



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en
estructuras de concreto armado en viviendas de la
urbanización Chucuito Callao 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORA:

Chuquija Vilca, Zoraida

ASESORES:

Mg. Fernández Díaz, Carlos Mario

Mg. Gonzales Moncada, Teresa

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y seguridad en la construcción

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

.....

Presidente

.....

Secretario

.....

Vocal

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis queridos
Padres y hermanos con mucho
Cariño que de mi corazón pueda
Emanar por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a dios, por haberme dado fuerza y valor para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mi padre, por su apoyo incondicional y a mi madre por confiar en mí y finalmente a mis hermanos por su apoyo.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Chuquiya Vilca, Zoraida identificado con DNI N° 40465387 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de junio del 2017

.....

Zoraida Chuquiya Vilca

DNI: 40465387

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado: En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El autor:

Chuquija Vilca, Zoraida

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Objetivos	17
1.4. Hipótesis	18
1.5. Trabajos previos	19
1.6. Justificación	23
1.7. Teorías relacionadas al tema	25
II. METODOLOGÍA	42
2.1. Diseño de investigación	43
2.1. Variables, operacionalización	44
2.1.1. Variables.	44
2.2.2. Matriz de operacionalización de las variables	45
2.2. Población y muestra	46
2.3.1. Población	46
2.3.2. Muestra	46
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ...	47
2.5. Métodos de análisis de datos.	49
2.6. Aspectos éticos	49
III. ANÁLISIS Y RESULTADOS	50
3.1. Descripción de la zona de estudio	51
3.1. Recopilación de información	51

3.1.1. Trabajo de campo	51
3.1.2. Ensayo de laboratorio	52
3.3. Procesado de la información recopilada	52
3.2. Aplicación de método de análisis	52
IV. DISCUSIONES	58
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
VIII. ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructuras de concreto armado corroídas por sales marinas – Callao 2017	15
Figura 2: Fotografía que muestra las fisuras de una columna de la vivienda en estudio- Callao 2017.	16
Figura 3: Tipos de Corrosión de Armaduras	29
Figura 4: Efectos de la Corrosión en las Estructuras de Concreto Armado	38
Figura 5: Zona de estudio delimitado de Chucuito – Callao 2017.	51
Figura 6: Corrosión del Acero de refuerzo por Carbonatación	53
Figura 7: Corrosión del Acero de Refuerzo por Cloruros y Sulfatos	54
Figura 8: Corrosión del Acero de Refuerzo por ambiente húmedo	55
Figura 9: Corrosión de Acero de Refuerzo en Estructura de Concreto Armado	56

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Contenido de ion cloruro en el concreto, expresado como % del peso de cemento.</i>	31
<i>Tabla 2. Contenido de Cloruros y Sulfatos</i>	33
Tabla 3: Matriz de Operacionalización de las Variables.	45
Tabla 4: Rangos y magnitud de validez.	48
Tabla 5: Coeficiente de validez por juicio de expertos validez.	48
Tabla 6: Rango y Confiabilidad para el instrumento	49
Tabla 7: Cuadro de edades de las viviendas de Chucuito Callao.	52
Tabla 8: Corrosión del acero de refuerzo por carbonatación del concreto.	53
Tabla 9: Corrosión del acero de refuerzo por contenido de cloruros y sulfatos.	54
Tabla 10: Corrosión de acero de refuerzo por la influencia del ambiente húmedo.	55
Tabla 11: Cuadro de existencia de corrosión del acero de refuerzo	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.	71
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos de campo.	72
Anexo 3: Análisis de Validez y confiabilidad de la ficha de recolección de datos	73
Anexo 4: Ficha de recopilación de datos.	74
Anexo 5: Análisis de validez y confiabilidad.	75
Anexo 6: Certificados de laboratorio - profundidad de carbonatación	76
Anexo 7: Certificado de laboratorio – Esquema de visualización de carbonatación del concreto.	77
Anexo 8: Certificado de laboratorio – contenido de cloruros y sulfatos.	78
Anexo 9: Vivienda afectada por corrosión por causa de las sales marinas.	79
Anexo 10: Fotografías de viviendas completamente deterioradas por la corrosión.	80
Anexo 11: Viviendas con fisuras, grietas y desprendimientos del revestimiento.	81
Anexo 12: Fisuras en la Viga por corrosión del Acero de Refuerzo – Callao 2017.	81
Anexo 13: Reja de metálica completamente corroída en zona de estudio - Callao 2017.	82

RESUMEN

La presente investigación, “Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado” tuvo como objetivo Evaluar la influencia de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado, tomando en cuenta a los factores causales desencadenantes de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto, las cuales son: la carbonatación del concreto, al contenido de cloruros y sulfatos y medio ambiente húmedo. Las cuales afectan a las estructuras de concreto armado en sus elementos estructurales.

Para el desarrollo de esta investigación se ha utilizado un diseño no experimental de tipo aplicada, nivel explicativo porque esta investigación buscó explicar las causas y las condiciones en que se desencadenaba la corrosión del acero de refuerzo en concreto armado y la muestra estuvo conformada por 50 viviendas para las cuales se utilizaron fichas de recolección de datos así mismo se tomaron muestras para ser evaluadas en laboratorio, en la ficha de recolección de datos se observaron viviendas dañadas por la corrosión, Vida, Existencia de Corrosión, Elementos estructurales dañados, así mismo se identificó la interacción entre la corrosión del acero de refuerzo y el concreto, donde se muestra los diversos casos de estudios de la Corrosión del acero en el concreto.

