

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**“Degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar en Chimbote -
2022”**

Autor:

Mejía Vásquez, Karina Vanessa

Asesor:

Solar Jara, Miguel Ángel

Código ORCID: 0000-0002-8661-418X

Chimbote - Perú

2023

Índice

Índice.....	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras.....	iv
Palabras clave:	vi
Constancia de Originalidad.....	vii
Título.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. Introducción.....	1
II. Metodología:.....	20
III. Resultados:.....	22
IV. Análisis y discusión.	57
V. Conclusiones:.....	59
VI. Recomendaciones:	61
VII. Agradecimientos:	62
VIII. Referencias bibliográficas:.....	63
IX. Anexos y Apéndices	68

Índice de tablas

Tabla 1:	6
Dimensiones y Pesos nominales	6
Tabla 2:	6
Propiedades Mecánicas	6
.....	6
Tabla 3:	9
Compuestos del Cemento Pórtland:.....	9
Tabla 4:	14
Límites máximos permisibles	14
Tabla 5:	16
Cuadro comparativo de parámetros	16
Tabla 6:	19
Conceptuación y operacionalización de variables	19
.....	19
Tabla N° 7:.....	28
Resúmenes resultados Colecbi S.A.C – Conductividad Eléctrica.	28
Tabla N° 8:.....	28
Resúmenes resultados Colecbi S.A.C – ph.	28
Tabla N° 9:.....	29
Tabla cantidad de cubos de concreto armado a realizar.	29
Tabla N° 10:.....	33
Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimientos de 2, 5 y 10 cm, que será sumergido a agua potable.	33
Tabla N° 11:.....	34
Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimientos de 2, 5 y 10 cm, que será sumergido a agua de mar.	34
Tabla 12:	37
Volumen de probetas	37
Tabla 13:	37
Volumen cubos de concreto.....	37
Tabla 14:	38
Cantidad de materiales.....	38
Tabla N° 15:.....	45
Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm, luego de ser sumergido en agua potable por un periodo de 3 meses.	45
Tabla N° 16:.....	46
Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm, luego de ser sumergido en agua de mar por un periodo de 3 meses.	46
Tabla N° 17:.....	48
Tabla de variación del diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm expuesto en agua potable.	48

.....	48
Tabla N° 18:.....	48
Tabla de variación del diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm expuesto a agua de mar.	48
Tabla N° 19:.....	49
Tabla de relación y variación porcentual de las medidas tomadas en octubre y enero	49
Tabla N° 20:.....	50
Tabla recubrimiento y variación promedio de porcentaje de degradación (agua potable)	50
Tabla N° 21:.....	51
Tabla recubrimiento y variación promedio de porcentaje de degradación (agua potable)	51
Tabla N° 22:.....	52
Tabla recubrimiento y variación promedio de porcentaje de degradación (agua de mar)	52
Tabla N° 23:.....	53
Tabla variación promedio de porcentaje de degradación de agua marina y potable de un recubrimiento de 2 cm.	53
.....	53
Tabla N° 24:.....	54
Tabla variación promedio de porcentaje de degradación de agua de mar y potable de un recubrimiento de 5 cm.	54
Tabla N° 25:.....	55
Tabla variación promedio de porcentaje de degradación de agua marina y potable de un recubrimiento de 10 cm.	55

Índice de figuras

<i>Figura #1: Acero de refuerzo</i>	5
<i>Figura #2: Cemento andino</i>	7
<i>Figura # 3: Tipos de cemento</i>	8
<i>Figura # 4: Agua de mezclado</i>	10
<i>Figura # 5: Agregados o áridos</i>	10
<i>Figura # 6: Materiales para concreto simple</i>	11
<i>Figura # 7: Recubrimiento para el acero de refuerzo</i>	12
<i>Figura # 8: Corrosión de acero de refuerzo</i>	13
<i>Figura # 9: Parámetros de pH</i>	17
<i>Figura # 10: Diseño de mezcla - 1</i>	22
<i>Figura # 11: Diseño de mezcla - 2</i>	23
<i>Figura # 12: Ensayo de resistencia a la compresión (28 días)</i>	24
<i>Figura # 13: Ensayo de resistencia a la compresión (56 días)</i>	25
<i>Figura # 14: Ensayo de agua de mar (COLECBI)</i>	26
<i>Figura # 15: Ensayo de agua potable (COLECBI)</i>	27
<i>Figura # 16: Cortado de varilla de acero (10 cm de longitud)</i>	30
<i>Figura # 17: Doblado de acero de refuerzo (1/4" para estribo)</i>	30
<i>Figura # 18: Amarre de varillas de 5/8" con sus estribos con el uso de alambre N°8</i> .	31
<i>Figura # 19: Modelado de encofrado para recubrimiento de 2 cm</i>	31
<i>Figura # 20: Modelado de encofrado para recubrimiento de 5 cm</i>	32
<i>Figura # 21: Modelado de encofrado para recubrimiento de 10 cm</i>	32
<i>Figura # 22: A1 - Medida 16.83 mm</i>	34
<i>Figura # 23: A1 - A7 - Medida 16.74 mm</i>	35
<i>Figura # 24: Vernier digital</i>	35
<i>Figura # 25: Armaduras de acero de refuerzo (5/8")</i>	36
<i>Figura # 26: Datos de concreto armado para recubrimiento</i>	36
<i>Figura # 27: Encofrado con armaduras para el vaciado</i>	38
<i>Figura # 28: Colocado de dados para el recubrimiento (10 cm)</i>	39
<i>Figura # 29: Pesado de los materiales (cemento tipo V andino, agregado grueso y agregado fino)</i>	39
<i>Figura # 30: Vaciado de concreto en los moldes</i>	40
<i>Figura # 31: do de mezcla para evitar vacíos</i>	40

<i>Figura # 32:</i> Vaciado de mezcla a los moldes cilíndricos de concreto.	41
<i>Figura # 33:</i> Desencofrado de probetas	41
<i>Figura # 34:</i> Desencofrado de cubos de concreto armado	42
<i>Figura # 35:</i> Cubos de concreto armado.....	42
<i>Figura # 36:</i> Traslado de cubos a cilindros para sumergirse en agua.....	43
<i>Figura # 37:</i> Retiro de agua del mar de Chimbote para el cambio de agua de los cilindros.....	43
<i>Figura # 38:</i> Rotura de cubos usando uso de rotomartillo.....	44
<i>Figura # 39:</i> Rotura de últimos pedazos de concreto atorados en las armaduras.....	44
<i>Figura # 40:</i> A1 - Medida 16.46 mm.....	46
<i>Figura # 41:</i> A1 - A7 - Medida 16.27 mm	47
<i>Figura # 42:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento	50
.....	51
<i>Figura # 43:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento	51
<i>Figura # 44:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento (agua potable)	52
<i>Figura # 45:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento (agua de mar).....	53
<i>Figura # 46:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs tipo de agua con un recubrimiento de 2 cm.....	54
<i>Figura # 47:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs tipo de agua con un recubrimiento de 5 cm.....	55
<i>Figura # 48:</i> Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs tipo de agua con un recubrimiento de 10 cm.....	56

Palabras clave:

Tema	Degradación del Acero de refuerzo
Especialidad	Construcción y Gestión de la Construcción

Key words:

Topic	Reinforcing Steel Degradation
Specialization	Construction and Construction Management

Línea de investigación.

Línea de Investigación		Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE	Área	Ingeniería y Tecnología
	Sub área	Ingeniería Civil
	Disciplina	Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción

Constancia de Originalidad



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado “**Degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar en Chimbote-2022**” del (a) estudiante: **Karina Vanessa Mejía Vásquez** identificado(a) con **Código N° 1119100084**, se ha verificado un porcentaje de similitud del 14%, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 15 de Mayo de 2023



NOTA:

Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Título

Degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar en Chimbote - 2022

Resumen

El propósito fundamental del proyecto de investigación titulado **“DEGRADACION DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE – 2022”** fue el de evaluar la degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar de Chimbote usando cubos de concreto armado con recubrimientos variables.

Se empleó una metodología que consistió en una investigación aplicada con un diseño cuasi experimental. Se empleó la observación de campo como técnica de recopilación de información y las fichas/formatos de los ensayos de laboratorio respectivo. Se tomaron como población todas las estructuras expuestas al agua de mar en Chimbote y como muestra los cubos de concreto armado con recubrimientos variables.

Se determinó el recubrimiento efectivo (10cm) en el cual el acero de 5/8” tardó más en corroerse con un porcentaje de variación del 0.936% a pesar que estuvo expuesto a los agentes corrosivos en el agua de mar, lo mismo se pudo observar en el acero expuesto al agua potable, que con el recubrimiento de 10cm se obtuvo una variación de 0.41% de variación promedio desde octubre hasta enero.

Abstract

The fundamental purpose of the research project entitled "**DEGRADATION OF REINFORCEMENT STEEL EXPOSED TO SEA WATER IN CHIMBOTE - 2022**" was to evaluate the degradation of reinforcing steel exposed to seawater in Chimbote using reinforced concrete cubes with variable coatings.

A methodology was used that consisted of applied research with a quasi-experimental design. Field observation was used that consisted of applied research with a quasi-experimental design. Field observation was used as a technique for collecting information and the sheets/formats of the respective laboratory tests. All the structures exposed to seawater in Chimbote were taken as a population and the reinforced concrete cubes with variable coatings were taken as a sample.

The effective coating (10cm) was determined in which the 5/8" steel took longer to corrode with a variation percentage of 0.936% despite the fact that it was exposed to corrosive agents in seawater, the same could be observed in the steel exposed to drinking water, which with the 10cm coating, a variation of 0.41% of average variation was obtained from October to January.

I. Introducción

La degradación del acero de refuerzo en el ambiente marino es un tema muy controversial debido a que la mayoría de nuestras estructuras marítimas tienen poco tiempo de vida, esto se debe a que la contaminación existente en el mar es alta, es por ello que la finalidad de esta tesis fue el de determinar la degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar en Chimbote.

Son pocas las investigaciones que se tienen de este tema, a continuación, se presentan algunas en el ámbito internacional que fueron publicadas en revistas, para tomar en cuenta estas investigaciones, se analizaron los datos obtenidos y la influencia en la presente investigación; LaFave, J., Yao, R., Yu, Q. y Faria, P realizaron una investigación en 2021 titulada “DURABILITY DETERIORATION OF CONCRETE UNDER MARINE ENVIRONMENT FROM MATERIAL TO STRUCTURE: A CRITICAL REVIEW”, en donde evaluaron sistemáticamente los efectos del medio marino sobre el mecanismo de fallo, comportamiento y estabilidad tanto de materiales como de obras de concreto. Se analizaron y compararon las conductas de las diferentes sustancias químicas en el mar y en diferentes áreas marítimas sobre el concreto cementoso, incluida la solidez, la difusión de cloruros, como también el fondo de carbonatación y estructura de poros. También se comparó la conducta del concreto cementoso con adherencia de materiales cementosos suplementarios cuando se expuso al ambiente marino. A nivel estructural se evaluó la durabilidad de la estructura, incluyendo vigas, losas, y otros elementos con protección anticorrosiva en el ambiente marino. También se evaluaron casos de estructuras después de una exposición prolongada al ambiente marino. Su descubrimiento es de gran utilidad para investigadores e ingenieros.

Otra investigación fue la de Shalyi, E., Leonovich, S. y Kim, L. en el año 2019 realizaron una investigación titulada “DEGRADATION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF MARINE WORKS FROM THE COMBINED

IMPACT OF CABONATION AND CHLORIDE AGGRESSION” en donde plantearon un método para predecir la degradación compleja de las construcciones de concreto reforzado en obras costeras teniendo en cuenta los diversos mecanismos de desgaste corrosivo, que permite desarrollar medios eficaces para que optimicen la durabilidad y mantenibilidad de las construcciones que operan en el medio marino.

En el ámbito nacional, se tienen investigaciones de degradación, pero en estructuras de viviendas, debido que no se realizaron estudios de degradación de acero en ambiente marino a excepción de la investigación de recubrimiento anticorrosivo basado en grafeno, dentro de estas investigaciones la más relevante es la de Carlos, M y Chapoñan, Y (Año 2020) quienes realizaron la investigación “SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO, BASADO EN EL ÓXIDO DE GRAFENO PARA SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA MARINA” siendo dicha investigación experimental, establecieron concentraciones suficientes de óxido de grafeno obteniéndose un recubrimiento de buenas propiedades para combatir la corrosión, como una opción viable que controle la reacción de desgaste en la industria marina; mediante la ejecución del ensayo de niebla salina, el testigo en la cual se aplicó un 0.6% de óxido de grafeno tuvo un buen aspecto físico y un grado de corrosión del 0.4%.

