo las condiciones determinadas. La técnica pone de manifiesto la destreza en la que se basa el investigador para recopilar datos que nos permitan conocer la variable y estas pueden ser la observación directa⁶³.

Los instrumentos utilizados en esta investigación son las fichas de recolección de datos cuantitativos tales como los resultados de los ensayos realizados. Cualquier recurso al que recurra el investigador para la recolección de los fenómenos y lograr extraer la información necesaria constituye un instrumento de recolección de datos y así este instrumento logra resumir en sí labor previa de la investigación, el

⁶³ (CARRILLO Flores, 2015 pág. 34)

instrumento nos ayuda a seleccionar datos correspondientes a conceptos, indicadores y variables⁶⁴.

La validez es la característica que determina si las pruebas miden lo que se pretende medir, ya que los ensayos y/o pruebas deben medir las particularidades específicas de cada variables⁶⁵.

La confiabilidad establece cuán fiable, consistente, coherente resulta el instrumento utilizado. Por lo tanto, un instrumento será confiable, cuando al repetir su aplicación arroja los mismos resultados, por lo tanto confiabilidad y validez son cualidades relacionadas entre sí pero se debe tener presente que una prueba puede ser confiable pero no necesariamente válida, si previamente no se ha establecido su confiabilidad⁶⁶

3.5. Procedimientos

Con el fin de evaluar la aplicación de distintos tipos de cemento en las propiedades del concreto expuestos al congelamiento y deshielo. Primero se coordinó con el laboratorio, luego se reunieron los materiales necesarios para obtener diseño de mezclas necesario y la posterior elaboración de las muestras de concreto, estas fueron los cementos Rumi tipo IP, Frontera tipo IP y Wari tipo I, el agregado se obtuvo de la cantera Viluyo y el agua usada fue potable de la red de distribución domiciliaria. Se elaboraron dos grupos de briquetas uno denominado concreto patrón (CP) el cual no estuvo expuesto al congelamiento y deshielo, el otro grupo si fue expuesto, las muestras fueron curadas los primeros 7 días. Se realizó 2 tipos distintos de mezclas por el uso de diferentes tipos de cemento, el método de diseño fue del comité 211.1 del ACI, para la elaboración de las mezclas de concreto se tomó en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio, tras lo cual se realizó el ensayo de asentamiento para finalmente elaborar las probetas, posteriormente se determinó propiedades sus en estado fresco, después de su fabricación, las probetas,

⁶⁴ (FARIÑAS, 2010)

⁶⁵ (MEJIA Mejia, 2005 pág. 22)

⁶⁶ (MEJIA Mejia, 2005 pág. 30)

estuvieron en los moldes por las primeras 24 horas, luego las probetas no sometidas al congelamiento y deshielo se desmoldaron y sumergieron en cámaras de curado por 7 días, las muestras que se sometieron al hielo y deshielo, se desmoldaron y sumergieron en una cámara de curado durante el día y en la noche en la congeladora, tras 7 días las probetas ya no se curaron, pero, se continuaron introduciéndolas a la congeladora durante la noche hasta realizar los ensayos pertinentes. Cabe resaltar que la temperatura del agua de curado se mantuvo a 13°C para efectos del presente trabajo, no se ha cumplido (23 ± 2 °C) según NTP, ya que el agua usada en el proceso de curado proviene de la red pública, y esta temperaturas es representativa de la realidad en la ciudad de Puno. Se realizó la simulación de los proceso de congelamiento y deshielo, primero en un ambiente artificial de congelamiento durante 12 horas (noche) con un congelador calibrado a una t° de -8 a -15°C y el otro fue un ambiente natural de deshielo por 12 horas (día), en un periodo de 28 días.

Los ensayos de resistencia a compresión fueron según norma ASTM C39 y la NTP 339.034, se utilizó probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y de 300 mm de altura para cada tipo de Cemento se ensayaron 3 probetas a 7, 14 y 28 días; tomando en cuenta los dos grupos antes mencionados (sin y sometidos a congelamiento y deshielo). En el ensayo de porosidad utiliza la ecuación:

$$PA = \frac{(P_{sss} - P_s) * 100}{(P_{sss} - P_m)}$$

Donde:

PA : Porosidad abierta, en porcentaje.

P_{sss} : Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

P_s : Peso seco de la muestra.

P_m : Peso sumergido de la muestra.

Figuras 9. Fórmula para determinar la Porosidad abierta.

El ensayo se llevó a cabo en el laboratorio, inicialmente se registraron los pesos de cada muestra de concreto, luego se sumergieron en el agua por un período de 24 horas, una vez transcurrido el tiempo se registraban nuevamente los pesos de las muestras en dos condiciones, peso de la probeta sumergido (peso en el agua) y peso de la probeta saturada superficialmente seca.

3.6. Método de análisis de datos

El método del análisis inicia después de recopilar la información de los instrumentos utilizados para la recolección de datos que se empleó para analizar la muestra. Se realizó pruebas y/o ensayos en los laboratorios para validar la hipótesis del tema de investigación. El método que se utilizara es cuantitativo, ya que se indagara los datos de manera numérica. Hay dos métodos cuantitativos principales: estadística descriptiva y estadística inferencial. Si el objetivo es analizar la información de una muestra y/o población, sin que establezca alguna relación con otras muestras y/o poblaciones, la estadística será descriptiva, pero si se induce información referente a otra(s) muestra(s) o población(s), la estadística es inferencial.

3.7. Aspectos éticos

La ética dirige la acción del ser humano en sentido racional, y se ocupa del uso de nuestra libertad del como escogemos realizar distintas cosas y que razones tenemos para ello. La ética se convierte un saber que nos ofrece pautas que basan en la razón y en los buenos argumentos para orientar nuestra libertad.

Al cuestionarse la finalidad de la investigación se debe considerar prioritariamente si la tesis es de autoría mi propia. Si se realizó cumpliendo con la norma ISO 690 , declarar que la tesis no ha incurrido en ninguna forma de plagio, las informaciones incluidas en los resultados serán totalmente reales, sin falsificaciones ni replicas, y por consiguiente todos los resultados que se demostrarán en la tesis serán contribuciones a la existencia y actualidad estudiada. La presente investigación, se ha realizado con total honestidad. Este proyecto de investigación se desarrolló con la completa honradez, honestidad, respeto y confianza.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

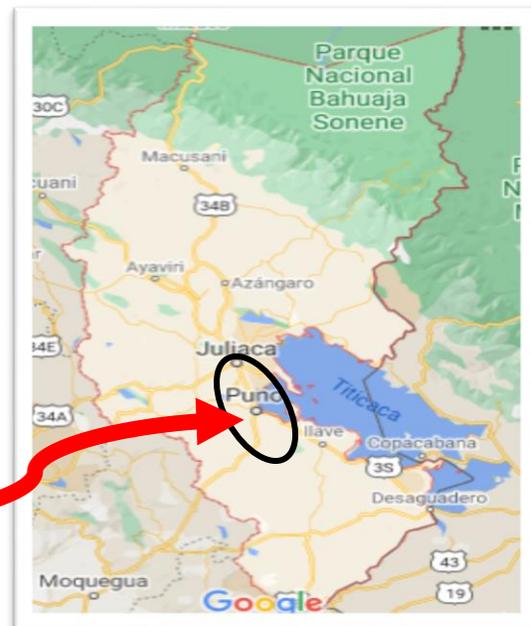
Nombre de tesis: Aplicación de diferentes cemento en las propiedades del Concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021

Ubicación Política: La zona de estudio se ubicó en la ciudad de Puno, capital de distrito, provincia y del departamento de Puno, está ubicado a orillas del Lago Titicaca a 3827 m.s.n.m., lago navegable más alto del Mundo.

Por el Norte limita con la Provincia de San Román, Huancané y parte del Lago Titicaca, por el Sur limita con la Provincia de El Collao y Dpto. Moquegua, por el Este con la Provincia de El Collao y el lago Titicaca y por el Oeste con el Dpto. de Moquegua y Provincia de San Román.



Figuras 10. Mapa político del Perú



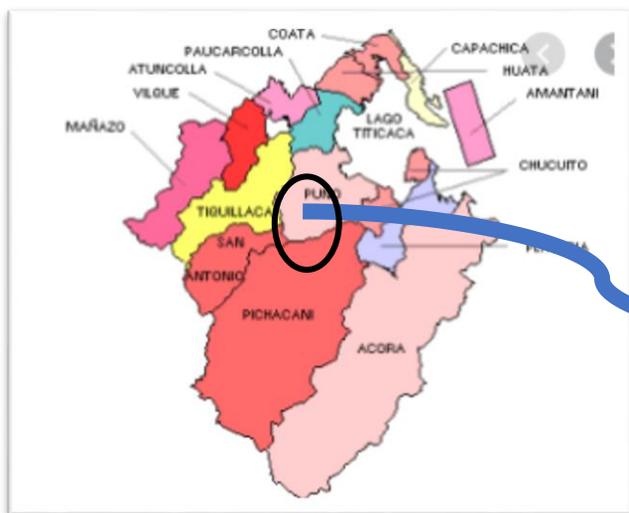
Figuras 11. Mapa político del Perú

Está conformado por 15 distritos: Puno, Acora, Amantaní, Atuncolla, Capachica, Chucuito, Coata, Huata, Mañazo, Paucarcolla, Pichacani, Platería, San Antonio,

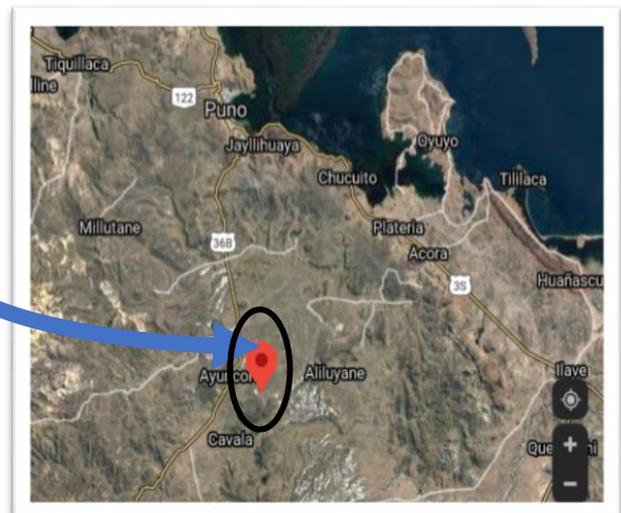
Tiquillaca y Vilque. Como distrito tiene una extensión de 460.63 Km² , que se encuentran distribuidos entre los centros poblados de Salcedo, Alto Puno, Ichu, Jayllihuaya, Collacachi y Uros Chulluni; y entre los barrios, urbanizaciones, asentamientos humanos marginales, pueblos jóvenes, asociaciones pro - viviendas, comunidades campesinas, parcialidades, caseríos, etc.

Para lograr los objetivos propuestos, se mencionara la ubicación de algunos procesos realizados en este trabajo de investigación en distintos periodos

Ubicación de la Cantera: Los agregados utilizados fueron obtenidos de la cantera de Viluyo ubicado a 28Km. Rumbo a la ciudad de Moquegua.



Figuras 12. *Mapa del Distrito de Puno*



Figuras 13. *Mapa de la cantera Viluyo.*

El Clima de Puno es semi-seco, frío por su altura y ubicación geográfica. Su altitud oscila entre los 3,827 m.s.n.m y hasta los 6,000 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 8°C, alcanzado en temporada invernal, una máxima de 15°C y una mínima de menos 10°C.



Figuras 14. Clima de Puno

Localidad para la compra de materiales: Los materiales a usarse fueron obtenidos cerca de la zona de estudio, excepto los agregados como se mencionó anteriormente.

4.1. Procedimiento para el congelamiento y deshielo de las probetas:

Después de la fabricación de las probetas, permanecieron en los moldes por las primeras 24 horas, luego las probetas que no fueron sometidas al congelamiento y deshielo se desmoldaron y sumergieron en cámaras de curado por 7 días

Las muestras que se sometieron al congelamiento y deshielo, se desmoldaron e introdujeron en una cámara de curado durante el día y en la noche en la congeladora, transcurridos 7 días a las probetas ya no se le realizó el curado, pero, se continuaron introduciéndolas a la congeladora durante la noche hasta realizar los ensayos pertinentes.

Cabe resaltar que se mantuvo la temperatura del agua de curado a 13°C para efectos del presente trabajo, no se ha cumplido (23 ± 2 °C) según NTP, ya que el agua usada en el proceso de curado proviene de la red pública, y esta temperaturas es representativa de la realidad en la ciudad de Puno.

Se realizó la simulación de los proceso de congelamiento y deshielo, primero en un ambiente artificial de congelamiento durante 12 horas (noche) con un congelador calibrado a una t° de -8 a -15°C y el segundo en un ambiente natural de deshielo por 12 horas (día), en un periodo de 28 días.

4.2. Resultados

Para el diseño de mezcla del concreto se utilizo el diseño del comité 211.1 del ACI, este metodo estima los materiales requeridos, asimismo comprende pasos directos y lógicos, tomando en cuenta las características físicas de los materiales que se procesaron en el laboratorio.

Diseño elaborado con Cemento FRONTERA y RUMI TIPO IP

A. Resistencia promedio: El f'c requerido es de 210 kg/cm², por lo tanto la resistencia promedio es: $f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$

B. Tamaño Máximo Nominal (TMN): 3/4"

C. Asentamiento: Slump: 3" a 4" (Mezcla plástica)

D. Volumen unitario de agua de diseño : El agua es de 205 litros por m³.

E. El contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN de 3/4" es de 2%.

F. Relación agua-cemento: Resistencia promedio de 294 kg/cm² en un concreto sin aire incorporado, corresponde una relación agua-cemento por resistencia de 0.56

G. Factor cemento: $205/0.56 = 366.07 \text{ kg/m}^3 = 8.61 \text{ bolsas/m}^3$.

H. Contenido de agregado grueso: Peso del agregado Grueso = $0.64 \times 1576 = 1008.64 \text{ kg/m}^3$.

I. Volúmenes absolutos

Cemento: $366.07/2.80 \times 1000 = 0.131 \text{ m}^3$

Agua: $205/1 \times 1000 = 0.205 \text{ m}^3$

Aire: $0.02/1 \times 1 = 0.02 \text{ m}^3$

A. Grueso: $1008.64/2.62 \times 1000 = 0.3850 \text{ m}^3$

Suma de volúmenes: = 0.75 m³

J. Agregado fino

Volumen absoluto A. Fino = $1 - 0.7407 = 0.26 \text{ m}^3$

Peso del A. Fino Seco = $0.26 \times 2.56 \times 1000 = 663.76475 \text{ kg/m}^3$.

