UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm^2

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Arnold Yaramix Oviedo Florez

Asesor:

Ing. David Diaz Garamendi

Lima, mayo de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo **Ing. David Diaz Garamendi**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **"INFLUENCIA DEL AGUA DE MAR DESALINIZADA POR OSMOSIS INVERSA Y DESTILACIÓN SOLAR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2"** del autor Arnold Yaramix Oviedo Florez tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 23 días del mes de Mayo del año 2025



Ing. David Diaz Garamendi

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 09 día(s) del mes de mayo del año 2025, siendo las 09:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Fiorella Maira Zapata Antesana el (la) secretario(a): Mg. Armin Quintana Sánchez y los demás miembros: Mg. Juana Beatriz Aquise Pari y el (la) asesor(a) Ing. David Diaz Garamendi con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 Kg/cm2" del(los) bachiller/es: a) Arnold Yaramix Oviedo Florez b) c) conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil (Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.
Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Arnold Yaramix Oviedo Florez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Bueno	Muy bueno

Bachiller (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por guiarme y darme la fuerza necesaria para poder cumplir con mis objetivos y concluir mi carrera profesional.

A mi madre y familia por todo el apoyo económico y moral que me ofrecieron a lo largo de mi carrera universitaria.

Al ingeniero David Diaz Garamendi quien fue mi asesor, por su apoyo durante el proceso de investigación.

A la universidad Peruana Unión por impartirme sus enseñanzas, conocimientos y valores durante mi estadía universitaria.

DEDICATORIA

Dedico mi investigación a mi madre, la persona más importante en mi vida, por todo el apoyo incondicional que me mostro a lo largo de mi carrera universitaria y pues sin ella no lo habría logrado. Gracias por todo madre mía.

INDICE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS 2
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 3
AGRADECIMIENTOS 4
DEDICATORIA 5
ARTICULO DE INVESTIGACION 7
ANEXOS 19

INFLUENCIA DEL AGUA DE MAR DESALINIZADA POR OSMOSIS INVERSA Y DESTILACIÓN SOLAR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM²

INFLUENCE OF DESALINATED SEAWATER BY REVERSE OSMOSIS AND SOLAR DISTILLATION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE F'C=210KG/CM²

Arnold Yaramix Oviedo Florez [1], David Diaz Garamendi [2]

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

RESUMEN

El agua de mar predomina en el planeta y puede ser tratada para eliminar su salinidad y otros contaminantes. Por ello es una alternativa viable en situaciones de escasez de agua dulce. La investigación busca dar a conocer el efecto que pueda producir usar agua de mar desalinizada, por los métodos de osmosis inversa y destilación solar como sustituto del agua potable en las propiedades mecánicas del concreto, específicamente en la resistencia a compresión y tracción. El análisis tiene un enfoque cuantitativo y experimental. La desalinización por osmosis inversa se realizó mediante el uso de la membrana RO de un purificador de agua y la destilación solar se hizo con un destilador solar casero, se prepararon 54 probetas cilíndricas de concreto con un diseño específico de resistencia de F'C=210 kg/cm², los cuales fueron sometidos a ensayos respetivos en 3 edades 7, 14 y 28 días. Los resultados a compresión sostienen que el método de osmosis inversa demostró ser más efectivo porque los especímenes mantuvieron su resistencia dentro de los límites establecidos. Aunque la destilación solar es una técnica sostenible, mostró una reducción en la resistencia en comparación con las muestras patrón. La resistencia a la tracción se mantuvo sin cambios significativos en ambas variantes, lo que puede señalar que, aunque la compresión se vea afectada, otras propiedades pueden no estar comprometidas. El agua por osmosis inversa no influye negativamente la resistencia mecánica del concreto, mientras que por destilación solar podría requerir un tratamiento adicional para mejorar sus propiedades.

Palabras Clave: Agua desalinizada, Osmosis Inversa, Destilación Solar, Resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción.

ABSTRACT

Seawater predominates on the planet and can be treated to eliminate its salinity and other contaminants. Therefore, it is a viable alternative in situations of fresh water scarcity. The research seeks to show the effect of using desalinated seawater, by reverse osmosis and solar distillation methods, as a substitute for potable water on the mechanical properties of concrete, specifically on its compressive and tensile strength. The analysis has a quantitative and experimental approach. The reverse osmosis desalination was performed by using the RO membrane of a water purifier and the solar distillation was done with a homemade solar distiller, 54 cylindrical concrete specimens were prepared with a specific strength design of F'C=210 kg/cm², which were subjected to respective tests at 3 ages 7, 14 and 28 days. The compression results support that the reverse osmosis method proved to be more effective because the specimens maintained their strength within the established limits. Although solar distillation is a sustainable technique, it showed a reduction in strength compared to the standard specimens. Tensile strength remained significantly unchanged in both variants, which may indicate that although compression is affected, other properties may not be compromised. Water by reverse osmosis does not adversely influence the mechanical strength of concrete, while water by solar distillation may require additional treatment to improve its properties.

Keywords: Desalinated water, Reverse osmosis, Solar distillation, Compressive strength, Tensile strength.

1. INTRODUCCIÓN

El concreto es el material más utilizado en la construcción a nivel mundial. Su mezcla se elabora combinando cemento Portland, arena, piedra chancada y agua, teniendo en cuenta aspectos como la relación entre agua y cemento, así como el contenido de humedad y la absorción de los agregados. Sin embargo, el agua potable, que es esencial en este proceso, está experimentando una creciente escasez en todo el mundo. Esta situación presenta retos importantes para la industria de la construcción y resalta la urgencia de buscar alternativas sostenibles para el uso del agua en la fabricación de concreto. [1].

Según la UNESCO la insuficiencia de agua en el mundo es un acontecimiento natural, pero también

es provocado por la humanidad. En la actualidad todavía hay agua dulce para poder responder lo que necesita la población del mundo. El planeta posee cerca del 97.5% de agua salada y lo restante es agua dulce, por lo cual en el futuro estamos obligados usar el agua del mar para nuestras necesidades [2].

En el Perú la escasez de agua actualmente no es una excepción en especial en zonas costeras por lo cual el gobierno empieza a implementar medidas para poder hacer frente a este problema que empeora con el pasar del tiempo.

En la actualidad la escasez de recursos hídricos es muy frecuentes en muchas partes del mundo que afecta el ámbito de la ingeniería civil, ya que se requiere agua para crear una construcción, por ello las personas ven el agua de mar con uso a futuro para distintas actividades [3].

Esta investigación busca analizar la influencia que tiene el agua de mar desalinizada por los métodos de osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas de tracción y compresión del concreto en de 7, 14 y 28 días de edad.

2. ANTECEDENTES

En los últimos en el Perú se vienen realizando investigaciones donde se busca encontrar un reemplazo del agua potable para la preparación de concreto como Chumpitaz, L. et al [4] que hicieron uso de agua proveniente de una planta de tratamiento situado en Lima, en su diseño de mezcla y obtuvieron resultados favorables en las propiedades mecánicas de su concreto [4].

Tiza, Y. [5] Su investigación se orientó en estimar el comportamiento que generara usar agua tratada de una PTAR en el concreto en especial en sus propiedades mecánicas. Se observó que los ejemplares de concreto, fabricados con agua tratada presentaron una mayor resistencia inicial en comparación con las muestras que utilizaron agua potable, pero a medida que el concreto se curaba, las diferencias en resistencia entre los 2 distintos especímenes se fueron reduciendo, mostrando que, al final, no había diferencias significativas [5].

Du, P. et al. [6], realizo su investigación usando agua de mar sin tratar en 2 diseños con distintos resistencias con la finalidad de buscar las repercusiones que pueda tener en el concreto; en dicho estudio la resistencia de los especímenes hechos con agua de mar resulto mayor a edades tempranas en un 23.3% y al finalizar los 28 días redujo su resistencia en 7.6% con respecto a los testigos hechos con agua potable, en cuanto a la resistencia a flexión de los testigos con agua mar es mayor a la resistencia de testigos patrón en un 18.2% [6]. En ese mismo orden Adel, Y. et al [7] en su investigación demuestra que el empleo de agua marina en el concreto varia en 7-10% lo cual no evidencia diferencias sustanciales en cuanto a resistencia con relación al concreto patrón hecho con agua potable [7].

Es interesante ver cómo el uso de agua marina sin tratar en la producción de concreto puede ofrecer ventajas, como también lo señala el estudio de Jianzhuang, X. et al [8] que realizo una mayor cantidad de diseños con distintas resistencias; donde en cada uno ellos mostraron diferencias en los resultados algunos más notables que otros, que siguieron variando al pasar el tiempo hasta llegar a los 180 días, pero sin excluir a ninguno, la resistencia que mostraron los especímenes hechos con agua y arena de mar resultaron ser mayores a los especímenes patrón hechos con agua potable. La variabilidad en los diseños y la comparación con los especímenes patrón de agua potable son cruciales para entender cómo las distintos proporciones y materiales influyen en las propiedades del concreto [8].

Añadiendo otra variable el estudio de Yongxiang et al [9] aporta información valiosa sobre cómo la relación (a/c) condiciona en la resistencia del concreto cuando se utiliza agua de mar. Es interesante observar que, con una relación a/c mínima, el concreto diseñado con agua de mar presenta resistencias a la compresión superiores a las de agua potable, lo que sugiere que el uso de agua de mar puede ser beneficioso en ciertas condiciones. Sin embargo, el hecho de que a medida que la relación a/c aumenta, el rendimiento del concreto con agua de mar se vea afectado negativamente, es un hallazgo importante. Esto resalta la necesidad de optimizar la formulación del concreto, ya que una superior cantidad de agua puede diluir la mezcla y comprometer su resistencia. Estos resultados subrayan la importancia de realizar un balance adecuado en la mezcla de concreto, especialmente al considerar el uso de agua de mar [9].

La investigación de Usama et al [10] sobre el impacto de distintas muestras de agua marina salobre en la resistencia del concreto es fascinante y destaca la variabilidad inherente en las propiedades del agua de mar según su origen geográfico [11]. Los resultados que señalan que la primera muestra mayor resistencia del concreto, la segunda no presenta cambios drásticos y la tercera muestra disminuye, revelan que factores como la salinidad, la composición mineral y la presencia de otros elementos en el agua pueden actuar en la conducta del concreto. La variabilidad en los resultados resalta

la necesidad de realizar pruebas específicas para cada tipo de agua de mar antes de su implementación en proyectos de construcción [10].

Gokulanathan, V. et al [12] hizo una recopilación de diversas investigaciones realizadas con respecto al uso de agua de mar en el concreto donde se encontró muchas variaciones en los resultados obtenidos de diversos autores en distintos partes del mundo. [12].

Sin embargo, a pesar de que estas investigaciones muestran resultados prometedores la salinidad puede afectar otros aspectos como la durabilidad, la resistencia a la corrosión, entre otros, especialmente en ambientes agresivos.

La desalación del agua de mar es una posibilidad prometedora para abordar la insuficiencia de agua dulce en gran parte del mundo. Los métodos a usarse en la actualidad son diversos [13], [14] y los más comunes incluyen la ósmosis inversa que Curto, D. et al [15] quien en su investigación muestra que este método de desalinización que hace el uso de la membrana es muy efectiva para la desalinización del agua mar ya que elimina gran parte de las sales y por otra tenemos el método de la destilación, del cual Claudio, G. et al [16] nos muestra en su investigación que es otro método factible que podemos usar para poder reducir el nivel de las sales en el agua de mar.

Ambos métodos de desalinización se consideraron tras evaluar su disponibilidad en la ciudad de Lima y los costos asociados a su producción, como se detalla en la Tabla I. Este análisis permite comprender no solo la viabilidad de cada método, sino también su impacto económico en el contexto local, asegurando que se elijan las opciones más sostenibles y eficientes para el suministro de agua en los procesos de construcción.

TABLA I
Métodos de desalinización

Método	Costo de producción aprox (usd/m3)	Consumo de energía
Osmosis Inversa (RO)	0.6	2.4 a 2.8 kWh/m3
Destilación Solar (SD)	0.025	-
Electrodiálisis (ED)	0.32	2 a 2.5 kWh/m3
Destilación multiefecto (MED)	15	3.4 a 4 kWh/m3
Destilación flash multietapa (MSF)	1.1	5 a 8 kWh/m3

3. METODOLOGIA

La investigación se realizó tras un análisis de estudios similares en diversas partes del mundo, considerando la situación actual de Perú, donde se observa un crecimiento en la industria de la construcción y una disminución en la disponibilidad de agua en zonas costeras. Se proponen medidas de respuesta para mantener un equilibrio sostenible entre el desarrollo del sector construcción y la gestión del agua, buscando mitigar los impactos negativos de esta expansión en el recurso hídrico.

3.1 Agua de mar

El primer paso en esta investigación implica la recolección de muestras de agua de mar en la ciudad de Lima, un área crítica debido a su creciente demanda de agua potable y la presión de la industria de la construcción. Estas muestras se analizarán en laboratorios para identificar sus propiedades en su estado natural. Este análisis inicial es fundamental para establecer una línea base que permitirá estimar el impacto de los procesos de desalinización.