Otra investigación peruana es la de Alas, M (año 2019) quién realizó la investigación titulada “INVESTIGACIÓN DEL EFECTO DE LA CORROSIÓN DEL ACERO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO”, quien tuvo como finalidad conocer los efectos producidos en el acero de refuerzo de las construcciones de concreto reforzado, siendo dicha investigación descriptiva, concluyó que el efecto más significativo son la disminución de su área transversal, bajas en la resistencia mecánica, integridad deficiente con el concreto, apreciación de fisuras y desprendimiento del aislamiento (recubrimiento), como también indica que tanto la carbonatación y el cloruro son las causas primarias que ocasionan el desgaste (corrosión), viéndose influenciados por las condiciones climáticas.

La primera investigación de corrosión del acero, pero en estructuras no marinas es de Pacora, M (Año 2017) quien realizó la investigación titulada “CORROSIÓN DEL ACERO CORRUGADO E INTEGRIDAD EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN JOSÉ DE MANZANARES EN EL 2017”, siendo una investigación descriptiva, indicó que los efectos del desgaste (corrosión) y la integridad del acero de refuerzo en las estructuras de concreto reforzado localizadas en el AA.HH. San José de Manzanares tienen influencia en estas, debido a que dicha ubicación se ve afectada por los factores mencionados anteriormente, ya que la corrosión es un indicativo de que existe degradación del material como el resultado del ataque electroquímico de sus alrededores.

Otro autor que realizó este tipo de investigación fue Chuquija, Z (Año 2017) desarrolló la investigación titulada: “EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN CHUCUITO CALLAO 2017”, siendo dicha investigación de diseño no experimental, evaluó el impacto producido por la corrosión del acero de refuerzo en construcciones de concreto reforzado en casas localizadas en la Urbanización Chucuito, indicando que la carbonatación tiene influencias (corrosión) en dichas estructuras, en base a reportes de laboratorio; se estableció un área de carbonatación teniendo un pH de 6 (ácido) y se formó una capa pasiva en la integridad de acero de refuerzo con el concreto. Por lo tanto, la rapidez de la corrosión estuvo en un grado insignificante teniendo o no su aislamiento (recubrimiento), de igual manera, se indicó que la corrosión en las barras de acero de refuerzo debido a la influencia de la humedad en los elementos estructurales de los lotes (casas) fue significativa dado que el 22% presentan óxido y el área de estudio tiene una filtración de agua adecuada para promover la corrosión, demostrándose que esto afecta a dichos elementos. Se observó disminución del área transversal y bajas en la resistencia mecánica del acero, como también manchas, grietas, desprendimientos y delaminaciones en el concreto; como conclusión en general, la corrosión del acero de refuerzo debilita y acorta la vida útil de la estructura.

En Ancash, se han realizado estudios y análisis matemático – computacionales de agua potable que complementan esta investigación, entre los cuales tenemos la investigación de Moreno, Luis (Año 2018) titulada “SIMULACIÓN MATEMATICO-COMPUTACIONAL DE LA CORROSION ATMOSFERICA DEL Fe EN LAS ZONAS COSTERAS DE ANCASH Y LA LIBERTAD” mediante la cual se obtuvo dicho modelamiento, siendo la investigación descriptiva, concluyendo que el hierro se corroe rápidamente en la costa de Ancash y La Libertad con valores en la categoría C4 según la Norma ISO 9223, debido a los niveles de iones cloruros y a la esto se debe a los altos niveles de iones cloruro medidos y a la humedad predominante.

López, N (Año 2022) realizó la investigación titulada “CALIDAD DEL AGUA DE LA RED DE DISTRIBUCION QUE ABASTECE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE, ANCASH EN EL 2017”, determinando la naturaleza del agua en el sistema de abastecimiento para los que residen en Chimbote y Nuevo Chimbote, siendo una investigación descriptiva que indico que sus propiedades físicas están fuera del rango establecido por D.S 031 – 2010 DIGESA y que las propiedades químicas están dentro del rango establecido en dicha norma.

Se han presentado términos que no son comunes, es por ello que se hará mención a que se refieren dichos términos, así como también las partes que componen a las estructuras dentro del mar de Chimbote.

El acero es un metal hecho de una aleación entre hierro y carbono. Sus principales características corresponden a su resistencia y por su proceso en caliente, en otras palabras, sólo se puede procesar en estado líquido. Una vez endurecido es difícil de manipular. Los dos elementos que componen el acero (hierro y carbono) están en la naturaleza, por lo que se podría producir en grandes cantidades. (Adrián, 2021).



Figura #1: Acero de refuerzo

La función principal de las barras de acero de refuerzo es resistir las fuerzas de tracción en la zona de tracción del elemento y sostener el concreto en la zona de compresión, como también absorber la retracción del mismo, los cambios de temperatura, distribuye la carga, darle cierta elasticidad, también distribuye posibles grietas y limita sus aberturas en el rango establecido. (Basilio, 2015).

Las barras de acero de refuerzo se elaboran en medidas de 9m y 12m de largo y en diámetro de: 6mm, 8mm, 3/8", 12mm, 1/2", 5/8", 3/4", 1", 1 3/8". Se puede elaborar en otros diámetros y longitudes de acuerdo a las necesidades.

Se abastece por 2 toneladas y en varillas. (Aceros Arequipa,2019).

Tabla 1:
Dimensiones y Pesos nominales

Designación de la barra corrugada	Peso métrico nominal kg/m	Dimensiones nominales			Dimensiones resaltes (mm)		
		Diametro mm	Área sección nominal	Perímetro nominal mm	Espaciamiento promedio máximo	Altura promedio mínimo	Separación (GAP) 12% del perímetro nominal máxima
6 mm	0.22	6.0	28	18.8	4.2	0.24	2.35
8 mm	0.395	8.0	50	25.1	5.6	0.32	3.14
3/8"	0.56	9.5	71	29.9	6.7	0.38	3.60
12 mm	0.888	12.0	113	37.7	8.4	0.48	4.71
1/2"	0.994	12.7	129	39.9	8.8	0.51	4.90
5/8"	1.552	15.9	199	49.9	11.1	0.71	6.10
3/4"	2.235	19.1	284	59.8	13.3	0.97	7.30
1"	3.973	25.4	510	79.8	17.8	1.27	9.70
1 3/8"	7.907	35.8	1006	112.5	25.1	1.80	13.70

Fuente: Adaptado de Siderperú

Tabla 2:
Propiedades Mecánicas

Propiedades	Valores
Limite de fluencia (f_y)	420 Mpa minimo
Resistencia a la traccion R	550 Mpa minimo
Relacion R/ f_y	≥ 1.25

Fuente: Adaptado de Siderperú

El cemento es definido como material de construcción aglutinante con cualidades tanto adhesivas como cohesivas que combinan fracciones minerales en un todo compacto con suficiente resistencia y estabilidad. Esto incluye no solo el cemento

como tal, sino también varios aglutinantes como la cal, el betún y el alquitrán. (Molina, 2006).



Figura #2: Cemento andino

Yon, K (2007) señala que la industria cementera del territorio peruano genera los tipos de cemento necesarios para la población que requiera de este mater, de acuerdo a las cualidades de los diversos procesos constructivos de cualquier obra civil.

Entre los diversos tipos presentes en el mercado que se rigen en base al reglamento tanto nacional como internacional.

a) Cemento Pórtland: También conocido como hidráulico, obtenido por la trituration del Clinker, constituido por silicatos cálcico hidratado el cual generalmente tiene una o varias formas de esta composición química actuando como un aditivo durante el proceso de moledura.

a.1.) Cemento Portland tipo 1: Generalmente destinado a trabajos de construcción, mientras no se requiera de otro tipo.

a.2.) Cemento Portland tipo 2: Resistencia moderada a los sulfatos, es empleado en trabajos de concreto en general y trabajos expuestos al ataque de sulfatos.

a.3.) Cemento Portland tipo 5, resistente a los sulfatos, es aquel que se usa cuando se necesita una alta resistencia a los efectos de los sulfatos.



Figura # 3: Tipos de cemento

b) **Cemento Portland Puzolánico:** Es aquel que contiene. El contenido de puzolana debe estar comprendido entre el 15% y el 40% en peso del total.

b.1.) Cemento puzolánico Tipo IP portland: Se emplea para la construcción en general. En él puede concentrarse entre el 15% y el 40% de puzolana.

b.2.) Cemento Portland Puzolánico Tipo IPM: Aquel que se modifica para emplearse en trabajos de construcción en general con un porcentaje menor al 15%.

c) **Cemento Portland de escoria de alto horno:** Se consigue pulverizando una mezcla de Clinker Portland y escoria granulada de alto horno, con la posible adición de sulfato de calcio. La proporción de escoria granulada de alto horno debe estar comprendida entre el 25% y el 65% en peso del total.

- d) **Cemento tipo MS:** Corresponde al comportamiento normal de los cementos Portland adicionados en la forma de resistencia moderada a los sulfatos.
- e) **Cemento Portland Compuesto Tipo 1Co:** Obtenido mediante la trituración de Clinker Portland y conjunto de materiales que optimizan la plasticidad y la retención de agua.

Tabla 3:

Compuestos del Cemento Pórtland:

Nombre del compuesto	Formula	Abreviatura
Silicato tricalcico	$3CaOSiO_2$	C3S
Silicato dicalcico	$2CaOSiO_2$	C2S
Aluminio tricalcico	$3CaOAl_2O_3$	C3A
Ferroaluminato tetracalcico	$4CaOFe_2O_3Al_2O_3$	C4AF

Fuente: Tecnología de materiales (pág. 15)

Según Sánchez, el agua puede definirse como el elemento del concreto que permite que el cemento sufra una reacción química que le de la propiedad de fraguar y endurecerse para formar un sólido único con los áridos. Se clasifica en agua para mezcla y para curado.

El agua para mezcla se define como la cuantificación de esta por volumen unitario de concreto necesario para hidratar eficazmente el cemento en este volumen unitario para formar una pasta hidratada que proporcione una buena lubricación de los áridos, siempre que la mezcla esté en estado plástico.



Figura # 4: Agua de mezclado

Se define al curado como el proceso para que la masa de concreto se hidrate constantemente para que el concreto alcance su resistencia.

El agua de curado representa así abastecimiento de agua que permite que el concreto esté hidratado.

Los agregados son materiales granulares elaborados a partir de piedra o arena empleados para obra civil. Se les conoce mayormente como arena, grava, etc. (Luaces,2010).



Figura # 5: Agregados o áridos

Según Montalvo (2021) los agregados se dividen en:

Agregado fino que puede ser arena o piedra natural molido en partículas finas que pasa a través del tamiz 9.5mm y se retiene en el tamiz 0.074 mm cumpliendo con el rango especificado en la norma ITINTEC 400.037.

Dicho material retenido en el tamiz de 4.75mm (N°4) es definido como el agregado grueso y cumple con las especificaciones de la NTP 400.037. El agregado grueso se constituye por piedra natural o piedra triturada. Los áridos gruesos utilizados para la elaboración del concreto liviano pueden ser naturales o sintéticos.

En general, el concreto se puede definir como una mezcla de aglutinante (cemento hidráulico Portland), agregados (piedra y arena), agua y aditivos (si se requiere), formándose un todo compacto y puede soportar un enorme esfuerzo de compresión después de un cierto período de tiempo. (Sánchez, 2001).

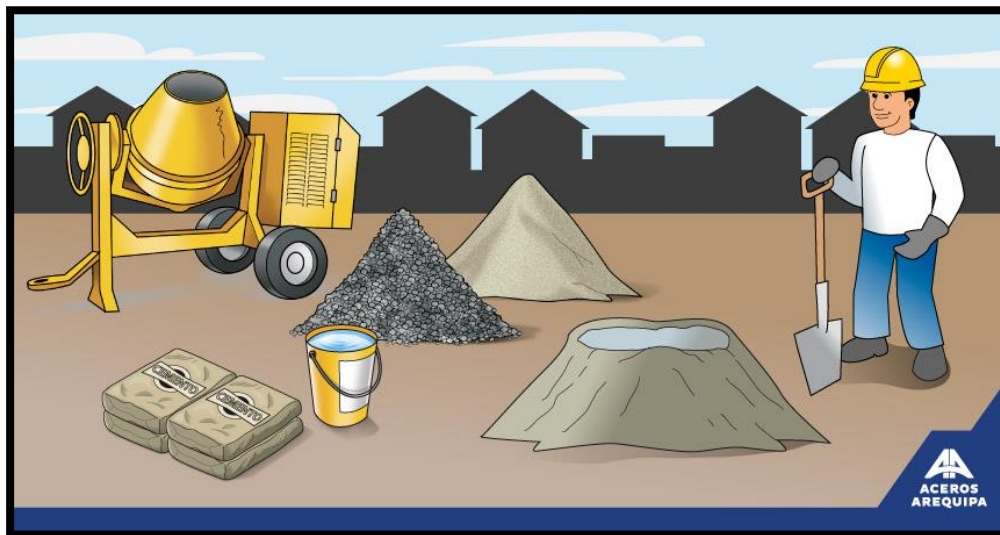


Figura # 6: Materiales para concreto simple

Según Montalvo (2021), el concreto armado o reforzado se denomina como tal cuando el concreto simple tiene barras de acero corrugado y se constituye asumiendo que ambos materiales trabajan juntos para hacer que el refuerzo resista el esfuerzo de tracción o aumente la resistencia a la compresión.