K. Cantidad de materiales por m3 en peso

Cemento: 366.01 kg/m^3

Agua de diseño 205.00 Lt/m^3

A. Fino seco: 663.76 kg/m^3

A. Grueso seco: 1008.64 kg/m^3

Peso de la mezcla: 2243.4761 kg/m^3

L. Corrección por humedad del agregado

Peso húmedo del: A. Fino = $663.07 \times (1 + 0.074) = 712.88 \text{ kg/m}^3$

A. Grueso = $1008.64 \times (1 + 0.0528) = 1061.90 \text{ kg/m}^3$

M. Contribución de agua de los agregados

Humedad superficial de los Agregados

A. Fino = $7.4 - 4.54 = 2.86\%$

A. Grueso = $5.28 - 2.27 = 2.86\%$

Total = 5.87%

Aporte de humedad de los Agregados

A. Fino seco: $663.76 \times (0.036) = 18.98 \text{ Lt/m}^3$

A. Grueso seco: $1008.64 \times (2.86) = 30.36 \text{ Lt/m}^3$

Aporte de humedad de los Agregados: 49.34 Lt/m^3

Agua efectiva: $205 - (49.34) = 155.66 \text{ Lt/m}^3$

N. Cantidad de materiales corregidos por m3 de concreto

Cemento: 366.07 kg/m^3

Agua efectiva: 155.66 Lt/m^3

A. Fino húmedo: 712.88 kg/m^3

A. Grueso húmedo: 1061.90 kg/m^3

O. Proporciones en peso de los materiales corregidos

Cemento = $366.07/366.07 = 1$

A. Fino = $712.88/366.07 = 1.95$

A. Grueso = $1061.90/366.07 = 2.90$

$$\text{Agua} = 155.62/366.07 = 0.43$$

P. Cantidad de materiales corregidos por Bolsa

$$\text{Cemento} = 1.00 \times 42.5 = 42.50 \text{ Kg/Bls}$$

$$\text{Agua efectiva} = 0.43 \times 42.5 = 18.07 \text{ Lt/Bls}$$

$$\text{A. Fino} = 1.95 \times 42.5 = 82.764 \text{ Kg/Bls}$$

$$\text{A. Grueso} = 2.90 \times 42.5 = 123.28 \text{ Kg/Bls}$$

Diseño elaborado con Cemento WARI TIPO I

A. Resistencia promedio para un $f'c$ requerido de 210 kg/cm², el $f'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$

B. Tamaño Máximo Nominal: 3/4"

C. Asentamiento: Slump: 3" a 4" (Mezcla plástica)

D. Volumen unitario de agua de diseño: 205 litros por metro cúbico.

E. Contenido de aire: El aire atrapado para un agregado grueso de TMN de 3/4" es de 2%.

F. Relación agua-cemento: Para un $f'cr$ de 294 kg/cm² en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de 0.56

G. Factor cemento: Factor cemento = $205/0.56 = 366.07 \text{ kg/m}^3 = 8.61 \text{ bolsas/m}^3$.

H. Contenido de agregado grueso: Peso del A. Grueso = $0.64 \times 1576 = 1008.64 \text{ kg/m}^3$.

I. Cálculo de volúmenes absolutos

$$\text{Cemento: } 366.07/3.14 \times 1000 = 0.1166 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 205/1 \times 1000 = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } 0.02/1 \times 1 = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{A. Grueso: } 1008.64/2.62 \times 1000 = 0.3850 \text{ m}^3$$

$$\text{Suma de volúmenes: } 0.7266 \text{ m}^3$$

J. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto A. Fino} = 1 - 0.7407 = 0.2734 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del A. Fino Seco} = 0.273 \times 2.56 \times 1000 = 700.00549 \text{ kg/m}^3.$$

K. Cantidad de materiales por m³ en peso

$$\text{Cemento: } 366.01 \text{ kg/m}^3$$

Agua de diseño 205.00 Lt/m³

A. Fino seco: 700.01kg/m³

A. Grueso seco: 1009 kg/m³

Peso de la mezcla: 2279.7169 kg/m³

L. Corrección por humedad del agregado

Peso húmedo del:

A. Fino = $700.01 \times (1 + 0.074) = 751.81 \text{ kg/m}^3$

A. Grueso = $1008.64 \times (1 + 0.0528) = 1061.90 \text{ kg/m}^3$

M. Contribución de agua de los agregados

Humedad superficial de los Agregados

A. Fino = $7.4 - 4.54 = 2.86\%$

A. Grueso = $5.28 - 2.27 = 2.86\%$

Total = 5.87%

Aporte de humedad de los Agregados

A. Fino seco: $700.01 \times (0.036) = 20.0 \text{ Lt/m}^3$

A. Grueso seco: $1008.64 \times (2.86) = 30.36 \text{ Lt/m}^3$

Aporte de humedad de los Agregados: 50.38 Lt/m³

Agua efectiva: $205 - (50.38) = 154.62 \text{ Lt/m}^3$

N. Cantidad de materiales corregidos por m³ de concreto

Cemento: 366.07 kg/m³

Agua efectiva: 154.62 Lt/m³

A. Fino húmedo: 751.81 kg/m³

A. Grueso húmedo: 1061.90 kg/m³

O. Proporciones en peso de los materiales corregidos

Cemento = $366.07/366.07 = 1$

A. Fino = $751.81/366.07 = 2.05$

A. Grueso = $1061.90/366.07 = 2.90$

Agua = $154.62/366.07 = 0.42$

P. Cantidad de materiales corregidos por Bolsa

Cemento = $1.00 \times 42.5 = 42.50 \text{ Kg/Bl}$

Agua efectiva = $0.42 \times 42.5 = 17.95 \text{ Lt/Bl}$

A. Fino = $2.05 \times 42.5 = 87.283 \text{ Kg/Bl}$ s

A. Grueso = $2.90 \times 42.5 = 123.28 \text{ Kg/Bl}$ s

I. Ensayo de Resistencia a Compresión

A continuación se determina el tipo de cemento que ofrece mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto en las edificaciones de Puno.



Figuras 15. Resistencia a la compresión cemento Frontera.



Figuras 16. Resistencia a la compresión cemento Rumi.



Figuras 17. Resistencia a la compresión cemento Wari.

Tabla 5. Resistencia a la Compresión

EDAD DE ENSAYO	CEMENTO FRONTERA (Kg/cm²)	CEMENTO RUMI (Kg/cm²)	CEMENTO WARI (Kg/cm²)
7 días	144.6	150.1	196.6
14 días	187.1	191.8	212.7
28 días	221.1	226.6	252.1

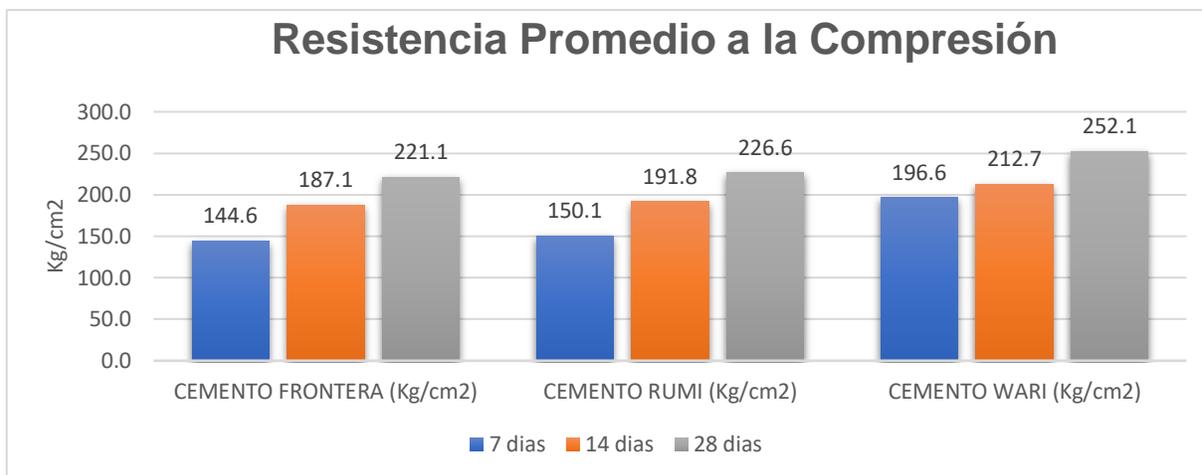


Grafico 1. Ensayo de Resistencia a la Compresión.

En el grafico se verifica que el ensayo a la compresión realizado en el concreto a los 7 días con el cemento Wari alcanza la mayor resistencia a compresión de 196.6 kg/cm², mientras que el cemento Frontera tiene la menor resistencia a la compresión de 144.6 kg/cm² y en medio tenemos al Cemento Rumi con una resistencia a la compresión de 150.1 kg/cm²; a los 14 días se verifica que cemento Wari alcanza la mayor resistencia a compresión de 212.7 kg/cm², mientras que el cemento Frontera tiene la menor resistencia a la compresión de 187.1 kg/cm² y en medio tenemos al Cemento Rumi con una resistencia a la compresión de 191.8 kg/cm² y a los 28 días se observa que el cemento Wari alcanza la mayor resistencia a compresión de 252.1 kg/cm², mientras que el cemento Frontera tiene la menor resistencia a la compresión de 221.1 kg/cm² y en medio tenemos al Cemento Rumi con una resistencia a la compresión de 226.6 kg/cm²

II. Ensayo de Resistencia a Compresión de Concretos Expuestos al Congelamiento y Deshielo.

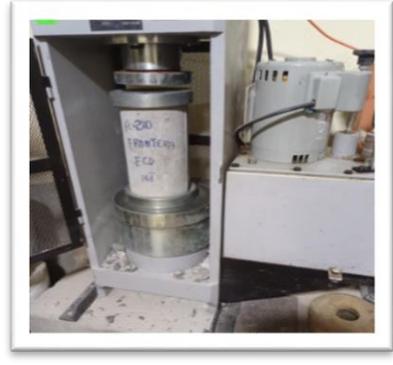
Determinar el cemento que ofrece mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno.



Figuras 18. Se utilizó una congeladora controlando la temperatura (-8 a -15)



Figuras 19. Se expuso las Briquetas al congelamiento.



Figuras 20. Ensayo de resistencia a la compresion.

Tabla 6. Resistencia a la Compresion de concretos expuestos al Congelamiento y Deshielo.

EDAD DE ENSAYO	CEMENTO FRONTERA (Kg/cm2)	CEMENTO RUMI (Kg/cm2)	CEMENTO WARI (Kg/cm2)
7 días	112.3	119.5	161.3
14 días	144.2	159.0	189.5
28 días	194.9	206.7	218.0

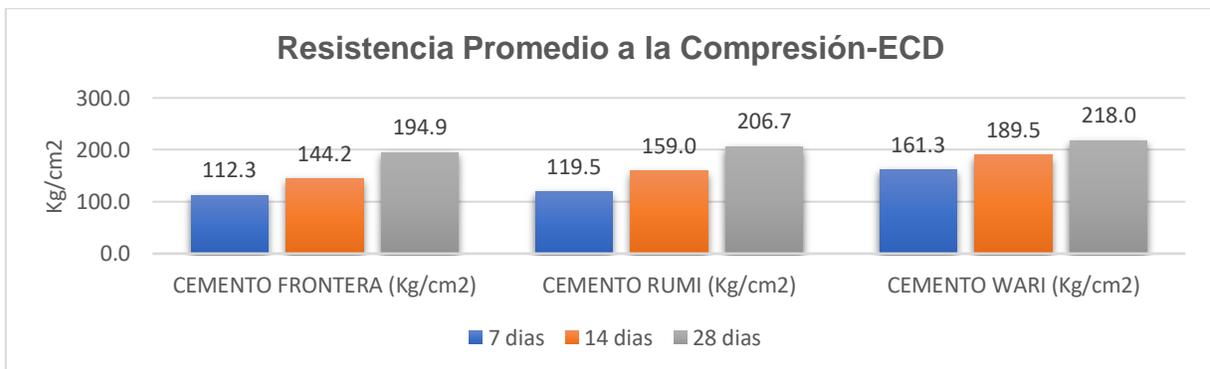


Grafico 2. Ensayo de Resistencia a la Compresión de concretos expuestos a congelamiento y deshielo.

El grafico nos indica que el concreto elaborado con cemento Wari expuesto al congelamiento y deshielo alcanza la mayor resistencia a la compresión a los 7 días de 161.3 kg/cm², 14 días de 189.5 kg/cm² y a los 28 días de 218.0 kg/cm²; mientras que el concreto elaborado con cemento Frontera expuesto a congelamiento y deshielo tiene la menor resistencia a la compresión a los 7 días de 112.3 kg/cm², 14 días de 144.2 kg/cm² y a los 28 días de 194.9 kg/cm², es así como el concreto elaborado con cemento Rumi expuesto a congelamiento y deshielo alcanza una resistencia a la compresión entre el cemento Wari y el Cemento Frontera a los 7 días de 119.5 kg/cm², 14 días de 159.0 kg/cm² y a los 28 días de 206.7 kg/cm².

III. ENSAYO DE POROSIDAD DE CONCRETOS EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO.



Figuras 21. Se registró el peso de las muestras secas.

Figuras 22. Peso sumergido

Tabla 7. Porosidad del Concreto - ECD (%)

TIPO DE CEMENTO	14 días	28 días
CEMENTO FRONTERA	6.200	6.845
CEMENTO RUMI	6.102	6.449
CEMENTO WARI	5.999	6.256

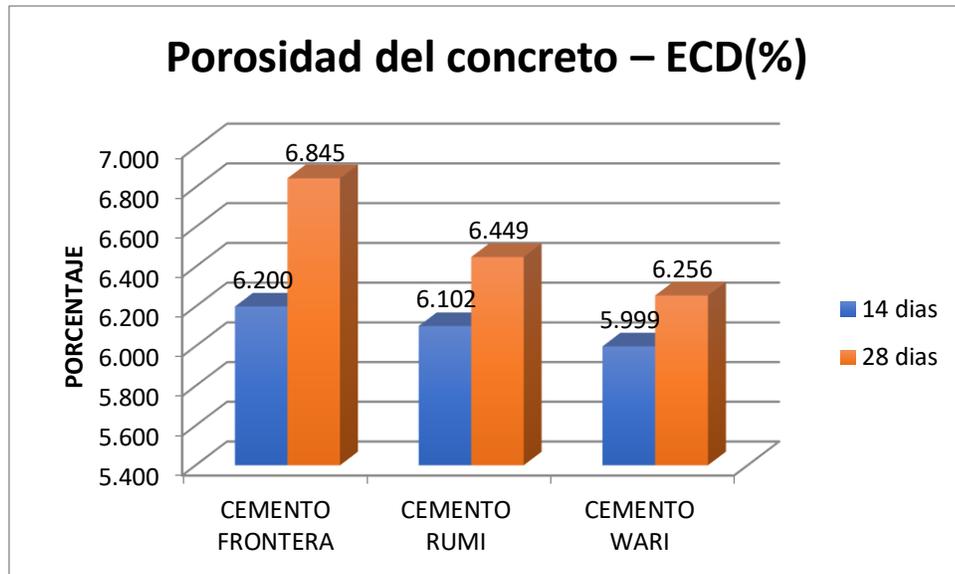


Grafico 3. Ensayo de Porosidad de concretos expuestos a congelamiento y deshielo.

El grafico nos muestra que a los 14 días el concreto elaborado con cemento Wari expuesto al congelamiento y deshielo presenta el menor porcentaje de porosidad siendo de 5.999%, mientras que el concreto elaborado con cemento Frontera expuesto a congelamiento y deshielo muestra un alto porcentaje de porosidad siendo de 6.200% en el medio se encuentra el concreto elaborado con cemento Rumi con un porcentaje de porosidad del 6.102%, asimismo se verifica que a los 28 días el concreto elaborado con cemento Wari expuesto al congelamiento y deshielo presenta el menor porcentaje de porosidad de 6.256%; mientras que el concreto elaborado con cemento Frontera expuesto a congelamiento y deshielo muestra un alto porcentaje de porosidad siendo de 6.845% entre estos porcentajes se encuentra el concreto elaborado con cemento Rumi con un porcentaje de porosidad de 6.449%

V. DISCUSIÓN

- **Determinar el cemento que ofrece mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto en las edificaciones de Puno-2021.**

Aragón (2021) mostro, con una resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² en condiciones normales, con el método de diseño ACI- 211, usando distintas marcas de cementos, resultados más favorables en comparación al presente trabajo de investigación, sus resultados fueron:

Marca de cemento	Resistencia a la compresión promedio $f'c$ (kg/cm ²) (edad en días)		
	7	14	28
Frontera IP	144	182	211
Rumi IP	192	233	272
Yura tipo I	317	383	402
Wari tipo I	301	359	432

EDAD DE ENSAYO	CEMENTO FRONTERA (Kg/cm ²)	CEMENTO RUMI (Kg/cm ²)	CEMENTO WARI (Kg/cm ²)
7 días	144.6	150.1	196.6
14 días	187.1	191.8	212.7
28 días	221.1	226.6	252.1

Fuente: Aragón

Fuente: Propia

Para concretos con cementos Frontera y Rumi Tipo IP, estos concretos logran una resistencia aceptable a los 7, 14 y 28 días de edad, obteniendo el concreto con cemento Rumi una mayor resistencia, en comparación al concreto con cemento Frontera, tomando en cuenta las respectivas fichas técnicas, el cemento Rumi ofrece mayor resistencia a los 7 días, verificándose esta tendencia en los resultados obtenidos en los concretos elaborados con estos cementos para fines de esta tesis. Así mismo se puede verificar que los resultados obtenidos por Aragón resultan ser más favorables que los obtenidos en el presente estudio esto puede ser a causa de dificultades en el apisonado.

Para concretos con cementos tipo I, los concretos elaborados con cemento Wari Tipo I logran una resistencia aceptable a los 7, 14 y 28 días de edad, estos resultados guardan relación con lo encontrado por Aragón, verificándose que las resistencias a compresión de sus concretos elaborados con cementos tipo I son superiores con respecto al presente estudio; la posible explicación es la dificultad que se da en el varillado de 25 golpes al momento de preparar la mezcla en las probetas. Sin embargo los concretos elaborados con cementos Wari Tipo I, superan ampliamente la resistencia a los 7 días de edad, guardando relación con las fichas técnicas de dicho cemento donde se verifica que el cemento Wari ofrece la mayor resistencia a los 7 días, comprobándose esta tendencia en los concretos elaborados con este cemento para fines de esta tesis.

Harmsen (1995), muestra la relación entre la **resistencia del concreto en condiciones normales** a una determinada edad, brindando una referencia para establecer una resistencia teórica.

Concreto	Resistencia a compresión (210 kg/cm ²)					
	7 días		14 días		28 días	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
Resistencia teórica	140.7	67	180.6	86	210.6	100
Cemento Frontera	141.2	67	180.7	86	214.5	102
Cemento Rumi	146.4	70	186.7	89	221.5	105
Cemento Wari	190.4	91	207.5	99	243.4	116

Fuente: Propia

El estudio de Harmsen, nos brinda datos que pueden ser asumidos como una resistencia teórica, verificándose que los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro de los parámetros permisibles. Siendo el cemento Wari Tipo I el que obtiene una resistencia favorable a los 7, 14 y 28 días de edad, comprobándose esta tendencia en los concretos elaborados con este cemento para fines de esta tesis y verificándose el funcionamiento correcto del diseño de mezclas por el método ACI.