Finalmente se culmina la investigación presentando los resultados de la investigación y las conclusiones que se obtuvieron demostró que si influye la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado. Sobre el acero la pérdida de sección y disminución de su capacidad mecánica, sobre el concreto se observó manchas, grietas, desprendimientos y deslaminaciones en consecuencia, los cloruros y el medio ambiente húmedo son causantes de la corrosión del acero de refuerzo afectando así en sus propiedades mecánicas ocasionando la disminución de su capacidad resistente debilitando sus estructuras y así acorta la vida útil de la estructura.

Palabras Claves: corrosión del acero de refuerzo, Estructura de concreto armado

ABSTRACT

. The present investigation, "Evaluation of corrosion of reinforcing steel in reinforced concrete structures" aimed to evaluate the influence of corrosion of reinforcing steel on reinforced concrete structures, taking into account the causal factors that lead to corrosion of the reinforced concrete. reinforcing steel in concrete structures, which are: the carbonation of concrete, the content of chlorides and sulfates and the humid environment. Which affect the reinforced concrete structures in their structural elements.

For the development of this research, a non-experimental design of applied type has been used, an explanatory level because this research sought to explain the causes and conditions in which the corrosion of reinforcement steel in reinforced concrete was triggered and the sample consisted of 50 homes for which data collection cards were used, samples were taken to be evaluated in the laboratory, in the data collection card were observed houses damaged by corrosion, Life, Existence of Corrosion, damaged structural elements, likewise was identified the interaction between the corrosion of reinforcing steel and concrete, where the various cases of studies of the corrosion of steel in concrete is shown.

Finally, the investigation is completed by presenting the results of the investigation and the conclusions that were obtained showed that the corrosion of reinforcing steel influences reinforced concrete structures. On the steel the loss of section and decrease of its mechanical capacity, on the concrete it was observed stains, cracks, landslides and delaminations consequently, the chlorides and the humid environment are the cause of the corrosion of the reinforcing steel thus affecting its properties Mechanical causing the decrease of its resistant capacity weakening its structures and thus shortens the useful life of the structure.

Keywords: corrosion of reinforcing steel, reinforced concrete structure

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La corrosión del acero de refuerzo en las estructuras de concreto es un problema que preocupa seriamente al sector de la construcción en todo el mundo, se debe considerar cuando se diseña una estructura de concreto reforzado, ya que esta es una de las principales causas de su deterioro parcial o total, debido a que la estructura estará expuesta o interactuando con el medio ambiente en donde se edifique. Si tomamos en cuenta el aspecto económico, es de vital importancia todo lo que este fenómeno puede ocasionar ya que pueden registrarse pérdidas económicas considerables. Por ejemplo, en varios países han reportado grandes pérdidas económicas del 5% al 8% del PBI, ocasionadas por la corrosión en aspectos como mantenimiento y reparación de estructuras metálicas principalmente en industrias. Independientemente de las estructuras, las primeras observaciones de corrosión del acero embebido en el concreto fueron hechas a principios de este siglo, principalmente en ambientes marinos y plantas químicas. Sin embargo, sólo a mediados del mismo se inició el estudio sistemático de este problema que ha llegado a ocupar un lugar muy importante dentro de las investigaciones sobre corrosión a nivel mundial.

En el Perú, se estima que las pérdidas por corrosión superan el 8 % del Producto Nacional Bruto, es menos sorprendente si consideramos que la corrosión ocurre con una gama de grados de severidad donde quiera que los metales y otros materiales sean usados. Sin embargo, si se aplicaran adecuadamente a esta problemática los conocimientos ya existentes, se lograría reducir las pérdidas sin necesidad de nuevos avances o desarrollo de nuevos materiales en un 25 a 30% aproximadamente. Más aun queremos que empresarios, profesionales, estudiantes y público en general sepan que tenemos un enemigo común que se llama corrosión, contra el cual debemos luchar para que los procesos sean más limpios, más eficientes, con mayor rentabilidad y así todos podamos tener una vida sana en un medio cada vez más limpio.

En la actualidad en la Provincia Constitucional del Callao se han registrado estructuras de concreto armado de las viviendas de la urbanización Chucuito, que son afectados seriamente por la corrosión, este fenómeno se debe a que las

viviendas están construidas cerca al mar, así mismo cabe mencionar que el agua de mar contiene sales disueltas, agresivas para el concreto, como cloruros y sulfatos, a la vez en el lugar se registra ambiente húmedo, razón por la cual es importante realizar un estudio para evaluar las estructuras de concreto armado con respecto a la corrosión del acero de refuerzo y determinar las causas del deterioro de las estructuras de concreto armado y aplicar la solución al problema y tomar medidas preventivas en el proceso constructivo.