CONCRETO SIMPLE + ARMADURAS = CONCRETO ARMADO

Los recubrimientos o revestimientos hacen referencia al proceso de acabado de materiales como el acero, el hierro, el zinc o el aluminio que han pasado una fase anticorrosiva con la intención de aumentar la resistencia superficial, la durabilidad y la estética. Sin embargo, la parte más importante de los recubrimientos es visual, que mejora el aspecto y aporta otros beneficios. (Reinnor, 2017).



Figura # 7: Recubrimiento para el acero de refuerzo.

La corrosión es un término utilizado para explicar el proceso por el cual los metales, tanto los puros como sus aleaciones, se deterioran a través de reacciones químicas y electroquímicas. (Salazar, 2015).



Figura # 8: Corrosión de acero de refuerzo.

AGENTES MARITIMOS CORROSIVOS

El agua de mar es un electrolito cuyo gran volumen ocupa gran parte de la corteza terrestre y, aunque se extiende desde el Ártico hasta los Trópicos, tiene una composición química relativamente uniforme, siendo los componentes principales el cloruro de sodio y el magnesio.

La salinidad y la temperatura hacen que la resistividad eléctrica del agua de mar varíe en un rango entre 16 y 40 ohm - cm.

El agua de mar en equilibrio con el aire tiene oxígeno disperso en una concentración de aproximadamente 8 ppm. Su baja resistividad y alto contenido de oxígeno hacen del agua marino el electrolito natural más agresivo. (Fuentes, 2001)

El agua para consumo humano (potable) es el tipo de agua considerada como adecuada para el consumo humano y para su uso cotidiano, incluido el de su aseo personal. (Ministerio de Salud, 2011).

Existen diferentes alternativas tecnológicas para potabilizar el agua. Se pueden clasificar en 2 tipos: las plantas convencionales con tratamiento químico y las no convencionales con tratamientos basados en la filtración del agua por medio de camas porosas o por filtración multietapa. La filtración multietapa es una opción adecuada en muchos casos y tiene un gran potencial para ayudar a superar los inconvenientes que sufre el abastecimiento de agua potable en las diferentes áreas/zonas. Esta tecnología no requiere el uso de productos químicos o equipos mecánicos y los integrantes de la comunidad pueden operar, mantener y manejar fácilmente. (Cordero, M y Ullauri, P, 2011).

Las incrustaciones biológicas son los microorganismos que se adhiere en cualquier sustrato solido dentro del agua en su forma natural o antrópico. Al fijarse estas, se fijan también las algas y otros organismos presentes en el mar. El crecimiento de estas incrustaciones, generan daños graves tales como desestabilización de estructuras en el mar, cambios de temperatura y lo más importante es que causan fenómenos de corrosión. (Pérez, M, 2012).

La presión hidrostática actúa en el muelle como una fuerza que empuja el área del mar hacia la entrada de cada estructura marina. Cuanto mayor es la profundidad, mayor es la presión y más fuerza tiene que forzar el agua para penetrar la estructura. La presión hidrostática debe tenerse en cuenta al diseñar estructuras en alta mar y no se permiten estructuras con concreto poroso ni con fisuras. (Alvarado, K).

La conductividad es la solución a la transmisión del flujo eléctrico mediante iones y la temperatura del agua (Reasco, B y Yar, B. 2010).

Tabla 4:

Límites máximos permisibles

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamentos de la calidad de agua para consumo humano

Tabla 5:
Cuadro comparativo de parámetros

CUADRO COMPARATIVO DE PARAMETROS MONITOREADOS EN LOS AÑOS 2015, 2016 Y 2017												
CÓDIGO DEL PUNTO		ECA Cat 4	BFerr1	BFerr2	BFerr 6	BFerr 7	BFerr 8	BFerr 9	BFerr 11	BFerr 12	BFerr 13	
15			8.33	8.15	7.96	8.12	8.35	8.33	8.21	8.38	8.09	
16	pH	Unidad de pH	6.8- 8.5	7.39	7.34	7.39	7.44	7.57	7.56	7.51	7.67	7.48
17			7.7	8.26	7.84	7.8	7.89	7.98	8.29	8.22	8.03	
15			23.75	23.87	22.9	23.08	23.25	23.12	22.9	23.47	23.3	
16	Temperatura	Celsius	Delta 3	24.07	24.5	22.22	21.05	22.83	22.08	23.6	24.77	24
17			18.6	19.2	17.49	16.33	17.34	17.03	18.31	18.94	17.89	
15			52.05	51.88	53.02	52.92	52.81	52.86	52.98	52.69	52.3	
16	Conductividad Electrica	Ms/cm	-	52.66	52.71	52.29	52.71	52.65	52.64	53.03	52.6	52.7
17			49.6	49.87	48.74	50.1	50.15	50.04	50.04	49.9	49.81	

Fuente: Adaptado de ANA (Autoridad Nacional del Agua)

Desarrollado en 1909 por Sørensen, la escala de pH es un método para conocer la acidez o alcalinidad de alguna sustancia. Los valores oscilan entre 0 y 14, con un pH igual a 7 que es neutro, por debajo de 7 es ácido y por encima de 7 es básico. (Zita, A., 2021).



Figura # 9: Parámetros de pH

La presente investigación tuvo como justificación que la alta demanda de la pesca en nuestro país y más aún en Chimbote, se ha visto la necesidad de alargar la vida útil de las construcciones presentes en el agua de mar de Chimbote, generando que los mantenimientos sean menores, para ello en este estudio se desea conocer el recubrimiento necesario para evitar que la degradación del acero sea temprana.

Según la experiencia de los especialistas en este tipo de obras, la corrosión se debe principalmente al recubrimiento de la armadura de refuerzo, también la cantidad de material para la elaboración de concreto, que asegure la impermeabilización, el tercer problema que es del servicio de estas estructuras es los tipos de vibraciones generadas por los impactos en el acoderamiento de las naves (botes, lanchas, etc.).

El beneficio social de la presenta investigación es generar conciencia de las entidades para que realicen la reparación y/o mantenimiento de los muelles y otras estructuras presentes en el agua de mar de Chimbote, lo cual ayudaría a la población.

El aporte científico es que al tener el recubrimiento que disminuya el desgaste del acero de refuerzo en tiempos cortos, los mantenimientos y/o reparaciones serían en tiempos más largos y las construcciones tendrían más tiempo de vida.

La realidad problemática de esta investigación es que, en el Perú y el mundo, uno de los sectores que más ayuda a la economía es la pesca debido a la biodiversidad en los mares, pero la mayoría de las estructuras presentes en el mar están deterioradas generando que en muchos de ellos se vea afectada la actividad pesquera y por el alto costo de mantenimiento solo se han podido restaurar algunos de los ellos.

Como bien se sabe la pesca es la principal actividad en el distrito de Chimbote e incluso se le conoce como puerto pesquero; esto se ve afectado por el deterioro de las estructuras prefabricadas de las estructuras en el mar de Chimbote, si no se toma conciencia esto podría generar daños negativos.

En el agua de mar de Chimbote se realizaron observaciones en el cual se apreciaron una serie de muelles deteriorados debido a los agentes corrosivos presentes en el mar y a su exposición al aire libre.

Con todo lo mencionado, se planteó la siguiente pregunta como problema de la investigación: ¿Cuánto es la degradación del acero de refuerzo con diferentes recubrimientos expuesto al agua de mar en Chimbote?

Para la conceptualización de variables se tomaron en cuenta al agua y la degradación del acero de refuerzo como variables independiente y dependiente, estas terminologías fueron estudiadas por Pérez, J y Gardey, A y Vásquez, M.

Tabla 6:
Conceptuación y operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Agua	Independiente	El agua es el componente que aparece con mayor abundancia en la superficie. Forma los océanos, los ríos y las lluvias, además de ser parte constituyente de los organismos vivos. Pérez, J y Gardey, A (2021)	Se sumergirán 9 cubos de concreto armado en agua potable y 9 en agua de mar para poder ver en cuál de los dos tipos de agua se degrada más el acero	Agua potable Agua de mar	Ph Conductividad Eléctrica	Intervalo
Degradación del acero de refuerzo	Dependiente	Es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, cambiando sus propiedades físicas y químicas. Vásquez, M (2018)	Elaborando probetas de concreto armado con diferentes recubrimientos (2, 5, 10) por un periodo de 3 meses, se realizaron probetas para corroborar la resistencia de 350 kg/cm ² .	Resistencia del concreto 350 kg/cm ² Desgaste del acero de refuerzo	Dados de concreto de 350 KG/CM ² de diferentes medidas Ensayo de compresión a 28 días y a 56 días Cubos de concreto armado con recubrimientos variables y sin recubrimiento.	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis planteada es que realizando cubos de concreto armado con diferentes recubrimientos y acero de diámetro 5/8" se lograría cuantificar la degradación del acero en agua de mar.

El presente estudio plasmó como su objetivo general determinar la degradación del acero de refuerzo con agua de mar en Chimbote. El cual plasmó como objetivos específicos:

- Establecer la relación agua – cemento para un concreto de 350 kg/cm².
- Determinar la conductividad eléctrica y el ph tanto del agua de mar como la potable.
- Elaborar cubos de concreto con acero de refuerzo para ser sumergida durante 3 meses en agua marina y potable (tomando 3 recubrimientos diferentes).
- Evaluar la degradación del acero de refuerzo en una armadura de acero corrugado.
- Determinar la comparación de los resultados con interpretación estadística.

II. Metodología:

En lo que respecta al tipo, corresponde a una investigación aplicada de nivel cuasi – experimental ya que se determinará el desgaste del acero midiendo con el vernier el antes y después de sumergir las probetas.

Cuenta con un diseño cuasi - experimental ya que se puede apreciar el efecto causado en la variable dependiente gracias a la intervención de la variable independiente.

Tiene un enfoque cuantitativo ya que se utiliza la estadística, fichas, gráficos de Excel teniendo como resultados datos numéricos.

G O₁ X O₂

X: Degradación del acero de refuerzo

O1: Diámetro del acero de refuerzo

O2: Desgaste del diámetro del acero de refuerzo

La población son las estructuras expuestas al agua de mar en Chimbote y la muestra son los cubos de concreto armado con recubrimientos variables.

Para la técnica de recopilación de información se efectuaron los ensayos que sirvieron para poder constatar el correcto diseño de mezcla utilizado en obra (350 kg/cm²) y para medir el desgaste del acero de refuerzo de los cubos de concreto reforzado sumergidos durante 3 meses.

Para recopilar la información se hará uso de las fichas de laboratorio para el ensayo de rotura de probetas y el vernier para medir el desgaste del acero de refuerzo.

Los procedimientos que se utilizaron para evaluar la degradación del acero de refuerzo en el muelle pesquero artesanal de Chimbote radicaron en sumergir 18 cubos de concreto armado con diferentes recubrimientos (2cm, 5cm y 10cm) por 3 meses sumergidos en agua de mar (3 de 2 cm, 3 de 5 cm y 3 de 10cm) y agua potable (3 de 2 cm, 3 de 5 cm y 3 de 10cm) en cilindros utilizando el acero de diámetro 5/8" con estribos de 1/4"; la resistencia del concreto que se utilizó fue de 350 kg/cm² que se corroboró por medio de roturas de probetas a los 28 días (3 probetas) y a los 2 meses (3 probetas).

Para conocer la degradación del acero de refuerzo se midió con el vernier digital y convencional el diámetro del acero antes del vaciado de los cubos de concreto con sus diferentes recubrimientos y luego de 3 meses se volvió a medir con los verniers para determinar el desgaste, el mejor recubrimiento para ser usado en obras marítimas.

Para dar validez a la información obtenida se tomó en cuenta como evidencia las fotografías.

III. Resultados:

- Objetivo Específico N°1:

Establecer la relación agua – cemento para un concreto de 350 kg/cm².

Se realizó las coordinaciones con el ingeniero responsable del laboratorio para la obtención del diseño de mezcla dado que en la situación actual (COVID 19) no se permite el ingreso del alumnado a las instalaciones.

El diseño de mezcla es de 350 kg/cm², de relación a/c (agua-cemento) de 0.480 utilizando el cemento tipo V andino, el cual se plasma en el certificado.