- **Determinar el cemento que ofrece mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021.**

López y Mamami (2017), mostraron resultados obtenidos en ensayos de resistencia a la compresión en concretos expuestos al hielo y deshielo utilizando el cemento Rumi, los cuales guardan relación con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Edad de ensayo, sometido a congelamiento y deshielo	CP (Kg/cm ²)
7 días	131.99
28 días	182.59
56 días	205.74

Fuente: López y Mamani (2017)

EDAD DE ENSAYO	CEMENTO FRONTER A (Kg/cm ²)	CEMENTO RUMI (Kg/cm ²)	CEMENTO WARI (Kg/cm ²)
7 días	112.3	119.5	161.3
14 días	144.2	159.0	189.5
28 días	194.9	206.7	218.0

Fuente: Propia

Finalmente, la investigación de López y Mamani muestra que su concreto patrón con Cemento Rumi presenta menor resistencia a la compresión a la edad de 7 días con respecto al concreto utilizado en el presente estudio, mientras que la resistencia a la compresión del concreto con cemento Rumi a los 28 días de edad guarda una estrecha relación con los resultados obtenidos en el presente estudio.

- **Determinar la porosidad del concreto elaborado con diferentes cementos y expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021.**

López y Mamami (2017), determinaron la porosidad del concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo con cemento Rumi, obteniendo los siguientes resultados:

Porosidad abierta promedio (%)				TIPO DE CEMENTO	14 días	28 días
CP-SCD	27 Días	43 Días	55 Días	CEMENTO FRONTERA	6.200	6.845
	3.157	5.696	6.227	CEMENTO RUMI	6.102	6.449
				CEMENTO WARI	5.999	6.256

Fuente: López y Mamani (2017)

Fuente: Propia

La investigación de López y Mamani muestra que a medida que aumenta la porosidad, disminuye la resistencia a compresión, el concreto que utilizaron estuvo elaborado con Cemento Rumi, este presenta una porosidad a los 27 días de 3.157% siendo menor en comparación a la porosidad del presente estudio (6.449% a los 28 días).

VI. CONCLUSIONES

Luego de haber desarrollado los ensayos correspondientes, obtener los resultados y comparándolos con otros estudios se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. El tipo de concreto elaborado con cemento Wari ofrece mejor desempeño en las propiedades del concreto (resistencia a la compresión y porosidad) expuesto al congelamiento y deshielo en edificaciones.
2. Los concretos elaborados con cemento Wari desarrollaron las mayores resistencias a la compresión a edades de 7, 14 y 28 días en comparación a los concretos con cementos del Tipo IP Rumi y Frontera. Según la marca y tipo de cemento mostraron que a los 7, 14 y 28 días, los concretos elaboradas con cemento Wari desarrollaron la mayor resistencia (94%, 101%, 116% respectivamente), logrando superar la resistencia especificada $f'_c=210$ Kg/cm² y la resistencia teórica; en cambio los concretos elaborados con cementos del tipo IP Rumi (71%, 91%, 108% respectivamente) y Frontera (69%, 89%, 105% respectivamente) solo alcanzaron porcentajes de resistencias aceptables en relación a la resistencia especificada f'_c ;
3. De los concretos expuestos al congelamiento y deshielo, el concreto elaborado con cemento Wari obtuvo la mayor resistencia a compresión, a la edad de 7, 14 y 28 días, llegando a alcanzar la resistencia de diseño, obteniéndose el 76.8%, 90.22% y 103.80% respectivamente, verificándose que a medida que incrementa la resistencia a compresión también incrementa la resistencia al congelamiento y deshielo, en consecuencia la vida útil del concreto.
4. El concreto expuesto a congelamiento y deshielo elaborado con cemento Wari presento menor porosidad en 5.9% y 6.2% a la edad de 14 y 28 días; lo que se evidencia en una mejor resistencia a compresión, ya que a menor porcentaje de porosidad la resistencia a compresión aumenta, y en consecuencia mejora la durabilidad del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se sugiere para probables investigaciones relacionadas, incluir los análisis químicos de los cementos a fin de determinar los compuestos químicos más importantes e influyentes para el desarrollo de las resistencias y otras propiedades del concreto.
- 2.** Incentivar estudios para obtener concretos económicos de alta resistencia usando agregados de canteras locales y cemento tipo I, teniendo presente las favorables resistencias desarrolladas en el presente estudio.
- 3.** Considerar para otros estudios, que la obtención de resultados correctos en la resistencia a compresión de concretos dependerá de la observación cuidadosa y seguimiento de todos los procesos relacionados con los ensayos físicos y/o mecánicos que se realizan entre ellos la granulometría, Humedad, peso unitario, peso específico y absorción.
- 4.** Considerar que los moldes para las briquetas constituyen un factor importante para el desarrollo de ensayos adecuados, se debe tomar en cuenta que el molde debe ser lo suficientemente rígidas para evitar ensanchamientos y pandeos, así mismo la cara superior e interior de la biqueta deben ser planas para evitar problemas relacionado en la rotura de la misma y así lograr la resistencia a compresión planteada. Un moldeo inadecuado da como resultado fracturas oblicuas o un movimiento lateral de la prensa hidráulica durante la aplicación de la carga, ocasionando resultados bajos en la resistencia.
- 5.** Se debe tomar en cuenta la importancia que tiene el proceso del curado y las condiciones de las mismas tales como la temperatura ya que una variación en la misma influirá significativamente en la resistencia a la compresión planteada.

REFERENCIAS

ABANTO Castillo, Flavio. 2009. TECNOLOGIA DEL CONCRETO. LIMA : SAN MARCO, 2009.

AL-ASSADI, Ghaida. 2009. Influencia de las condiciones de curado en el comportamiento de curado en el comportamiento del hormigon sometidos a ciclo de hielo-deshielo. Peru : tesis doctoral, 2009.

Andres, ZEÑA Vela Marco.

BECKER, E. 2010. Durabilidad del hormigon. comportamiento del hormigon estructural durante su vida de servicio. [En línea] 10 de 01 de 2010. [Citado el: 20 de 02 de 21.] <http://www.lomanegra.com.ar/pdf/trabajos/DURABILIDAD.pdf>.

CALAVERA Ruiz, J. 2005. Patologia de Estructuras de Hormigon Armado y Pretensado. Madrid : segunda edicion , 2005.

CARRILLO Flores, Ana Lliana. 2015. Poblacion y Muestra. Mexico : s.n., 2015.

COLOME, Delia. 2018. Metodologia de la investigacion para cursos de Post Grado en Ingenieria. San Juan : 1ed. San Juan, Ediciones Plaza, 2018.

DAS, Braha M. 2014. Fundamento de ingeniería geotécnica. Santa Fe : Cengage Learning Editores, S. A., 2014. 9786075193724.

DAS, Braja M. 2014. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Santa Fé : Cengage Learning Editores S. A., 2014. 9786075193724.

Durabilidad de estructuras de hormigon, Guia de diseño CEB. CEB. 1996. 12, s.l. : Boletin GEHO, 1996.

FARIÑAS, Aura. 2010. Tipos de Investigacion. 2010.

LASCARRO, Manuel. 2018. CONSTRUCCION LATINOAMERICANA. [En línea] 15 de Junio de 2018. <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/Concreto-sustentable-realidad-en-Latinoam-rica/4133548.article>.

LASCARRO, Manuel. 2018. CONSTRUCCION LATINOAMERICANA. [En línea] 15 de Junio de 2018. [Citado el: 08 de Febrero de 2021.] <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/Concreto-sustentable-realidad-en-Latinoam-rica/4133548.article>.

LÓPEZ, Francisco. 2005. Fundamentos de polímeros. Mérida : Smart Service C.A., 2005.

M., BASHEER P. A., CHIDIAC, S.E. y LONG, A. E. 1996. Predictive models for durability of concrete from its permeation properties. s.l. : Construccion & Building Materials, 1996.

MANARELLI, L. 1988. Temperatura minima en: Evaluacion Agro Climatica del Departamento de Puno. [aut. libro] Direccion General de Agrometeorologia. SENAMHI. 1988.

MEJIA Mejia, Elias. 2005. Tecnicas e Instrumentos de Investigacion. Lima : s.n., 2005.

NAVAREÑO Rojo, A. 2015. Estudio Teorico-Experimental sobre el Deterioro en Tableros de Puentes de Hormigon Producido por la Accion de hielo-Deshielo con sales fundentes. D.F. Mexico : Tesis Doctoral, 2015.

NEVILLE, A.M. y BROOKS, J. J. 1998. Tecnologia del concreto. Mexico : Trillas, 1998.

NTP, 400.021.2002. 2002. AGREGADOS. Lima : s.n., 2002. AGREGADOS. [aut. libro] Comision de reglamentos tecnicos y comerciales. Lima : INDECOPI, 2002.

NUÑEZ Flores, Maria Isabel. 2007. Las Variables: estructura y funcion en la hipotesis. Lima : Investigacion Educativa, 2007.

PAEZ Moreno, Diego y LEAL Moreno, Vicente Edilson. 2009. Influencia de los ciclos de hielo-deshielo en la resistencia del concreto (caso Tunja). Medellin : Ingenieria Universidad de Medellin, 2009.

PASQUEL Carbajal, Enrique. 1992-1993. TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU. LIMA : COLECCION DEL INGENIERO CIVIL, 1992-1993.

PCA P., A. 2004. Diseño y Control de Mezclas de Concreto. 2004.

POWERS T., C. 1945. Working hypothesis for further studies of frost resistance of concrete. s.l. : ACI Journal, 1945.

RIVVA Lopez, Enrique. 2000. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima : Capitulo Peruano ACI, 2000.

ROMERO Mendoza, H.L. 2011. Deterioro del Hormigon Sometido a Ensayos Acelerados de Hielo-Deshielo en presencia de cloruros. Madrid : Universidad Politecnica de Madrid, 2011.

TAMAYO y Tamayo, Mario. El Proceso de la Investigacion Cientifica. s.l. : Limusa.

YURA, Cemento. 2014. MANUAL DE CONSTRUCCION. AREQUIPA : s.n., 2014.

ZEÑA Vela, Marco Adres. 2015. Estudio Termodinamico Teorico-Practico Sobre el Comportamiento de Vaciados de Concreto Masivo a Mas de 4700 m.s.n.m. En La Sierra del Peru. Peru : s.n., 2015.

ANEXO

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNO-2021

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores				
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente: : CEMENTO				
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Tipo y diseño de Investigación	
¿De qué manera influye la aplicación de diferentes de cemento en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno 2021?	Establecer el cemento que ofrece mejor desempeño en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021.	La elección del tipo de cemento tiene una influencia significativa positiva en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021	Cemento Tipo I - WARY	Características técnicas del cemento.	Ficha técnica del Cemento	Tipo de Investigación: Aplicada, Correlacional, Cuantitativa. Diseño de investigación: Experimental, cuasi experimental. Escala de Medición: De razón o Relación. Población estará constituida por todas las probetas elaboradas con diferentes tipos de cemento. Muestra está constituida por las probetas seleccionadas. El muestreo es no probabilístico, por conveniencia e Intencional. La Técnica es la observación directa y el instrumento son los formatos de los distintos ensayos.	
			Cemento Tipo IP-FRONTERA				
			Cemento Tipo IP - RUMI				
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente: PROPIEDADES DEL CONCRETO				
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos		
¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en la resistencia a la compresión del concreto en las edificaciones de Puno -2021?	Determinar el cemento que ofrece mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto en las edificaciones de Puno-2021.	La elección del cemento tiene una influencia significativa positiva en la resistencia a la compresión del concreto en las edificaciones de Puno-2021	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión 7, 14 y 28 días	Máquina de compresión axial. Bloques de apoyo con base de neopreno. Equipo misceláneo		
¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en la resistencia a la compresión del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021?	Determinar el cemento que ofrece mejor desempeño en la resistencia a compresión en estructuras de concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021.	La elección del cemento tiene una influencia significativa positiva en la resistencia a la compresión del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021	Resistencia a la compresión (ECD)	Resistencia a la compresión 7, 14 y 28 días	Máquina de compresión axial. Bloques de apoyo con base de neopreno. Equipo misceláneo		
¿De qué manera influye la aplicación de diferentes cementos en la porosidad del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno -2021?	Determinar la porosidad del concreto elaborado con diferentes cementos y expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021.	La elección del cemento influye positivamente a la disminución de la porosidad del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021	Porosidad del concreto (ECD)	% de vacíos en el concreto	Equipo misceláneo de laboratorio.		

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INSTR.
VARIABLE INDEPENDIENTE						
Cemento	En la actualidad se fabrican diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones y normativas como la Normativa Técnica Peruana, NTP 334.009 (Cementos Portland. Requisitos), basada en la ASTM C 150.	Cemento WARI Tipo I	El cemento Wari Tipo I para uso general, ideal para todo tipo de estructuras en edificaciones y obras de infraestructura, que demanden altas resistencias iniciales y finales logrando construcciones solidas de calidad sismo-resistente.	Se realiza mediante el análisis de las características técnicas,	Características Técnicas: Requisitos físico/químico.	Ficha sobre la caract. técnicas
		Cemento FRONTERA Tipo IP	El Cemento Portland Puzolánico FRONTERA IP, ULTRA FUERTE, está elaborado con Clinker, yeso y adiciones. Cumple con NTP 334.090: 2016 ASTM C595. Otorga al concreto propiedades que lo hacen resistentes a los ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.) y a las acciones del intemperismo. Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general.			
		Cemento RUMI Tipo IP	Tienen propiedades especiales que otorgan al concreto cualidades especiales únicas de alta resistencia , permitiendo que el concreto mejore su resistencia , impermeabilidad, resistir la acción del intemperismo , ataques químicos, abrasión			

VARIABLE DEPENDIENTE						
Propiedades del concreto	Se puede obtener concreto en un amplio rango de propiedades ajustando los materiales constitutivos, estas propiedades dependen de las proporciones, de la mezcla, del cuidado con el cual se mezclen los diferentes materiales constitutivos y de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantengan la mezcla desde el momento que se coloca en el molde hasta que se encuentra totalmente endurecida.	Resistencia a la compresion del concreto	La Resistencia a la compresion del concreto es la cantidad de esfuerzo máximo que puede soportar el concreto	Mediante probetas cilíndricas, sometidas a un ensayo cada una, dependiendo de los días de análisis.	Resistencia a la compresion a los 7, 14 y 28 días	Prensa de resistenci a a la compresion
		Porosidad del concreto	Cantidad medida de espacios libres o vacíos que quedan inmersos en toda la masa del concreto como resultado del agua libre evaporada de la pasta y el aire naturalmente atrapado.	El agua al estar ocupando un espacio, y evaporarse en forma parcial más el aire atrapado, deja millones de huecos entrecruzados en todas las direcciones, estos espacios pueden unirse debilitando el concreto al generar unos pequeños conductos capilares.	% de vacíos en el concreto	Ensayo de porosidad

ANEXO 3. VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO: Aplicación de diferentes tipos de cemento en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021 **UBICACION:** _____
OBJETO: El Reconstrucción de Muro de _____
FECHA INICIO: _____ **REALIZADO POR:** _____
FECHA FIN: _____ **NO. REP:** _____

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(Método ASTM D-422)

DESCRIPCIONES DE LA MUESTRA

MUESTRA: _____ **PREPARACIÓN:** _____
DESCRIPCIÓN: _____ **CANTIDAD:** _____
NO.: _____ **PROCEDENTE:** _____

TAMIZO	Apertura en mm	RETO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASÓ	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE MUESTRA
ASTM 2"	50.800						
1 1/2"	38.100						Desplazado _____ 0/
1"	25.400						Desplazado _____ 0/
3/4"	19.000						Desplazado _____ 0/
1/2"	12.500						Material retenido _____ 0/
3/8"	9.500						
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750						
Nº 6	2.500						
Nº 8	1.900						
Nº 10	1.500						
Nº 20	750						
Nº 30	600						
Nº 40	475						
Nº 60	250						
Nº 75	190						
Nº 100	150						
Nº 150	9.50						
Fondo							
TOTAL							

DESCRIPCIONES

PROCESOS

+ 2" _____ 0/
 arena _____ 0/
 arena _____ 0/
 FOLIO _____ 0/
 MODULO DE FOLIO _____ 0/
 OBSERVACIONES

CURVA GRANULOMÉTRICA

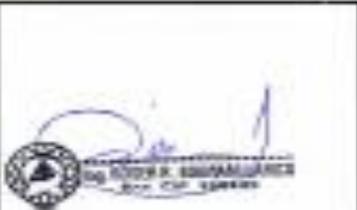
DESCRIPCIONES :