Figura 1: Estructuras de concreto armado corroídas por sales marinas – Callao 2017

Fuente propia:

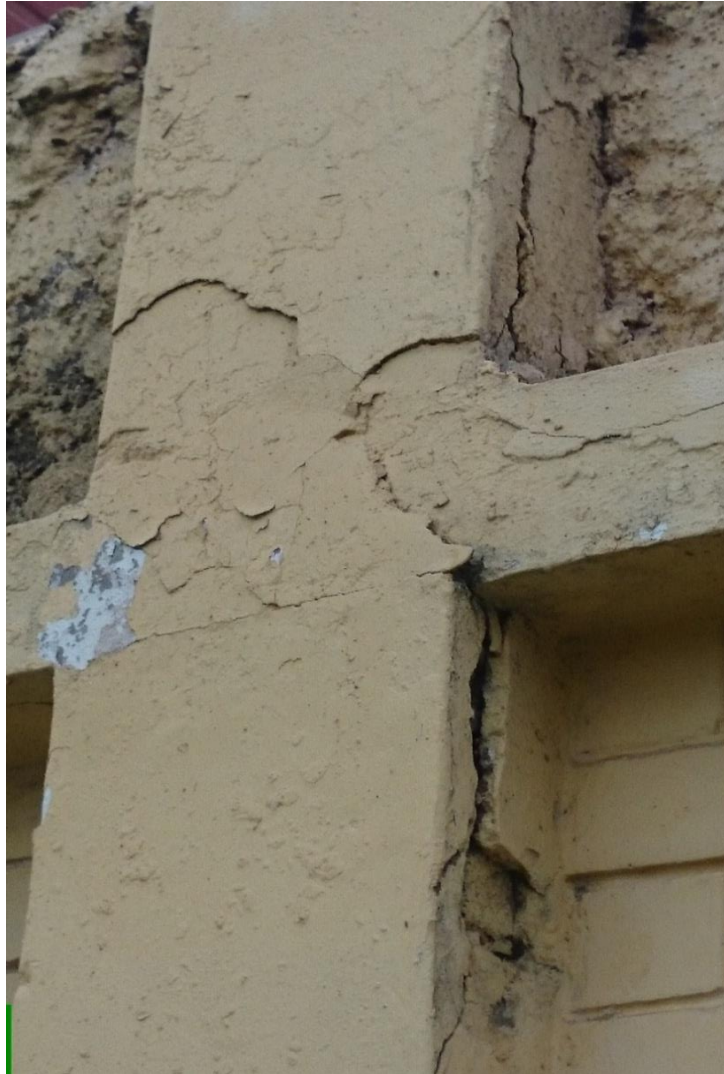


Figura 2: Fotografía que muestra las fisuras de una columna de la vivienda en estudio-Callao 2017.

Fuente propia.

1.2. Formulación del problema

1.2. Problema general

¿Cómo influye la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao?

1.2.1. Problemas específicos

¿De qué manera influye la corrosión del acero de refuerzo por carbonatación en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao?

¿En qué medida influyen los cloruros y sulfatos en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la Urbanización Chucuito Callao 2017?

¿Cuál es la influencia del ambiente húmedo en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao

1.3.2. Objetivos específicos

Estudiar la corrosión del acero por la influencia de la carbonatación en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017.

Evaluar la influencia de los cloruros y sulfatos en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la Urbanización Chucuito Callao 2017.

Determinar la corrosión del acero de refuerzo por influencia del ambiente húmedo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La corrosión del acero de refuerzo fisura las estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017

1.4.2. Hipótesis específico

La carbonatación del concreto influye en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017.

Los cloruros y sulfatos influyen en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la Urbanización Chucuito Callao 2017.

El ambiente húmedo influye en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017.

1.5 Trabajos previos

Antecedentes

1.5.1. Antecedentes Nacionales

(Rimarachin Sanchez, 2013) Corrosión del mortero de cemento con armadura por ataque del cloruro de sodio Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Lima – Perú 2013

En este trabajo de investigación se esbozó como objetivo, mejorar las construcciones con morteros y armaduras de acero mediante el conocimiento del proceso de deterioro por ataque del cloruro de sodio, tanto el mortero como acero.

La metodología para el presente estudio de tesis consiste en estudiar el proceso evolutivo de la corrosión en el mortero por ataque del cloruro de sodio (ClNa), realizando ensayos de corrosión acelerado por humedecido y secado de probetas con diferentes dosificaciones c/arena. 1:4, 1:3, 1:2, 1:1 y acero de 3/8”.

Los resultados obtenidos en esta investigación son que el cloruro de sodio ataca al mortero en un proceso de humedecido y secado por la acumulación de sales en los poros, luego se cristalizan y expanden provocando la rotura de los poros, formando fisuras y superficies ásperas por pérdida del material.

En cuanto al acero de 3/8” ensayado, tiene una reducción de resistencia lo que significa que tiene picaduras por acción del cloruro de sodio, que se refleja en la pérdida de tracción en el orden del 28.0% con respecto al módulo de fluencia normativo $F_y = 4200\text{kg/cm}^2$.

(Cerna, 2010) Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista del comportamiento del material, Ingeniería Civil, Universidad Privado Antenor Orrego Trujillo – Perú 2010.

En este trabajo de investigación se esbozó como objetivo, determinar las medidas preventivas necesarias para evitar o postergar al máximo, la corrosión.

Para el desarrollo de esta investigación, se manejaron diferentes modelos y cuadros comparativos de Daños, Vida Útil del material, Existencia de Corrosión, Elementos estructurales dañados, que se debe hacer en las inspecciones técnicas de edificaciones escogidas.

El tipo de investigación fue descriptiva comparativa de 3 muestras. Así mismo se estudió el estado de la Vida Útil de las Estructuras, en donde se abarca el estudio de Normas Internacionales, así como los alcances de la Patología y diversos comportamientos del concreto en los elementos estructurales de una edificación así mismo se identifica la interacción entre la corrosión y el concreto, donde se muestra los diversos casos de estudios de la Corrosión de la armadura en el Concreto, así como, los factores y causales preliminares que conllevan al efecto negativo del concreto en el tiempo.