DISEÑO DE MEZCLA	
SOLICITA	: KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ
TESIS	: DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE - 2022
LUGAR	: CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA	: 08/11/2022
ESPECIFICACIONES	
- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI	
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm ² , a los 28 días.	
MATERIALES	
A.- Cemento :	
	- Tipo V "Andino"
	- Peso específico 3.15
B.- Agua :	
	- Potable, de la zona.
C.-Agregado Fino :	CANTERA : VESIQUE
	- Peso específico de masa 2.65
	- Peso unitario suelto 1526 kg/m ³
	- Peso unitario compactado 1776 kg/m ³
	- Contenido de humedad 0.44 %
	- Absorción 1.11 %
	- Módulo de fineza 2.80
D.- Agregado grueso	CANTERA : SAN PEDRITO
	- Piedra, perfil angular
	- Tamaño Máximo Nominal 1"
	- Peso específico de masa 2.85
	- Peso unitario suelto 1419 kg/m ³
	- Peso unitario compactado 1577 kg/m ³
	- Contenido de humedad 0.55 %
	- Absorción 0.64 %

Figura # 10: Diseño de mezcla - 1

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.480

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.480 = 402.083 \text{ kg/m}^3 = 9.46 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	402.083 kg/m ³
Agua efectiva.....	199.212 lts/m ³
Agregado fino.....	781.036 kg/m ³
Agregado grueso.....	1062.583 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{402.08}{402.08} ; \frac{781.036}{402.08} ; \frac{1062.58}{402.08}$$

$$1 : 1.94 : 2.64 : 21.06 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 1.90 : 2.78 : 21.06 \text{ lts / bolsa}$$

Figura # 11: Diseño de mezcla - 2

Se corroboró que este diseño es correcto debido a que a los 28 y 56 días del vaciado se realizaron las roturas de 3 probetas en cada vaciado. En las roturas de las probetas se pueden observar que su resistencia a la compresión superó los 350 kg/cm², lo cual se puede apreciar en los siguientes formatos de laboratorio.

Reporte del Ensayo de Resistencia a la compresión (28 días) que fueron moldeadas el 2 de octubre de 2022.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION							
SOLICITA		: KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ					
TESIS		: DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE - 2022					
LUGAR		: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH					
FECHA		: 08/11/2022					
F' C		: 350 Kg/cm ²					
N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	PATRON	3,5	02/10/2022	30/10/2022	28	367.19	104.91
02	PATRON	3,5	02/10/2022	30/10/2022	28	369.78	105.65
03	PATRON	3,5	02/10/2022	30/10/2022	28	366.94	104.84
ESPECIFICACIONES :		Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.					
OBSERVACIONES :		Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.					

Figura # 12: Ensayo de resistencia a la compresión (28 días)

Resultados del Ensayo de Resistencia a la compresión (56 días) que fueron moldeadas el 2 de octubre de 2022.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION							
SOLICITA		: KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ					
TESIS		: DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE - 2022					
LUGAR		: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH					
FECHA		: 30/11/2022					
F' C		: 350 Kg/cm2					
N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	PATRON	3,5	02/10/2022	27/11/2022	56	405.77	115.93
02	PATRON	3,5	02/10/2022	27/11/2022	56	397.34	113.52
03	PATRON	3,5	02/10/2022	27/11/2022	56	401.29	114.66
ESPECIFICACIONES :		Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.					
OBSERVACIONES :		Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.					

Figura # 13: Ensayo de resistencia a la compresión (56 días)

- Objetivo Específico N° 2:

Determinar la conductividad eléctrica y el ph tanto del agua de mar como la potable.

Se extrajeron como muestra dos litros de agua del mar de Chimbote; así como también 2 litros de agua potable dl PP.JJ. EL PORVENIR – Chimbote de las cuales se realizaron los ensayos de conductividad eléctrica y ph de agua de mar en el laboratorio COLECBI.SAC, en donde se plasmó el siguiente reporte.

- AGUA DE MAR

CIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20221123-006

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **KARINA VANESSA MEJÍA VÁSQUEZ.**
 DIRECCION : Calle Miguel Grau Mz LL Lote 1 "A" El Porvenir Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : **AGUA SALINA. (AGUA DE MAR).**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de plástico con tapa cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-11-23
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2022-11-23
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2022-11-23
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 221123-4**

RESULTADOS

"DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE -2022"

ENSAYOS	MUESTRAS
	Bahía Ferrol -9°4'43" S; -78°36'58" W
(**) pH	6,87
Conductividad (mS/cm)	52,2

(**) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060-1: SMEWW-APHA-AWWA-WEF
METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.

Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 25 del 2022.
 GVR/jms

LC-MP - HRIEVO
 Rev. 08
 Fecha 2022-05-28

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
 DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIÓLOGO MICROBIOLOGO
 L. 8718
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

Figura # 14: Ensayo de agua de mar (COLECBI)

- AGUA POTABLE

CIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20221123-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **KARINA VANESSA MEJÍA VÁSQUEZ.**
 DIRECCION : Calle Miguel Grau Mz LL Lote 1 "A" El Porvenir Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : **AGUA NATURAL SUBTERRANEA. (AGUA DE POZO).**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de plástico con tapa cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-11-23
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2022-11-23
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2022-11-23
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 221123-4**

RESULTADOS

"DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE -2022"

ENSAYOS	MUESTRAS
	El Porvenir -9°3'16,2' S; -78°34'27,3" W
(**) pH	7,59
Conductividad (uS/cm)	1 366

(**) *Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060-1; SMEWW-APHA-AWWA-WEF METODOLOGIA EMPLEADA*

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.

Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 25 del 2022.
 GVR/jms

LC-MP-HRIVIO
 Rev. 08
 Fecha 2022-05-28

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 C.R.P. 128
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

Figura # 15: Ensayo de agua potable (COLECBI)

Tabla N° 7:

Resúmenes resultados Colecbi S.A.C – Conductividad Eléctrica.

	Resultados	
Descripción	Conductividad Electrica	Rango establecido
Agua potable	1.366 (mS/cm)	< 1.5 (mS/cm)
Agua de mar	52.2 (mS/cm)	45 -55 (mS/cm)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 8:

Resúmenes resultados Colecbi S.A.C – ph.

	Resultados	
Descripción	ph	Rango establecido
Agua potable	7.59	6.5-8.5
Agua de mar	6.87	6.8-8.5

Fuente: Elaboración Propia

- En la conductividad eléctrica del agua de mar podemos observar que se encuentra en el intervalo correspondiente a estas aguas (45 mS/cm a 55 mS/cm).
- Asimismo, en el agua de mar se puede apreciar que su ph que es 6.87 está dentro del rango dado por el diario el peruano (6.80 – 8.50).
- En lo que corresponde a la conductividad eléctrica del agua potable, el parámetro establecido es que sea menor a 2500 uS/cm; por ello, el resultado está dentro de este parámetro.
- El ph del agua potable tiene un rango establecido por el diario el peruano en el cual su parámetro es de 6.50 – 8.50; en los resultados podemos visualizar que el ph (7.59) está dentro de este rango.

- **Objetivo Específico N° 3:**

Elaborar cubos de concreto con acero de refuerzo para ser sumergida durante 3 meses en agua marina y potable (tomando 3 recubrimientos diferentes).

Paso 1: Establecer los recubrimientos a utilizar y realizar un cuadro de cuantos cubos se realizarán para cada recubrimiento y diferente tipo de agua (agua de mar y agua potable).

Tabla N° 9:

Tabla cantidad de cubos de concreto armado a realizar.

RECUBRIMIENTO TIPO DE AGUA	2	5	10	Total
Agua de mar	3	3	3	9
Agua potable	3	3	3	9

Fuente: Elaboración propia

Tal como puede apreciarse en la tabla previa, se realizaron 18 cubos de concreto armado, de los cuales 9 son para ser sumergidos en agua potable y 9 para agua de mar.

Paso 2: Se realizaron las armaduras de acero de refuerzo de 5/8” con estribos de 1/4” (debido al manejo de este diámetro, ya que con el de 3/8” que corresponde según norma, al ser la armadura muy pequeña no sería manejable).



Figura # 16: Cortado de varilla de acero (10 cm de longitud)



Figura # 17: Doblado de acero de refuerzo (1/4" para estribo)



Figura # 18: Amarre de varillas de 5/8” con sus estribos con el uso de alambre N°8

Paso 3: Realizar el encofrado para el vaciado de los cubos de concreto

Para ello se realizaron:

- 6 de 14 x 14 cm

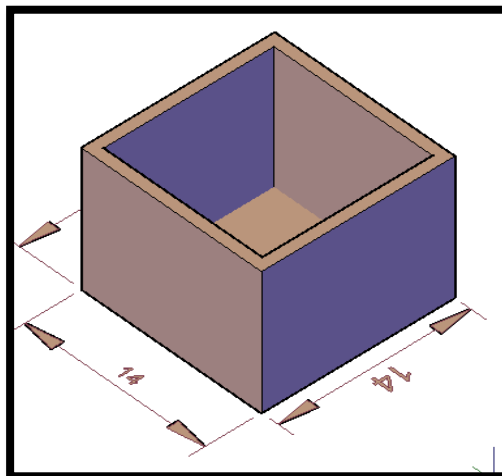


Figura # 19: Modelado de encofrado para recubrimiento de 2 cm

- 6 de 20 x 20 cm

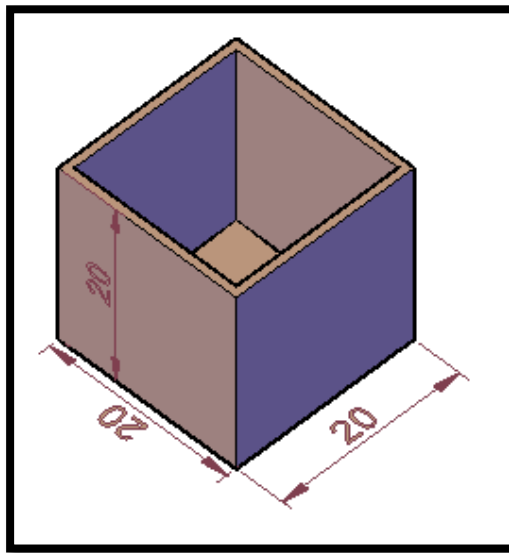


Figura # 20: Modelado de encofrado para recubrimiento de 5 cm

- 6 de 30 x 30

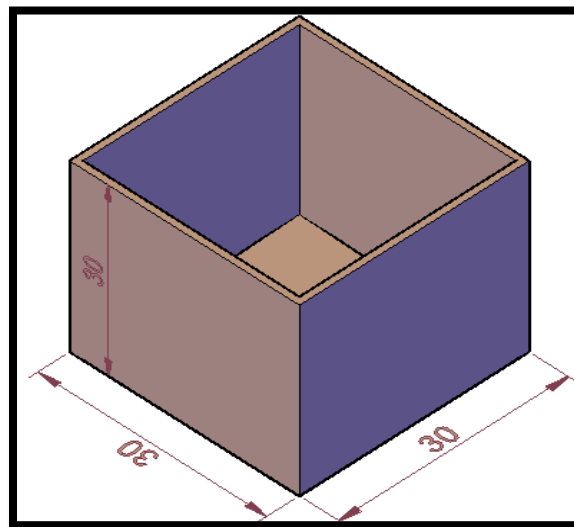


Figura # 21: Modelado de encofrado para recubrimiento de 10 cm

Paso 4: Con el uso del vernier digital, medir el diámetro del acero en cada armadura, considerando que se ha utilizado de la misma varilla para cada armadura.

Tabla N° 10:

Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimientos de 2, 5 y 10 cm, que será sumergido a agua potable.

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA OCTUBRE (mm)
Potable	2	1	16.83
Potable	2	3	17.22
Potable	2	17	17.01
Potable	5	9	16.74
potable	5	11	16.18
potable	5	13	16.95
Potable	10	2	17.07
potable	10	4	17.07
potable	10	16	16.98

Fuente: Elaboración Propia

En esta tabla podemos observar que los diámetros del acero varían, esto se debe a que las varillas están expuestas al aire y corrosión, es por ello que se midió el diámetro con el uso del vernier digital.

En las siguientes imágenes, podemos ver la medida del diámetro del acero de 5/8” según su armadura que será expuesto en agua potable por meses.

AGUA POTABLE



Figura # 22: A1 - Medida 16.83 mm

Tabla N° 11:

Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimientos de 2, 5 y 10 cm, que será sumergido a agua de mar.

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA OCTUBRE (mm)
mar	2	7	16.74
mar	2	12	16.37
mar	2	15	16.91
mar	5	5	16.9
mar	5	8	16.96
mar	5	18	16.85
mar	10	6	16.71
mar	10	10	16.62
mar	10	14	16.88

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se logra apreciar que los diámetros del acero varían, esto se debe a que las varillas están expuestas al aire y corrosión, es por ello que se midió el diámetro con el uso del vernier digital.

AGUA DE MAR



Figura # 23: A1 - A7 - Medida 16.74 mm

Para calcular dichas medidas hicimos uso del vernier digital:



Figura # 24: Vernier digital



Figura # 25: Armaduras de acero de refuerzo (5/8")

Paso 4: Se realizaron los dados de concreto para los diferentes recubrimientos (2cm, 5 cm, 10cm).