3.2 Desalinización por osmosis inversa

La desalinización del agua de mar se llevó desarrollo utilizando el método de ósmosis inversa, implementado a través de una membrana instalada en un purificador de agua comercial disponible en la ciudad de Lima. Esto significa que cualquier habitante de la ciudad puede acceder a esta tecnología. Sin embargo, para optimizar el proceso de desalinización y aumentar la eficiencia, es necesario realizar algunas modificaciones al equipo.

Una de las modificaciones clave es la incorporación de una válvula de presión, que permite aumenta el flujo del agua a por la membrana. Esto no solo mejora la eficiencia del proceso, sino que también incrementa la cantidad de agua desalinizada que se puede obtener diariamente.

La Fig. 2 ilustra el proceso de desalinización mediante ósmosis inversa. Se pueden observar los distintos componentes del sistema, que incluyen el purificador de agua, la membrana de ósmosis inversa y la válvula de presión. El proceso comienza con añadir el agua de mar, que luego se bombea a través de la membrana semipermeable. La válvula de presión juega un papel crucial al aumentar la fuerza con la que el agua es empujada hacia la membrana, facilitando la separación de las sales y otros contaminantes del agua.



Fig. 1. Desalinización de agua de mar por osmosis inversa.

La cantidad de agua obtenida por día mediante el método de osmosis inversa es de 400 galones, lo que señala que el tiempo de producción es adecuado para satisfacer las necesidades diarias. Esto es especialmente relevante al considerar la viabilidad del uso de agua desalinizada en la elaboración de concreto.

3.3 Desalinización por destilación solar

La desalinización en esta investigación se llevó a cabo utilizando un destilador casero, optando por la destilación solar debido a su bajo costo y su eficiencia en términos de consumo energético. Este método aprovecha la energía del solar para evaporar el agua de mar, separando las sales y otros contaminantes en el proceso.

Sin embargo, es importante señalar que la destilación solar puede ser un proceso lento, especialmente en épocas del año con baja radiación solar, como en Lima durante los meses nublados. Esto significa que, aunque el método es accesible y sostenible, la cantidad de agua desalinizada puede verse afectada por las condiciones climáticas. A pesar de esta limitación, la destilación solar sigue siendo una opción viable para comunidades que buscan alternativas económicas y sostenibles para acceder al agua potable. La investigación evalúa tanto la efectividad de este método como su aplicabilidad en contextos con recursos hídricos limitados.

La Fig. 3 presenta el destilador casero utilizado para realizar el proceso de desalinización del agua de mar. En la imagen, se pueden observar los componentes clave del destilador, como el recipiente para el agua de mar, el modo de recogida de vapor y el material transparente que facilita el trabajo de la luz solar. El diseño del destilador está pensado para maximizar la exposición al sol, generando así la evaporación del agua. Mientras sube la temperatura del agua esta se evapora, el vapor se condensa en la parte mayor del destilador y se recolecta en un recipiente separado, resultando en agua desalinizada

La cantidad de agua obtenida por día mediante el método de destilación solar fue de solo 2.8 litros, lo cual se atribuye a las condiciones climáticas nubladas durante los meses de la investigación, así como al tamaño limitado del destilador utilizado.

.



Fig. 2. Desalinización de agua de mar por destilación solar.

3.4 Materiales

Se llevó a cabo la adquisición de materiales fundamentales, como agregados y cemento. Estos componentes son esenciales para la realizar el estudio. La selección de estos materiales se realizó considerando factores como la calidad, el costo y la disponibilidad en el mercado local, asegurando así que se cumplan los estándares requeridos para la investigación. El cemento a utilizar será el portland Tipo I de la marca cemento Sol y el agregado será el común utilizado en la ciudad de Lima adquirido de un proveedor y se le hará los ensayos respectivos.

3.5 Ensayo de agregados y diseño de mezcla

Se llevan a cabo estudios exhaustivos sobre los agregados adquiridos para recopilar toda la información necesaria que permita elaborar un diseño de mezcla adecuado. Este diseño es fundamental para asegurar la correcta dosificación de los materiales en la elaboración de las probetas cilíndricas que se utilizarán en la investigación. Para este proceso, se seguirán las Normas Técnicas Peruanas [17], que ofrecen directrices claras sobre los procedimientos y ensayos necesarios.

Los estudios incluirán pruebas de caracterización de los agregados, como granulometría, densidad y resistencia, que ayudarán a definir las proporciones óptimas de cemento, agua y aditivos, garantizando así que las probetas cumplan con las especificaciones

deseadas para los ensayos posteriores, todo esto se realizó siguiendo las pautas que nos da la Norma ACI [18]. Se empleó el mismo diseño de mezcla para la preparación de los 54 especímenes cilíndricos, asegurando así la consistencia en el proceso de producción. La única variación en este diseño será la sustitución del agua potable por agua desalinizada, obtenida a través de los dos métodos seleccionados para esta investigación. Al mantener constante el resto de los componentes de la mezcla, se podrán comparar de manera efectiva los resultados de los distintos métodos de desalinización y su impacto en el rendimiento del material.

La Tabla II presenta las propiedades identificadas tras realizar los ensayos en ambos agregados. Los resultados obtenidos son fundamentales para entender las características específicas de cada agregado, lo que puede influir en la dosificación del concreto como también en su comportamiento y aplicaciones.

TABLA II
Propiedades de los agregados

	Ag. Fino		Ag. Grueso	
P. unitario compactado	1.66	g/cm³	1.57	g/cm³
P. unitario suelto	1.51	g/cm³	1.41	g/cm³
P. especifico	2.61	g/cm³	2.72	g/cm³
Módulo de fineza	3.56	-	--	-
TMN	-	-	3/4	-
% de absorción	2.1	%	0.8	%
Contenido de humedad	2.7	%	0.5	%

3.6 Elaboración de probetas

La elaboración de los especímenes de concreto se llevó a cabo en conformidad con la Normativa Técnica Peruana [17], utilizando la dosificación establecida a partir del diseño de mezcla. Este enfoque asegura que se sigan las mejores prácticas en la producción de concreto, garantizando la calidad y la integridad de los especímenes. La Tabla III muestra la dosificación que se empleó en la elaboración de las probetas de concreto.

TABLA III
Dosificación concreta 210kg/cm²

Proporciones		
Cemento	1	bls
Agregado Fino	108.38	kg
Agregado Grueso	100.76	kg
Agua	23.4	lts

3.7 Curación de probetas

Las probetas se mantuvieron en el molde durante 18 horas, que fue el tiempo de fraguado óptimo para cada muestra. La curación se realizó en las instalaciones de un laboratorio, donde las probetas se dividieron en tres tanques de curación, cada uno con los distintos tipos de agua que se analizan en esta investigación. Esto permitió observar la variación que podría ocasionar el uso de distintos tipos de agua en el curado de las muestras.

Todo el proceso se llevó a cabo siguiendo las señalaciones establecidas en la normativa técnica peruana, asegurando que se cumplieran las condiciones adecuadas para obtener resultados precisos y consistentes en los ensayos.

3.8 Rotura de probetas

Los ensayos de rotura por tracción y compresión se realizaron de acuerdo con las normas pertinentes [17], lo que permite obtener datos fiables y comparables. Estos ensayos son cruciales para estimarlas propiedades mecánicas del concreto, particularmente en lo que respecta a su resistencia.

Al concluir los ensayos, se obtuvieron resultados que requieren procesamiento y análisis para responder los objetivos planteados en la investigación. Este análisis permitirá no solo evaluar la efectividad de los métodos de desalinización implementados, sino también proporcionar información crítica sobre el
rendimiento del concreto elaborado con agua desalinizada, contribuyendo así a la discusión sobre sus propiedades mecánicas y su posible viabilidad en el ámbito de la construcción.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Identificación muestras de agua y ensayos de laboratorio

La Tabla IV presenta las propiedades de diversas muestras de agua, destacando los resultados obtenidos tras la desalinización del agua de mar. Se observan diferencias notables, atribuibles al método de desalinización empleado. Esta investigación se centró en agua de mar extraída del distrito de Villa el Salvador en la ciudad de Lima, lo que explica las discrepancias en las propiedades en comparación con estudios previos [15] y [16]. Las variaciones se deben a la procedencia geográfica de las muestras, ya que las características y concentración de sales en el agua de mar varían según la ubicación, como se evidenció en [10] y [11]. Así, aunque se utilicen los mismos métodos de desalinización, los resultados en las propiedades del agua cambiarán según la fuente de las muestras.

TABLA IV
Propiedades de muestras de agua

Parámetro	Muestras				Und
	Agua de mar	Osmosis inversa	Destilación solar	Agua potable	
PH	7.3	7.2	7.3	7.5	PH
Hierro (Fe)	0.26	0.01	0	0	mg/L
Carbonato (CaCO3)	10.26	19.14	16.23	6.85	g/L
Sulfato (SO42-)	4.26	1.41	1.52	1.53	g/L
Calcio (Ca)	2.43	5.67	4.52	5.49	g/L
Magnesio (Mg)	240	150	360	180	mg/L
Nitrato (NO3-N)	2.5	23.1	2.4	10.4	mg/L
Potasio (K)	0	0	0	0	mg/L
Sodio (Na)	26.5	0.7771	0.0519	0.0273	g/l
Cloruros (Cl)	37.1	1.2958	0.0865	0.0455	g/l

La Tabla V y la figura 3 ilustran claramente las diferencias entre los dos métodos de desalinización. La desalinización por destilación solar resulta más eficaz en la eliminación de sales, debido a su proceso que prácticamente transforma el estado del agua de líquido a gaseoso y viceversa, no depende de una membrana, a diferencia de la ósmosis inversa [19]. En esta investigación se empleó la membrana más económica y accesible, lo que podría influir en los resultados, como se ha señalado en estudios anteriores [20]. Los métodos de desalinización por ósmosis inversa y destilación solar lograron reducciones significativas en la concentración de cloruros (superior al 95%), sulfatos (más del 66%) y sodio (mayor al 97%). Estas reducciones indican una mejora sustancial en la calidad del agua, lo que la hace más idónea para su aplicación en la producción de concreto.

TABLA V
Porcentaje de disminución en contenido de sales

Parámetro	Agua de Mar - Osmosis Inversa	Agua de Mar -Destilación Solar	Agua de Mar - Agua Potable
Sulfato (SO42-)	66.901	64.319	64.085
Sodio (Na)	97.068	99.804	99.897
Cloruros (Cl)	96.507	99.767	99.877

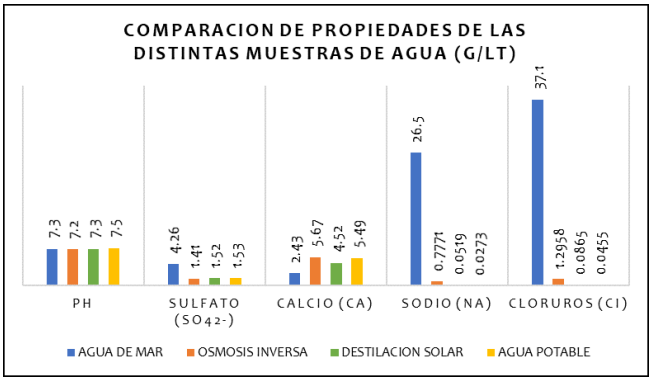


Fig. 3. Diferencia de propiedades en distintos tipos de agua.

4.2 Evaluación de la propiedad mecánica de compresión del concreto

Se sometieron los especímenes cilíndricos elaborados a ensayos para evaluar sus resistencias en tracción y compresión en tres edades diferentes.

La Tabla VI presenta los resultados de los ensayos de compresión realizados en 27 muestras a tres edades distintas. Al analizar los resultados de los primeros 7 días, se observa que el concreto patrón alcanzó una resistencia promedio de 139.63 kg/cm², seguido por el concreto elaborado con agua por ósmosis inversa, que obtuvo 136.99 kg/cm², y el de agua por destilación solar, que alcanzó 122.41 kg/cm². Las resistencias a compresión de las dos muestras de agua desalinizada son inferiores a la del concreto patrón, indicando una pérdida de la característica de mayor resistencia en los primeros días, tal como se documenta en estudios previos realizados con agua de mar [6], [7], [8], [9] [10] y [12].

Esta diferencia se atribuye a que, en investigaciones anteriores [6], [7], [8], [9] [10] y [12] que utilizaron agua de mar, la precipitación de cristales de sales contribuyó a obtener mayores resistencias mecánicas en edades tempranas. En esta investigación, la eliminación de un porcentaje significativo de sales durante el tratamiento del agua limitó la obtención de resultados similares. Aunque este enfoque pudo haber influido negativamente en la resistencia inicial, también presenta ventajas, como la posibilidad de alcanzar una resistencia equivalente o superior en etapas avanzadas de curado, así como una reducción del riesgo de corrosión y una mejora en la durabilidad a largo plazo del concreto, aspectos que no se abordaron en este estudio.

Los resultados de rotura a 14 días muestran una tendencia continua en el crecimiento de la resistencia de todos los especímenes, con las muestras elaboradas con agua destilada solarmente permaneciendo significativamente por debajo de la resistencia del concreto patrón.