Ing. Daniel Marquina
INGENIERO EN CIVIL
REG. C.O.P. 147331



DANIEL MARQUINA
INGENIERO CIVIL
C.P. 147331



Ing. Víctor E. Espinoza
INGENIERO CIVIL

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO: Aplicación de diferentes tipos de cemento en las propiedades mecánicas del Concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021

SOLISTA: B. Rosa Ileana Barrantes

REVISADO POR: _____

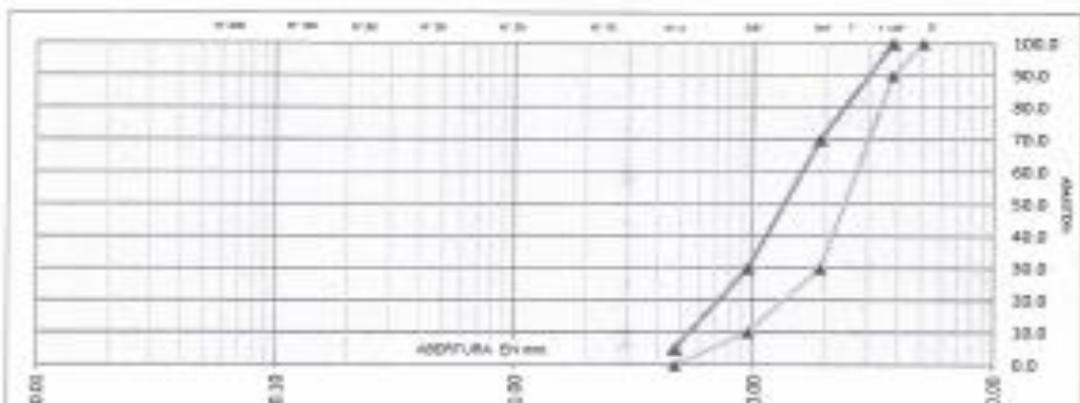
REVISADO POR: _____

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MÉTODO ASTM D-422)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TRAZO	DESCRIPCIÓN	USO	PRESTACIÓN	ENTIDAD	PROYECTO		
TAMIZO	Apertura	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
ASTA	mm	RETENIDO	PERCENT	ACCUMULADO	PERCENT		
1"	25.400					60.00	Peso Total
3"	76.200						Peso Lavado
1.18"	30.000						Peso Pasado
75"	19.000						Material Retenido
1.18"	30.000						
75"	30.000						TAMIZO MILIMÉTRICO
1.18"	30.000						
75"	30.000						PROPIEDADES
1.18"	30.000						C-2'
75"	30.000						GRASA
1.18"	30.000						AGUA
75"	30.000						FINES
1.18"	30.000						MÓDULO DE FLEXIÓN
75"	30.000						OBSERVACIONES
Peso:							
TOTAL:							

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

 Ing. Daniel Nuñez Nuñez INGENIERO DE CIVIL RUC: 10101210101	 DANIEL NUÑEZ NUÑEZ INGENIERO CIVIL CIP: 10101210101	 ROSA ILEANA BARRANTES INGENIERA DE CIVIL RUC: 10101210101
--	--	--

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

OBRA	Aplicación de diferentes tipos de cemento en las propiedades del Concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puyo-2021	UBICACIÓN	_____
SOLICITA	Dr. Néstor Ramos Bonavito		_____
FECHA RESP.	_____	REALIZADO POR	_____
FECHA ENTREGA	_____	NOT. RESP.	_____

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(ASTM 2216 - 84)**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA	_____	PRESENTACIÓN	_____
SECCIONES	_____	CAVIDAD	_____
AREA	_____	PROCEDIM.	_____

Descripción de la Muestra		ORIGEN	FINO
Tarro #P			
Peso del Tarro	gr		
Peso del tarro + Suelo Húmedo	gr		
Peso del tarro + Suelo Seco	gr		
Peso del Agua	gr		
Peso del suelo seco	gr		
Contenido de Humedad	%		
Promedio de Humedad	%		

OBSERV.

 Ing. Néstor Ramos Bonavito RESIDENTE DE OBRA REG. CIP 147241	 JUAN JOSÉ OJEDA TORRES INGENIERO CIVIL CIP 65220	 JUAN JOSÉ OJEDA TORRES INGENIERO CIVIL CIP 65220
--	---	--

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

OSMA Aplicación de diferentes tipos de cemento en las propiedades del Concreto expuesto al ambiente marino y diseñado en las edificaciones de Puerto 2021

BOQUÍA No. Avenida General Barrios
 EDIFICIO: MAQUETA 100
 EDIFICIO MONTO: 100.000.000

GRAVEDAD ESPECIFICA, ABSORCION DE LOS AGREGADOS Y POROSIDAD [MÉTODO ASTM C - 127 Y C - 128]

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: _____ PRESENTACIÓN: _____
 DESCRIPCIÓN: _____ CANTIDAD: _____
 UAO: _____ PROCEDENTE: _____

MUESTRA AGREGADO FINO

MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE)			
B PESO DEL FRASCO + H ₂ O			
C PESO DEL FRASCO + H ₂ O (A+B)			
D PESO DE MATERIAL + H ₂ O EN EL FRASCO			
E VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (D-C)			
F PESO DEL MATERIAL SECO EN HORNO			
G VOLUMEN DE MASA (A-F)/E			
P.E. BULK (base seca) P/E			
P.E. BULK (base saturada) A/C			
P.E. APARENTE (base seca) 100/E			
% DE ABSORCIÓN ((A-F)/F) *100			

MUESTRA AGREGADO GRUESO

MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE)			
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA)			
C VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS = A-B			
D PESO DE MAT. EN ESTUFA (100° C)			
E VOLUMEN DE MASA = (D-A)/C			
P.E. BULK (base seca) = D/C			
P.E. BULK (base saturada) = A/C			
P.E. APARENTE (base seca) 100/E			
% DE ABSORCIÓN = ((A-D)/D) *100			
% DE POROSIDAD = ((K.O)/E) *100			

Observ:






INFORME DE ENSAYO

OBRA: Aplicación de diferentes tipos de cemento en las propiedades del Concreto expuesto al congelamiento y deshielo en edificaciones, Puno-2021 UBICACIÓN: _____

SOLICITA: Dr. Rocco Ivanori Gonzalez
 FECHA PEDIR: _____ MEDICIÓN POR: _____
 FECHA ENSAYO: _____ SUP. RESP: _____

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO
(METODO ASTM C - 29)**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: _____ PREPARACIÓN: _____
 DENOMINACIÓN: _____ CANTIDAD: _____
 LUGAR: _____ PROCEDIMIENTO: _____

MUESTRA AGREGADO FINO

	PESO UNITARIO SUELTO		
	1	2	3
NUMERO DE ENSAYO			
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms		
PESO DE MOLDE	gms		
PESO DEL MATERIAL	gms		
VOLUMEN DEL MOLDE	cc		
PESO UNITARIO	gms/cc		
PROMEDIO	gms/cc		

PESO UNITARIO VARELADO

NUMERO DE ENSAYO			
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms		
PESO DE MOLDE	gms		
PESO DEL MATERIAL	gms		
VOLUMEN DEL MOLDE	cc		
PESO UNITARIO	gms/cc		
PROMEDIO	gms/cc		

MUESTRA AGREGADO GRUESO

	PESO UNITARIO SUELTO		
	1	2	3
NUMERO DE ENSAYO			
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms		
PESO DE MOLDE	gms		
PESO DEL MATERIAL	gms		
VOLUMEN DEL MOLDE	cc		
PESO UNITARIO	gms/cc		
PROMEDIO	gms/cc		

PESO UNITARIO VARELADO

NUMERO DE ENSAYO			
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms		
PESO DE MOLDE	gms		
PESO DEL MATERIAL	gms		
VOLUMEN DEL MOLDE	cc		
PESO UNITARIO	gms/cc		
PROMEDIO	gms/cc		

 Ing. Daniel Maquera Maquera RESPONSABLE DEL ENSAYO REG. CO. 13521	 Ing. Rocco Ivanori Gonzalez INGENIERO CIVIL C.P. 120228	 Ing. Rocco Ivanori Gonzalez REG. CO. 13521
--	---	--

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO

Aplicación de diferentes tipos de cemento en las propiedades del Concreto expuesto al serojamiento y deshielo en las edificaciones de Puno-2021

SOLICITA

Dr. Romeo Ramos Escamote

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Nro.	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDE	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES			PESO (gr)	RESISTENCIA			SILMP (pa/g)	EDAD (días)	% DE RESISTENCIA
				DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)		DESEO (kg/cm ²)	LECTURA (KN)	ROTURA (kg f)			
1	CF					0.00	210		0.000	#/DfV/Df		#/DfV/Df	
2	CF					0.000							
3	CF					0.000							
1	CR					0.000							
2	CR					0.000							
3	CR					0.000							
1	CW					0.000							
2	CW					0.000							
3	CW					0.000							

POROSIDAD DEL CONCRETO

14 días	CEMENTO FRONTERA	CEMENTO RUMI	CEMENTOWARI
peso seco			
p. sss			
p. sumergido			
Porosidad %			
PORO. %			

28 días	CEMENTO FRONTERA	CEMENTO RUMI	CEMENTOWARI
peso seco			
p. sss			
p. sumergido			
Porosidad %			
PORO. %			


 Ing. David Nolasco Marquera
 INGENIERO CIVIL
 REG. CO. 24724


 ING. ROMEO RAMOS ESCAMOTE
 INGENIERO CIVIL
 C.º 182225


 ING. ROMEO RAMOS ESCAMOTE
 INGENIERO CIVIL
 REG. CO. 24724

ANEXO 4. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO WARI



J & C - LABORATORIOS
DE ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD
TEL: 051 021 257 1111 - 257 1112

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
ESPINO BENECORRA SEGUIN
CALLE 1000 - JALAYO - PIURA

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F_c = 210 Kg./cm² (Metodo A.C.I. 211.1 - 81)

TEMA	SELECCIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS ESTRUCTURAS DE PUNO - 2011
UBICACIÓN	EST. PUNO, PROV. PUNO, SECTOR PUNO
SOLICITANTE	BACHILLER ROXANA MARIANA SEPARENTE
FECHA	25 DE JUNIO DEL 2011

I. MATERIALES

a.- CEMENTOS

CEMENTO	TIPO	PESO ESPECIFICO	ESPECIFICACION
WARI	I	3.14	5

b.- AGREGADOS

AGREGADO	FORMA	TAMAÑO M.M. (INCH)	CANTERA	DISTRITO
FINO	REDONDEADO	5/8"	QUEREA - ROYALTY	PIURAY
GRUESO	REDONDEADO	3/4"	QUEREA - ROYALTY	PIURAY

II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ESPECÍFICOS	
			PESO	VOLUMEN
1	PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³	1400	1427
2	PESO UNITARIO COMPACTO	Kg/m ³	1550	1579
3	PESO ESPECÍFICO	gr./cc	2.90	2.65
4	ABSORCIÓN	%	4.34	5.21
5	MÓDULO DE FLEXIÓN		2.70	3.15
6	CONTRACCIÓN DE HUMEDAD	%	7.40	8.25

III. CONDICIONES DE OBRA

TIPO DE OBRA	TEMPERATURA AMBIENTE	CONDICIÓN	EXPOSICIÓN DE OBRA
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	1°	PLÁSTICA	NORMAL

IV. DOSIFICACIÓN

RESUMEN DE LOS DATOS		GRUP.	CONCRETO	RELACION	W/P	VOLUMEN	FACTORES CORRECTIVOS		CONCRETO
(F' en Kg/cm ²)	(F' en Kg/cm ²)	F'AL	DE AGUA	A/C	(%)	(% Grueso)	Fg (Kg)	B (Kg)	A (Gr. Agua)
210	204	3° - 4°	305	0.50	2	0.84	367	8.04	1000

V. DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO EN ESTADO SECO (Kg)	CONTENIDO HUMEDAD	PESO CORREGIDO	PROPORCIÓN
CEMENTO	0.108	367		367.17	1
AGREGADO FINO	0.2752	700	20.84	751.02	2.06
AGREGADO GRUESO	0.2848	900	20.36	1061.00	2.90
AGUA	0.2000	205	42.40	164.60	0.45
AIRE	0.0000				

VI. DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

DESCRIPCIÓN	EN PESO CLAS.	PROPORCIÓN EN (m ³)	PROPORCIÓN 1 (3)
CEMENTO	8.64	0.248	1
AGREGADO FINO	17.78	0.488	2.00
AGREGADO GRUESO	24.12	0.683	2.75
AGUA	1.280	0.150	17.00

OBSERVACIONES

- Cálculo de Materiales sin desperdicio.
- Agregado suministrado, etiquetado y pesado en Laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS
TEL: 051 021 257 1111 - 257 1112

Instituto Tecnológico de Piura
INGENIERÍA CIVIL

ANEXO 5. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON CEMENTO RUMI



J.S.C. LABORATORIOS
 AV. SPINELLI 1900 P.O. BOX
 QUILMANO - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DIRECCIÓN NACIONAL DE PUERTOS
 CARRETERA 145/1071 PUNO PERÚ

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

f_c = 210 Kg./cm² (Módulo A.C.I. 211.1 - 51)

TEMA	APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPOSTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS CONFIGURACIONES DE PUNO - 2021
UBICACIÓN	DEPT. PUNO, PROV. PUNO, SECCION PUNO
SOLICITANTE	BACHELLER ROSANA MAMANI SEMAVENTE
FECHA	28 DE MARZO DEL 2021

I. MATERIALES

a.- CEMENTOS

CLASIFIC.	TIPO	PESO ESPECIFICO	SUPERFICIE ESPECIFICADA
RUMI	P	2.80	C

b.- AGREGADOS

AGREGADO	FORMA	TAMANO MAX. NOM.	CANTERA	DISTRITO
FINO	REDONDEADO	4.75	CANTERA - AG VALLEJO	PUNO/CAN
GRUESO	REDONDEADO	9.5	CANTERA - AG VALLEJO	PUNO/CAN

II. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
1	PESO UNITARIO SEQUEO	Kg/m ³	1430	1471
2	PESO UNITARIO CONCRETO	Kg/m ³	2583	2576
3	PESO ESPECIFICO	gr./cc	2.86	2.80
4	ABSORCION	%	4.54	2.77
5	MOJALGO DE FINEZA		2.60	8.13
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.40	5.28

III. CONDICIONES DE OBRA

TIPO DE OBRA	GRADO DE APORTEADO	CONSISTENCIA	EXPOSICION DE OBRA
COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	1°	PLASTICA	NORMAL

IV. DOSIFICACION

PARAMETROS DE DISEÑO		GRANULOMETRIA	CONTENIDO DE AGUA	RELACION AG/CEM	AIRE (%)	VOLUMEN A. GRUESO	FACTORES CEMENTO		CONTENIDO A. GRUESO
f _c (kg/cm ²)	f _{cr} (kg/cm ²)						W/c	W/m ³	
210	204	3° - 4°	200	0.68	2	0.64	367	8.64	1008

V. DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO ESTIMADO SECO Kg/m ³	CORRECCION HUMEDAD	PESO CORREGIDO Kg/m ³	PROPORCION
CEMENTO	0.1311	381		367.12	1
AGREGADO FINO	0.2590	663	19.00	712.47	1.94
AGREGADO GRUESO	0.3046	1309	58.38	1061.30	2.88
AGUA	0.2050	205	48.38	156.64	0.43
AIRE	0.0290				

VI. DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN PESO DRY	PROPORCION (m ³)	PROPORCION 1 m ³
CEMENTO	8.64	0.240	1
AGREGADO FINO	50.38	0.404	1.00
AGREGADO GRUESO	24.12	0.093	2.79
AGUA	5.46	0.158	19.02

OBSERVACIONES

- Cálculo de Materiales sin desperdicio.
- Agregado seleccionado, etiquetado y pesado en Laboratorio por el Solicitante.