Figura # 26: Dados de concreto armado para recubrimiento

Paso 5: Con el diseño de mezcla, se verá la dosificación a utilizar.

El día del vaciado fue el 2 de octubre de 2022, en el cual se vaciaron 6 probetas para el ensayo de rotura y 18 cubos de concreto armado (6 de 2cm de recubrimiento, 6 de 5cm de recubrimiento y 6 de 10 cm de recubrimiento).

a) Volumen de probetas de cilindro para rotura

$$Volumen = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h$$

Tabla 12:

Volumen de probetas

VOLUMEN PROBETAS			
diámetro	altura	Volumen probetas	6 probetas
0.15	0.3	0.005301438	0.031808626

Fuente: Elaboración Propia

Volumen de los 6 moldes a utilizar = 0.03180 m3

a) Volumen de molde de cubos de concreto (18)

$$Volumen cubos = a \times b \times c$$

Tabla 13:

Volumen cubos de concreto

VOLUMEN CUBOS DE CONCRETO				
Rec.2	Rec. 5	Rec.10	Suma	6 veces
0.002744	0.008	0.027	0.037744	0.226464

Fuente: Elaboración Propia

Volumen de los 6 moldes a utilizar = 0.226464 m³

a) Volumen total de concreto a utilizar:

$$0.03180 + 0.226464 = 0.2582726$$

Con desperdicio (5%) = 0.271186257 m³

b) Calculo para hallar la cantidad de materiales en kg.

Tabla 14:

Cantidad de materiales

Cant. a utilizar	Valores diseño (kg/m ³)	0.105699569	Peso en kg	Prop. En volumen	Volumen
Cemento	402.083	42.5	109.04	1	2.6
Agregado fino	781.036	82.56	211.81	1.9	4.9
Agregado grueso	1062.583	112.31	288.16	2.78	7.1
Agua	199.212	21.06	54.02	21.06	54

Fuente: Elaboración Propia

Paso 6: Se colocaron los encofrados de los cubos y dentro las armaduras enumeradas según su diámetro y recubrimiento.



Figura # 27: Encofrado con armaduras para el vaciado



Figura # 28: Colocado de dados para el recubrimiento (10 cm)

Paso 7: Pesado de materiales para el vaciado en kilogramos para una mejor dosificación y llegar a la resistencia (kg/cm²).



Figura # 29: Pesado de los materiales (cemento tipo V andino, agregado grueso y agregado fino).



Figura # 30: Vaciado de concreto en los moldes.



Figura # 31: do de mezcla para evitar vacíos.



Figura # 32: Vaciado de mezcla a los moldes cilíndricos de concreto.



Figura # 33: Desencofrado de probetas



Figura # 34: Desencofrado de cubos de concreto armado



Figura # 35: Cubos de concreto armado



Figura # 36: Traslado de cubos a cilindros para sumergirse en agua

Paso 7: Los cubos fueron sumergidos a cilindros, los cuales se cambia el agua semanalmente.

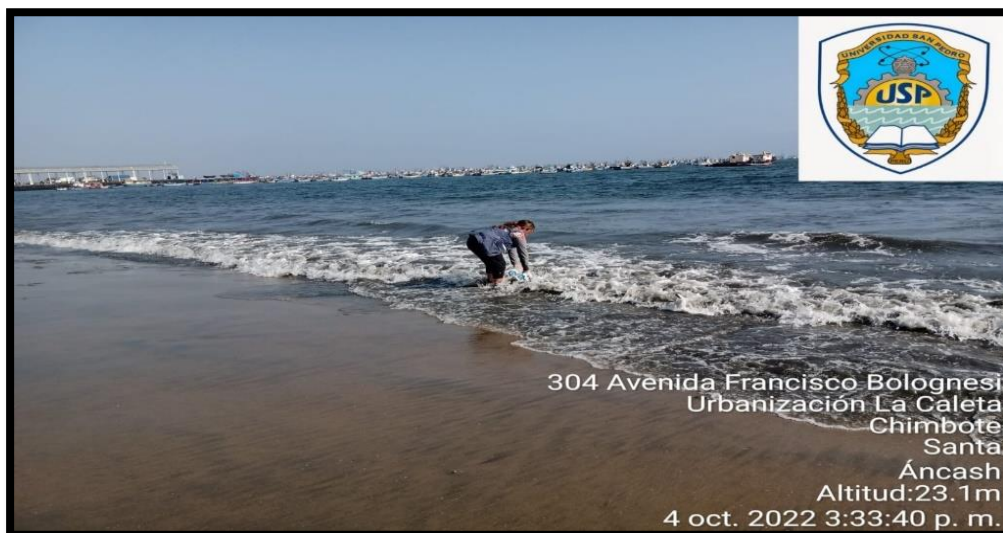


Figura # 37: Retiro de agua del mar de Chimbote para el cambio de agua de los cilindros

- **Objetivo Específico N° 4:**

Evaluar la degradación del acero de refuerzo en una armadura de acero corrugado.

Paso 1: Se procedió a picar los cubos haciendo uso del rotomartillo y anotando los números correspondientes que nos indica cual armadura es.



Figura # 38: Rotura de cubos usando uso de rotomartillo



Figura # 39: Rotura de últimos pedazos de concreto atorados en las armaduras.

Paso 2: Después de tener las armaduras, con el uso de un cepillo, se procedió a quitar el óxido presente en la armadura. Al finalizar el cepillado, se usó el vernier para medir el diámetro del acero luego de estar sumergido tanto en agua marina como potable por tres meses.

Tabla N° 15:

Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm, luego de ser sumergido en agua potable por un periodo de 3 meses.

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA ENERO (mm)
Potable	2	1	16.46
Potable	2	3	16.94
Potable	2	17	16.72
Potable	5	9	16.58
potable	5	11	16.02
potable	5	13	16.76
Potable	10	2	17.01
potable	10	4	17.00
potable	10	16	16.90

Fuente: Elaboración propia

En relación a la tabla N° 15 se aprecia la medida en mm obtenidas al ser medidas por un vernier luego de ser sumergidos en agua potable un periodo de 3 meses.

AGUA POTABLE

Recubrimiento 2 cm:



Figura # 40: A1 - Medida 16.46 mm

Tabla N° 16:

Tabla de diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm, luego de ser sumergido en agua de mar por un periodo de 3 meses.

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA ENERO (mm)
mar	2	7	16.27
mar	2	12	15.92
mar	2	15	16.41
mar	5	5	16.55
mar	5	8	16.61
mar	5	18	16.5
mar	10	6	16.56
mar	10	10	16.45
mar	10	14	16.73

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observan la medida en mm obtenidas al ser medidas por un vernier luego de ser sumergidos en agua de mar en un periodo de 3 meses.

AGUA DE MAR

Recubrimiento 2 cm:



Figura # 41: A1 - A7 - Medida 16.27 mm

Paso 3: Se compararon los resultados tomados en octubre y en diciembre, para conocer la degradación que hubo en el acero en este periodo de tiempo (3 meses).

Tabla N° 17:

Tabla de variación del diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm expuesto en agua potable.

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA ENERO (mm)	VARIACION (mm)
Potable	2	1	16.46	0.37
Potable	2	3	16.94	0.28
Potable	2	17	16.72	0.29
Potable	5	9	16.58	0.16
potable	5	11	16.02	0.16
potable	5	13	16.76	0.19
Potable	10	2	17.01	0.06
potable	10	4	17.00	0.07
potable	10	16	16.90	0.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18:

Tabla de variación del diámetro (mm) de aceros por armadura con recubrimiento de 2, 5 y 10 cm expuesto a agua de mar.

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA ENERO (mm)	VARIACION (mm)
mar	2	7	16.27	0.47
mar	2	12	15.92	0.45
mar	2	15	16.41	0.5
mar	5	5	16.55	0.35
mar	5	8	16.61	0.35
mar	5	18	16.5	0.35
mar	10	6	16.56	0.15
mar	10	10	16.45	0.17
mar	10	14	16.73	0.15

Fuente: Elaboración propi

- **Objetivo Específico N° 5:**

Determinar la comparación de los resultados con interpretación estadística.

- Se determinaron la relación y variación porcentual de las medidas tomadas en los meses de Octubre (2022) y Enero (2023) obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla N° 19:

Tabla de relación y variación porcentual de las medidas tomadas en octubre y enero

AGUA	RECUBRIMIENTO (cm)	NUMERO	MEDIDA ENERO (mm)	VARIACION (mm)	RELACION (%)	VARIACION (%)
Potable	2	1	16.46	0.37	97.80	-2.20
Potable	2	3	16.94	0.28	98.37	-1.63
Potable	2	17	16.72	0.29	98.30	-1.70
Potable	5	9	16.58	0.16	99.04	-0.96
potable	5	11	16.02	0.16	99.01	-0.99
potable	5	13	16.76	0.19	98.88	-1.12
Potable	10	2	17.01	0.06	99.65	-0.35
potable	10	4	17.00	0.07	99.59	-0.41
potable	10	16	16.90	0.08	99.53	-0.47
mar	2	7	16.27	0.47	97.19	-2.81
mar	2	12	15.92	0.45	97.25	-2.75
mar	2	15	16.41	0.5	97.04	-2.96
mar	5	5	16.55	0.35	97.93	-2.07
mar	5	8	16.61	0.35	97.94	-2.06
mar	5	18	16.5	0.35	97.92	-2.08
mar	10	6	16.56	0.15	99.10	-0.90
mar	10	10	16.45	0.17	98.98	-1.02
mar	10	14	16.73	0.15	99.11	-0.89

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se logra apreciar que la variación mayor (2.96 %) se obtuvo en cubo sumergido en agua marina con un recubrimiento de 2 cm.

La de menor variación (0.35 %) es la que fue sumergida en agua potable con un recubrimiento de 10 cm.

La variación intermedia (1.63 %) sumergida en agua potable con un recubrimiento de 2 cm.

Se realizó la comparación recubrimiento – variación promedio mediante un gráfico estadístico de las muestras sumergidas con agua potable.

Tabla N° 20:

Tabla recubrimiento y variación promedio de porcentaje de degradación (agua potable)

Recubrimiento	agua potable	agua de mar
2 cm	1.84	2.84
5 cm	1.02	2.07
10 cm	0.41	0.94

Fuente: Elaboración propia

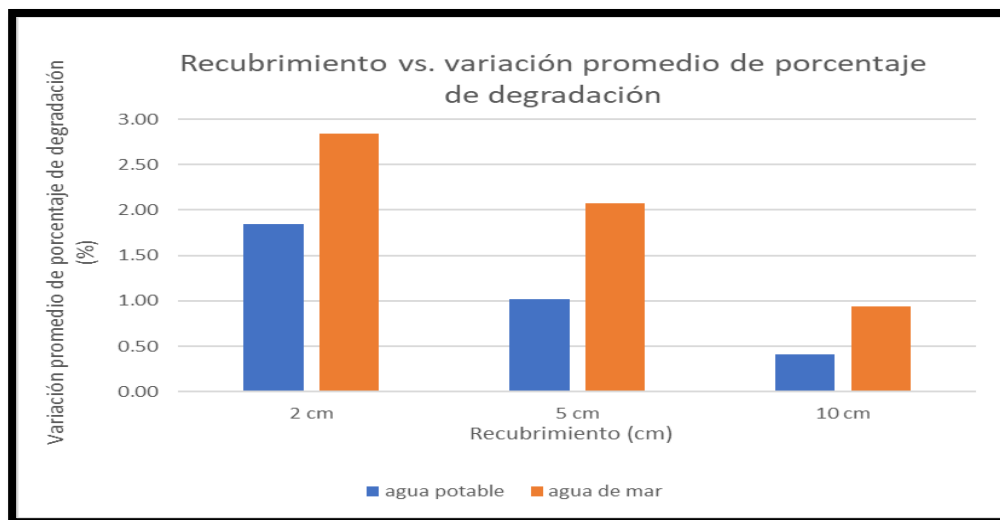


Figura # 42: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento

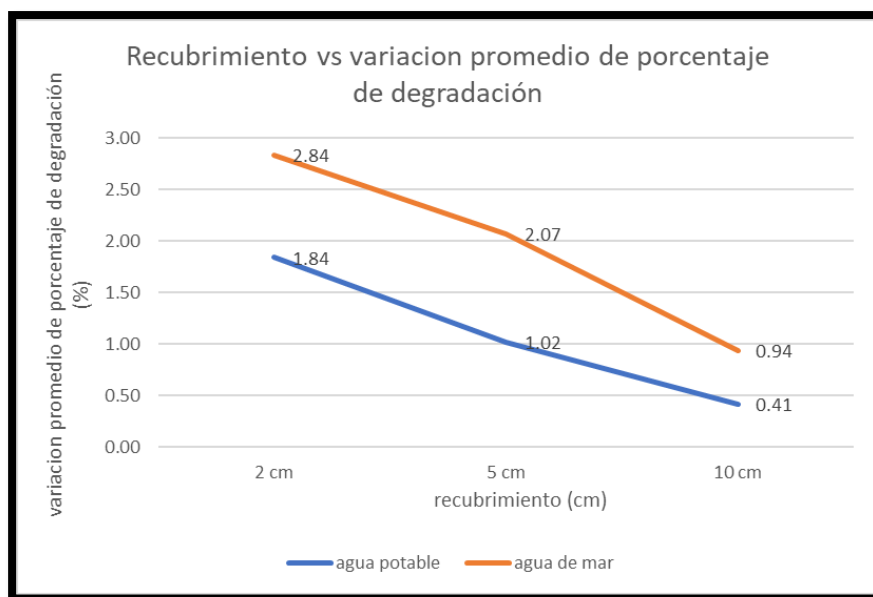


Figura # 43: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento

Se observa en ese tipo de grafico que a mayor recubrimiento es menor la variación promedio.