A los 28 días, la resistencia promedio de rotura fue de 213.37 kg/cm² para el concreto patrón, 213.23 kg/cm² para el concreto con agua por ósmosis inversa y 200.67 kg/cm² para el concreto con agua obtenida por destilación solar. Esto indica que las resistencias del concreto patrón y del concreto con agua por ósmosis inversa son muy similares, mientras que los resultados del concreto hecho con agua destilada solar todavía no alcanzan el mínimo requerido.

La tabla VI la Fig.4 muestran que los especímenes elaborados con agua por ósmosis inversa presentan una mayor resistencia en comparación con las

muestras elaboradas con agua por destilación solar, a pesar de que el agua obtenida por ósmosis contiene una mayor cantidad de cloruros, como se observa en la Tabla V y la Figura 3. Sin embargo, según investigaciones anteriores [23], los cloruros no influyen directamente en la resistencia mecánica del concreto, aunque su exposición prolongada puede influir en la durabilidad del material, también es importante tener en cuenta que estos estudios anteriores se realizaron en entornos marinos utilizando agua de mar sin tratar. En contraste, el método de ósmosis inversa elimina el 96.507% de los cloruros, como se muestra en la Tabla VI, lo que disminuye su influencia negativa en la resistencia mecánica del concreto producido con este tipo de agua. Además, la diferencia en la resistencia mecánica entre las muestras puede atribuirse a otros factores; como se observa en la Tabla V, el agua por ósmosis inversa contiene una mayor cantidad de calcio, lo cual, según investigaciones previas [21] [22], contribuye al aumento de la resistencia del concreto.

Para concluir, la Tabla VI también muestra que hay variaciones en la resistencia dentro del mismo grupo, considerando las muestras elaboradas con agua por ósmosis inversa presentan, a los 7 días, una resistencia máxima de 147.58 kg/cm² y una mínima de 132.88 kg/cm², lo que resulta en una diferencia de 14.7 kg/cm². Este patrón se observa también en los otros grupos y a diferentes edades. Esta variabilidad se puede atribuir al método de apisonado utilizado en la elaboración de las muestras como estudia [24], el cual involucra intervención manual y puede influir en los resultados obtenidos. Por lo tanto, las diferencias en la resistencia no se deben a la composición del agua, sino al proceso de fabricación de las muestras.

TABLA VI
Resultados a compresión de probetas

Diseños	Edades					
	7 días		14 días		28 días	
	F´C (kg/cm²)	Prom.	F´C (kg/cm²)	Prom.	F´C (kg/cm²)	Prom.
Muestra Patrón	138.42	139.63	190.13	191.20	213.29	213.37
	147.58		195.05		215.31	
	132.88		188.42		211.52	
Concreto con agua desalinizada por osmosis inversa	143.74	136.99	188.75	189.13	213.86	213.23
	130.45		192.12		212.2	
	136.77		186.52		213.63	
Concreto con agua desalinizada por destilación solar	121.55	122.41	172.89	168.89	200.86	200.67
	120.15		167.57		198.78	
	125.52		166.22		202.37	

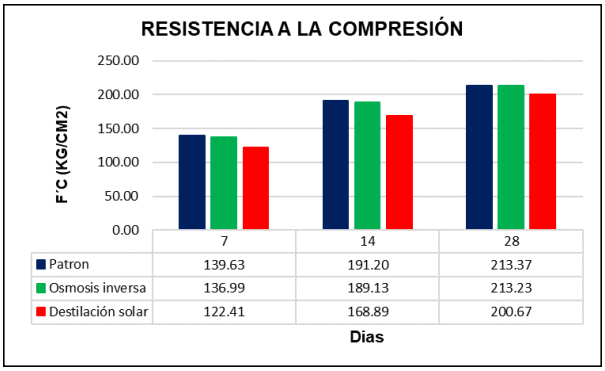


Fig. 4. Comparación de la resistencia a la compresión de 3 distintas muestras.

4.3 Evaluación de la propiedad mecánica de tracción del concreto

La Tabla VII expone los resultados de otras 27 muestras sometidas a ensayos de tracción a diversas edades. Se observa que el resultado promedio de los especímenes elaborados con agua desalinizada por ósmosis inversa es de 21.86 kg/cm², lo cual es ligeramente superior a la resistencia de la muestra patrón, que es de 21.79 kg/cm². Sin embargo, también se nota que la resistencia del concreto realizado con agua obtenida por destilación solar se mantiene por debajo, con un promedio de 19.17 kg/cm², aunque la diferencia es menor en comparación con el concreto patrón. Esto sugiere que, aunque el agua por ósmosis inversa ofrece beneficios en la resistencia, el agua destilada solar sigue presentando desafíos en su desempeño mecánico.

En los resultados a los 28 días, se observa que el promedio de la resistencia a tracción del concreto elaborado con agua por ósmosis inversa sigue siendo superior al de los otros dos tipos de agua, a pesar de contener una mayor cantidad de cloruros [23]. Este hallazgo es consistente con lo observado en los ensayos de resistencia a compresión, donde la presencia de cloruros no parece influir negativamente en la propiedad mecánica de tracción. Investigaciones anteriores [7] también respaldan esta conclusión, indicando que el impacto de los cloruros en la resistencia mecánica no es significativo.

La mayor resistencia observada en las muestras elaboradas con agua por ósmosis inversa también se puede atribuir al mayor contenido de calcio en esta agua, lo cual influye positivamente en la resistencia mecánica del concreto. Este efecto, ya mencionado en el análisis de la resistencia a compresión, refuerza la idea de que el calcio es un componente clave que contribuye al fortalecimiento de la estructura del concreto, mejorando así sus propiedades mecánicas.

TABLA VII
Resultados a tracción de probetas

Diseños	Edades					
	7 días		14 días		28 días	
	F´C (kg/cm²)	Prom.	F´C (kg/cm²)	Prom.	F´C (kg/cm²)	Prom.
Muestra Patrón	21.57		23.02		27.27	
	21.93	21.79	23.03	23.57	26.22	27.01
	21.88		24.67		27.53	
Concreto con agua desalinizada por osmosis inversa	21.63		22.94		26.82	
	21.21	21.86	24.15	23.33	26.19	27.47
	22.74		22.9		29.41	
Concreto con agua desalinizada por destilación solar	19.51		20.57		25.8	
	19.83	19.17	20.38	20.57	25.35	25.78
	18.17		20.76		26.19	

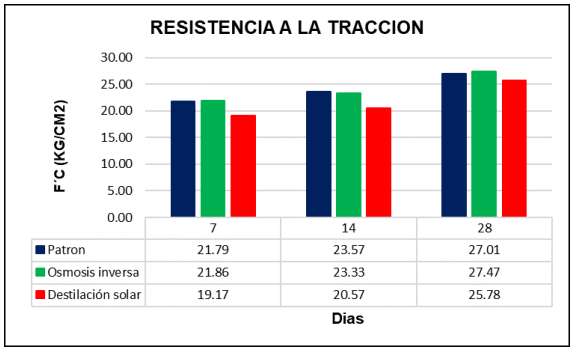


Fig. 5. Comparación de la resistencia a la tracción de 3 distintas muestras.

4.4 Estudio estadístico para grado de confiabilidad en resultados de tracción y compresión.

Según los resultados estadísticos presentados en la Tabla VIII, el menor valor de significancia observado es 0.2449. Este resultado, al ser superior al umbral de 0.05, indica que no existen anormalidades en la distribución de los resultados obtenidos en la prueba de compresión, lo que sugiere que los datos se distribuyen normalmente. Adicionalmente, los resultados de la prueba de Levene muestran que todas las significancias son mayores a 0.05, lo que respalda la Hipótesis de homogeneidad de varianzas entre los grupos analizados. Dado que ambos supuestos se cumplen, se justifica la realización de la prueba de ANOVA. Esta prueba permitirá investigar de manera más profunda si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los diferentes grupos, lo que contribuirá a una comprensión más completa de los efectos observados en la prueba de compresión.

TABLA VIII
Prueba de normalidad en resistencia a compresión

	Shapiro-Wilk		
Diseño	Estadístico	gl	sig.
Muestra con agua potable	0.999	3	0.9273
Concreto con agua desalinizada por osmosis inversa	0.852	3	0.2449
Concreto con agua desalinizada por destilación solar	0.992	3	0.8254

TABLA IX
Prueba de homogeneidad en resistencia a la compresión

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	4.647	2	6	0.0604
Se basa en la mediana	0.728	2	6	0.5212
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.728	2	2.7860	0.5568
Se basa en la media recortada	4.106	2	6	0.0752

En la Tabla X, los resultados de la prueba ANOVA indican una significancia inferior a 0.05. Esto sugiere que al menos uno de los diseños analizados presenta diferencias significativas en la resistencia a compresión a los 28 días de evaluación, lo cual merece un análisis más detallado para identificar qué grupos son significativamente distintos entre sí.

TABLA X
Prueba ANOVA de la resistencia a compresión.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	319.1488	2	159.5744	62.5436	9.59E-05
Dentro de grupos	15.3085	6	2.5514		
Total	334.4573	8			

En la Tabla XI se presenta el análisis Post-Hoc de la prueba HDS de Tukey, que revela que la muestra de concreto elaborada con agua desalinizada mediante destilación solar tiene una influencia distinta en la propiedad de compresión, siendo diferente de los otros dos diseños. Las significancias son 0.00017 al compararla con el agua potable y 0.00018 con el agua desalinizada por ósmosis inversa, ambas inferiores a 0.05, lo que indica diferencias estadísticamente significativas, respaldadas por los límites del intervalo de confianza. Finalmente, la Tabla XII refuerza estos hallazgos al mostrar cómo el diseño con agua por destilación solar se separa del resto, evidenciando su influencia que genera en la propiedad mecánica de compresión del concreto.

TABLA XI
Comparaciones múltiples prueba TUKEY en resistencia a la compresión.

DISEÑOS I	DISEÑOS J	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Intervalo de confianza al 95% Límite mayor
Agua Potable	Osmosis Inversa	0.143333	1.30420	0.99337	-3.85831	4.14498
	Destilación Solar	12.7033*	1.30420	0.00017	8.70169	16.70498
Osmosis Inversa	Agua Potable	-0.143333	1.30420	0.99337	-4.14498	3.85831
	Destilación Solar	12.5600*	1.30420	0.00018	8.55835	16.56165
Destilación Solar	Agua Potable	-12.7033*	1.30420	0.00017	-16.70498	-8.70169
	Osmosis Inversa	-12.5600*	1.30420	0.00018	-16.56165	-8.55835

TABLA XII
Medias de resistencia a compresión del concreto.

TIPOS	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2
Destilación Solar	3	200.670	
Osmosis Inversa	3		213.230
Agua Potable	3		213.373
Sig.		1	0.993

En la Tabla XI se muestran los resultados de la prueba de normalidad para las muestras del ensayo de tracción del concreto. La significancia más baja obtenida es 0.3546, la cual es mayor que 0.05. Esto indica que no existe evidencia suficiente para rechazar la Hipótesis nula de normalidad, sugiriendo que los datos se distribuyen normalmente. Los resultados de la prueba de LEVENE en la Tabla XIV corroboran que existe homogeneidad en los resultados de rotura, lo cual es un requisito fundamental para la validez de pruebas estadística del ANOVA, tanto la normalidad como la homogeneidad de varianzas permiten proceder con este análisis estadístico.

TABLA XIII
Prueba de normalidad de resistencia a la tracción del concreto

	Shapiro-Wilk		
Diseño	Estadístico	gl	sig.
Muestra con agua potable	0.892	3	0.3601
Concreto con agua desalinizada por osmosis inversa	0.890	3	0.3546
Concreto con agua desalinizada por destilación solar	0.998	3	0.9213

TABLA XIV
Prueba de homogeneidad de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de evaluación.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	4.647	2	6	0.0604
Se basa en la mediana	0.728	2	6	0.5212
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.728	2	2.7860	0.5568
Se basa en la media recortada	4.106	2	6	0.0752

En la Tabla XIII se presentan los resultados de la prueba ANOVA, donde se observa una significancia de 0.226. Dado que este valor es mayor a 0.05, se concluye que no hay diferencias significativas entre los diseños en cuanto a su resistencia a tracción. Esto contrasta con los hallazgos de la prueba de compresión en la Tabla X, donde se encontraron diferencias significativas entre los diseños. Esta discrepancia muestra que, aunque ciertos diseños pueden exhibir variaciones en su comportamiento bajo compresión, no se manifiestan diferencias similares en las pruebas de tracción, lo que podría implicar que la resistencia a tracción es más homogénea entre los diseños evaluados.

TABLA XV
Prueba ANOVA de la resistencia a la tracción.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4.5899	2	2.2949	1.9285	0.226
Dentro de grupos	7.1399	6	1.1900		
Total	11.7298	8			

En la Tabla XIV, el análisis Post-Hoc de la prueba HDS de Tukey revela que no hay diferencias significativas entre los tres diseños de concreto elaborados con agua potable, agua desalinizada por ósmosis inversa y agua desalinizada por destilación solar, ya que la significancia que todos presentan es mayor a 0.05. Esto se refiere a la resistencia a tracción.