El estudio científico concluye que:

- a) los efectos de la corrosión sobre el acero de refuerzo consiste en la pérdida de la sección y disminución de su resistencia mecánica.
- b) Una estructura de concreto armado, bien diseñada y fabricada de acuerdo a los códigos de buena práctica debería tener una durabilidad ilimitada.

Considero que esta investigación es de suma importancia ya que nos permite evaluar el estado y la vida útil de las estructuras del concreto armado que nos permite diagnosticar un dar una solución, y es menos costosa la prevención.

Seminario, V, Evaluación de la Corrosión en Postes de Concreto Armado de la Urbanización los Tallanes, Ingeniero Mecánico, Universidad de Piura - Perú 2003.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar los problemas de corrosión en la base de sus postes CAC en una zona de Piura, para determinar las causas del ataque por corrosión, con el objetivo de desarrollar métodos de reparación, para los postes dañados; y métodos de prevención de la corrosión, para evitar un futuro

deterioro En el segundo capítulo se trata sobre la corrosión de las armaduras de acero embebidas en concreto y la corrosión del concreto, especialmente frente a la presencia de cloruros, sulfatos y otras sales. En el cual se desarrollaron criterios de evaluación: Medición del potencial de corrosión en la armadura del poste, para evaluar el estado de actividad corrosiva y dividir a la estructura en fracciones, de acuerdo a la intensidad del ataque corrosivo, Con respecto al concreto, se evalúa el estado de alcalinidad por medio del resultado de reacciones químicas y físicas; ya que éste deberá cumplir con ciertas condiciones de impermeabilidad y composición química, Para el terreno donde se instala el poste, se deberá tener en cuenta el contenido de los agentes destructores de la película pasavante y el contenido de agentes que resquebrajan el concreto. Para elaborar los métodos de reparación es necesario seguir rigurosamente un procedimiento inicial, que es el de limpieza del poste. Este consiste en retirar el concreto contaminado con iones despasivantes, cuidando no causar fisuras, ni micro fisuras en el concreto sobrante y no contaminado en el poste.

El concreto se encontró más carbonatado en la zona del poste a nivel del suelo. Esto fue comprobado al aplicar una solución de fenolftaleína sobre el recubrimiento de concreto en ambas zonas del poste, verificando un cambio o no a color rojo púrpura, que es el indicativo de la ausencia o presencia de la carbonatación del concreto respectivamente.

Por medio de los análisis del concreto y por la evaluación de la carbonatación en la parte del poste a nivel del piso, se comprobó que un concreto carbonatado permite una corrosión del acero más fácil por cloruros, que si no lo estuviera. La corrosión encontrada en las armaduras a es una corrosión por picaduras y la técnica utilizado es de reparación basado en la aplicación de un sellador sobre la superficie del concreto.

1.5.2 Antecedentes internacionales

(Santiago, 2010) Determinación del Nivel de Corrosión y Perfil de Carbonatación en Vigas de Concreto Reforzado con 3 años de Exposición al medio Ambiente de la Cd de Xalapa, Ver. Ingeniero Civil de la en la Universidad Veracruzana México 2010.

El objetivo del estudio es correlacionar la durabilidad del concreto con las características del medio ambiente, determinando el comportamiento electroquímico con el monitoreo de potenciales de corrosión, además de realizar cortes en los concretos reforzados para calcular el perfil de carbonatación. Además se llevara a cabo un análisis de los potenciales de corrosión de la velocidad de corrosión durante el tiempo de análisis, que para este caso son tres años, determinara el avance de carbonatación y el tiempo necesario para que esta haga contacto con el acero de refuerzo.

Los valores que se representan a lo largo de estos tres años en aceros de refuerzo con sus diferentes recubrimientos en general son más positivos que -200 mV, lo que en base a la norma ASTM C 876-91 y lo publicado y nos indica un riesgo del 10%. La viga 1 con relación a/c 0.45.

(Hernandez, 2008) Comportamiento de la corrosión en el concreto armado y su relación con el medio ambiente en la zona de Tampico Tamaulipas. Ingeniero Civil, Universidad Veracruzana Región Xalapa. 2008.

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la durabilidad de concretos expuestos en condiciones ambientales reinantes en Iberoamérica basándose en la exposición de probetas armadas en al menos dos atmósferas distintas, una marina y una urbana en cada país Iberoamericano participante. En esta investigación se presentaran los resultados obtenidos de exponer probetas de concreto armado en condiciones ambientales reinantes en Tampico Tamaulipas, esta zona es considerada para este proyecto como zona marina. Los resultados obtenidos serán de vital importancia ya que para el caso del concreto armado en nuestra zona no se cuentan con registros o antecedentes, por lo tanto estos pueden ser una base para futuras investigaciones y además se conocerá y se evaluara el comportamiento de la corrosión en un lapso de tiempo. En el proyecto DURACON

se pretende que con estos resultados en conjunto con todas las estaciones participantes se hagan uso de modelos específicos donde el principal objetivo es diseñar obras en concreto armado durables, y reparar las ya existentes, esto repercute en la disminución de pérdidas económicas que actualmente puede causar este fenómeno no solo en nuestra zona, también en nuestro país.

(Guzman, 2008) Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo, maestro en ciencias, en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional – Unidad Oaxaca. 2008..

Tuvo como objetivo evaluar la influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión dl acero de refuerzo de especímenes expuestos a dos ambientes; uno marino y otro simulado.