- Se realizó la comparación recubrimiento – variación promedio de porcentaje de degradación mediante un gráfico estadístico de las muestras sumergidas con agua potable.

Tabla N° 21:

Tabla recubrimiento y variación promedio de porcentaje de degradación (agua potable)

Recubrimiento	Variacion promedio
2 cm	1.84
5 cm	1.02
10 cm	0.41

Fuente: Elaboración propia

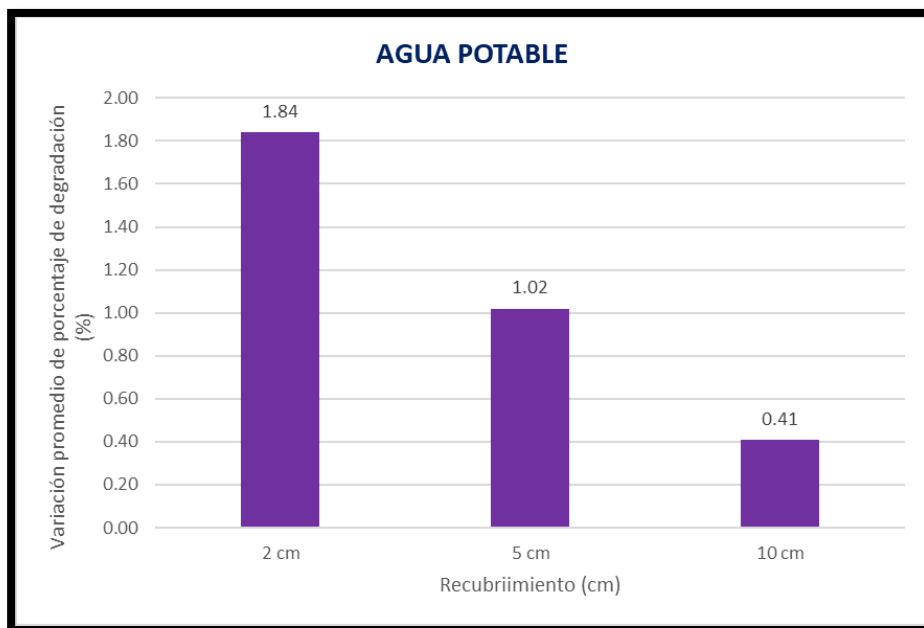


Figura # 44: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento (agua potable)

Se realizó la comparación recubrimiento – variación promedio de porcentaje de degradación mediante un gráfico estadístico de las muestras sumergidas con agua potable.

Tabla N° 22:

Tabla recubrimiento y variación promedio de porcentaje de degradación (agua de mar)

Recubrimiento	Variacion promedio
2 cm	2.84
5 cm	2.07
10 cm	0.94

Fuente: Elaboración propia

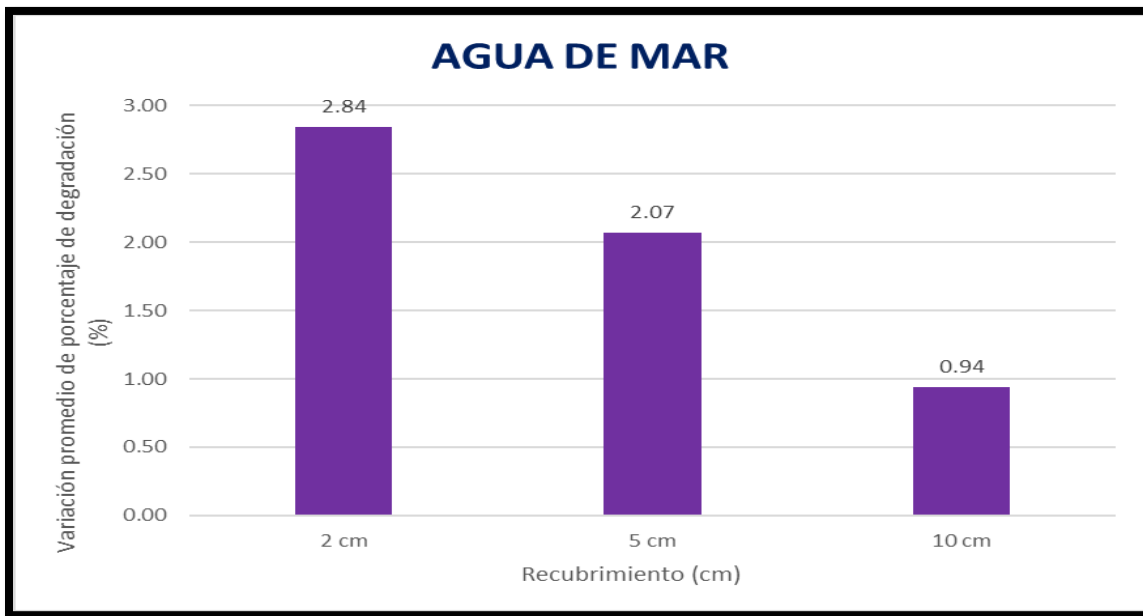


Figura # 45: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs recubrimiento (agua de mar)

Se comparó la variación promedio de porcentaje de degradación para la muestra sumergida tanto en el agua de mar como en la potable con recubrimiento de 2 cm.

Tabla N° 23:

Tabla variación promedio de porcentaje de degradación de agua marina y potable de un recubrimiento de 2 cm.

Tipo de agua	Variación promedio
mar	2.84
potable	1.84

Fuente: Elaboración propia

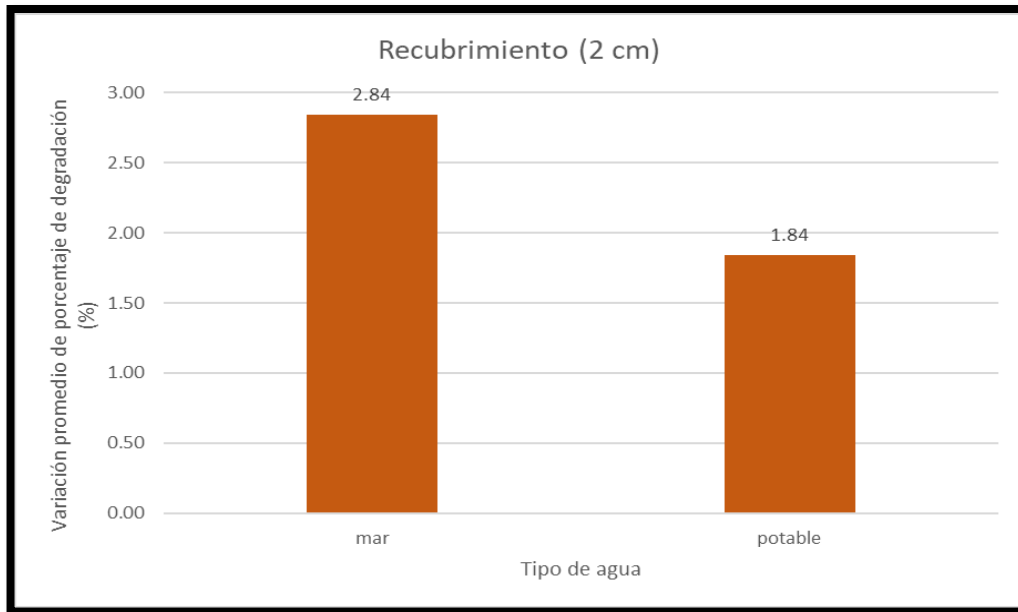


Figura # 46: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs tipo de agua con un recubrimiento de 2 cm

Se comparó la variación promedio de porcentaje de degradación para la muestra sumergida tanto en el agua de mar como en la potable con recubrimiento de 5 cm.

Tabla N° 24:

Tabla variación promedio de porcentaje de degradación de agua de mar y potable de un recubrimiento de 5 cm.

Tipo de agua	Variacion promedio
mar	2.07
potable	1.02

Fuente: Elaboración propia

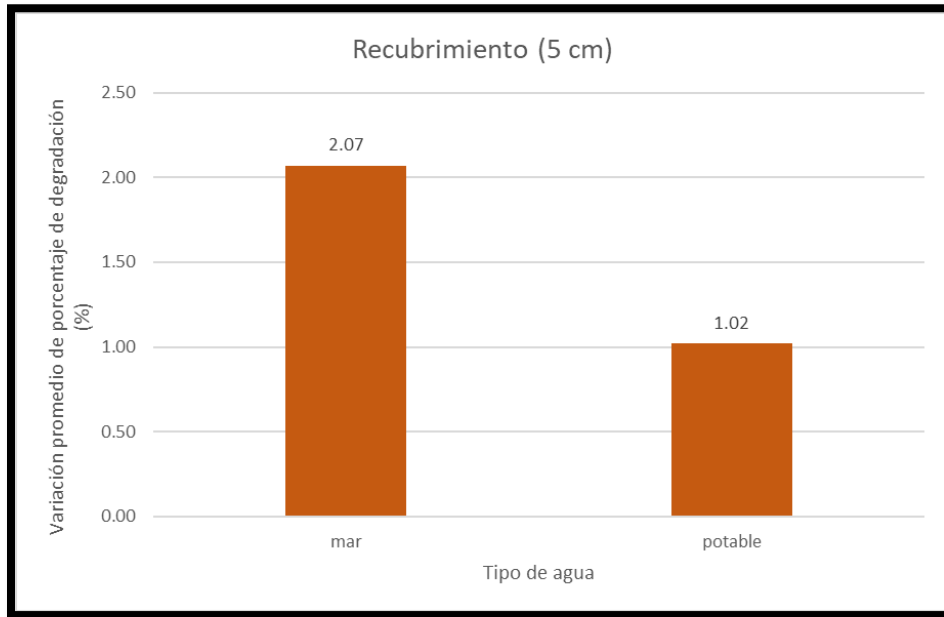


Figura # 47: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs tipo de agua con un recubrimiento de 5 cm

Se comparó la variación promedio de porcentaje de degradación para la muestra sumergida tanto en el agua de mar como la potable con recubrimiento de 10 cm.

Tabla N° 25:

Tabla variación promedio de porcentaje de degradación de agua marina y potable de un recubrimiento de 10 cm.

Tipo de agua	Variacion promedio
mar	0.94
potable	0.41

Fuente: Elaboración propia

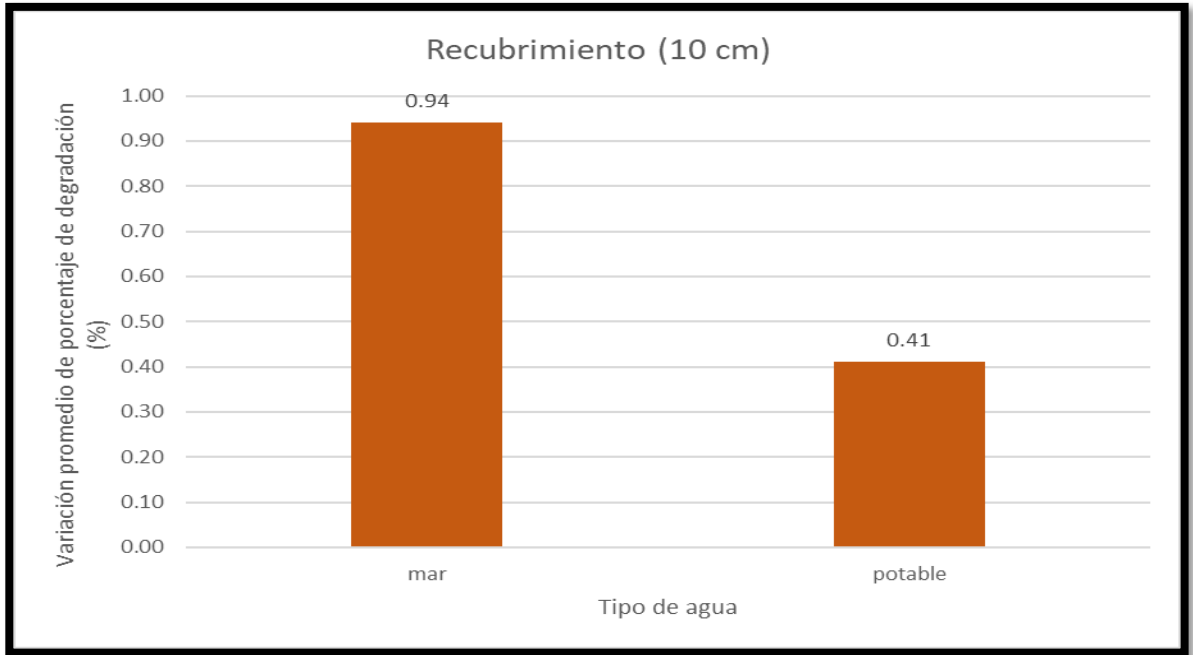


Figura # 48: Gráfico variación promedio de porcentaje de degradación vs tipo de agua con un recubrimiento de 10 cm.