Asimismo, la Tabla XV, que presenta los promedios Post-Hoc de la prueba HDS de Tukey, confirma esta ausencia de diferencias. Los resultados indican que no hay variaciones significativas en la resistencia a tracción entre los diseños evaluados, lo que sugiere que el tipo de agua utilizada no afecta de manera notable la propiedad mecánica del concreto en este aspecto.

TABLA XVI
Comparaciones múltiples prueba TUKEY en resistencia a tracción.

DISEÑOS		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
I	J				Límite inferior	Límite mayor
Agua Potable	Osmosis Inversa	-0.4667	0.8907	0.8628	-3.1995	2.2662
	Destilación Solar	1.2267	0.8907	0.4090	-1.5062	3.9595
Osmosis Inversa	Agua Potable	0.4667	0.8907	0.8628	-2.2662	3.1995
	Destilación Solar	1.6933	0.8907	0.2185	-1.0395	4.4262
Destilación Solar	Agua Potable	-1.2267	0.8907	0.4090	-3.9595	1.5062
	Osmosis Inversa	-1.6933	0.8907	0.2185	-4.4262	1.0395

TABLA XVII
Medias de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de evaluación.

TIPOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Destilación Solar	3	25.780
Osmosis Inversa	3	27.0067
Agua Potable	3	27.4733
Sig.		0.2185

4.5 Estudio de viabilidad económica en la producción del concreto.

A continuación, se presenta un análisis del desglose de los gastos necesarios para la elaboración de 1 m³ de agua, que es la variable clave a considerar para optimizar la producción en grandes cantidades sin incrementar el presupuesto económico, garantizando así la viabilidad del proceso. La Tabla XVIII muestra los costos actuales generados en las principales plantas de tratamiento de la ciudad de Lima.

TABLA XVIII
Costo tratamiento de agua por m³.

Planta	Costo (s// m³)
La Atarjea	0.32
Huachipa	0.36
Chillón	1.01
Pozos	0.71

La tabla XIX a continuación presenta un análisis detallado de los gastos necesarios para la elaboración de 1 metro cúbico de agua potable usando el método de osmosis inversa. Este análisis se hizo por parte de SEDAPAL para el tratamiento de aguas salobres.

TABLA XIX
Costo de tratamiento agua de mar por osmosis inversa.

	ESCALA = 400 l/S		
COSTOS VARIABLES			
Consumo De Energía Eléctrica	0.590	/m3	41.00%
Reactivos	0.109	/m3	7.50%
Reposición De Cartuchos	0.022	/m3	1.50%
Reposición De Membranas	0.028	/m3	1.90%
Reposición De Arena	0.004	/m3	0.30%
Limpieza De Membranas	0.027	/m3	1.90%
Limpieza De Membranas	0.025	/m3	1.70%
Tratamiento De Fangos	0.805	/m3	55.90%
COSTOS FIJOS			
Gastos de personal	0.178	/m3	12.40%
Gastos de conservación y mtto	0.075	/m3	5.20%
Otros costos fijos	0.094	/m3	6.60%
TOTAL, COSTOS FIJOS	**0.347**	**/m3**	**21.50%**
GASTOS GENERALES + UTILIDAD	**0.288**	**/m3**	**20.00%**
COSTO DE O Y M	**1.440**	**/m3**	

El análisis de gasto realizado en una planta de tratamiento por destilación solar es muy variable debido a que depende fundamentalmente de las condiciones climáticas debido a eso el costo de operación y mantenimiento es muy bajo por lo cual solo se considerara el costo de mantenimiento que es de 0.075 soles.

La Tabla XX presenta un análisis detallado de los gastos necesarios para la elaboración de 1 metro cúbico de concreto utilizando agua obtenida por diferentes métodos. Los resultados muestran que los precios son muy similares entre los métodos, siendo de la diferencia entre el más costoso y el más barato de s/ 0.28 y esta pequeña diferencia decimal no representan un impacto significativo en los costos de producción.

Sin embargo, es importante considerar la disponibilidad de la materia prima. En el caso de la ciudad de Lima, el agua salobre es más abundante que el agua dulce, que proviene principalmente de los afluentes de los ríos Rímac y Chillón. Esta disponibilidad puede influir en la elección del método de tratamiento de agua, haciendo que la utilización de agua salobre sea una opción más viable para la producción de concreto a gran escala. Así, se puede optimizar no solo el costo, sino también la sostenibilidad y la eficiencia en la producción de concreto.

TABLA XX
Costo de m³ de concreto por uso de diferentes tipos de agua.

Descripción	Cantidad	Concreto con agua potable		Concreto con agua por osmosis inversa		Concreto con agua por destilación solar	
		Precio	Parcial	Precio	Parcial	Precio	Parcial
Cemento (bls)	8.64	29.00	250.56	29.00	250.56	29.00	250.56
Agregado Fino (m3)	0.34	80.00	27.20	80.00	27.20	80.00	27.20
Agregado Grueso (m3)	0.31	80.00	24.80	80.00	24.80	80.00	24.80
Agua Potable (m3)	0.205	0.32	0.07	-	-	-	-
Agua OI (m3)	0.205	-	-	1.44	0.30	-	-
Agua DS (m3)	0.205	-	-	-	-	0.08	0.02
TOTAL (s/m3)			**302.63**		**302.86**		**302.58**

La Tabla XXI y la Figura 6 demuestran que la producción de concreto utilizando agua de mar tratada por ósmosis inversa y destilación solar es económicamente viable. La diferencia en el costo de producción de 1,000 m³ de concreto es mínima, siendo más caro el concreto elaborado con agua tratada por ósmosis inversa, mientras que el más barato es el producido con agua tratada por destilación solar, con una diferencia de solo S/ 279.82.

Esta diferencia de costo relativamente pequeña sugiere que ambas opciones son competitivas y factibles para la producción a gran escala, lo que permite seleccionar el método de tratamiento de agua que mejor se adapte a las necesidades específicas del proyecto, sin que el costo sea un impedimento significativo.

TABLA XXI
Costo de m³ de concreto en grandes proporciones.

Descripción	Costo en soles por m3 de concreto			
	1	10	100	1000
Concreto con agua potable	302.63	3026.26	30262.56	302625.60
Concreto con agua por osmosis inversa	302.86	3028.55	30285.52	302855.20
Concreto con agua por destilación solar	302.58	3025.75	30257.54	302575.38

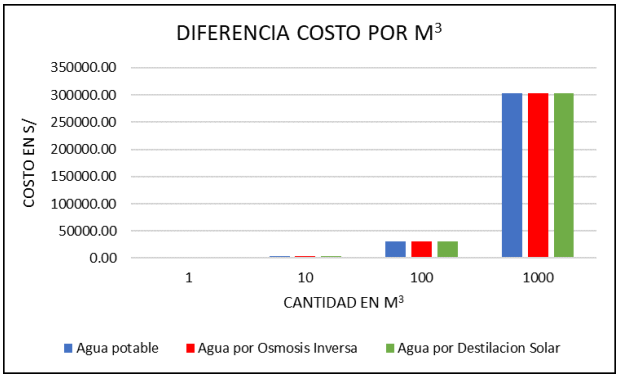


Fig. 6. Comparación de costos en producción de concreto en distintas cantidades.

CONCLUSIONES

La influencia del agua de mar tratada por ósmosis inversa en las muestras de concreto es positiva en términos de su propiedad mecánica de compresión. A pesar de tener una mayor concentración de cloruros, estos no impactan negativamente en la resistencia del concreto. Esto se atribuye, en parte, a la mayor cantidad de calcio que aporta el agua tratada, lo que favorece la hidratación del concreto.

El agua de mar tratada por ósmosis inversa también influye en la mejora de la propiedad mecánica de tracción del concreto, superando la resistencia de las muestras patrón. Este hallazgo sugiere que el tratamiento no solo es eficaz para reducir las sales perjudiciales, sino que también proporciona características que refuerzan la capacidad de resistencia a la tracción del concreto.

La influencia del agua de mar tratada por destilación solar en la propiedad mecánica de compresión del concreto es desfavorable, ya que no alcanza la resistencia establecida. Este resultado se puede atribuir a un contenido insuficiente de calcio, lo que compromete la microestructura del concreto y da como resultado un material menos resistente.

El uso de agua desalinizada por destilación solar no influye negativamente en la resistencia a tracción del concreto a diferencia del ensayo a compresión. De hecho, esta propiedad se mantuvo cercana a los valores de las muestras patrón. Aunque no se observaron mejoras significativas en la resistencia a tracción, el uso de agua tratada no compromete esta propiedad mecánica de manera perjudicial. En resumen, mientras que la destilación solar presenta limitaciones en la compresión, su impacto en la tracción es aceptable y no adverso.

La elaboración de concreto con los 2 distintos tipos de agua es económicamente viable en grandes cantidades, lo que indica que el costo no debería ser un impedimento para su producción.

REFERENCIAS

[1] PERÚ CONSTRUYE (2019, Nov 15). Concreto en obra: Material fundamental para la construcción [online]. Disponible: https://peruconstruye.net/2019/11/15/concreto-en-obra-material-fundamental-para-la-construccion/

[2] UNESCO (2023, Mar 22). Informe Mundial de Desarrollo del Agua de la ONU [online]. Disponible: https://www.unesco.org/es/articles/informe-mundial-del-agua-senala-riesgo-inminente-de-una-crisis-hidrica

[3] Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (2023, Ene 19). Informe Mundial de Desarrollo del Agua [online]. Disponible: https://www.gob.pe/institucion/ceplan/noticias/690049-peru-alto-riesgo-de-vulnerabilidad-debido-a-crisis-del-agua

[4] L. M. Chumpitaz Diaz y R. Morales Hilario, "Estudio y evaluación del agua tratada proveniente de las plantas de tratamiento de Surco y San Borja para la elaboración de concreto en Lima metropolitana. Concreto hidráulico", repositorio académico UPC, Ene, 2019. [online]. Disponible: http://hdl.handle.net/10757/625052

[5] Y. Tiza Baquerizo, "INCORPORACIÓN DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETO PREMEZCLADOS", repositorio académico UPLA, 2020.

[6] P. Du, Y. Sarah Abduljabbar, C. Keyou, N. Ditao, Y. Christopher Kin y L. Zongjin, "Study of the influence of seawater and sea sand on the mechanical and microstructural properties of concrete", SCOPUS, vol.42, oct. 2021.

[7] Y. Adel, E. Usama, S. Prannoy, y N. Antonio, "Fresh and hardened properties of seawater-mixed concrete", SCOPUS, vol.190, pp. 276-286, nov. 2017.

[8] X. Jianzhuang, Q. Chengbing, N. Antonio y Z. Kaijian, "Use of sea-sand and seawater in concrete construction", SCOPUS, vol.155, pp. 1101-1111, nov. 2018.

[9] C. Yongxiang, J. Jiafei, F. Tengfei, y L. Sifeng, "Feasibility of using Waste Brine/Seawater and Sea Sand for the Production of Concrete: An Experimental Investigation from Mechanical Properties and Durability Perspectives", MDPI, vol. 14, no. 20, oct. 2022.

[10] E. Usama, L. Denvid, L. Federica, N. Antonio, S. Prannoy y Y. Tao, "A review of recent advances in the science and technology of seawater-mixed concrete", SCOPUS, vol.152, feb. 2022.

[11] Asociación Española de Desalación y Reutilización (2019, Abr 2). Las sales del mar: ¿son todos los mares igual de salados? [online]. Disponible: https://aedyr.com/sales-mar-son-todos-mares-igual-salados/

[12] V. Gokulanathan, K. Arun, y P. Priyadharshini, "Fresh and hardened properties of five non-potable water mixed and cured concrete: A comprehensive review.", SCOPUS, vol. 309, nov. 2021.

[13] National Geographic (2024, Oct 14). ¿Qué es la desalinización del agua? [online]. Disponible: https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/10/que-es-la-desalinizacion-del-agua

[14] AQUAE Fundación (2021, Ene 7). Métodos de desalinización [online]. Disponible: https://aedyr.com/sales-mar-son-todos-mares-igual-salados/

[15] D. Curto, V. Franzitta, y A. Guercio, "A Review of the Water Desalination Technologies", MDPI, vol. 11, no. 2, Ene. 2021.

[16] O. G. Claudio Gomes, "DESALINIZACIÓN DE AGUA PARA APLICACIONES DE POTABILIZACIÓN MEDIANTE EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍA SOLAR SUSTENTABLE", repositorio institucional MX, 2018. Disponible: https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/873/1/17450.pdf

[17] Instituto Nacional de Calidad (2021, Nov 15). Normas Técnicas Peruanas [online]. Disponible: https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas

[18] G. D. Cordero, J. A. Cárdenas y J. P. Rojas, *Suarez, Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI*, Colombia: UFPS, 2018 [online]. Disponible: https://libros.ufps.edu.co/index.php/editorial-ufps/catalog/book/25

[19] J. Lechuga A, M. Rodríguez y J. Lloveras M. "Análisis De Los Procesos Para Desalinización De Agua De Mar Aplicando La Inteligencia Competitiva Y Tecnológica", repositorio institucional UADY, 2007. Disponible: https://www.redalyc.org/pdf/467/46711301.pdf

[20] F. G. Lauren, F. L. Desmond, D. F. Benny, M. Benoit y M. Philippe "Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges.", SCOPUS, vol. 43, pp, 2317-2348, may. 2009.