Para este estudio se consideraron dos fases en el diseño experimental. En la fase I, se estudió el efecto de diferentes anchos de grieta del concreto en la corrosión del acero de refuerzo en especímenes expuestos a un ambiente marino natural. En la fase II, se evaluó el efecto del agrietamiento en la corrosión del acero embebido en concreto que contenía arcilla natural como remplazo de cemento, y fue expuesto a un ambiente marino simulado.

Llegando a la conclusión que bajo las condiciones estudiadas el ancho de la grieta en el concreto no efecto la corrosión del acero; sin embargo la existencia de agrietamiento si influye, principalmente en concretos con relaciones a/c bajas.

1.6. Justificación

Justificación del estudio

La corrosión es un aspecto muy importante que se debe considerar cuando se diseña una estructura de concreto reforzado, ya que esta es una de las principales causas de su deterioro de las estructuras, debido a que la estructura estará expuesta al medio ambiente agresivo, cabe mencionar que es de vital importancia todo lo que este fenómeno puede ocasionar ya que pueden registrarse pérdidas considerables.

Justificación técnica

El acero en el concreto reforzado aporta las propiedades de resistencia a la tensión tan necesarias en el concreto estructural, cuando el acero de refuerzo se corroe, el óxido provoca la pérdida de adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto, afectando la estabilidad de la estructura, al reducirse el área del acero en su sección transversal se reduce su capacidad resistente, reduciendo así significativamente su vida útil, Cabe mencionar que una de las causas de la corrosión se da en el proceso constructivo, no se cumple con las especificaciones técnicas del reglamento nacional de edificaciones y tampoco lo realizan los técnicos especializados, porque generalmente en esta zona las viviendas son autoconstruidas.

Justificación social

La corrosión del acero de refuerzo actualmente constituye un gran problema social poco difícil de solucionar. Muchos investigadores han sugerido la necesidad de desarrollar estudios e investigaciones que ayuden a prevenir el fenómeno de la corrosión y como medida para prevenir la corrosión en estructuras de concreto armado se fortalece la educación, la capacitación del personal técnico a la par con los supervisores y control de calidad de los materiales y el proceso constructivo, de esta manera se podrá minimizar los gastos innecesarios para el mantenimiento y reparación de estructuras de concreto armado.

Justificación económica

Todos los elementos tienen un tiempo de vida útil, pero cuando se presenta un desgaste prematuro como en este caso de corrosión; se presenta un serio problema que trae consigo pérdidas económicas. En la provincia constitucional del Callao, el problema de la corrosión afecta a las estructuras de concreto armado debido a su cercanía al mar y que en época de invierno los niveles de humedad llegan a 95 y 100% afectando seriamente a las estructuras de concreto armado.

1.7. Teorías relacionadas al tema

1.7.1. Corrosión del acero de refuerzo

Según, (Otero Huerta, 2001 pág. 18) La corrosión puede definirse como la reacción química o electroquímica de un metal o aleación con su medio circundante con el consiguiente deterioro de sus propiedades.

(Casabonne R, 1998 pág. 75) La corrosión del refuerzo se produce cuando el ambiente pasivante que rodea la barra de acero se destruye. Las principales causas de su destrucción son la carbonatación del concreto y la presencia de cloruros. destruida la protección alcalina, el progreso de la corrosión depende de la resistividad del concreto y la disponibilidad del oxígeno y humedad, cuando hay presencia de cloruros el problema es más grave y complejo los cloruros reducen la resistividad del concreto y lo conveniente en un electrolito, que permite el flujo de electrones entre las barras de refuerzo con diferente potencial eléctrico, es decir entre las barras que han perdido su ambiente pasavante, que actúan como ánodo, y los que aun los tienen como actúan como cátodo; generándose así un proceso de corrosión electroquímica, para que se produzca corrosión además es necesario que estén presentes simultáneamente cloruros oxígeno y humedad.

Según, (Zavaleta Gutierrez, 2012) La corrosión puede definirse como un fenómeno natural por medio de la cual los materiales expuestos a un medio, expresan su tendencia hacia un estado de equilibrio estable esta definición es amplia debido a que incluye a todo solido metálico considerando que se dará énfasis a la corrosión metálica, la corrosión puede definirse como la reacción del metal o aleación con su medio, en el deterioro de sus propiedades mecánicas.

La terminología de la ASTM (G15) define a la corrosión como la reacción química o electroquímica entre un material usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material de sus propiedades. Para el acero embebido en el concreto (hormigón), la corrosión da como resultado la formación de óxido que tiene de 2 a 4 veces el volumen del acero original y la pérdida de sus óptimas propiedades mecánicas.

1.7.2. Velocidad de corrosión

La velocidad de corrosión del acero normalmente se expresa como la velocidad de penetración de la corrosión generalizada (espesor del material convertido en óxido por unidad de tiempo).

Oxidación del acero.

(Harmsen, 2005 pág. 44) El acero debe estar libre de óxido durante su colocación pues este es perjudicial para la adherencia con el concreto. Si las varillas lo presentan, deben limpiarse con escobilla de acero o con chorro de arena. El óxido reduce la sección transversal de las varillas afectando directamente su capacidad resistente. Durante el proceso constructivo debe verificarse que esta disminución no sea crítica.

El volumen del óxido es igual a siete veces el volumen del acero. Si el refuerzo se oxida dentro del concreto, aumentara de volumen y el recubrimiento se desprenderá. Con el ingreso del oxígeno la reacción se llevara a cabo más rápidamente y la armadura terminara por corroerse totalmente.