IV. Análisis y discusión.

- El cemento tipo V, al tener como beneficio la alta resistencia al salitre debido a que contiene el menor porcentaje de aluminato tricálcico, es el adecuado para usar en estructuras expuestas tanto en el mar como en terreno húmedo; en esta investigación se usó dicho cemento por ser estructuras expuestas al agua de mar. Los resultados obtenidos son menores a los que hubieran salido usando otro tipo de cemento (Tipo I).
- La conductividad eléctrica del agua de mar se encuentra dentro de los parámetros, pero es más elevada a la tomada en el 2017 por el ANA que fue un valor de 49.90 (mS/cm), mientras que mi resultado fue el de 52.2 (mS/cm).
- El ph tomado al agua potable se encuentra dentro de los límites permisibles (7.59), aprobado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- En el ph del agua de mar el ANA en su estudio en el año 2017 obtuvo un resultado de 8.22, que difiere con el resultado hallado en esta investigación que tiene un valor de 6.87 (ligera y ácida), debido a que con el pasar de los años la contaminación es mayor y se está acidificando el agua de mar por el CO₂.
- El recubrimiento que tuvo mayor degradación fue el 2 cm que corresponde a la estructura sumergida a agua de mar con una variación promedio de 2.84 % correspondiente a una variación de 0.47 mm; esto se debe a que el ph y conductividad eléctrica en el agua de mar es mucho mayor al agua potable y con respecto al recubrimiento en que a mayor recubrimiento menor es la cantidad de material que protege a la estructura es mayor.
- El recubrimiento que tuvo menor degradación fue el 10 cm que corresponde a la estructura sumergida a agua potable con una variación promedio de 0.41 %

correspondiente a una variación de 0.07 mm, debido a que el agua potable tiene una conductividad eléctrica de 2.5 mS/cm.

- Según el NTE. 060 concreto Armado el recubrimiento a utilizar para construcciones permanentemente en contacto con el suelo corresponde a 7 cm; en esta investigación se usaron de 2 cm, 5 cm y 10 cm debido a que se forma un gráfico (Figura # 49) en el cual se puede observar que tanto en el agua potable como en el agua de mar que a más recubrimiento menos será la degradación.
- Chuquiya, Z (2017) en su investigación “EVALUACIÓN DE LA CORROSIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN CHUCUITO CALLAO 2017”, señaló que la rapidez de la corrosión estuvo en un grado insignificante teniendo o no su aislamiento (recubrimiento), mientras que, en esta investigación, el recubrimiento tiene influencia tanto en el agua potable como en la marina, debido a la exposición constante.
- La lluvia acida (3.5 – 4.2), se produce en lugares contaminantes (parte de la sierra peruana como la Oroya, Pasco, Junín) y corroe con mayor facilidad al acero, pero también, afecta al concreto destruyendo los minerales hidratados del cemento que son los que proveen la resistencia y durabilidad.
- En la sierra y costa las lluvias son levemente acida entre 5 a 5.5, pero en la sierra las lluvias son torrenciales afectando en mayor proporción a las estructuras de concreto armado debilitándolos; mientras que, en la costa al ser garúas, ralentizan dicho proceso. Otro de los factores, es que las estructuras en la costa al estar expuestas a mayor cantidad de sulfato, estas estructuras se corroen con mayor facilidad a las de la sierra.

V. Conclusiones:

- El cemento tipo V, al tener menor porcentaje de aluminato tricálcico, es el que se debe usar en estructuras en contacto con agua de mar.
- Comparando las aguas marinas con la potable podemos ver que la marina es más corrosiva porque su conductividad eléctrica es de 52.2 mS y su ph es de 6.87 mientras que el agua potable tiene una conductividad eléctrica de 1.366 mS y su ph es de 7.59.
- La conductividad eléctrica en ambos casos (agua de mar y potable) están dentro del rango establecido.
- El pH del agua de mar difiere con los resultados obtenidos por el ANA en el 2017 (8.22) mientras que en esta investigación se obtuvo 6.87, pero ambos valores están dentro del rango establecido (6.8 – 8.8) aunque el valor obtenido está en el límite.
- En general, el ph del agua potable está dentro de la neutralidad, mientras el del agua de mar es ligeramente acida; al ser ligeramente acida se vuelve corrosivo disolviendo iones metálicos.
- La degradación del acero de refuerzo es menor en los recubrimientos de 10cm con una variación de 0.41% equivalente a 0.07 mm sumergida a agua potable, mientras que es mayor en recubrimiento de 2 cm con una variación porcentual de 2.84 que equivale a 0.47mm sumergido en agua de mar por 3 meses.
- La degradación del acero de refuerzo es mayor en el agua de mar ya que en todos los recubrimientos (2, 5 y 10 cm) es mayor que las obtenidas en el agua potable; esto se debe a que el agua de mar presenta mayor conductividad eléctrica.

- La lluvia al ser levemente acida (5 – 5.5) en partes del país, mientras que en otras es acido (3.5 – 4.2) debilitan a las estructuras.

VI. Recomendaciones:

- A las futuras construcciones en agua de mar usar cemento tipo V, de preferencia Andino.
- A la población, tomar más conciencia evitando arrojar desechos al mar ya que el mar se está acidificando, esto genera que el cemento no sea tan alcalino y no haga su función conglomerante.
- A las futuras construcciones usar el recubrimiento de 10 cm para que dichas estructuras tengan mayor tiempo de vida debido a que estas estructuras tienen mayor protección ya que tienen mayor material protegiéndolas.
- A todas las autoridades, no solo de Ancash a dar mantenimiento a los muelles que están en deterioro ya que, si no se da, se degrada más el acero generando peligro.
- A las estructuras en la sierra, usar aditivos para evitar que las lluvias debiliten sus estructuras.

VII. Agradecimientos:

- A Dios, por ser la energía que tanto necesité, necesito y necesitaré en mi vida personal y profesional.
- A mis padres, Franklin y Gladys que son lo más sagrado que tengo en mi vida, por estar siempre a mi lado de manera incondicional, sin ustedes no habría llegado hasta donde estoy.
- A Maritza, que me ha dado las ganas de seguir adelante, por siempre estar pendiente en mí.
- A mi mamita Yolanda, que siempre me motivo a estudiar poniéndome de ejemplo la fortaleza, el amor y la perseverancia.
- A mis padrinos Lily y Luis, que siempre son ángeles en mi vida.
- A mis acompañantes Rocky, Hans y Candy por estar ahí en las noches de desvelo y darme alegría en los momentos de ansiedad.
- A mi familia en general, por siempre ser un motivo de superación, por sus consejos y por las enseñanzas otorgadas.
- A mi enamorado, por siempre apoyarme y motivarme durante mi carrera y la realización de este proyecto tanto en la racional como en lo emocional.
- A mi asesor el ingeniero Miguel Solar, por haberme guiado con su experiencia y sabiduría en el desarrollo de este proyecto.

VIII. Referencias bibliográficas:

Aceros Arequipa. (2019). Fierro Corrugado ASTM A615 – GRADO y NTP 341.031 – GRADO 420. Obtenido de https://acerosarequipa.com//sites/default/files/fichas/2020-07/HOJA%20TECNICA_FIERRO%20CORRUGADO-A615.pdf?fv=BvRhZ2gm.

Adrián, R. (2021, 4 de noviembre). *Acero*. Obtenido de: <https://conceptodefinicion.de/acero/>.

Alvarado, K. (2015). Inspección y evaluación de las patologías en las estructuras de concreto armado del muelle de Yacila – Paita – Piura (Tesis de pregrado). Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Piura. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/1436>.

Basilio, C (2015). *Libro de Concreto Estructural Reforzado y Simple aplicando la Norma peruana E.060 Tomo I*. Obtenido de: https://civilgeeks.com/2015/12/16/libro-de-concreto-estructural-reforzado-y-simple-aplicando-la-norma-peruana-e-060-tomo-i-ing-basilio-j-curbelo/?fbclid=IwAR08eoT5uCrQGacEm_Wg9WMF6ZNjHAFTTnjar4v4NgYpBwPzudbkdPxtBWA#google_vignette.

Carlos, M y Chapoñan, Y (Año 2020). Síntesis y caracterización de un recubrimiento anticorrosivo, basado en el óxido de grafeno para su

aplicación en la industria marina (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8808>.

Chuquiya, Z (Año 2017). Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017 (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23108>.

Cordero, M y Ullauri, P. (2011). Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de : <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>.

Fuentes, C. (2001). Ingeniería Portuaria. Lima, Perú: Coper editores. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/531746066/Libro-Ing-Cesar-Fuentes-Ortiz>.

LaFave, J., Yao, R., Yu, Q. y Faria, P. (2021). Durability deterioration of concrete under marine environment from material to structure: A critical view. Journal of Building Engineering, Volumen 35. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102074>.

López Carranza, Nelly Aurora (2021). Calidad del agua de la red de distribución que abastece a los habitantes de la ciudad de Chimbote y Nuevo Chimbote,

Ancash en el 2017. (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Santa, Chimbote. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4167>.

Luaces, C. (2010, 22 de enero). Los áridos. Interempresas Construcción. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>.

Ministerio de Salud (2011). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N°031-2010-SA. Lima, Perú: Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud. Recuperado de: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf.

Molina, K (2006). Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno (Tesis de pregrado). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de: <https://docplayer.es/68253003-Evaluacion-de-morteros-para-albanileria-y-revestimientos-elaborados-a-base-de-cementos-mezclados-con-escorias-de-horno.html>.

Montalvo, H (2021). Concreto: Generalidades, propiedades y procesos. (Documento de trabajo). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Recuperado de: <https://unsaac.academia.edu/HyrumMontalvoPe%C3%B1a>.

Moreno, Luis (Año 2018). Simulación matemático – computacional de la corrosión atmosférica del Fe en las zonas costeras de Ancash y La Libertad

(Tesis doctoral). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz. Obtenido de: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2380>.

Pacora, M (Año 2017). Corrosión del acero corrugado e integridad en estructuras de concreto armado en el asentamiento humano San José de Manzanares en el 2017 (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Huacho. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23358>.

Pérez, M (2012). Las incrustaciones biológicas (biofouling) y metodología para su control. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/35191>.

Reasco, B y Yar, B. (2010). Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotachachi y propuesta de medidas correctivas. (Tesis para título). Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Recuperado de: <https://1library.co/document/zww04j7z-evaluacion-calidad-consumo-comunidades-canton-cotacachi-propuesta-correctivas.html>.

Reinnor (26 de octubre de 2017). Los recubrimientos y su importancia en anticorrosivos (Mensaje en un blog). Recuperado de: <https://www.reinnor.com/los-recubrimientos-y-su-importancia-en-anticorrosivos/>.

Salazar, J. (2015). Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales. Revista Tecnología en marcha 28(3), 2-3. Doi: [10.18845/tm.v28i3.2417](https://doi.org/10.18845/tm.v28i3.2417).

Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Bogotá, Colombia: Bhandar Editores. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=frontcover&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false.


Shalyi, E., Leonovich, S. y Kim, L. (2019). Degradation of Reinforced Concrete Structures of Marine Works from the Combined Impact of Carbonation and Chloride Aggression. Stroitel'nye Materialy, Volumen 5, pp. 67-72. Doi: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-770-5-67-72>.

Yon, K (2007). El cemento peruano. Huacho. Monografías. Obtenido de: <https://www.monografias.com/trabajos52/cemento-peru/cemento-peru2?fbclid=IwAR2QnGHLLynvWCH41M1YRicKSQJk9VJJO-d5OVpRBKjzs96GcCANtiFprLA>.

Zita, A. (29 de julio de 2021). ¿Qué es el pH? (Mensaje en un blog): Recuperado de: <https://www.todamateria.com/ph/#:~:text=La%20escala%20de%20pH%20fue,arriba%20de%207%20es%20b%C3%A1sico>.