[21] E. F. Requena Soto, "Efectos del cloruro de calcio sobre las propiedades del concreto", repositorio institucional UNI, 1996. Disponible: http://hdl.handle.net/20.500.14076/19368

[22] G. S. Carrera Condor y C. A. Lopez Zarzosa, "Influencia del óxido de calcio en la resistencia mecánica de un concreto para estructuras aporticadas, Sullana-Piura, 2023", repositorio institucional UNI, 1996. Disponible: http://hdl.handle.net/20.500.14076/19368

[23] J. V. Kevin Ernit y L. O. Hernán, "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE SULFATOS Y CLORUROS EN EL DETERIORO DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO EN ZONAS COSTERAS DEL ATLÁNTICO COLOMBIANO", repositorio institucional U. Católica, 2018. Disponible: https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a25ea417-95ae-4da6-82ef-32ecc78a374a/content

[24] P. Y. Chegne Cortez y N. A. Querzola Huaccha, "RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y TRACCIÓN EN PROBETAS COMPACTADAS CON LOS MÉTODOS POR APISONADO Y POR VIBRACIÓN PARA CONCRETOS DE F'C=210 KG/CM², CAJAMARCA 2022", repositorio institucional UPN, 2022. Disponible: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33748/5.%20TESIS%20FINAL%20CHEGNE_QUERZOLA_FINAL_PDF_TOTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo N.º 01 Evidencia de sumisión del articulo

Anexo N.º 02 Copia de resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato articulo aprobado por el consejo de facultad.

Anexo N.º 03 Recolección de datos.

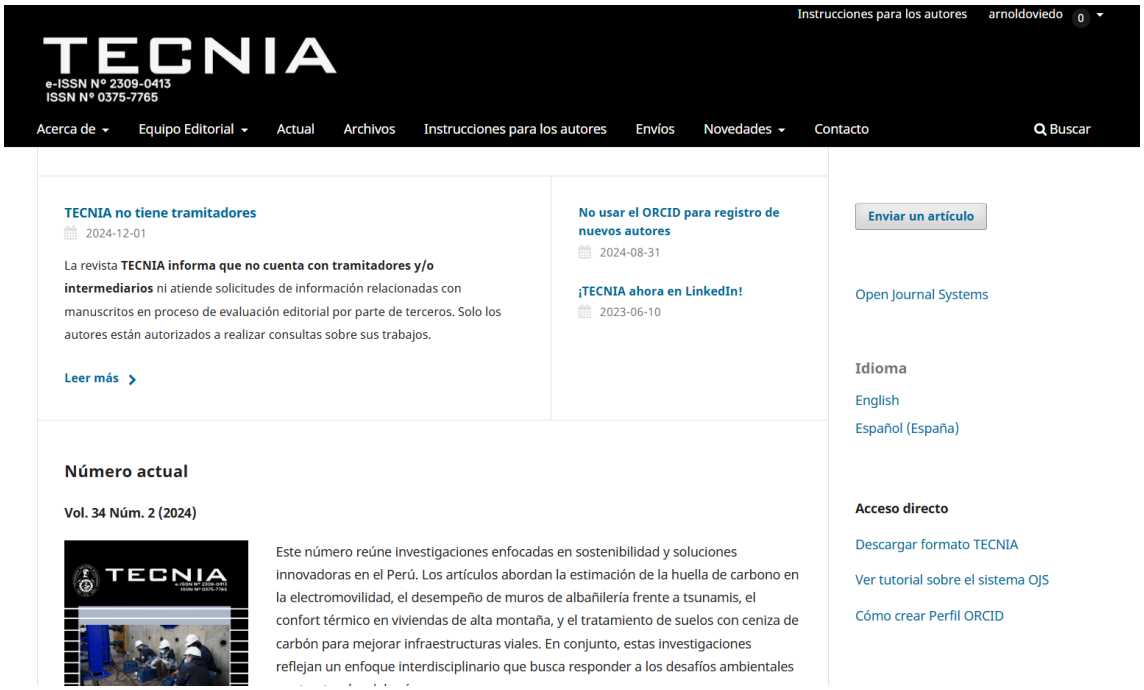
Anexo N.º 04 Panel fotográfico.

ANEXO Nº01

EVIDENCIA DE SUMISIÓN AL ARTICULO

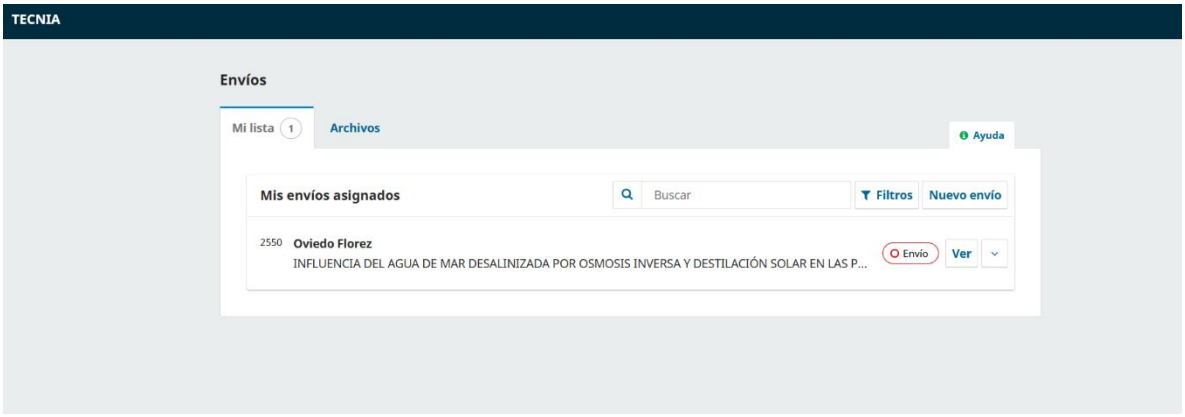
1. NOMBRE Y LINK DE LA UBICACIÓN DE LA REVISTA.

TECNIA

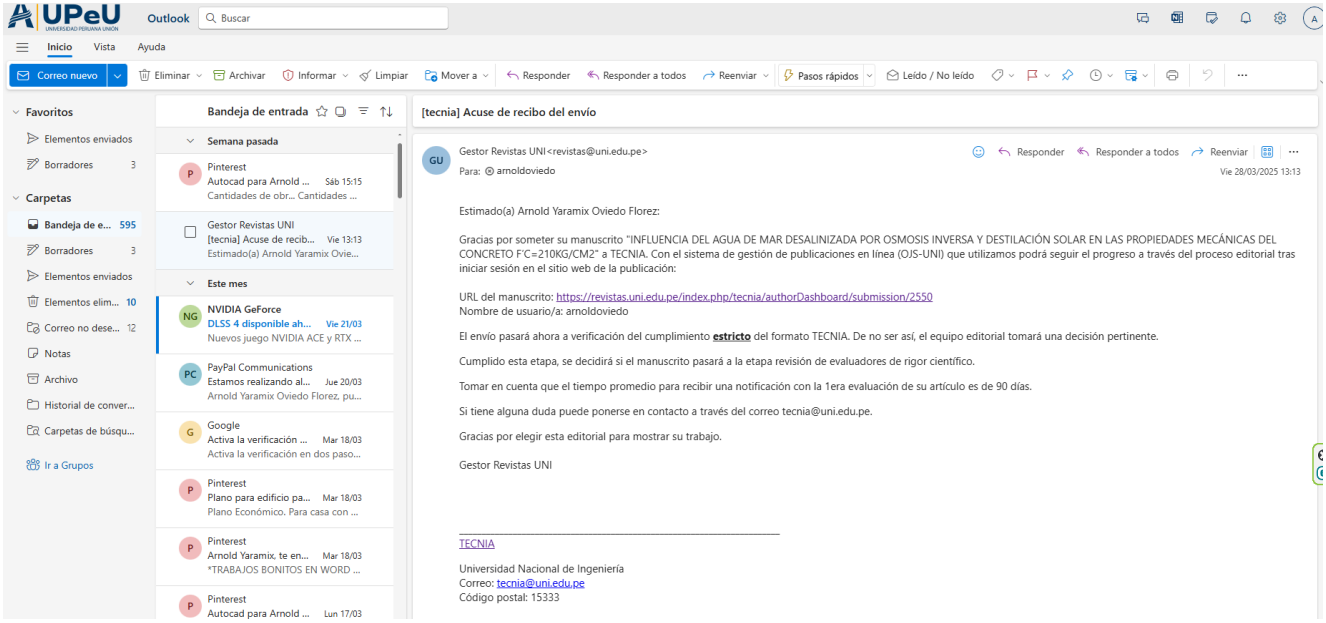


https://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/index

2. SUMISION DEL ARTICULO A LA REVISTA



3. RECEPCION DEL ARTICULO EN LA REVISTA



Gestor Revistas UNI<revistas@uni.edu.pe>
Para: arnoldoviedo
Responder
Responder a todos
Reenviar
Vie 28/03/2025 13:13
Estimado(a) Arnold Yaramix Oviedo Florez:
Gracias por someter su manuscrito "INFLUENCIA DEL AGUA DE MAR DESALINIZADA POR OSMOSIS INVERSA Y DESTILACIÓN SOLAR EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2" a TECNIA. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea (OJS-UNI) que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:
URL del manuscrito: https://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/authorDashboard/submission/2550
Nombre de usuario/a: arnoldoviedo
El envío pasará ahora a verificación del cumplimiento **estricto** del formato TECNIA. De no ser así, el equipo editorial tomará una decisión pertinente.
Cumplido esta etapa, se decidirá si el manuscrito pasará a la etapa revisión de evaluadores de rigor científico.
Tomar en cuenta que el tiempo promedio para recibir una notificación con la 1era evaluación de su artículo es de 90 días.
Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto a través del correo tecnia@uni.edu.pe.
Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.
Gestor Revistas UNI
TECNIA
Universidad Nacional de Ingeniería
Correo: tecnia@uni.edu.pe
Código postal: 15333

ANEXO Nº02

COPIA DE RESOLUCIÓN DE INSCRIPCIÓN DEL PERFIL DE PROYECTO DE TESIS EN FORMATO ARTICULO APROBADO POR EL CONSEJO DE FACULTAD

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN N° 0602-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 30 de julio de 2024

VISTO:

El expediente de **Oviedo Florez, Arnold Yaramix**, identificado(a) con Código Universitario Nº 201522018, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria Nº 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Oviedo Florez, Arnold Yaramix**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 30 de julio de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado **"Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"** y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar como asesor a **Ing. David Diaz Garamendi** para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Armin Quintana Sánchez y Mg. Reymundo Jaulis Palomino** otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA

Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo

ANEXO Nº03

RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

FECHA DE RECEPCIÓN: 16/09/2024

LABORATORIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Teléfono: 943 871 846 liam@upeu.edu.pe

FECHA DE ENTREGA: 20/09/2024

SOLICITANTE: Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez
arnoldoviedo@upeu.edu.pe
Telef: +51 962 749 841

RESULTADOS:

Muestra N° 1: AGUA DE MAR SALINIZADA

N°	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
1	PH	7.3	pH
2	Conductividad Eléctrica	53	mS/cm
3	Hierro (Fe)	0.26	mg/L
4	Carbonato (CaCO3)	10.26	g/L
5	Sulfato (SO_4^{2}-)	4.26	g/L
6	Calcio (Ca)	2.43	g/L
7	Magnesio (Mg)	240	mg/L
8	Nitrato ($NO_3^- N$)	2.5	mg/L
9	Potasio (K)	0.0	mg/L
10	Sodio (Na)	26,5	g/L
11	Cloruros (Cl)	37,1	g/L

Muestra N° 2: AGUA DESALINIZADA POR OSMOSIS INVERSA

N°	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
1	PH	7.2	pH
2	Conductividad Eléctrica	51.8	mS/cm
3	Hierro (Fe)	0.01	mg/L
4	Carbonato (CaCO3)	19.14	g/L
5	Sulfato (SO_4^{2}-)	1.41	g/L
6	Calcio (Ca)	5.67	g/L
7	Magnesio (Mg)	150	mg/L
8	Nitrato ($NO_3^- N$)	23.1	mg/L
9	Potasio (K)	0.0	mg/L
10	Sodio (Na)	0.7771	g/L
11	Cloruros (Cl)	1.2958	g/L

Muestra N° 3: AGUA DESALINIZADA POR DESTILACION SOLAR

N°	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
1	PH	7.3	pH
2	Conductividad Eléctrica	69.2	mS/cm
3	Hierro (Fe)	0.0	mg/L
4	Carbonato (CaCO3)	16.23	g/L
5	Sulfato (SO_4^{2-})	1.52	g/L
6	Calcio (Ca)	4.52	g/L
7	Magnesio (Mg)	360	mg/L
8	Nitrato ($NO_3^- N$)	2.4	mg/L
9	Potasio (K)	0.0	mg/L
10	Sodio (Na)	0.0519	g/L
11	Cloruros (Cl)	0.0865	g/L

Muestra N° 4: AGUA POTABLE

N°	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
1	PH	7.5	pH
2	Conductividad Eléctrica	910	µS/cm
3	Hierro (Fe)	0.0	mg/L
4	Carbonato (CaCO3)	6.85	g/L
5	Sulfato (SO_4^{2-})	1.53	g/L
6	Calcio (Ca)	5.49	g/L
7	Magnesio (Mg)	180	mg/L
8	Nitrato ($NO_3^- N$)	10.4	mg/L
9	Potasio (K)	0.0	mg/L
10	Sodio (Na)	0,0273	g/L
11	Cloruros (Cl)	0,0455	g/L

Descripción del proceso

Determinación del pH y conductividad eléctrica (µS/cm) o (mS/cm), se realizó mediante el equipo multiparámetro HANNA. Asimismo, se utilizó el fotómetro HANNA para la determinación de Hierro (Fe), Carbonato (CaCO3), Sulfato (SO_4^{2-}), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Nitrato($NO_3^- N$) , Potasio (K) (mg/l), Sodio (Na) y Cloruros (Cl) (g/L).