Mecanismo de adherencia entre refuerzo y concreto.

El concreto se deforma igual que el acero y en que el acero es capaz de desarrollar su esfuerzo de fluencia, estas hipótesis son válidas siempre que se tomen provisiones para garantizar la adherencia entre ambos materiales. Son tres los mecanismos que permiten desarrollar la adherencia entre acero y concreto.

- 1.- Adhesión química
- 2.- Fricción
- 3.- Aplastamiento del concreto por las corrugaciones de las varillas.

Recubrimiento y espaciamiento mínimo del refuerzo.

(Harmsen, 2005 pág. 48) El recubrimiento y el espaciamiento deben ser controlados para evitar fallas por adherencia descritas en la sección precedente y para garantizar una distribución del acero que facilite el procedimiento constructivo.

Además es necesario asegurar un recubrimiento mínimo de concreto para proteger el refuerzo contra la corrosión, el fuego, la abrasión, etc. Las varillas colocadas muy cerca de los bordes del elemento pueden ser atacadas por agentes externos pues el concreto es un material poroso y siempre presenta fisuras debidas a la contracción de fragua. Sin embargo, el recubrimiento no debe ser demasiado grueso pues esto puede ocasionar rajaduras en el concreto por falta de refuerzo.

Recubrimiento del concreto para el refuerzo

Según, (Ottazzi Pasino, 2006 pág. 68) protección del refuerzo de acero contra agentes externos tales como la humedad, para condiciones normales de exposición del concreto, la norma fija una serie de recubrimientos mínimos que dependen del tipo de elemento estructural (zapatas, vigas, columnas, losas y etc, cuando el concreto está expuesto a condiciones externas “agresivas” tales como la presencia de fuentes externas de cloruros provenientes de la aplicación de productos anticongelantes, agua de mar, rocío del agua de amar, agua salobre, aguas servidas, suele ser necesario incrementar los recubrimientos de concreto. En estos casos se recomienda un recubrimiento mínimo de 5cm. Normalmente cuando las condiciones de exposición son agresivas no resulta suficiente incrementar los recubrimientos, en estos casos la calidad de concreto y su impermeabilidad son decisivos para una adecuada protección del refuerzo.

La protección que confiere el concreto que recubre las barras de acero de una estructura de concreto armado o pretensado dependerá del grado de impermeabilidad de éste, que a su vez estará dada por su compacidad y homogeneidad en esa zona.

En muchos casos esta masa de concreto no cumple con sus funciones específicas porque suele ser menos compacta y más porosa que el resto del volumen que constituye el elemento. Este fenómeno puede producirse por varias causas, siendo la más importante una mala compactación del concreto.

El espesor de esta capa de concreto es importante para garantizar la protección de la armadura, dependiendo del ambiente al cual va a estar expuesto.

Existen normas internacionales, donde se especifican los espesores adecuados de acuerdo a la agresividad ambiental.

1.7.3. Corrosión de Armaduras

El principal problema del hormigón armado es la eventual corrosión de las armaduras embebidas en él, influyendo negativamente en la durabilidad de las construcciones y siendo causa de gran cantidad de patologías y elevados costes de la reparación de las mismas. Las armaduras embebidas en el hormigón están protegidas, como sabemos, por capa protectora de óxidos que las recubren permanentemente, manteniéndolas inalteradas por tiempo indefinido.

La corrosión se inicia cuando penetran en el hormigón agentes contaminantes que rompen esta capa protectora. La pérdida de esta película se debe a una acidificación del medio que la rodea provocada por dos causas fundamentales: la carbonatación del hormigón o bien la penetración de cloruros provenientes del deshielo o del rocío marino que tiende a destruir la capa pasivante.

Atendiendo a la superficie del área corroída, se pueden considerar dos tipos de corrosión: localizada y generalizada.

1.7.3.1. Tipos de corrosión de armaduras.

En el concreto armado, las formas que puedan adoptar la corrosión de la armadura son diversas. Fontana a clasificado los diferentes tipos/ formas de corrosión de acuerdo a la apariencia física del ataque. Según el caso del acero embebido en el concreto, los diferentes tipos de corrosión que pueden presentarse son:

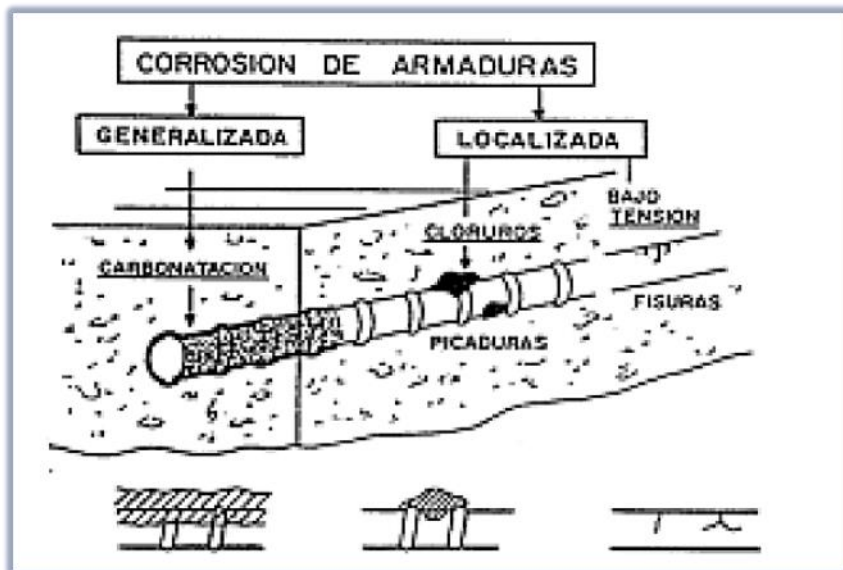


Figura 3: Tipos de Corrosión de Armaduras

1.7.3.1.1. Corrosión localizada.

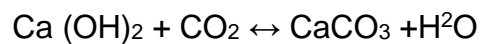
(Pancorbo, 2010 pág. 512) Se caracteriza por la destrucción local de la capa pasivante debido a la acción de un agente agresivo. La causa más frecuente que induce este tipo de corrosión es la presencia de iones despasivantes, tales como los cloruros, que al superar un determinado valor crítico rompen localmente la capa pasivante. Después de los iones cloruros, que son responsables del mayor número de casos de corrosión de armaduras, los más peligrosos son los iones sulfatos y sulfuros. Otro tipo de corrosión localizada se produce bajo la tensión que solo se aprecia en el hormigón pretensado y postensado.

1.7.3.1.2. Corrosión Generalizada.

Se caracteriza por un ataque uniforme en toda la superficie del acero debido a un descenso de la alcalinidad en el hormigón que rompe la capa pasiva al llegar hasta el acero.

Puede ser debido a un “deslavado” por circulación de aguas puras o ligeramente acidas o por la reacción de compuestos de carácter básico presentes

en el hormigón como componentes ácidos presentes en la atmosfera, siendo la carbonatación el fenómeno más frecuente, debido a la reacción química de los componentes del cemento con elementos ácidos tan comunes como el dióxido de carbono de la atmosfera o en los gases que se desprenden de los automóviles. Estos gases se combinan con la humedad ambiente, o con el agua, fundiéndose hacia el interior del hormigón y haciendo que este pierda su alcalinidad según la siguiente reacción.



1.7.4. Factores que afectan y desencadenan la corrosión del acero en estructuras de concreto armado

Se denomina así a aquel conjunto de circunstancias que inducen las Despasivación del acero en el concreto. La corrosión solo se provoca si el pH baja hasta valores ácidos (< 5) por lo que serán pues factores que afectan o desencadenan todo aquello que da lugar

Las causas más frecuentes por las que se produce la corrosión del acero de refuerzo son: la carbonatación del concreto, el ataque de cloruros y de sulfatos, y la acción de medioambientes agresivos.

1.7.4.1. Cloruros

Según, (Otero Huerta, 2001) Los cloruros, son sales inorgánicas que abundan en la naturaleza, y por esa razón, suelen hallarse en los componentes del concreto y en las aguas y suelos que tienen contacto con las estructuras e incluso en ciertos ambientes atmosféricos.

Los cloruros pueden encontrarse en la masa del concreto por dos causas:

- ✓ Porque los contengan las materias primas (aditivos, agua, cemento o áridos)
- ✓ Porque penetren desde el exterior al estar situada la estructura en ambientes marinos o estar sometida a la acción de sales de deshielo.

Tres son los aspectos relevantes a tener en cuenta en el caso de los cloruros que penetran desde el exterior:

- ✓ El tiempo que tardan en llegar hasta la armadura.
- ✓ La proporción que induce la despasivación
- ✓ La velocidad de corrosión que provocan una vez desencadenada la corrosión.

Para efectos de protección del acero de refuerzo embebido en el concreto, la norma exige limitar las concentraciones de ion cloruro.

La norma establece los límites máximos mostrados en la tabla 1, de concentraciones de ion cloruro soluble en agua, correspondiente al aporte hecho por cada uno de los componentes (agua, material cementante, agregados y aditivos químicos) medidos en el concreto endurecido a edades entre 28 y 42 días.

Tabla 1. Contenido de ion cloruro en el concreto, expresado como % del peso de cemento.

Tipo de elemento	Máximo contenido de ion cloruro en el concreto, expresado como % del peso de cemento
Concreto pre-esforzado	0.060
Concreto reforzado expuesto al cloruro en servicio	0.15
Concreto reforzado que estará seco o protegido de la humedad en servicio	1.00
Otros tipos de construcción en concreto reforzado	0.30

1.7.4.2. Corrosión inducida por cloruros.

(Pancorbo, 2010 pág. 515) Las Fuentes de las que pueden provenir los cloruros son variadas, tanto del interior del hormigón como del exterior, entre las que destacan las siguientes:

- Adición CaCl_2 como acelerador de fraguado.
- Empleo de agua de mar en la mezcla.
- Contaminación de los áridos.

- Elementos situados en zonas marinas
- Utilización de sales de deshielo.
- Estructuras en contacto con productos químicos.

De esta manera se forma una celda de corrosión con una zona catódica en la cual se da el proceso de reducción y una pequeña área anódica, la picadura donde se disuelve el acero.

El cloruro penetra en el hormigón a través de la red de poros. Estos iones se disuelven en el agua que contienen los poros y avanzan hacia el interior por difusión u otros mecanismos de transporte. Sin embargo los iones cloruros disueltos en los poros pueden interactuar en las fases solidas del hormigón quedando inmovilizados, por tanto el cloruro dentro del hormigón puede encontrarse en varios estados.