IX. Anexos y Apéndices

ANEXO 01: FORMATO DE PUBLICACIÓN EN REPOSITORIO



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ	70242873	Kvmv2417@gmail.com	
Apellidos y Nombres	DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR DE CHIMBOTE - 2022			
5. Programa Académico			
Ingeniería Civil			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² (info.eu-repo/semantica/openAccess)	<input type="checkbox"/> Acceso restringido ³ (info.eu-repo/semantica/restrictedAccess) ^(*)		
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital


Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.


B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ⁶

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	28	06	2022

Huella Digital





Firma

Importante

1. Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
2. Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM.
3. Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
4. En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra de acuerdo a la directiva N° 004-2016-C/DCY-TEC-DEG (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
5. Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras científicas y culturales, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor ostenta el control por su obra.
6. Según el artículo 12.2, del artículo 124 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales prestando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENDI, a través del Repositorio ALICIA.
Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3).

UNIVERSIDAD SAN PEDRO | Repositorio Institucional Digital

ANEXO 02: REPORTE DE SIMILITUD

“Degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar en Chimbote-2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
3	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	



		<1 %
10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
11	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Bachillerato Alexander Bain, S.C Trabajo del estudiante	<1 %
14	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to ipn Trabajo del estudiante	<1 %
17	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
18	www.infoagro.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.acerosarequipa.com Fuente de Internet	<1 %
20	1library.co Fuente de Internet	<1 %



21	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Pérez Elguera Amanda Verónica. "Programa "Jugando con los fonemas" en la conciencia fonológica en los estudiantes del 1º grado de primaria de la I.E.P. Albert Einstein de Breña 2017", Dataismo, 2021 Publicación	<1 %
23	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
24	journals.psu.by Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	ojseditorialumariana.com Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %



31	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
32	Yinghong Dong. "The effect of traditional bullying-victimization on behaviour cyberbullying among college students: Based on the structural equation mode / El efecto de la victimización por acoso tradicional en las conductas de ciberacoso entre estudiantes universitarios: un estudio basado en el modelo de ecuaciones estructurales", Revista de Psicología Social, 2019 Publicación	<1 %
33	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
34	fr.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
35	karlmarxysusideas.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



40 repositorij.ffst.unist.hr <1 %
Fuente de Internet

41 ri.ues.edu.sv <1 %
Fuente de Internet

42 worldwidescience.org <1 %
Fuente de Internet

43 Ruiz García Norman. "Corrosion en concreto armado en presencia de cloruros : efecto del tipo de cemento y de la relacion agua-cemento", TESIUNAM, 1996 <1 %
Publicación

44 moam.info <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo



ANEXO 03:

MATRIZ DE CONSISTENCIA:

Problema	Objetivos	Marco teorico	Hipotesis	Variables	Diseño de investigacion	Población y muestra	Tecnica e instrumento
¿Cuánto es la degradación del acero de refuerzo expuesto al agua de mar en Chimbote?	Objetivo General Determinar la degradación del acero de refuerzo con agua de mar en Chimbote.	Degradación del acero de refuerzo: Es la interacción de un metal con el medio que lo rodea cambiando sus propiedades físicas y químicas.	Realizando cubos de concreto armado con recubrimientos de espesor variable y acero de diferentes diámetros se lograría cuantificar la degradación del acero en agua de mar.	Independiente: Agua Dependiente: Degradación del acero de refuerzo	Tipo de investigacion:El tipo de investigación es aplicada con un nivel cuasi – experimental. Diseño de investigación:El diseño de investigación es experimental. Enfoque de investigación Esta investigación tiene un enfoque cuantitativos.	POBLACION : Estructuras expuestas al agua de mar en Chimbote MuestraCubos de concreto armado con recubrimientos variables.	TECNICA: Ensayo Instrumento- Fichas de laboratorio.

Matriz de consistencia

ANEXO 04 – DISEÑO DE MEZCLA



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ
TESIS : DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE - 2022
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 08/11/2022

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo V "Andino"
- Peso específico 3.15

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino : CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1526 kg/m³
- Peso unitario compactado 1776 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.80

D.- Agregado grueso CANTERA : SAN PEDRITO

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1419 kg/m³
- Peso unitario compactado 1577 kg/m³
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.480

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.480 = 402.083 \text{ kg/m}^3 = 9.46 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	402.083	kg/m ³
Agua efectiva.....	199.212	lts/m ³
Agregado fino.....	781.036	kg/m ³
Agregado grueso.....	1062.583	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{402.08}{402.08} : \frac{781.036}{402.08} : \frac{1062.58}{402.08}$$

$$1 : 1.94 : 2.64 : 21.06 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 1.90 : 2.78 : 21.06 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO 05: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (28 DÍAS)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ
TESIS : DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE - 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 08/11/2022

F' C : 350 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
01	PATRON	3,5	MOLDEO 02/10/2022	ROTURA 30/10/2022	28	367.19	104.91
02	PATRON	3,5	02/10/2022	30/10/2022	28	369.78	105.65
03	PATRON	3,5	02/10/2022	30/10/2022	28	366.94	104.84

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

ANEXO 06: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (56 DÍAS)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : KARINA VANESSA MEJIA VASQUEZ
TESIS : DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE - 2022
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 30/11/2022

F C : 350 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/FC
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	PATRON	3,5	02/10/2022	27/11/2022	56	405.77	115.93
02	PATRON	3,5	02/10/2022	27/11/2022	56	397.34	113.52
03	PATRON	3,5	02/10/2022	27/11/2022	56	401.29	114.66

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

ANEXO 07: ENSAYO DE AGUA POTABLE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20221123-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: KARINA VANESSA MEJÍA VÁSQUEZ.
DIRECCIÓN	: Calle Miguel Grau Mz LL Lote 1 "A" El Porvenir Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE)	: AGUA NATURAL SUBTERRANEA. (AGUA DE POZO).
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022-11-23
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2022-11-23
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2022-11-23
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 221123-4

RESULTADOS

"DEGRADACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EXPUESTO AL AGUA DE MAR EN CHIMBOTE -2022"

ENSAYOS	MUESTRAS
	El Porvenir -9°3'16,2" S; -78°34'27,3" W
(*) pH	7,59
Conductividad (uS/cm)	1 366

(*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I: SMEWW-APHA-AWWA-WEF

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.
 Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Muestras por COLECBI S.A.C. ()**
- **Proporcionadas por el Solicitante (X)**
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 25 del 2022.
 GVR/jms

LC-MP -HRIEVO
 Rev. 08
 Fecha 2022-05-28

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos
 INGENIERO DE LABORATORIO
 BAP/750 SAC N° 00011000
 L. R. P. 10
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

www.colecbi.com.

ANEXO 09: DATOS TOMADOS EN EL MES DE OCTUBRE (Recubrimiento = 2cm)



A1 - Medida 16.83 mm



A3 - Medida 17.22 mm



A17 - Medida 17.01 mm

ANEXO 10: DATOS TOMADOS EN EL MES DE OCTUBRE (Recubrimiento = 5cm)



A9 - Medida 16.74 mm



A11 - Medida 16.18 mm



A13 - Medida 16.95 mm

ANEXO 11: DATOS TOMADOS EN EL MES DE OCTUBRE (Recubrimiento = 10cm)



A4 - Medida 17.07



A16 - Medida 17.07



A4 - Medida 16.98

ANEXO 12: DATOS TOMADOS EN EL MES DE ENERO (Recubrimiento = 2cm)



A7 - Medida 16.27 mm



A12 - Medida 15.92



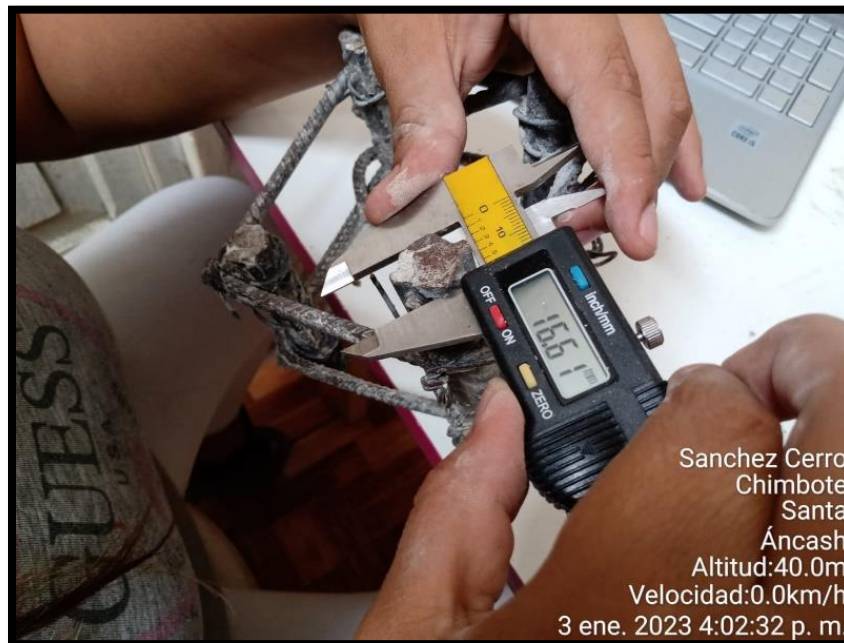
Sanchez Cerro
Chimbote
Santa
Áncash
Altitud: 46.5m
Velocidad: 0.0km/h
3 ene. 2023 3:50:11 p. m.

A15 - Medida 16.41 mm

ANEXO 13: DATOS TOMADOS EN EL MES DE ENERO (Recubrimiento = 5cm)



A5 - Medida 16.55 mm



A8 - Medida 16.61 mm



A18 - Medida 16.50 mm

ANEXO 14: DATOS TOMADOS EN EL MES DE ENERO (Recubrimiento = 10cm)



A6 - Medida 16.56 mm



Imagen 76: A10 - Medida 16.45



A14 - Medida 16.73 mm

ANEXO 15: ENCOFRADO DE CUBOS DE CONCRETO



Encofrado con armaduras para el vaciado



Encofrado con armaduras para el vaciado

**ANEXO 16: COLOCADO DE DATOS DE CONCRETO PARA
RECUBRIMIENTO.**

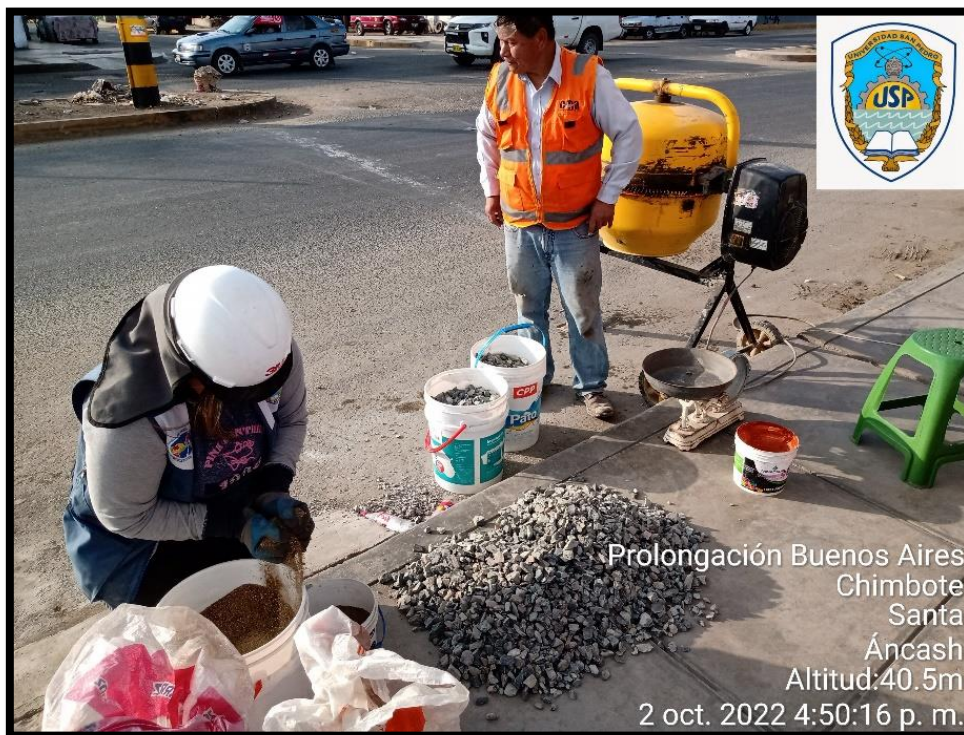


Dados para recubrimiento de 2 cm

ANEXO 17: VACIADO DE CONCRETO A CUBOS Y PROBETAS



Pesado de agregado grueso (288.86 kg)



Pesado de agregado fino (211.81 kg)



Materiales ya pesados para mezclarse en el trompo.



Abastecimiento de cemento al trompo.



Chuseado, enrasado y golpe con martillo de goma para la mezcla



Enrasado de mezcla para los cubos de concreto armado



Golpe con el martillo de goma

ANEXO 18: COLOCACIÓN DE CUBOS EN CILINDROS



Cubo de 10 cm de recubrimiento dentro de cilindro