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Ing. Jenny Sara Gavilan Santos
Jefe de Laboratorio de Saneamiento Ambiental y Tratamiento de Aguas

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

SERVILAB - EP ING CIVIL

INFORME DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS

CODIGO DE SERVICIO
0009-2024-SLIC.02
FORMATO/VERSIÓN
N-LCEM-01 / Ver.00
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	**FECHA DE RECEPCIÓN :**	2024-08-21
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	**FECHA DE INFORME :**	2024-09-04

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	**Profundidad (m)**	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamaño máximo Nominal	3/4 in.

Masa de tara	(g)	221
Masa tara + muestra húmeda	(g)	4468
Masa tara + muestra seca	(g)	4448
Masa de agua	(g)	20
Masa de suelo seco	(g)	4227
Contenido de humedad	**(%)**	**0.5**

Fecha de ensayo: 2024-08-21

Observaciones: *Ensayo realizado con fines de investigación.*

Norma **NTP 400.022** Determinación del contenido de humedad en agregados

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:	Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales	**FIRMA:**	Fiorella M. Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG. CIP N° 191793
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	**Nombre :**	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	**Cargo :**	Jefe de Laboratorio

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

INFORME DE ENSAYO

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

CODIGO DE SERVICIO
0009-2024-SLIC.02
FORMATO/VERSIÓN
N-LCEM-02 / Ver.00
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	FECHA DE INFORME :	2024-09-04

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Designación Tamiz		% retenido en cada Tamiz	% retenido acumulado por tamiz	% que pasa acumulado por tamiz
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75.00	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	100
1 ½ in.	37.50	0	0	100
1 in.	25.00	0	0	100
3/4 in.	19.00	17	17	83
1/2 in.	12.50	52	69	31
3/8 in.	9.50	14	83	17
No. 4	4.75	7	90	10
No. 8	2.36	5	95	5
No. 16	1.18	4	99	1
No. 30	0.600	0	99	1
No. 50	0.300	0	99	1
No. 100	0.150	0	99	1
No. 200	0.075	0.0	99.3	0.7

Distribución Granulométrica

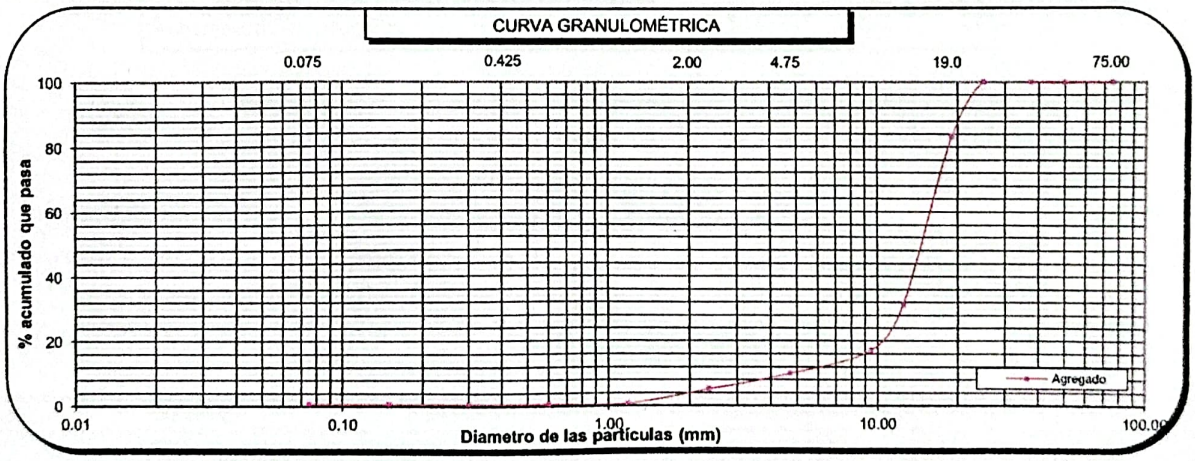
% Grava	GG%		16.8	
	GF%		73.3	90.1
% Arena	AG%		4.9	
	AM%		4.4	
	AF%		0.0	9.2
% Finos			—	0.7

Preparación de muestra

Secada al aire		
Secada al horno		X

Módulo de Fineza :		6.82

Fecha de Ejecución : 2024-08-22



Observaciones : *Ensayo con fines de investigación.*

Norma **NTP 400.012** Métodos de ensayo para análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

Fiorella M. Zapata Antesana
INGENIERA CIVIL
REG. CIP N° 151793

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

UPeU UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN SERVILAB - EP ING CIVIL	**INFORME DE ENSAYO** **Gravedad específica y absorción en agregados gruesos**	CODIGO DE SERVICIO 0009-2024-SLIC.02 FORMATO/VERSIÓN N-LCEM-05 / Ver.00 PÁGINA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	**FECHA DE RECEPCIÓN :**	**2024-08-21**
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	**FECHA DE INFORME :**	**2024-09-04**

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	**PROFUNDIDAD**	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

AGREGADO GRUESO		
Masa de la muestra - superficie saturada (B)	g	4879.0
Masa de la muestra superficie saturada en el agua (C)	g	3098.0
Masa del material seco (A)	g	4841.0
Masa del material seco constante (A)	g	4841.0
Densidad Relativa (gravedad especifica)(OD)		**2.72**
Densidad Relativa (gravedad especifica)(SSD)		**2.74**
Densidad Relativa Aparente (gravedad especifica)		**2.78**
Porcentaje de absorción	(%)	**0.8**

Tamaño Máximo Nominal: 3/4 in.
Fecha de ensayo: 2024-08-23

Observaciones : *Ensayo realizado con fines de investigación..*

Norma **NTP 400.021** Agregados. Determinación de la gravedad específica y absorción de agua en agregados gruesos

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		**FIRMA:**	Fiorella M. Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG. CIP N° 191793
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	**Nombre :**	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	**Cargo :**	Jefe de Laboratorio

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

UPeU SERVILAB - EP ING CIVIL	INFORME DE ENSAYO PESO UNITARIO DE AGREGADOS	CODIGO DE SERVICIO 0009-2024-SLIC.02 FORMATO/VERSIÓN N-LCEM-03 / Ver.00 PÁGINA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	FECHA DE INFORME :	2024-09-04

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN 1	2	3	Promedio
Masa del recipiente + muestra	(g)	18192.0	18142	18177.0	-
Masa del recipiente	(g)	4824.0	4824	4824.0	
Masa de la muestra	(g)	13368.0	13318	13353.0	
Volúmen del recipiente	(cm^3)	9460.0	9460	9460.0	
Peso unitario suelto	(g/cm^3)	**1.41**	**1.41**	**1.41**	**1.41**

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN 1	2	3	Promedio
Masa del recipiente + muestra	(g)	19680.0	19553	19691.0	-
Masa del recipiente	(g)	4824.0	4824	4824.0	
Masa de la muestra	(g)	14856.0	14729	14867.0	
Volúmen del recipiente	(cm^3)	9460.0	9460	9460.0	
Peso unitario compactado	(g/cm^3)	**1.57**	**1.56**	**1.57**	**1.57**

Observaciones : *Ensayo con fines de investigación.*

Norma	NTP 400.017	Agregados. Determinación del peso unitario y porcentaje de vacíos

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:	Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales	FIRMA:	Fiorella M. Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG. CIP N° 197227
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

UPeU UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN SERVILAB - EP ING CIVIL	**INFORME DE ENSAYO** **CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS**	CODIGO DE SERVICIO 0009-2024-SLIC.01 FORMATO/VERSIÓN N-LCEM-01 / Ver.00 PÁGINA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	**FECHA DE RECEPCIÓN :**	2024-08-21
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	**FECHA DE INFORME :**	2024-09-04

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	**Profundidad (m)**	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamaño máximo Nominal		3/8 in.

Masa de tara	(g)	199.8
Masa tara + muestra húmeda	(g)	1831.8
Masa tara + muestra seca	(g)	1788.7
Masa de agua	(g)	43.1
Masa de suelo seco	(g)	1588.9
Contenido de humedad	**(%)**	**2.7**

Fecha de ensayo: 2024-08-21

Observaciones: *Ensayo realizado con fines de investigación.*

Norma **NTP 400.022** Determinación del contenido de humedad en agregados

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		**FIRMA:**	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	**Nombre :**	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	**Cargo :**	Jefe de Laboratorio

Fiorella M. Zapata Antesana
INGENIERA CIVIL
REG. CIP N° 191793

UPeU SERVILAB - EP ING CIVIL	INFORME DE ENSAYO Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos	CODIGO DE SERVICIO 0009-2024-SLIC.01 FORMATO/VERSIÓN N-LCEM-02 / Ver.00 PÁGINA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	FECHA DE INFORME :	2024-09-04

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Designación Tamiz		% retenido en cada Tamiz	% retenido acumulado por tamiz	% que pasa acumulado por tamiz
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75.00	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	100
1 ½ in.	37.50	0	0	100
1 in.	25.00	0	0	100
3/4 in.	19.00	0	0	100
1/2 in.	12.50	0	0	100
3/8 in.	9.50	1	1	99
No. 4	4.75	14	14	86
No. 8	2.36	25	39	61
No. 16	1.18	18	58	42
No. 30	0.600	14	72	28
No. 50	0.300	11	83	17
No. 100	0.150	7	90	10
No. 200	0.075	3.2	92.8	7.2

Distribución Granulométrica

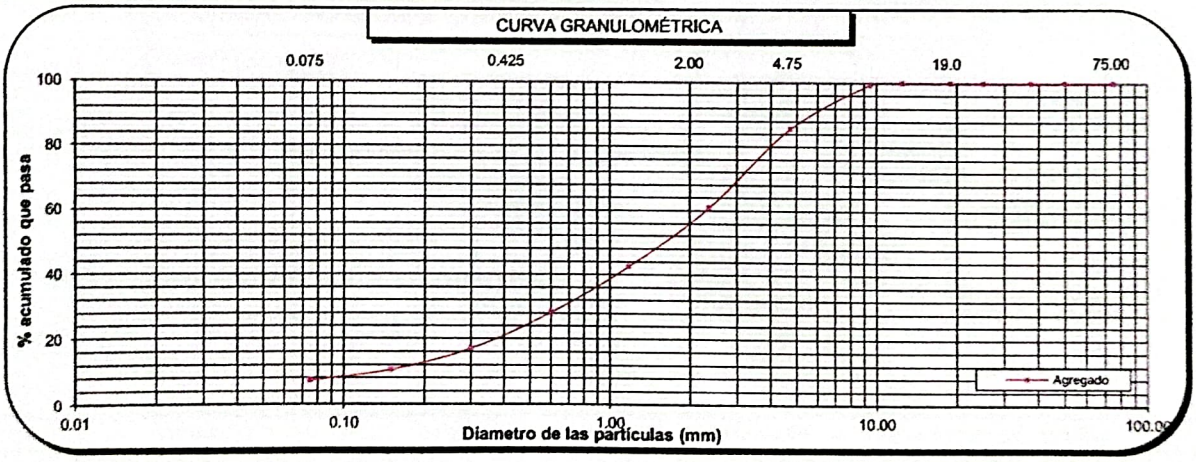
% Grava	GG%		0.0	
	GF%		14.4	14.4
% Arena	AG%		24.8	
	AM%		32.6	
	AF%		20.9	78.3
% Finos			---	7.2

Preparación de muestra

Secada al aire		
Secada al horno		X

Módulo de Fineza :		3.56

Fecha de Ejecución : 2024-08-22



Observaciones : *Ensayo con fines de investigación.*

Norma **NTP 400.012** Métodos de ensayo para análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Fiorella M. Zapata Antesana
INGENIERA CIVIL
REG. CIP N° 191793

UPeU UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN SERVILAB - EP ING CIVIL	**INFORME DE ENSAYO** **Gravedad específica y absorción en agregados finos**	CODIGO DE SERVICIO 0009-2024-SLIC.01 FORMATO/VERSIÓN N-LCEM-04 / Ver.00 PÁGINA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	**FECHA DE RECEPCIÓN :**	**2024-08-21**
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	**FECHA DE INFORME :**	**2024-09-04**

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	**PROFUNDIDAD**	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