J.S.C. LABORATORIOS

ROSA ROSA
 ING. ROSA ROSA
 LAB. 1008



Hernán Núñez Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 SUP. N° 10114

ANEXO 6. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO FRONTERA

U.C.E. - LABORATORIO
AV. SAN CARLOS 1001
CALLE SAN CARLOS 1001 - 1001

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
ANEXO 6. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CALLE SAN CARLOS 1001 - 1001

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

F_c = 210 Kg/cm² (Metodo A.C.I. 211.1 - 81)

TITULO: APLICACION DE CAPAS DE CEMENTO EN LAS PAREDES DEL CONCRETO ESPESADO CON CEMENTO Y FIBRA
UBICACION: RECONSTRUCCION DE LAS EDIFICACIONES DE PUERTO 2001
PROYECTO: 2001 PUERTO 2001 PUERTO 2001 PUERTO 2001
PROYECTANTE: BACHILLER ROSANA MARINA BARRONERO
FECHA: 07 DE AGOSTO DEL 2001

I. MATERIALES

CEMENTOS

CEMENTO	TIPO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	SUPERFICIE DE APLICACION
FRONTERA	OP	200	0

AGREGADOS

AGREGADO	FORMA	TAMANO (mm. NOM.)	CANTERA	DISTRITO
FINO	REDONDEADO	0.75	CANTERA DEL AGUJO	PERUANA
GRUESO	REDONDEADO	4.75	CANTERA DEL AGUJO	PERUANA

II. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES	
			PRUEBA	CONCRETO
1	PESO VOLUMENICO SUAVIZADO	Kg/m ³	1400	1471
2	PESO VOLUMENICO COMPACTADO	Kg/m ³	1323	1376
3	PESO VOLUMENICO SUAVIZADO	Kg/m ³	128	132
4	AGREGACION	%	4.14	3.37
5	MOISTURE	%	1.00	0.71
6	MOISTURE	%	1.40	0.28

III. CONDICIONES DE OBRA

TIPO DE OBRA	TIPO DE EXPOSICION	CONDICION	EXPOSICION DE OBRA
EDIFICIO VIVIENDA COMUN	1	FRONTERA	FRONTERA

IV. DOSIFICACION

GRANDEZAS DE CONCRETO		RELACION	W/C	W/P	W/S	W/A	FACTOR CEMENTO		CONTENIDO A GRABADO
F _c (Kg/cm ²)	F _c (Kg/cm ²)						Kg/m ³	Grados	
210	204	0.50	2	0.64	367	0.04	1000		

V. DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO ESTIMADO (Kg/m ³)	CONTENIDO HUMIDIDAD	PESO CORREGIDO (Kg/m ³)	PROPORCION
CEMENTO	0.0011	367		367.00	1
AGREGADO FINO	0.7700	1400	16.36	1416.36	3.86
AGREGADO GRUESO	0.2640	1323	17.30	1340.30	3.65
AGUA	0.0000	128	66.36	128.00	0.35
AIRE	0.0000				

VI. DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN PESO (Kg)	PROPORCION (Kg/m ³)	PROPORCION (1.00)
CEMENTO	367	1.00	1
AGREGADO FINO	1416.36	3.86	3.86
AGREGADO GRUESO	1340.30	3.65	3.65
AGUA	128	0.35	0.35

REMARKS: Calculo de Materiales en Obra
 Agregado suministrado, etiquetado y probado en Laboratorio por el Solicitante



J&C LABORATORIOS
ING. J. C. CARRERA
LAB. 1001



Rosana Marina Barronero
BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL

ANEXO 7. ENSAYOS REALIZADOS



J & C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PANDO 120
 C.E. 901 80142 - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
 CONCRETOS, ACEROS Y ENYESADOS

INFORME DE ENSAYO

TÍTULO: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DEPUES AL CONGELAMIENTO Y DEGRADO EN LAS EDIFICACIONES DE PUÑO - 2021

SOLICITA: BACHELLER ROSANA MIRIAM BENKENTE

FECHA RECEP: 23 DE MARZO DEL 2021

FECHA EMISIÓN: 24 DE MARZO DEL 2021

REALIZADO POR: F.J.C.P.

NOT. RESP.: N.S.B.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(Método ASTM - D 422)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Hormigón Ciudad

DESCRIPCIÓN: Gravas y arenas, color Gris

USO: Elaboración de Concreto

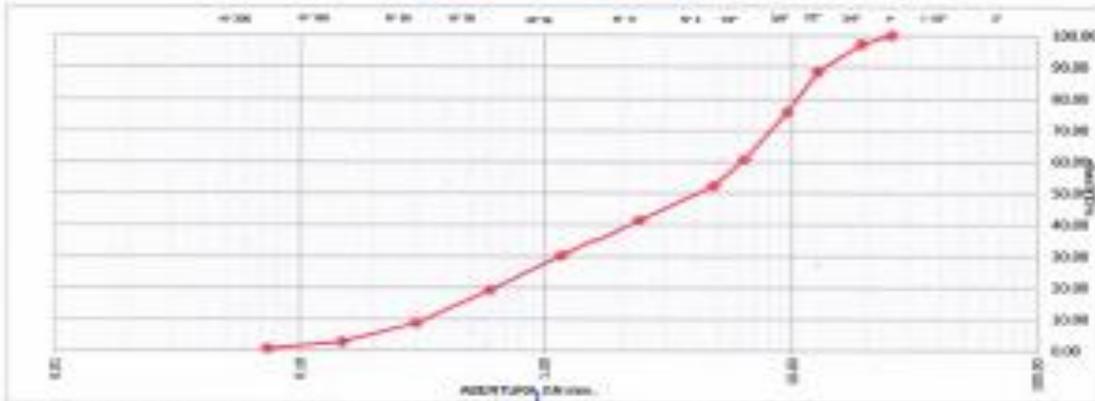
PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

CANTIDAD: 20 Kg.

PROVENIENCIA: CANTERA - RIO YALUYO

TAMIZO ASTM	ÁREA en m ²	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECI- FICACIONES	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
3"	9000						
2"	36.800						Free Landed 4521.00 Gr.
1.18"	36.800						Free Fines 30.00 Gr.
1"	26.400				100.00		Humidity Retain 5.48 %
3/4"	18.800	132.8	2.9	2.9	97.1		TAMIZO MUESTRA 3/4"
3/8"	12.700	398.8	8.8	11.4	89.8		MÓDULO DE FINES
3/16"	5.300	588.8	12.7	24.1	75.3		CLASIFICACION
1/4"	2.200	792.8	17.2	39.3	80.7		
Nº 4	4.750	892.8	19.3	41.8	78.4		
Nº 8	2.360	871.8	19.1	60.7	67.2		
Nº 16	1.180	860.8	18.8	69.7	70.3		
Nº 30	0.600	868.8	19.0	69.7	70.3		
Nº 60	0.250	868.8	19.0	69.7	70.3		
Nº 100	0.150	868.8	19.0	69.7	70.3		
Nº 200	0.075	868.8	19.0	69.7	70.3		
Fondo		35.0	0.8	98.0	0.8		
TOTAL		4521.8	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA





INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUÑO - 2021

SOLICITA : BACHILLER ROSANA RAMARE BENKENTE

FECHA RECIBO : 23 DE MARZO DEL 2021

FECHA EMISIÓN : 24 DE MARZO DEL 2021

REALIZADO POR : F.J.C.P.

RECIBIDO POR : H.R.G.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (Norma: ASTM D - 422)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : Agregado Grueso

DESCRIPCIÓN : Gravas de canto Redondo de color Gris

PROVENIENCIA : Botas de Pólitano

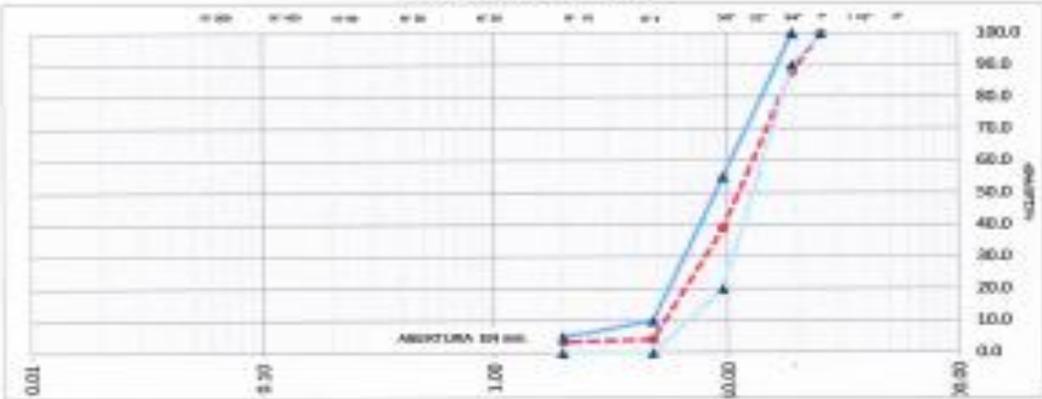
USO : Elaboración de Concreto

CANTIDAD : 20 Kg.

PROVENIENCIA : CANTERA - RIO VILUJO

TAMIZES	ÁREA	PESO RETENIDO	% RETENIDO EN TAMIZ	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
75µ	0.00						Peso Inicial 640.8 Gr. Peso Levado 599.8 Gr. Peso Perdido 194.8 Gr. Humedad 3.28 %
75	0.00						
150	0.00						TAMIZO NÚMERO 841 MATERIAL PROVENIENCIA
300	0.00						
475	0.00						- 2" : 64 % Grava : 94.4 % Arena : 4.4 % FINO : 0.44 % MÓDULO DE FINES : 0.74
750	0.00						
1180	0.00						
1900	0.00						
2500	0.00						
4750	0.00						
7500	0.00						
15000	0.00						
30000	0.00						
TOTAL		644.8	100	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



observaciones : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS
 ROSANA RAMARE BENKENTE
 Lic. Químico

Rosana Ramare Benkente
 Lic. Químico



INFORME DE ENSAYO

TEMA: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNO - 2021

SOLICITA: BACHELIER REGIANA MIMAS BRIVIENTE

FECHA RECEP.: 23 DE MARZO DEL 2021

FECHA EMISIÓN: 24 DE MARZO DEL 2021

REALIZADO POR: F.J.C.P.

IMP. IMP: H.B.B.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

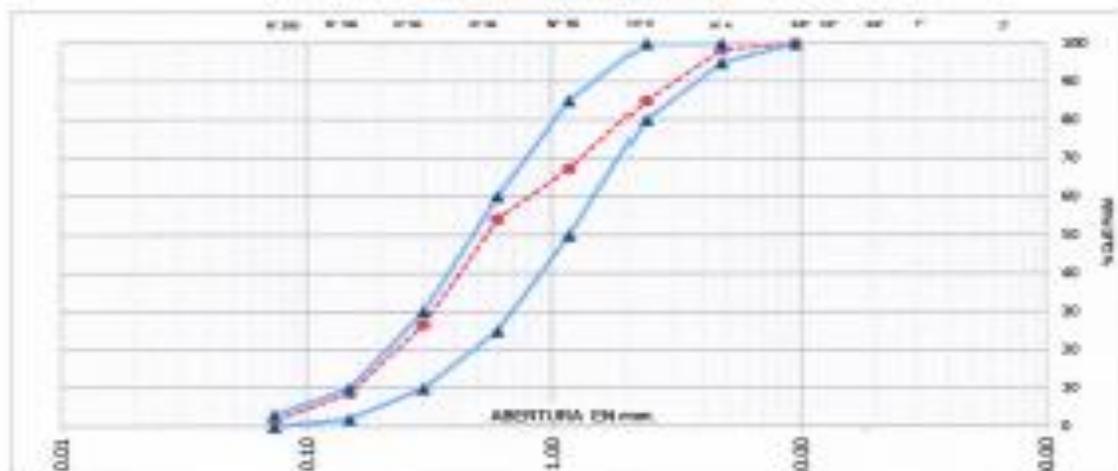
(Método ASTM D 153)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA:	Agregado Fino	PRESENTACIÓN:	Bolsa de Polietileno
DESCRIPCIÓN:	Arena Natural de Costa Rica de Cuba Chile	CANTIDAD:	20 Kg.
USO:	Elaboración de Concreto	PROVENIENCIA:	CANTERA - RIO YELLYO

TAMICES	Abertura mm.	POSO RETENIDO	% RETENIDO PARCHAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
2"	50.800						Peso total : 2086.88 Gr.
1 1/2"	38.100						Peso Lavado : 2086.88 Gr.
1"	25.400						Peso Partido : 26.88 Gr.
3/4"	19.000						Humedad Natural : 7.48 %
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100	
1/4"	6.300						Grava : 1.7 %
MP 4	4.750	28.0	1.7	1.7	98.3	50-100	ARENA : 98.3 %
MP 8	2.500	208.0	12.4	14.1	85.9	20-100	FINO : 1.5 %
MP 16	1.180	408.0	19.6	33.7	66.3	50-60	
MP 30	0.600	362.0	17.3	51.0	48.7	25-60	
MP 60	0.300	814.0	39.0	79.9	20.1	10-10	MOEDULO DE FINESZA : 3.48
MP 100	0.150	410.0	19.6	99.5	0.5	10-10	
MP 200	0.075	160.0	7.7	99.5	0.5	20-30	
Fondo		33.0	1.5	100.0			OBSERVACIONES
TOTAL		2086.0	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



observaciones : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

FEELPE J. ANDRÉS PACHECO
 Lab. Suelos



Regina Mimas Briviente
 Ingeniero Civil



MEMORIE DE ENSAYO

TITULO : APLICACION DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNO - 2021

SOLICITA : BACHILLER ROXANA MAMANI BENAVENTE

FECHA RECIBO : 23 DE MARZO DEL 2021 **REALIZADO POR :** F.J.C.P.

FECHA EMISIÓN : 24 DE MARZO DEL 2021 **RECIBIDO POR :** H.R.B.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
 (ASTM 2216 - 04)**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

muestra	: Grava y Arena	empaquetado	: Bolsa de Polietileno
descripcion	: Gravas arena, color Gris	cantidad	: 30 Kg.
uso	: Elaboracion de Concreto	procedente	: CANTERA - RIO VILUYO

Descripcion de la Muestra	A. GRUESO		A. FINO	
	16	10	11	09
Tarso Nº				
Peso del Tarso	gr 22.69	34.75	22.32	22.87
Peso del tarso + Suelo húmedo	gr 260.62	293.22	291.32	294.11
Peso del tarso + Suelo Seco	gr 286.12	290.32	293.21	296.36
Peso del Agua	gr 14.93	12.66	18.11	17.75
Peso del suelo seco	gr 263.43	266.67	240.89	243.69
Contenido de Humedad	% 5.50	5.05	7.52	7.29
Procedido de Humedad	%	5.28		7.43

observ. : Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS
 F. J. C. P.
 Lic. 3504

Roxana Mamani Benavente
 Lic. 3504



J & C - LABORATORIOS
 JR. MARSHALL 1900 N° 128
 DEL 501 82710 - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONTROL, ANÁLISIS Y FORTIFICACIÓN

INFORME DE ENSAYO

TÍTULO: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DEHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUÑO - 2021.

SOLICITA: BACHILLER ROSAMA MAMANI BENVENITE

FECHA RECEPCIÓN: 25 DE MARZO DEL 2021

REALIZADO POR: F. J. C. P.

FECHA EMISIÓN: 26 DE MARZO DEL 2021

NO. DE REPETICIÓN: - N.º 01

GRAVEDAD ESPECÍFICA, ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS Y POROSIDAD (MÉTODO ASTM C - 827 Y C - 128)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA:	Grava y Arena	PRESENTACIÓN:	Bolsa de Polietileno
DESCRIPCIÓN:	Gravas arena, color Gris	CANTIDAD:	20 Kg
USO:	Elaboración de Concreto	PROVENIENCIA:	CANTERA - RIO VILLYO

MUESTRA AGREGADO FINO

MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
A	PESO MAT. SAT. SLP. SECA (AL AIRE)	500.00	500.00
B	PESO DEL FRASCO + H ₂ O	655.10	655.90
C	PESO DEL FRASCO + H ₂ O + A (A+B)	1156.10	1156.80
D	PESO DE MATERIAL + H ₂ O EN EL FRASCO	546.90	547.00
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS (C-D)	208.30	208.80
F	PESO DEL MATERIAL SECO EN HORNO	478.90	477.80
G	VOLUMEN DE MASA (A-F)/E	167.10	166.40
	P.E. BULK (base seca) P/E	2.70	2.70
	P.E. BULK (base saturado) A/C	2.40	2.40
	P.E. APARENTE (base seca) F/D	2.56	2.56
	% DE ABSORCIÓN (A-F)/F *100	4.83	4.83

MUESTRA AGREGADO GRUESO

MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
A	PESO MAT. SAT. SLP. SECA (EN AIRE)	1503.70	1540.20
B	PESO MAT. SAT. SLP. SECA (EN AGUA)	546.90	601.50
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACÍOS = A-B	816.80	810.70
D	PESO DE MAT. EN FORTUJA (13P-G)	1526.80	1507.30
E	VOLUMEN DE MASA = C-(A-D)	593.00	575.80
	P.E. BULK (base seca) = D/C	2.46	2.47
	P.E. BULK (base saturado) = A/C	2.53	2.53
	P.E. APARENTE (base seca) = D/E	2.62	2.62
	% DE ABSORCIÓN = [(A-D)/E]*100	2.23	2.23
	% DE POROSIDAD = [(A-D)/E]*100	5.81	6.05

Observación: Agregado suministrado, aliguetado y pesado en Laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS
 REPUBLICA DEL PERÚ
 PUÑO

Director Técnico
 Ing. F. J. C. P.



MEDIO DE ENSAYO

TITULO: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNO - 2021

ELABORADO POR: F.J.O.P.

FECHA RECIBIDA: 23 DE MARZO DEL 2021 **IMP. N.º:** 001

FECHA ENSAYO: 25 DE MARZO DEL 2021 **IMP. N.º:** 002

PESO UNITARIO DEL AGREGADO (MÉTODO ASTM C - 29)

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava y Arena **PREPARADO:** Bolsa de Polietileno

RECEPCION: Gravas arena, color Gris **CANTIDAD:** 20 Kg.

USO: Elaboración de Concreto **PROVEEN:** CANTERA - RIO VILUYO

MUESTRA AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - 01	TEST - 02	TEST - 03
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms	9847	9638	9025
PESO DE MOLDE	gms	9890	9890	9990
PESO DEL MATERIAL	gms	3857	3848	3035
VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2128	2128	2128
PESO UNITARIO	gms/cc	1.809	1.809	1.426
PROMEDIO	gms/cc		1.809	

PESO UNITARIO MALLADO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - 01	TEST - 02	TEST - 03
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms	9000	9291	8796
PESO DE MOLDE	gms	9890	9890	9990
PESO DEL MATERIAL	gms	3110	3401	3306
VOLUMEN DEL MOLDE	cc	2128	2128	2128
PESO UNITARIO	gms/cc	1.556	1.593	1.553
PROMEDIO	gms/cc		1.583	

MUESTRA AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - 01	TEST - 02	TEST - 03
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms	12143	12153	12162
PESO DE MOLDE	gms	4218	4218	4218
PESO DEL MATERIAL	gms	7927	7937	7944
VOLUMEN DEL MOLDE	cc	5214	5214	5214
PESO UNITARIO	gms/cc	1.675	1.677	1.678
PROMEDIO	gms/cc		1.677	

PESO UNITARIO MALLADO

NUMERO DE ENSAYOS		TEST - 01	TEST - 02	TEST - 03
PESO DE MATERIAL + MOLDE	gms	12677	12683	12688
PESO DE MOLDE	gms	4218	4218	4218
PESO DEL MATERIAL	gms	8457	8467	8470
VOLUMEN DEL MOLDE	cc	5214	5214	5214
PESO UNITARIO	gms/cc	1.574	1.577	1.576
PROMEDIO	gms/cc		1.576	

Observa: Agregado muestreado, etiquetado y puesto en Laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS
 INGENIERIA DE BAJOS
 Y PLANIFICACION
 Lic. Sandoval

Hermano Pineda
 Ingeniero Civil
 D.L. Nº 18011

ANEXO 8. RESISTENCIA A COMPRESION

J & C - LABORATORIOS
 JR. MANUEL PÉDRO N° 120
 CEL. 953 682215 - HUANO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION (NTP 339.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TITULO : APLICACION DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL COMBUSTAMIENTO Y DESMORFO EN LAS EDIFICACIONES DE PLANO - 2021

SOLISTA : BACHILLER ROSAMA MAMANI REFINENTE

TEMPERATURA : NORMAL - AMBIENTE

P_a : 210 Kp/ cm²

FECHA : 26 DE ABRIL DEL 2021

OPERADOR : F.J.C.P.

ING. RESPONSABLE : H. S. S.

N.º	PROVENIENCIA	PROBETA (CM ²)	AREA (CM ²)	ALTIURA (CM)	PROBES (Pcs)	FECHA DE ACERDO	FECHA DE ABRAMA	LECTURA DE OVAL (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)
1	CEMENTOFRONTEA - TIPO IP	15.06	177.90	30.40	11.942	23/04/2021	26/04/2021	252.7	144.85	110	88.88
2	CEMENTOFRONTEA - TIPO IP	15.04	177.85	30.10	11.885	23/04/2021	26/04/2021	258.4	143.72	110	88.44
3	CEMENTOFRONTEA - TIPO IP	15.06	177.78	30.00	11.912	23/04/2021	26/04/2021	253.1	145.18	110	88.13
4	CEMENTORLUM - TIPO IP	15.04	177.85	30.90	11.834	23/04/2021	26/04/2021	264.8	151.53	110	72.16
5	CEMENTORLUM - TIPO IP	15.03	177.42	30.40	11.782	23/04/2021	26/04/2021	263.4	151.39	110	72.09
6	CEMENTORLUM - TIPO IP	15.20	182.85	30.00	11.705	23/04/2021	26/04/2021	264.2	147.98	110	70.84
7	CEMENTOWARI - TIPO I	15.03	177.30	30.90	12.180	23/04/2021	26/04/2021	344.8	198.38	110	94.43
8	CEMENTOWARI - TIPO I	15.10	177.90	30.90	12.080	23/04/2021	26/04/2021	339.9	194.84	110	92.78
9	CEMENTOWARI - TIPO I	15.66	178.48	30.40	12.087	23/04/2021	26/04/2021	344.2	196.65	110	93.64

CONCLUSIONES : Las resistencias obtenidas en las probetas en el momento de la prueba de Equipos ECOM20P y con Alíneas a Nequeno en ambas bases de la probeta. Muestreo de Control fresco, elaboración de Probetas, Equipos, Cuanto y Prueba en Laboratorio son realizados por el Solicitudante.

J & C LABORATORIOS
 TELURIA DE PERÚ
 1998

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS



J & C - LABORATORIOS
 JR. MARCEL PRIMO Nº 210
 CEL. 953 822215 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETO, ASPHALTO Y ARGENTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(NTP 328.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TESTES : APLICACION DE CEMENTOS EN LAS PROMEDIAS DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS ESPESORES DE PURO - 2021
 FECHA : 29 DE ABRIL DEL 2021
 SOLISTA : BACHELLER ROXANA MAMANI BENAVENTE
 OPERADOR : F.J.C.P.
 TEMPERATURA : NORMAL - AMBIENTE
 ING. RESPONSABLE : H. B. S.

F_c : 210 Kg/cm²

N.º	PROVENIENCIA	ALTIMETRA (mm)	PROBES (Nº)	PROBARE (ALCANTARAL)	EDAD (Días)	FECHA DE RECEPCION	SECCION DE TRAL (M. x M)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)			
1	CEMENTO FRONTERA - TIPO IP	30.20	11.692	01/04/2021	14	15/04/2021	314.8	186.88	210	88.86	
2	CEMENTO FRONTERA - TIPO IP	30.00	11.622	01/04/2021	14	15/04/2021	335.5	187.83	210	89.44	
3	CEMENTO FRONTERA - TIPO IP	30.40	11.502	01/04/2021	14	15/04/2021	324.8	186.78	210	88.84	
4	CEMENTO RUMI - TIPO IP	30.30	11.832	01/04/2021	14	15/04/2021	336.2	193.49	210	82.14	
5	CEMENTO RUMI - TIPO IP	30.00	11.682	01/04/2021	14	15/04/2021	337.5	194.75	210	82.74	
6	CEMENTO RUMI - TIPO IP	30.20	11.698	01/04/2021	14	15/04/2021	336.9	187.59	210	86.33	
7	CEMENTO WARI - TIPO I	30.40	12.102	01/04/2021	14	15/04/2021	370.3	213.68	210	99.78	
8	CEMENTO WARI - TIPO I	30.00	12.084	01/04/2021	14	15/04/2021	371.3	212.97	210	99.98	
9	CEMENTO WARI - TIPO I	30.20	12.124	01/04/2021	14	15/04/2021	370.7	212.49	210	99.19	

CONCLUSIONES : Los respectivos especímenes en las probetas son sometidos con la velocidad de Éléctro (5000000) y con la velocidad de Nequezo en ambas la cara de la probeta.
 : Muestra de Control Proceso, elaboración de Probetas, Elongación, Control y P_c está en Laboratorio en estándares por el laboratorio.

J & C LABORATORIOS
 H. B. S.
 Ing. Responsable





J.S.C. - LABORATORIOS
 JR. MANURE FINO N° 120
 DEL 931 882225 - PUÑO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ACIPIALTO Y ARDIENTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(NTP 339.034 - 2009) (ASTM C - 39 - 96)

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2021
 OPERADOR : F.J.C.P.
 ING. RESPONSABLE : H. S. O.

OBJETIVO : APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS ESPERACIONES DE PUÑO - 2021
 LOCALIDAD : BACHILLER ROSANA MAMANI BENAVENTE
 TEMPERATURA : NORMAL - AMBIENTE
 P.C. : 210 Kg/cm²

NL N°	PROCEDENCIA	PUNTO (cm ²)	AREA (cm ²)	ALTEZA (mm)	DIAMETRO (mm)	FECHA DE ACERDO	EDAD (Días)	FECHA DE PRUEBA	LECTURA EN MPa	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	TEMP. AMBIENTE (°C)
1	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.04	177.54	30.20	11.804	27/03/2021	28	24/04/2021	378.2	237.22	210	103.44
2	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.04	177.06	30.60	11.894	27/03/2021	28	24/04/2021	389.3	223.39	210	109.38
3	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.06	178.01	30.20	11.864	27/03/2021	28	24/04/2021	388.7	232.66	210	106.03
4	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.04	177.66	29.90	11.914	27/03/2021	28	24/04/2021	399.2	229.13	210	106.11
5	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.03	177.42	29.90	11.930	27/03/2021	28	24/04/2021	398.6	229.89	210	109.09
6	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.30	183.85	30.40	11.900	27/03/2021	28	24/04/2021	399.5	231.58	210	105.81
7	CEMENTO WARI - TIPO I	15.02	177.19	30.10	12.144	27/03/2021	28	24/04/2021	437.5	251.78	210	118.99
8	CEMENTO WARI - TIPO I	15.10	178.13	30.20	12.087	27/03/2021	28	24/04/2021	438.2	249.85	210	116.45
9	CEMENTO WARI - TIPO I	15.07	178.25	30.40	12.084	27/03/2021	28	24/04/2021	443.5	253.71	210	120.82

OBSERVACIONES : Los resultados expuestos arriba presentados son aplicados con la intervención de Equipo EDMPCAP y con Alambres de Nicromo en ambas bases de la probeta.
 : Muestra de Concrete Fresca, elaboración de Pruebas, Calentado, Curado y Puesto en Laboratorio son realizados por el Solicitante.

ING. LUIS GONZALEZ

ING. CARLOS PÉREZ

ING. H. S. O.

ING. ROSANA MAMANI BENAVENTE

ANEXO 9: RESISTENCIA A COMPRESION (-8°C a -15°C)

J & C - LABORATORIOS
 JR. MAURE, PISO N° 120
 CEL. 931 833313 - PUÑO - PERÚ



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO, ACEROS Y PRODUCTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(MTP 338.034 - 2008) (ASTM C - 39 - 96)

TC33

APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS APLICACIONES DE PUÑO - 2021

SÓCITA : BACHILLER ROMANA MAMAY BENAVENTE

TEMPERATURA : -8°C, -15°C

F c : 210 Kg/cm²

FECHA : 15 DE ABRIL DE 2021

OPERADOR : F.J.C.P.

ING. RESPONSABLE : H.R.B.

N.º	PROCEDENCIA	ESPESES (cm.2)	AREA (cm.2)	ALTURA (mm)	PERIMETRO (cm)	FECHA DE REALIZADO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ENYES	LIBERACIÓN DEL M. (KN)	RESISTENCIA F _{cm} (Kg./cm ²)	ESFUERZO F _{cm} (Kg./cm ²)	PROP. DE RESISTENCIA (%)
1	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.01	178.95	30.30	11.770	08/04/2021	7	15/04/2021	190.6	112.79	210	53.67
2	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.06	178.13	30.30	11.804	08/04/2021	7	15/04/2021	194.8	111.49	210	53.09
3	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.04	177.86	30.00	11.762	08/04/2021	7	15/04/2021	196.6	112.84	210	53.73
4	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.02	177.19	30.40	11.812	08/04/2021	7	15/04/2021	205.2	119.62	210	57.08
5	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.08	178.13	30.60	11.862	08/04/2021	7	15/04/2021	207.8	118.97	210	56.69
6	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.02	177.19	30.40	11.804	08/04/2021	7	15/04/2021	205.1	119.76	210	57.03
7	CEMENTO WARI - TIPO I	15.06	178.13	30.20	11.807	08/04/2021	7	15/04/2021	200.8	100.74	210	46.95
8	CEMENTO WARI - TIPO I	15.04	177.42	30.40	12.003	08/04/2021	7	15/04/2021	251.9	163.48	210	76.90
9	CEMENTO WARI - TIPO I	15.03	177.30	29.90	11.804	08/04/2021	7	15/04/2021	251.3	163.77	210	77.63

CONDICIONES : Los resultados expresados arriba presentados son expresados con la revisión de Equipo EQUIVOCOP y los Analíticas de Acopio en el laboratorio de Acopio de la prueba.
 : Museo de Ciencias Puno, Laboratorio de Pruebas, Dpto. Arequipa, Calle Pucallpa en el laboratorio de Acopio de la prueba.

J & C LABORATORIOS

ING. RESPONSABLE





J & C - LABORATORIOS
 TR. MAJUEL PINO N° 120
 CEL. 951 682115 - PUMBO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DIVISION DE MECANICA DE MATERIAS
 CONCRETO, ACIARLO Y PAVIMENTOS

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION

(NTP 319.034 - 2000) (ASTM C - 39 - 98)

FECHA :

APLICACION DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUMBO - 2021

SOLICITA :

BACHELIER ROSKANI MAMANI BENAVENTE

TEMPERATURA :

-5 °C, -15 °C

F_c :

219 Kg/cm²

FECHA : 19 DE ABRIL DEL 2021

OPERADOR : F. J. D. R.

Nº. RESPONSABLE : H. R. B.

N.º	PROCEDENCIA	ALTIMETRO (CM)	ALTEZA (CM)	PROBES (Kg)	FECHA DE ASADO	EDAD (DÍAS)	FECHA DE ASADO	SECCIONAAL (CM ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	UNIFORME (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (MPa)
1	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.03	177.42	11368	05.04.2021	14	19/04/2021	290.3	143.88	210	68.61
2	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.03	177.42	11382	05.04.2021	14	19/04/2021	261.1	144.34	210	68.73
3	CEMENTO FRONTEA - TIPO IP	15.02	177.19	11376	05.04.2021	14	19/04/2021	290.8	144.35	210	68.74
4	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.04	177.54	11360	05.04.2021	14	19/04/2021	277.1	159.17	210	76.80
5	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.06	178.13	11892	05.04.2021	14	19/04/2021	276.8	158.44	210	76.66
6	CEMENTO RUMI - TIPO IP	15.03	177.42	11836	05.04.2021	14	19/04/2021	277.3	159.39	210	76.90
7	CEMENTO WARI - TIPO I	15.04	177.54	11870	05.04.2021	14	19/04/2021	333.2	189.63	210	93.90
8	CEMENTO WARI - TIPO I	15.06	177.90	11898	05.04.2021	14	19/04/2021	331.3	189.88	210	93.42
9	CEMENTO WARI - TIPO I	15.04	177.66	11890	05.04.2021	14	19/04/2021	328.1	188.90	210	89.95

CONCLUSIONES : Las resistencias experimentales arribó a presiones son ajustadas con la resistencia de Estados EDCI-DCCP, y son normalizadas de acuerdo con las normas de la práctica.

Muestra de Control Proceso, laboratorio de Pruebas, Puzosando, Control y Oficio en Laboratorio en resistencia por el Solicitud.

J & C LABORATORIOS

TEL: 951 682115

PUMBO - PERU

J & C LABORATORIOS

TEL: 951 682115

PUMBO - PERU

J & C LABORATORIOS

TEL: 951 682115

PUMBO - PERU

ANEXO 10 .ENSAYO DE POROSIDAD



J & C - LABORATORIOS
AV. MANUEL PUNO Nº 128
DEL 601 802115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
CON REDES ANÁLISIS Y FUNDAMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TÍTULO: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHELLO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNO - 2021

SOLICITA: BACHILLER ROXANA MAMANI BENAVENTE

FECHA RECEP.: 20 DE ABRIL DEL 2021 **REALIZADO POR:** F.J.C.P.

FECHA ENSAYO: 23 DE ABRIL DEL 2021 **ING. RESP.:** H.R.B.

POROSIDAD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA	Probetas Cilíndricas de Concreto	CEMENTO	FRONTERA - TIPO IP
EDAD	14 DIAS		

MUESTRA

ITEM	MUESTRAS	1	2	3
		ECD	ECD	ECD
A	PESO SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	12295	12247	12384
B	PESO SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	7225	7228	7199
C	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105 °C)	11980	11935	12064
	% DE POROSIDAD = $(A-C)/(A-B) \times 100$	6.213	6.216	6.172

Observ.: La Muestra fue Elaborada y Puesto en Laboratorio por el solicitante.