AGREGADO FINO		
Masa de la muestra - superficie saturada (S)	g	500.2
Masa de fiola lleno con agua (B)	g	638.1
Masa de fiola + muestra lleno con agua (C)	g	950.4
Masa del material seco (A)	g	489.8
Masa del material seco constante (A)	g	489.8
Densidad Relativa (gravedad especifica)(OD)		**2.61**
Densidad Relativa (gravedad especifica)(SSD)		**2.66**
Densidad Relativa Aparente (gravedad especifica)		**2.76**
Porcentaje de absorción	(%)	**2.1**

Fecha de ensayo: 2024-08-22

Procedimiento utilizado Gravimétrico

Observaciones : *Ensayo realizado con fines de investigación.*

Norma	**NTP 400.022**	Agregados. Determinación de la gravedad específica y absorción de agua en agregados finos

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		**AUTORIZADO POR**	
FIRMA:	Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales	**FIRMA:**	INGENIERA CIVIL
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	**Nombre :**	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	**Cargo :**	Jefe de Laboratorio

UPeU UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN SERVILAB - EP ING CIVIL	**INFORME DE ENSAYO** **PESO UNITARIO DE AGREGADOS**	CODIGO DE SERVICIO 0009-2024-SLIC.01 FORMATO/VERSIÓN N-LCEM-03 / Ver.00 PÁGINA 1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
UBICACIÓN	-	**FECHA DE RECEPCIÓN :**	2024-08-21
CLIENTE	Tesista Arnold Oviedo	**FECHA DE INFORME :**	2024-09-04

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	**PROFUNDIDAD**	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN 1	IDENTIFICACIÓN 2	IDENTIFICACIÓN 3	Promedio
Masa del recipiente + muestra	(g)	**19128.0**	**19169**	**19028.0**	-
Masa del recipiente	(g)	**4824.0**	**4824**	**4824.0**	
Masa de la muestra	(g)	14304.0	**14345**	14204.0	
Volúmen del recipiente	(cm^3)	**9460.0**	**9460**	**9460.0**	
Peso unitario suelto	(g/cm^3)	**1.51**	**1.52**	**1.50**	**1.51**

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA		IDENTIFICACIÓN 1	IDENTIFICACIÓN 2	IDENTIFICACIÓN 3	Promedio
Masa del recipiente + muestra	(g)	**20530.0**	**20578**	**20516.0**	-
Masa del recipiente	(g)	**4824.0**	**4824**	**4824.0**	
Masa de la muestra	(g)	15706.0	**15754**	15692.0	
Volúmen del recipiente	(cm^3)	**9460.0**	**9460**	**9460.0**	
Peso unitario compactado	(g/cm^3)	**1.66**	**1.67**	**1.66**	**1.66**

Observaciones : *Ensayo con fines de investigación.*

Norma	**NTP 400.017**	Agregados. Determinación del peso unitario y porcentaje de vacíos

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		**FIRMA:**	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	**Nombre :**	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	**Cargo :**	Jefe de Laboratorio

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Fiorella M. Zapata Antesana
INGENIERA CIVIL
REG. CIP N. 191793

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO DE RESISTENCIA F'C = 210KG/CM3 - ACI 211

DATOS

Datos del cemento		
Tipo=	I	
Peso=	42.50 kg	**(Peso de la bolsa de cemento).**
Pe=	3.15 gr/cm3	**(Peso especifico del cemento).**
Slump	3"	
Pe agua=	1000 kg/m3	**(Peso especifico del agua).**

Datos del Agregado					
Ag. Fino			**Ag.Grueso**		
1660	kg/m3	**Peso unitario compactado**	1570	kg/m3	**Peso unitario compactado**
1510	kg/m3	**Peso unitario suelto**	1410	kg/m3	**Peso unitario suelto**
2.61	g/cm3	**peso especifico**	2.72	g/cm3	**peso especifico**
3.56	-	**modulo de fineza**	--		**modulo de fineza**
-	-	**tamaño maximo nominal (TMN)**	3/4		**tamaño maximo nominal (TMN)**
2.1	%	**Porcentaje de absorcion**	0.8	%	**Porcentaje de absorcion**
2.7	%	**Contenido de humendad**	0.5	%	**Contenido de humendad**

1) CALCULO F'cr REQUERIDA

No tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210-350	F'c + 84
>350	F'c + 98

F'c= 210 kg/cm2 **(resistencia a la compresion del concreto)**
F'cr= 294 kg/cm2 **(resistencia a la compresion media requerida)**

2) CONTENIDO DE AIRE

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

Porcentaje= 2.00 %

3) CONTENIDO DE AGUA

Volumen unitario de agua								
Asentamiento	Agua en lt/m3, para los tamaños mas nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Agua= 205 lt = 205 kg por m3 de concreto

4) RELACION a/c (por resistencia F'cr)

Relación agua/cemento por resistencia		
Resistencia a la compresion a los 28 dias (f'cr) (kg/cm2)	Relacion agua - cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

f'cr= 294 kg/cm2 Sin aire incorporado

Interpolación

250	0.62
294	x
300	0.55

$$\frac{250-294}{0.62-X} = \frac{300-250}{0.62-0.55}$$

$$\frac{-44}{0.62-X} = \frac{50}{0.07}$$

$$0.62 - X = \frac{(-44) \times 0.07}{50} \qquad X = 0.56 \ \mathbf{a/c}$$

5) Contenido del cemento

$$C = \frac{a}{R\ a/c} = \frac{205}{0.56} \qquad C = 367.12 \text{ kg (por m3 de concreto)}$$

$$\textbf{Factor cemento} = \frac{\textbf{Peso del cemento}}{\textbf{Peso de bolsa de cemento}} \qquad Fc = \frac{367.12 \text{ kg}}{42.50 \text{ kg}} = 8.64 \text{ bolsas}$$

6) Peso del agregado grueso

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de columen del concreto, para diversos modulos de fineza del fino (b/bo)				
Tamaño maximo nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00	3.56
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.54
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70	
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	

Extrapolacion

3.00	0.6
2.80	0.62
3.56	X

$$\frac{X - 0.62}{3.56-2.80} = \frac{0.62 - 0.60}{2.80 - 3.00}$$

$$\frac{X-0.62}{0.76} = \frac{0.02}{-0.20}$$

$$X = \frac{(3.56 - 2.80)(0.62 - 0.60)}{(2.80 - 3.00)} + 0.62 \qquad X = 0.54 \ \mathbf{a/c}$$

Peso agregado grueso = (b/bo) x peso unitario seco compactado

Peso agregado grueso = 0.54 m3 x 1570 kg/m3

Peso agregado grueso = 854.08 kg

7) Volumen absoluto de materiales para el concreto

Volumen absoluto del cemento

Peso del cemento = 367.12 kg

Peso especifico del cemento = 3.15 gr/cm3 x 1000 = 3150 kg/m3

$$\textbf{Volumen absoluto del cemento} = \frac{367.12 \text{ kg}}{3150 \text{ kg/m3}} = 0.12 \text{ m3}$$

Volumen absoluto del agregado grueso

Peso del agregado grueso = 854.08 kg

Peso especifico del agregado grueso = 2.72 gr/cm3 x 1000 = 2720 kg/m3

$$\textbf{Volumen absoluto del agregado grueso} = \frac{854.08 \text{ kg}}{2720 \text{ kg/m3}} = 0.31 \text{ m3}$$

Volumen absoluto del agua

Peso del agua= 205.00 kg

Peso especifico del agua= 1000 kg/m3

Volumen absoluto del agua = $\frac{205.00 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m3}}$ = 0.205 m3

Volumen absoluto del aire

Aire atrapado = 2.00 %

Volumen absoluto del aire = $\frac{2}{100}$ = 0.02 m3

Volumen absoluto del agregado fino

Sumatoria de volumenes absolutos = 0.12m3 + 0.31m3 + 0.205m3 + 0.02m3 = 0.66 m3

Por m3 de concreto = 1 m3

Volumen absoluto del agregado fino = 1 m3 - 0.66 = 0.34 m3

Peso especifico del agregado fino = 2.61 gr/cm3 x 1000 = 2610 kg/m3

Peso del agregado fino = 0.35 m3 x 2610 kg/m3 = 899.02 kg

8) Correccion de los agregados

Por humedad

Agregado fino

Contenido de humedad del agregado fino = 2.7 %

Correccion del agregado fino = 969.40 kg X ($\frac{2.7}{100}$ + 1) = 923.30 kg

Agregado grueso

Contenido de humedad del agregado grueso = 0.5 %

Correccion del agregado grueso = 854.08 kg X ($\frac{0.5}{100}$ + 1) = 858.35 kg

Por absorcion

Agregado fino

Contenido de humedad del agregado fino = 2.7 %

Porcentaje de absorcion del agregado fino = 2.1 %

Correccion del agregado fino = 969.40 kg X ($\frac{2.7 - 2.1}{100}$) = 5.39 kg

Agregado grueso

Contenido de humedad del agregado grueso = 0.5 %

Porcentaje de absorcion del agregado grueso = 0.8 %

Correccion del agregado grueso = 854.08 kg X ($\frac{0.5 - 0.8}{100}$) = -2.56 kg

Agua libre = 5.82 kg +(-2.56) kg = 2.83 kg - lt

9) Agua efectiva

Agua efectiva = Peso del agua - Agua libre

Agua efectiva = 205 kg - 3.25 kg = 202.17 kg - lt

10) Cemento efectivo

Cemento efectivo = $\frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Relacion a/c}}$

Cemento efectivo = $\frac{202.17 \text{ kg}}{0.56}$ = 362.05 kg

11) Proporciones del diseño

Por peso

Cemento = $\frac{\text{Cemento efectivo}}{\text{Cemento efectivo}}$ = $\frac{362.05}{362.05}$ = **1.00**

Agregado fino = $\frac{\text{Correccion de Ag.Fino por humedad}}{\text{Cemento efectivo}} = \frac{923.30}{362.05} =$ **2.55**

Agregado grueso = $\frac{\text{Correccion de Ag.Grueso por humedad}}{\text{Cemento efectivo}} = \frac{858.35}{362.05} =$ **2.37**

a/c = $\frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Cemento efectivo}} = \frac{202.17}{362.05} =$ **0.56**

Por bolsa de cemento

Cemento =	1.00	bls					
Agregado Fino =	2.55	**X**	42.5	kg	=	108.38	kg/bls
Agregado Grueso =	2.37	**X**	42.5	kg	=	100.76	kg/bls

Agua = $\frac{202.17}{8.64}$ lt/bls = 23.40 lt/bls

Por probetas cilindricas



Altura = 0.30 m

Diametro = 0.15 m

Volumen = 3.14 x $(\frac{0.15\text{ m}}{2})^2$ x 0.30 m = 0.0053 m3

Nº de probetas = 54 und

Volumen total = 0.0053 m3 **X** 54 und = 0.286 m3

Cemento = Peso del cemento x V. total =	367.12	x	0.286	105.05	kg	
Agregado Fino = Peso del Ag. Fino x V. total =	899.02	x	0.286	257.24	kg	
Agregado Grueso = Peso del Ag. Grueso x V. total =	854.08	x	0.286	244.38	kg	
Agua = Agua Efectiva x V. total =	202.17	x	0.29	57.85	lt	

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPRESION DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Nº
EC-001
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
SOLICITANTE	Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez	UBICACIÓN:	Lima
PROBETAS	6" x 12"	FECHA DE INFORME:	2024-09-27

DESCRIPCION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	AREA (cm^2)	FUERZA (kg)	FUERZA A LA FALLA (Kg)	ESFUERZO MAXIMO (Kg/cm^2)	F'C DISEÑO (Kg/cm^2)	% F'C
PATRON	18/09/2024	25/09/2024	7	176.71	10601.88	24467.73	138.42	210	65.91
PATRON	18/09/2024	25/09/2024	7	176.71	10893.96	26086.66	147.58	210	70.28
PATRON	18/09/2024	25/09/2024	7	176.71	6986.68	23488.59	132.88	210	63.28
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	18/09/2024	25/09/2024	7	176.71	9984.83	21486.13	121.55	210	57.88
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	18/09/2024	25/09/2024	7	176.71	9743.05	21238.3	120.15	210	57.21
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	18/09/2024	25/09/2024	7	176.71	10410.38	22186.43	125.52	210	59.77
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	19/09/2024	26/09/2024	7	176.71	14255.76	25407.34	143.74	210	68.45
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	19/09/2024	26/09/2024	7	176.71	8795.24	23057.95	130.45	210	62.12
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	19/09/2024	26/09/2024	7	176.71	9255.61	24175.21	136.77	210	65.13

Observaciones:

- *Ensayo realizado con fines de investigación.*
- *Los ensayos fueron ejecutados personalmente por el tesista bajo la supervisión directa del jefe de laboratorio, Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas.*

Norma **NTP 339.034** Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia por compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

SUPERVISADO POR:

FIRMA:

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Nombre :	Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas
Cargo :	Jefe de Laboratorio de Ensayos de Concreto y Materiales.

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPRESION DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Nº
EC-002
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
SOLICITANTE	Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez	UBICACIÓN:	Lima
PROBETAS	6" x 12"	FECHA DE INFORME:	2024-10-04

DESCRIPCION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	AREA (cm^2)	FUERZA (kg)	FUERZA A LA FALLA (Kg)	ESFUERZO MAXIMO (Kg/cm^2)	F'C DISEÑO (Kg/cm^2)	% F'C
PATRON	18/09/2024	02/10/2024	14	176.71	21219.29	33608.29	190.13	210	90.54
PATRON	18/09/2024	02/10/2024	14	176.71	9255.61	34477.94	195.05	210	92.88
PATRON	18/09/2024	02/10/2024	14	176.71	8781.70	33306.03	188.42	210	89.72
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	18/09/2024	02/10/2024	14	176.71	9847.50	30560.98	172.89	210	82.33
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	18/09/2024	02/10/2024	14	176.71	13012.01	29620.57	167.57	210	79.80
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	18/09/2024	02/10/2024	14	176.71	8628.89	29381.53	166.22	210	79.15
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	19/09/2024	03/10/2024	14	176.71	8046.67	33364.36	188.75	210	89.88
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	19/09/2024	03/10/2024	14	176.71	10992.6	33960.42	192.12	210	91.49
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	19/09/2024	03/10/2024	14	176.71	12669.64	32970.18	186.52	210	88.82

Observaciones:

- *Ensayo realizado con fines de investigación.*
- *Los ensayos fueron ejecutados personalmente por el tesista bajo la supervisión directa del jefe de laboratorio, Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas.*

Norma **NTP 339.034** Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia por compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

SUPERVISADO POR:

FIRMA:

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Nombre :	Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas
Cargo :	Jefe de Laboratorio de Ensayos de Concreto y Materiales.

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPRESION DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Nº
EC-003
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
SOLICITANTE	Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez	UBICACIÓN:	Lima
PROBETAS	6" x 12"	FECHA DE INFORME:	2024-10-25

DESCRIPCION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	AREA (cm^2)	FUERZA (kg)	FUERZA A LA FALLA (Kg)	ESFUERZO MAXIMO (Kg/cm^2)	F'C DISEÑO (Kg/cm^2)	% F'C
PATRON	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	11081.58	37590.65	213.29	210	101.57
PATRON	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	12191.87	38058.94	215.31	210	102.53
PATRON	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	11953.95	37291.26	211.52	210	100.72
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	10601.88	35504.48	200.86	210	95.65
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	8795.24	35136.35	198.78	210	94.66
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	8419.99	35743.58	202.37	210	96.37
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	17689.14	37687.07	213.86	210	101.84
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	11907.53	37408.37	212.20	210	101.05
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	24/10/2024	28	176.71	9474.18	37648.14	213.63	210	101.73

Observaciones:

- *Ensayo realizado con fines de investigación.*
- *Los ensayos fueron ejecutados personalmente por el tesista bajo la supervisión directa del jefe de laboratorio, Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas.*

Norma **NTP 339.034** Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia por compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación:Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

SUPERVISADO POR:

FIRMA:

Laboratorio de Concreto y Ensayos de Materiales

Nombre :	Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas
Cargo :	Jefe de Laboratorio de Ensayos de Concreto y Materiales.

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

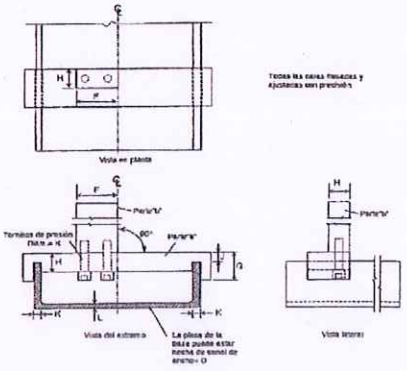
INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Nº
ET-001
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
SOLICITANTE	Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez	UBICACIÓN:	Lima
PROBETAS	6" x 12"	FECHA DE INFORME:	2024-10-11

DESCRIPCION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	DIAMETRO PROMEDIO (cm^2)	ALTURA PROMEDIO (kg)	FUERZA A LA FALLA (Kg)	RESISTENCIA TRACCION (Kg/cm^2)
PATRON	26/09/2024	10/10/2024	14	15.10	30.43	16617.54	23.02
PATRON	26/09/2024	10/10/2024	14	15.20	30.34	16683.3	23.03
PATRON	26/09/2024	10/10/2024	14	15.12	30.07	17615.63	24.67
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	10/10/2024	14	15.11	30.38	14830.25	20.57
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	10/10/2024	14	15.12	30.36	14692.91	20.38
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	10/10/2024	14	15.06	29.98	14725.79	20.76
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	10/10/2024	14	15.03	30.17	16331.02	22.94
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	10/10/2024	14	14.96	30.32	17201.16	24.15
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	10/10/2024	14	15.02	30.25	16346.72	22.90



$$T = \frac{2P}{\pi l d}$$

T = Resistencia a la traccion indirecta (kg/cm2)

P = Maxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo (kg)

l = Longitud (cm)

d = Diametro (cm)

Observaciones:

- *Ensayo realizado con fines de investigación.*
- *Los ensayos fueron ejecutados personalmente por el tesista bajo la supervisión directa del jefe de laboratorio, Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas.*

Norma **NTP 339.084** Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la tracción simple del concreto, en muestras cilíndricas.

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

SUPERVISADO POR:

FIRMA:

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Nombre :	Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas
Cargo :	Jefe de Laboratorio de Ensayos de Concreto y Materiales.

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

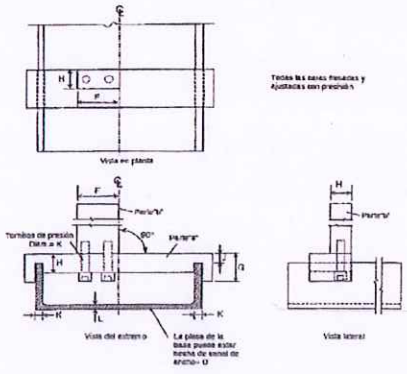
INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Nº
ET-002
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
SOLICITANTE	Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez	UBICACIÓN:	Lima
PROBETAS	6" x 12"	FECHA DE INFORME:	2024-10-24

DESCRIPCION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	DIAMETRO PROMEDIO (cm^2)	ALTURA PROMEDIO (kg)	FUERZA A LA FALLA (Kg)	RESISTENCIA TRACCION (Kg/cm^2)
PATRON	16/10/2024	23/10/2024	7	14.98	29.99	15222.91	21.57
PATRON	16/10/2024	23/10/2024	7	15.11	30.15	15687.14	21.93
PATRON	16/10/2024	23/10/2024	7	15.06	29.98	15520.79	21.88
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	16/10/2024	23/10/2024	7	15.11	30.25	14010.10	19.51
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	16/10/2024	23/10/2024	7	15.12	30.00	14126.16	19.83
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	16/10/2024	23/10/2024	7	15.1	30.22	13021.68	18.17
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	16/10/2024	23/10/2024	7	15.07	30.22	15468.56	21.63
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	16/10/2024	23/10/2024	7	15.1	30.19	15207.44	21.21
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	16/10/2024	23/10/2024	7	15.06	30.10	16188.72	22.74



$$T = \frac{2P}{\pi l d}$$

T = Resistencia a la traccion indirecta (kg/cm2)

P = Maxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo (kg)

l = Longitud (cm)

d = Diametro (cm)

Observaciones:

- *Ensayo realizado con fines de investigación.*
- *Los ensayos fueron ejecutados personalmente por el tesista bajo la supervisión directa del jefe de laboratorio, Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas.*

Norma **NTP 339.084** Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la tracción simple del concreto, en muestras cilíndricas.

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

SUPERVISADO POR:

FIRMA:

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Nombre :	Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas
Cargo :	Jefe de Laboratorio de Ensayos de Concreto y Materiales.

UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SERVILAB - EP ING CIVIL

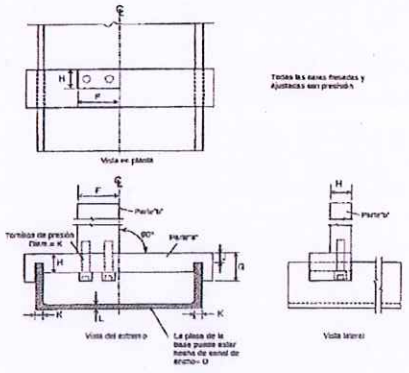
INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Nº
ET-003
PÁGINA
1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2"		
SOLICITANTE	Tesista Arnold Yaramix Oviedo Florez	UBICACIÓN:	Lima
PROBETAS	6" x 12"	FECHA DE INFORME:	2024-10-25

DESCRIPCION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	DIAMETRO PROMEDIO (cm^2)	ALTURA PROMEDIO (kg)	FUERZA A LA FALLA (Kg)	RESISTENCIA TRACCION (Kg/cm^2)
PATRON	26/09/2024	24/10/2024	28	15.11	30.29	19606.03	27.27
PATRON	26/09/2024	24/10/2024	28	15.07	30.10	18679.5	26.22
PATRON	26/09/2024	24/10/2024	28	15.06	30.01	19545.36	27.53
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	24/10/2024	28	15.14	30.07	18441.58	25.80
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	24/10/2024	28	15.10	30.20	18163.04	25.35
DESALINIZADA DESTILACION SOLAR	26/09/2024	24/10/2024	28	15.08	30.09	18662.09	26.19
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	24/10/2024	28	15.08	30.12	19139.86	26.82
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	24/10/2024	28	15.10	30.20	18753.00	26.19
DESALINIZADA OSMOSIS INVERSA	26/09/2024	24/10/2024	28	15.09	30.25	21083.83	29.41



$$T = \frac{2P}{\pi l d}$$

T = Resistencia a la traccion indirecta (kg/cm2)

P = Maxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo (kg)

l = Longitud (cm)

d = Diametro (cm)

Observaciones:

- *Ensayo realizado con fines de investigación.*
- *Los ensayos fueron ejecutados personalmente por el tesista bajo la supervisión directa del jefe de laboratorio, Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas.*

Norma **NTP 339.084** Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a la tracción simple del concreto, en muestras cilíndricas.

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

SUPERVISADO POR:

FIRMA:

Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales

Nombre :	Ing. Luis Eduardo Suarez Muedas
Cargo :	Jefe de Laboratorio de Ensayos de Concreto y Materiales.

ANEXO Nº04

PANEL FOTOGRAFICO

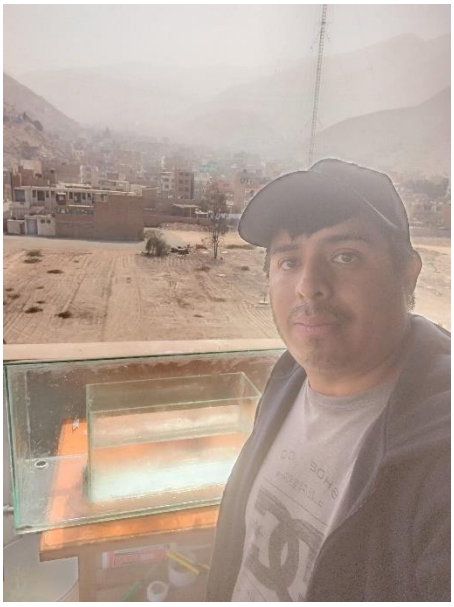
PANEL FOTOGRAFICO DE TESIS

TITULO:	Influencia del agua de mar desalinizada por osmosis inversa y destilación solar en las propiedades mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2
LUGAR:	Lurigancho-Lima-Lima
TESISTA:	Bach. Arnold Yaramix Oviedo Florez
ASESOR:	Ing. David Diaz Garamendi
FECHA DE INICIO:	08 - 08 - 2024
FECHA DE CULMINACIÓN:	24 - 10 - 2024





Recolección de agua de mar en el distrito de Villa El Salvador - Lima – Lima.





Desalinización de agua de mar por el método de destilación solar.





Desalinización de agua de mar por el método de osmosis inversa.





Entrega de muestras para ensayo de agregados y agua en los laboratorios correspondientes de la universidad.













Elaboración de probetas de concreto muestra patrón con agua potable, muestras con agua desalinizada por destilación solar y muestras con agua desalinizada por osmosis inversa.









Curado de probetas de concreto en recipientes con los 3 tipos de agua.





Ensayo de rotura a compresión de probetas patrón elaboradas con agua potable a los 7 días.





Ensayo de rotura a compresión de probetas elaboradas con agua desalinizada por osmosis inversa y destilación solar a los 7 días.





Ensayo de rotura a compresión de probetas patrón elaboradas con agua potable a los 14 días.





Ensayo de rotura a compresión de probetas elaboradas con agua desalinizada por osmosis inversa y destilación solar a los 14 días.



Ensayo general de rotura a compresión de probetas patrón elaboradas con agua potable, con agua desalinizada por destilación solar y osmosis inversa a los 28 días.





Ensayo general de rotura a tracción indirecta de probetas elaboradas con agua potable, con agua desalinizada por destilación solar y osmosis inversa a los 7 días.





Ensayo general de rotura a tracción indirecta de probetas elaboradas con agua potable, con agua desalinizada por destilación solar y osmosis inversa a los 14 días.



Ensayo general de rotura a tracción indirecta de probetas elaboradas con agua potable, con agua desalinizada por destilación solar y osmosis inversa a los 28 días.