J & C LABORATORIOS

 FELIPE J. CACERES PINEDA
 Lab. Suelos

Hernan Roca Basión
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 12840



J & C LABORATORIOS
 AV. MARCEL PRADÓ 239
 DISTR. BELLA VISTA - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS ARMADOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TÍTULO: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DEHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUÑO - 2021

SOLICITA: BACHILLER ROXANA MAMANI RYNAVENTE

FECHA RECEP: 20 DE ABRIL DEL 2021 **REALIZADO POR:** F.J.C.P

FECHA ENSAYO: 23 DE ABRIL DEL 2021 **IMP. RESP.:** H.R.B

POROSIDAD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Probetas Cilíndricas de Concreto **CEMENTO:** RUMI - TIPO IP

EDAD: 14 DIAS

MUESTRA

ITEM	MUESTRAS	1	2	3
		ECD	ECD	ECD
A	PESO SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	12285	12385	12279
B	PESO SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	7042	7100	7040
C	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105 °C)	11967	12064	11950
	% DE POROSIDAD = (A-C)/(A-B)*100	6.065	6.132	6.108

Observ: La Muestra fue Elaborada y Puesto en Laboratorio por el solicitante.

J&C LABORATORIOS
 FELISA ROSALES PIEDRA
 Lab. SUELOS

Hernán Roca Saldón
 Ing. Civil
 CIP 47 05 744



J.R.C. LABORATORIOS
 JA. AVILA PNC #7 101
 TEL. 811 881111 PUÑO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS
 FUNDACION ANDRÉS BELLINI

INFORME DE ENSAYO

TEMA: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO (EN LAS EDIFICACIONES DE PUÑO - 2021)

SOLICITA: BACHELER ROXANA MAMANI BENAVENTE

FECHA RECEP.: 20 DE ABRIL DEL 2021

FECHA ENSAYO: 23 DE ABRIL DEL 2021

REALIZADO POR: F.J.C.P.

IMP. RESP.: H.B.B.

POROSIDAD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Probetas Cilíndricas de Concreto

CEMENTO: WARI - TIPO I

EDAD: 14 DIAS

MUESTRA

ITEM	MUESTRAS	1	2	3
		ECD	ECD	ECD
A	PESO SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	12439	12376	12407
B	PESO SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	7200	7220	7190
C	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105 °C)	12122	12063	12100
	% DE POROSIDAD = (A-C)/(A-B)*100	8.051	8.187	8.840

Observ.: La Muestra fue Elaborada y Puesta en Laboratorio por el solicitante.

J.R.C. LABORATORIOS
 PEREJA CATARINO PUNO
 Lab. Puño



Normas Sivec Region
 REGIONSICOPVU
 CP = 10001



I.A.C. - LABORATORIOS
 DE MATERIALES
 DEL DEPARTAMENTO DE TUMBO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 SERVICIO REGIONAL DE TUMBO
 C/TAJALTA 1023 Y 1024

INFORME DE ENSAYO

TEMA: APLICACION DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE TUMBO - 2021

SOLICITA: BACHILLER ROSANA MAMANI DEVALENTE

FECHA RECEPCION: 30 DE ABRIL DEL 2021 **REALIZADO POR:** F.J.C.P

FECHA ENVIO: 01 DE MAYO DEL 2021 **RECIBIDO POR:** H.R.B

POROSIDAD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Probetas Cilíndricas de Concreto **CEMENTO:** FRONTERA - TIPO P

EDAD: 28 DIAS

MUESTRA

ITEM	MUESTRAS	1	2	3
		ECO	ECO	ECO
A	PESO SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	12440	12435	12429
B	PESO SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	6629	6655	6640
C	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105 °C)	12069	12042	12065
	% DE POROSIDAD = $(A-C)/(A-B) * 100$	6.732	7.172	6.631

Observ: La Muestra fue Elaborada y Puesta en Laboratorio por el solicitante

I.A.C. LABORATORIOS
 FELIX J. C. P.
 L.R.B.



Hernán Roca Salón
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 25142



J & C - LABORATORIOS
AV. MARTEL 1900 Nº 120
CEL. 941 803115 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SERVIDOR DE MECÁNICA DE SUELOS
CONTROL DE AGUA Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYO

TITULO: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNO - 2021

SOLICITA: BACHILLER ROXANA MAMANI BEVAVENTE

FECHA RECEP.: 30 DE ABRIL DEL 2021 **REALIZADO POR:** F J C P

FECHA ENSAYO: 03 DE MAYO DEL 2021 **ING. RESP.:** H R B

POROSIDAD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Probetas Cilíndricas de Concreto **CEMENTO:** RUMI - TIPO IP

EDAD: 28 DIAS

MUESTRA

ITEM	MUESTRAS	1	2	3
		ECO	ECO	ECO
A	PESO SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	12458	12324	12495
B	PESO SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	6819	6823	6725
C	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105 °C)	12094	11957	12102
	% DE POROSIDAD = $(A-C)/(A-B) * 100$	6.455	6.490	6.402

Observ.: La Muestra fue Elaborada y Puesta en Laboratorio por el solicitante.

J&C LABORATORIOS
FELPE C. C. S. PUNO
Lab. Suelos



Herman Neco Salón
INGENIERO CIVIL
CIP 17 8114



J & C LABORATORIOS
 DE MATERIALES Y CONCRETO
 LOS ANDES 10011 - PUNTA ARENAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 GERENTE MICHAEL BARRERA
 LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO

TENS: APLICACIÓN DE DIFERENTES CEMENTOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHELLO EN LAS EDIFICACIONES DE PUNTA ARENAL 2021

SOLICITA: BACHILLER ROXANA MAMANI BENAVENTE

FECHA RECEP: 30 DE ABRIL DEL 2021 REALIZADO POR: P. J. C. P.

FECHA ENSAYO: 03 DE MAYO DEL 2021 MOTIVO: H.A.B.

POROSIDAD

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Probetas Cilíndricas de Concreto CEMENTO: WARI - TIPO I

EDAD: 28 DIAS

MUESTRA

ITEM	MUESTRAS	1	2	3
		ECD	ECD	ECD
A	PESO SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	12429	12235	12305
B	PESO SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	6610	6650	6790
C	PESO DE MAT. EN ESTUFA (105 °C)	12078	11898	11958
	% DE POROSIDAD = $(A-C)/(A-B) * 100$	6.247	6.240	6.281

Observ: La Muestra fue Elaborada y Puesta en Laboratorio por el solicitante.

J&C LABORATORIOS

 FELPE LOZANO
 C.A.B. SUCURSAL

Michael Barrera
 GERENTE LABORATORIO
 C.A.B. SUCURSAL

ANEXO 11: BOLETA DE VENTA DEL LABORATORIO

 <p>LABORATORIOS DE FELIPE JESÚS CÁCERES PINEDA Servicio de Laboratorio de Suelos, Concreto, Asfalto, Ensayo de Materiales y Control de Calidad Alquiler de Equipos de Ingeniería como: Laboratorio de Suelos, Topografía, Equipos de Construcción Civil y en General.</p>		<p>R.U.C. 10296405545</p>		
<p>Jr. Manuel Pinedo N° 128 - Barrio José A. Encinas - RPM.: # 951 632115 * PUNO - PUNO - PUNO - PERU</p>		<p>BOLETA DE VENTA</p>		
		<p>001- Nº 000798</p>		
<p>CLIENTE / <i>Rodrigo Huamani Bermúdez</i></p>		DIA	MES	AÑO
<p>DIRECCION / <i>Jr. Manuel Pinedo N° 128 - Puno</i></p>		<i>30</i>	<i>07</i>	<i>2021</i>
Cant.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE	
<i>12</i>	<i>Envase de Mezcla de Concreto 30</i>	<i>30.00</i>	<i>360.00</i>	
	<i>210 kg/30"</i>	<i>1</i>		
<i>14</i>	<i>Carros de resistencia a compresión</i>	<i>15.00</i>	<i>210.00</i>	
	<i>(Módulo de Proyectar)</i>			
<i>15</i>	<i>Ensayo de Resistencia de Concreto</i>	<i>12.00</i>	<i>180.00</i>	
<p>SON: <i>1149.00 (MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y NUEVE SOLES)</i></p>		<p>SOLES</p>		
<p>ALDO'S IMPRESORES Dir: ALDO CHOQUEHUANCA YANQUI RUC: 10448726442 Jr. Arcepietra 527 - Puno N° Aut. 0519173213 - P.I. 28 - 10 - 2016 Serie 301 Dir: 000151 A1 000800</p>		<p>TOTAL S/. <i>1149.00</i></p>		<p>USUARIO</p>
<p>CANCELADO</p>				

ANEXO 12: CERTIFICADO DE CALIBRACION



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: 53499-16917-CLP-2020

Equivalente : 2336-01333-020
 Página : 1 de 2
 Fecha de emisión : 2020-09-09

1. SOLICITANTE : CACERES PIEDRA FELPE JESUS - JEC - LABORATORIOS
 DIRECCIÓN : JR MANUEL PANDO N° 120 BARRIO JOSÉ A SACRANS, PUNO, PUNO, PUNO.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESA DE ENSAYO PARA CONCRETO
 MARCA : PRAZUAC
 MODELO DEL EQUIPO : PC 150
 N° DE SERIE : 158
 PROCEDENCIA : COLOMBIA
 SERIFICACIÓN : CL 3499 (7)
 UBICACIÓN : LABORATORIO
 ALCANCE DE MEDICIÓN : 0N a 3000 N
 RESOLUCIÓN : 0,1 N

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN:
 La calibración se realizó el día 1 de Octubre del 2020 en las instalaciones Social Puno de CACERES PIEDRA FELPE JESUS - JEC - LABORATORIOS.

4. MÉTODO:
 La calibración se realizó con pesones que tienen exactitud a 0,01% (ISO/IEC 9000), tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 17025:2005 Parte 1 "Requisitos de ensayo de medición comparativa. Certificación y calificación del sistema de gestión de calidad".

5. TABLA DE MEDICIÓN:

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO T.C. DE SERIE	VALOR LEÍDA
PRESA DE ENSAYO (CONCRETO/PC150)	PRAZUAC	PC 150	53499-16917-CLP-2020	0,1 N a 3000 N

6. CONDICIONES AMBIENTALES:
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura : 22,8 °C . . a 22,7 °C Humedad Relativa : 61 % a 60 %

7. OBSERVACIONES:
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde por la calibración "CALBRADO".
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
 La calibración se realizó bajo condiciones del operario.
 El cliente asignado por ADVANCED METROLOGY S.A.C.

[Firma manuscrita]
 César Javier Roca
 Gerente Técnico





SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Condición 2º) EMR-007-CL7 2020

Página 2 de 2

TEST TABLE CALIBRATION

VALOR NOMINAL (µm)	VALOR MEDIDO EN EL GRUPO	ERROR (%)	INCERTIDUMBRE (µm)
5	5.6	1.0	0.1
50	50.7	-0.3	0.1
100	99.8	-0.2	0.1
150	149.4	-0.3	0.1
200	199.0	-0.5	0.1
250	248.6	-1.0	0.1
300	298.3	-1.2	0.1
350	347.7	-0.3	0.1
400	397.3	-1.3	0.1
500	497.1	-1.0	0.1
600	597.1	-0.5	0.1
700	697.3	-0.1	0.1
800	797.7	-0.3	0.1

Advanced Metrology

Precision & Control



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAE.

Jr. Tello Ancochea del Campo N° 1529 9to. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú. Telf: 364-0207 / 364-2998 / 364-0344 Telex: 3171 994-902
 RPN: 9 67733 - RPC: 962134156 - Fax: 367167262 - Email: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

ANEXO 13: FICHA TECNICA CEMENTO FRONTERA



CEMENTO PORTLAND TIPO IP

YURA

100% LOCAL



El Cemento Portland Puzolánico FRONTERA IP, ULTRA FUERTE, es un cemento elaborado con Clinker de alta calidad, yeso y aditivos. Su fabricación es realizada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, lo que garantiza un alto estándar de calidad. Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP 334.090: 2016 y Norma Americana ASTM C-595.

Este cemento es Ecoamigable, debido a que en su producción se reduce considerablemente la emisión de CO₂, colaborando de esta manera con el medio ambiente, en la disminución de los gases con efecto invernadero. Los componentes especiales del cemento FRONTERA IP, ULTRAFUERTE, otorgan a los concretos y morteros propiedades especiales que lo hacen resistente a los ataques químicos (agua salada, sulfatos, ácidos, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.) y a las acciones del intemperismo. Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general.

1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO FRONTERA TIPO IP		Regulativa Norma NTP 334.090: 2016 ASTM C-595	
H ₂ O (%)	1.5 a 3.0		5.00 Máx.	
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.	
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 6.0		3.00 Máx.	
REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO FRONTERA IP		Norma NTP 334.090: 2016 ASTM C-595	
Peso específico (g/cm ³)	2.75 a 2.85		-	
Expansión en autotecnia (%)	-0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80	
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		40 a 900	
Comensal de aire	0.5 a 8.0		12 Máx.	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	132 Mín.	13 Mín.
7 días	205 a 230	20 a 23	204 Mín.	20 Mín.
28 días	308 a 340	30 a 33.3	252 Mín.	25 Mín.
RESISTENCIA A LOS SULFATOS	%		%	
% Expansión a los 9 meses	< 0.04		0.05 Máx.	
% Expansión a 1 año	< 0.08		0.10 Máx.	

ANEXO 14: FICHA TECNICA CEMENTO RUMI



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA RESISTENCIA

DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Puzolánico Rumi IP ALTA RESISTENCIA, es un cemento producido bajo las más estrictas estándares de la industria cementera, adicionalmente con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce considerablemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta actividad y arena. Esta mezcla es molida cuidadosamente en molinos de última generación, lográndose un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado por ISO 9001 y de gestión ambiental por ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Los componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros resultantes niveles de ALTA RESISTENCIA, permitiendo que el concreto alcance su resistencia a compresión y también pueda resistir la acción del medio ambiente, ataques químicos (agua salada, sulfatos, ácidos, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, y otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obra de infraestructura y construcción en general, especialmente en OBRAS DE ALTA RESISTENCIA DE DURABILIDAD.

LA DURABILIDAD



"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alcanzar su vida útil".



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Resistencia a la tracción	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP ALTA RESISTENCIA	Resistencia a la tracción Nº19 234.000 Nº18 2.000
MPa (PSI)	1,00	0,00 MPa
MPa (PSI)	1,75	0,00 MPa
Módulo por flexión (Pa)	2,24	0,00 MPa

Propiedades físicas	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP ALTA RESISTENCIA		Norma NTP 204.000 Nº18 2.000		Comentarios Nº19 234.000 Nº18 2.000	
	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa		
Resistencia a la compresión						
Resistencia a la tracción	1,00	0,00				
Resistencia al sulfato (Pa)	0		0,00 MPa			
Resistencia al agua salada (comercial)	0,00		0,00 MPa			
Resistencia al agua salada (industrial)	0,00		0,00 MPa			
Resistencia a la abrasión	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa		
	1 día	0,00	0,00			
	3 días	0,00	0,00	0,00 MPa	0,00	
	7 días	0,00	0,00	0,00 MPa	0,00	
	28 días	0,00	0,00	0,00 MPa	0,00	
Resistencia a la sulfatación	Clase III					
Resistencia a la sulfatación	Clase III					

ANEXO 15: FICHA TÉCNICA CEMENTO WARI

CEMENTO PORTLAND
USO GENERAL
TIPO I

CEMENTO WARI

FICHA TÉCNICA

BENEFICIOS

12% MAYOR RENDIMIENTO
Nuestra mejor presentación se ofrece a nuestros clientes un cemento de alta calidad. Garantizando un ahorro para la bolsa en el consumo del cemento.

MAYOR RESISTENCIA
Por la alta calidad del Clinker (sub-producto de piedras calizas y arcillas). Cemento Wari Tipo I ofrece alta resistencia a compresión de acuerdo a la Norma Norma Peruana e Internacional ASTM.

48% MENOR TIEMPO DE DESENGOFRADO
El acelerado desarrollo de resistencias iniciales y finales. Permite un menor tiempo en el desengofrado. Garantizando ahorro reduciendo la mano de obra y optimizando tiempos en el avance de la construcción.

BAJO ÁLCALI - ADREGADO
Debido a la presencia de agregados reactivos, su bajo contenido de álcali presente en el cemento, contribuye la flexión del concreto.

CEMENTO DE USO GENERAL
El cemento Wari Tipo I para uso general de un cemento ideal para todo tipo de aplicaciones estructurales y obras de infraestructura, que permiten una construcción rápida y fuerte. Igualmente es adecuado para obras de alta resistencia.

USO DEL CEMENTO

- Obras de construcción en general cuando no se requiere un tipo de cemento especial.
- Preparación de concretos para elementos estructurales.
- En la producción de elementos pre-fabricados de todo tipo.
- Ideal para fuertes concretos de alta resistencia.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICA FÍSICA	CEMENTO WARI TIPO I	TIPO I NTP 334, 335, 336, 337M, C150
Contenido de Aire, máx. %	1%	Máximo 10
Superficie Especifica (m ² /kg)	3000 Gm ² /kg	No Especifica
Expansión de autosecch, máx. %	0.05%	Máximo 0.1
Peso Especifico	1.41 g/cm ³	No Especifica
Resistencia a la compresión		
3 días (Mpa)	35.3	Máximo 35.3
7 días (Mpa)	35.4	Máximo 35.3
28 días (Mpa)	48.7	No Especifica
Tiempo de fraguado (VIA), minutos		
Inicial	130	Máximo 30
Final	240	Máximo 300
Composición Química	CEMENTO WARI TIPO I	TIPO I NTP 334, 335, 336, 337M, C150
SiO ₂ (%)	5.75%	Máximo 6.5
Fe ₂ O ₃ (%)	2.20%	Máximo 3.0
Peróxido de hidrógeno (%)	3.3%	Máximo 3.5
Residuo Insoluble (%)	0.45%	Máximo 1.0

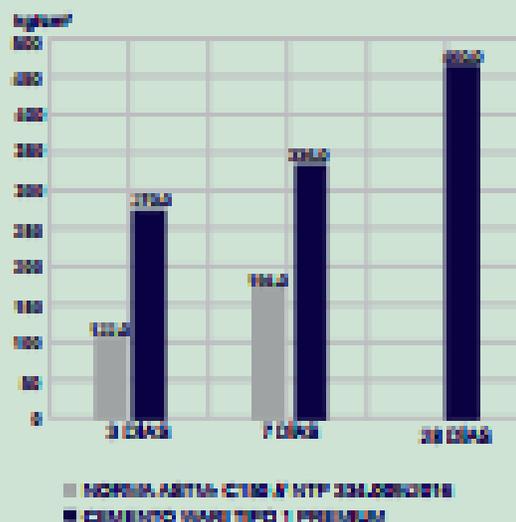


ALMACENAMIENTO

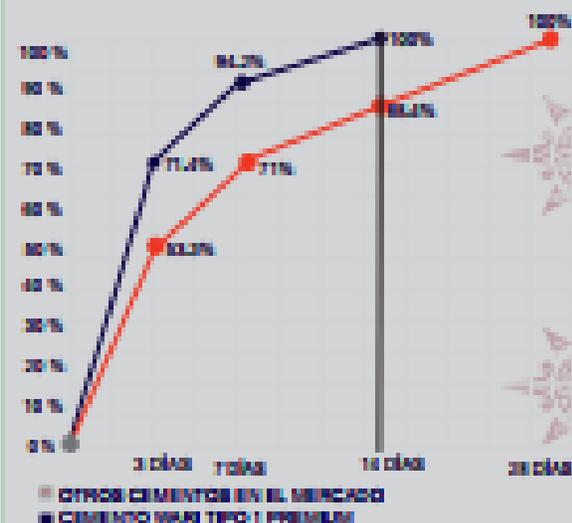
Para mantener el cemento en óptimas condiciones de rendimiento:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Proteger contra la humedad o cambios de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con papel blanco.
- No utilizar más de 10 bolsas o en 2 pallets de altura.

RESISTENCIA CEMENTO WARI TIPO I VS NORMA TÉCNICA ASTM / NTP



MEJOR TIEMPO EN EL DESENCOFRADO



ANEXO 16. PORCENTAJE TURNITIN

MAMANI BENAVENTE ROXANA | Roxana Mamani turnitin5 ?



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

"Aplicación de diferentes cementos en las propiedades del concreto expuesto al congelamiento y deshielo en las edificaciones de Puno 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Roxana Mamani Benavente
roxana.mamani@unac.edu.pe

ASESOR:
Miguel Ángel Benavente
miguel.benavente@unac.edu.pe

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Cemento Portland y Adhesivos

UNA - PERU
2021

Resumen de coincidencias ×

20 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	9 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>

20

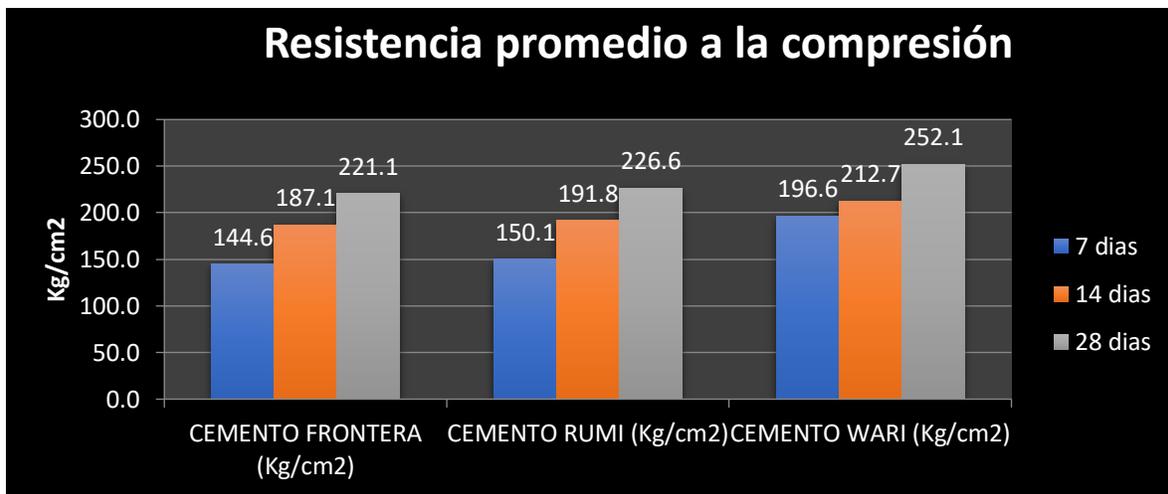
?

ANEXO 17: HOJAS DE CALCULOS (cuadros y figuras de Excel)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SIN SOMETER A CONGELAMIENTO Y DESHIELO

Tabla: Resistencia promedio a la compresión.

EDAD DE ENSAYO	CEMENTO FRONTERA (Kg/cm2)	CEMENTO RUMI (Kg/cm2)	CEMENTO WARI (Kg/cm2)
7 días	144.6	150.1	196.6
14 días	187.1	191.8	212.7
28 días	221.1	226.6	252.1

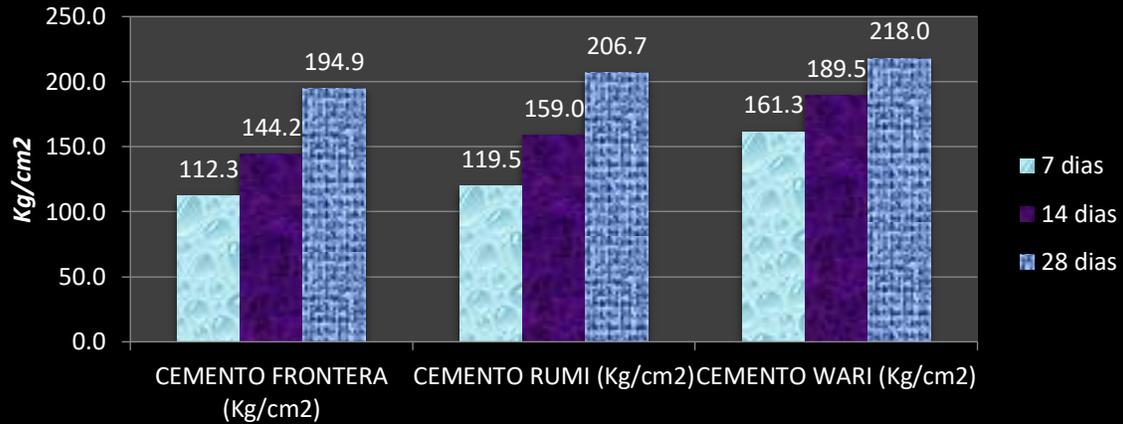


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS EXPUESTOS AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO

Tabla : Resistencia promedio a la compresión-ECD

EDAD DE ENSAYO	CEMENTO FRONTERA (Kg/cm2)	CEMENTO RUMI (Kg/cm2)	CEMENTO WARI (Kg/cm2)
7 días	112.3	119.5	161.3
14 días	144.2	159.0	189.5
28 días	194.9	206.7	218.0
% A LOS 28DIAS	91.1	96.6	101.7

Resistencia promedio a la compresión-ECD



ENSAYO DE POROSIDAD DE CONCRETOS EXPUESTO AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO.

Tabla: Porosidad del concreto – ECD.(%)

TIPO DE CEMENTO	14 días	28 días
CEMENTO FRONTERA	6.200	6.828
CEMENTO RUMI	6.102	6.449
CEMENTO WARI	5.999	6.256

Porosidad del concreto – ECD(%)

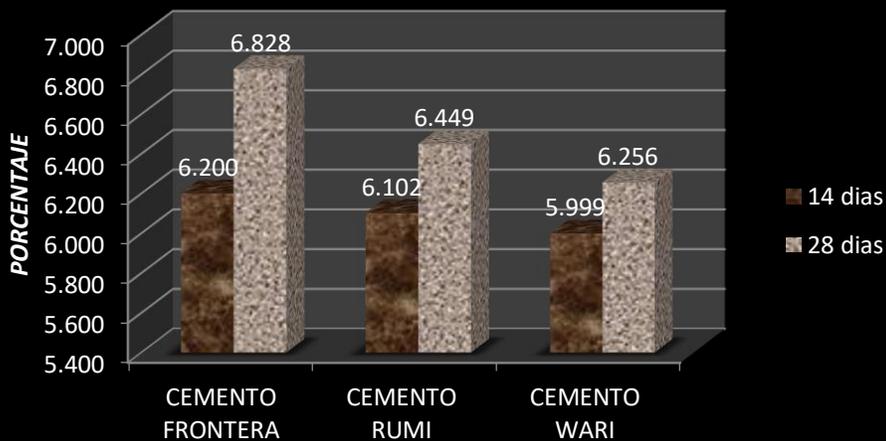
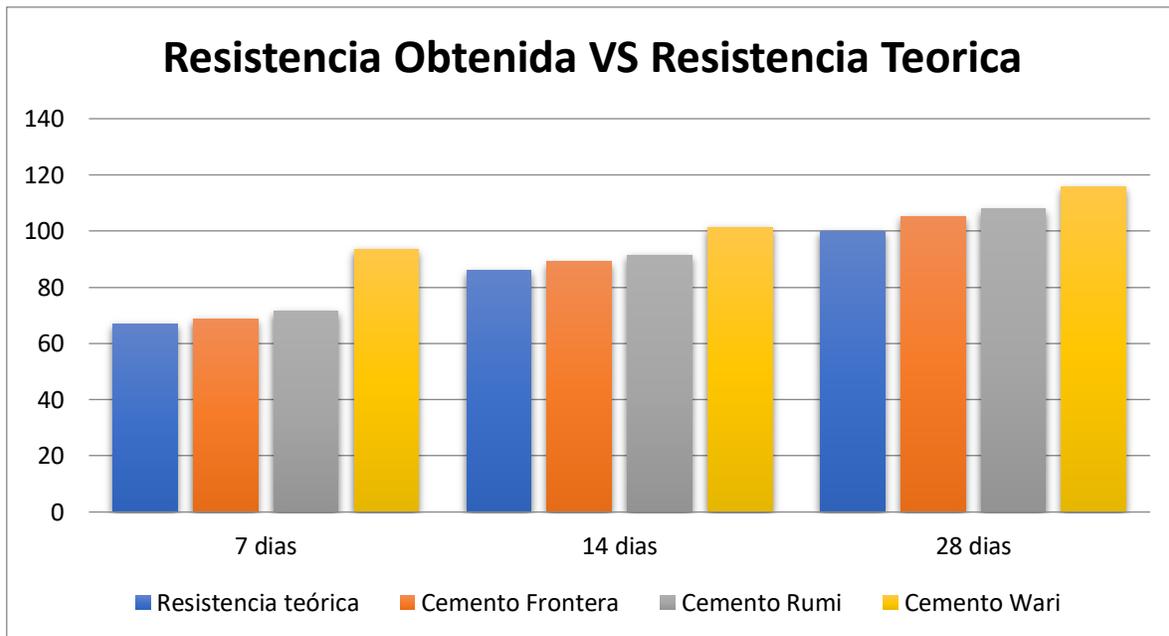


Tabla: Resistencia a la compresión promedio obtenido.

Concreto	Resistencia a compresión (210 kg/cm ²)					
	7 días		14 días		28 días	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
Resistencia teórica	140.7	67	180.6	86	210.6	100
Cemento Frontera	144.6	69	187.1	89	221.1	105
Cemento Rumi	150.1	71	191.8	91	226.6	108
Cemento Wari	196.6	94	212.7	101	252.1	116



ANEXO 18: PANEL FOTOGRAFICO

CEMENTOS Y AGREGADOS



Foto 1: Traslado de muestra al laboratorio



Foto 2: Diferentes Cementos

REALIZANDO GRANULOMETRIA



Foto 3. Realizando la granulometría del agregado grueso.



Foto 4. Realizando el tamizaje del agregado grueso.

GRANULOMETRIA



Foto 5. Granulometría del agregado grueso.



Foto 6. Granulometría del agregado fino.



Foto 7. Secado del material para la determinación del peso específico y absorción.



Foto 8. Determinando el peso específico y absorción.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION



Foto 9. Determinando el peso específico y absorción del agregado fino.



Foto 10. Foto 8. Determinando el peso específico y absorción del agregado fino.

PESO UNITARIO DE LOS AGRAGADOS



Foto 11: Determinando el Peso Unitario del agregado fino.



Foto 12: Determinando el Peso Unitario del agregado fino.

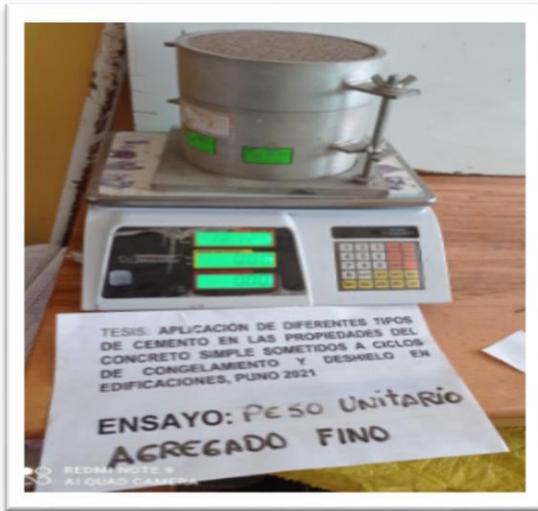


Foto 13: Peso Unitario del agregado fino.



Foto 14: Peso Unitario del agregado grueso

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL A. GRUESO



Foto 15: Determinando peso específico y absorción del agregado grueso.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO



Foto 16: Asentamiento de concreto elaborado con cemento Frontera



Foto 17: Asentamiento de concreto elaborado con cemento Wari.



Foto 18: Asentamiento de concreto elaborado con cemento Rumi

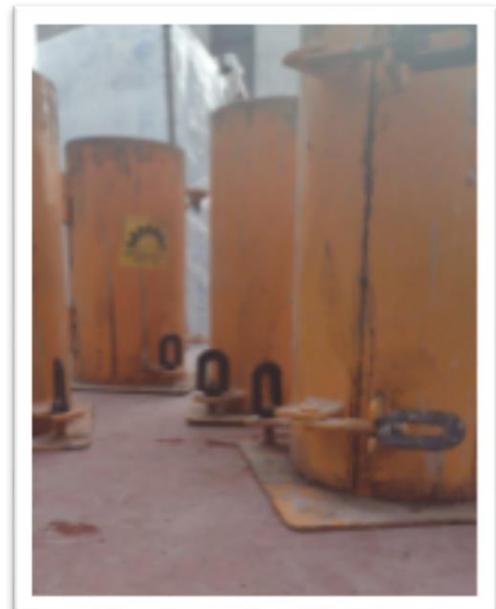


Foto 19: Moldes para briquetas utilizadas



Foto 20: Probetas de concreto de los 3 tipos de cemento



Foto 21: Curado de Probetas



Foto 22: Exposición de Probetas al congelamiento controlado.



Foto 23: Temperatura de exposición de probetas.



Foto 24: Probetas con y sin exposición al congelamiento y deshielo.

PESO DE PROBETAS



Foto 25: Peso de Probetas.



Foto 26: Peso de Probetas elaborado con cemento Frontera.



Foto 27: Peso de Probetas elaborado con cemento Rumi.



Foto 28: Peso de Probetas elaborado con cemento Wari.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



Foto 29: Resistencia a la compresion de Probetas elaborado con cemento Wari.



Foto 30: Resistencia a la compresion de Probetas elaborado con cemento Wari.



Foto 31: Resistencia a la compresion de Probetas elaborado con cemento Frontera.



Foto 32: Resistencia a la compresion de Probetas elaborado con cemento Rumi.



Foto 33: Resistencia a la compresion de Probetas elaborado con distintos cementos.

ENSAYO DE POROSIDAD DEL CONCRETO



Foto 34: Estufa utilizada para secado de muestra.



Foto 35: Muestras sumergidas por 48 Horas.



Foto 36: Peso de briqueta seca



Foto 37: Peso de briqueta sumergida