1.7.4.3. Corrosión inducida por sulfatos.

(Pancorbo, 2010 pág. 518) El medio ambiente puede tener concentraciones agresivas de sulfatos en suelos y en las aguas en contacto con las estructuras de hormigón. Los sulfatos solo pueden entrar en el hormigón endurecido disueltos en agua, lo que ocurrirá con mayor o menor dificultad dependiendo de su permeabilidad. Es posible que los sulfatos se incorporen al hormigón a través de agregados contaminados, pero esto no debiera ocurrir ya que existen limitaciones precisas en la cantidad de sulfatos que debe poseer un componente para poder ser utilizado en el hormigón.

La fuerza del ataque dependerá de la cantidad de sulfatos que exista en el medio ambiente. En muchos lugares existen zonas cuyos suelos y aguas presentan contenidos de sulfatos considerados “agresivos”

Una vez que los sulfatos se agregan al hormigón endurecido, reaccionan químicamente originando compuestos expansivos como la ettringita, el yeso y la thaumasita. De todos ellos, la principal causa de deterioro en el hormigón es la formación de ettringita que procede básicamente de la combinación de los sulfatos con hidratos de aluminato tricíclico (AC_3) del cemento.

La expansión provocada por la aparición de ettringita en el interior del hormigón endurecido lleva a grandes esfuerzos internos que producen la fisuración del mismo. Las fisuras facilitan y aceleran el ingreso de más sulfato pudiendo llegarse a la desintegración del hormigón. Al ataque de naturaleza química puede eventualmente agregarse un ataque de tipo físico ocasionado por la cristalización de sales de sulfato en la superficie del hormigón. Este mecanismo de deterioro comienza a operar cuando las estructuras de hormigón están sometidas a ciclos de humedecimiento y secado muy intensos

Tabla 2. Contenido de Cloruros y Sulfatos

Grado de ataque	En agua: Sulfatos solubles(mg/l)	En suelos Sulfatos solubles (% en masa)
Moderado	150 a 1500	0.10 a 0.20
Fuerte	1500 a 10000	0.20 a 2.00
Muy fuerte	Mayor a 10000	Mayor de 2.00

Probablemente, el ataque de los sulfatos constituya una de las formas más difundidas de agresión química al hormigón.

Los ámbitos propicios donde encontrar sulfatos son:

- Los suelos, particularmente los arcillosos
- Disueltos en el agua de las capas freáticas.
- El agua de mar.
- Los ambientes de descomposición orgánica, en procesos anaerobios donde se forma SH_2 , compuesto que puede transformarse posteriormente en ácidos sulfúrico por acción bacteriológica.
- Los ambientes urbanos o industrializados, con altos grados de polución ambiental (lluvia acida).
- Los lugares donde se producen ciertos procesos biológicos que degradan lentamente al hormigón, incluso en aquellas estructuras que no se hallan en contacto directo con el suelo.

1.7.4.4. Carbonatación.

(Pancorbo, 2010 pág. 520) La carbonatación es un fenómeno natural cuyo proceso es bien comprendido y que ha sido investigado y documentado perfectamente. En el hormigón que no contiene acero de refuerzo, la carbonatación es generalmente un proceso de pocas consecuencias, sin embargo, en el hormigón armado, este proceso químico aparentemente inocuo, avanza lenta y progresivamente hacia el interior desde la superficie expuesta del hormigón, y alcanza al acero de refuerzo causando la corrosión. Aunque la carbonatación es una causa de la corrosión menos importante que los cloruros, no por ello es menos seria en términos de daño que provoca y del costo para remediar sus efectos.

La carbonatación es causada por la disminución del pH que ocurre cuando el óxido de carbono CO_2 atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del hormigón combinándose con el hidróxido de calcio ($\text{Ca} [\text{OH}]_2$) o portlandita producida en la hidratación del cemento con alto pH, para formar carbonato de calcio CO_3Ca , que contiene un pH más neutro. El hormigón, con su ambiente altamente alcalino (rango de pH de 12 a 13), protege al acero de refuerzo embebido contra la corrosión. Esta protección se logra, tal como se ha indicado, por la formación de una capa de óxido pasivo sobre la superficie del acero que permanece estable en el ambiente altamente alcalino ya que en estas condiciones el acero tiene un potencial respecto al electrodo de referencia $\text{Cu} - \text{SO}_4\text{Cu}$

Saturado del orden de unos -300 mV, potencial con el que el acero se encuentra en estado de pasivación, es decir totalmente estable y sin corrosión (protegida por una capa resistente de hidróxido ferroso)

Esta es la misma capa pasivadora que atacan los cloruros cuando alcanzan el acero de refuerzo expuesto a sales descongelantes y ambientes marinos.

Cuando progresa la carbonatación hacia el interior del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. Este nivel de pH (por debajo de 9.5) es posible que empiece la corrosión, resultando finalmente un agrietamiento y astillamiento del hormigón. Si bien la difusión del dióxido de carbono a través de los

poros del hormigón puede requerir años antes de que ocurra el daño por corrosión, puede ser devastadora y muy costosa de reparar.

La velocidad de penetración del frente de carbonatación al interior del hormigón es proporcional a su porosidad. La velocidad disminuye con el paso del tiempo debido a que el estrato carbonatado protege al resto del hormigón del contacto con el exterior. La velocidad y la profundidad de carbonatación son además influenciadas por una multitud de factores como el contenido de cemento, las variaciones de temperatura y la frecuencia con que se alteran los estados secos y los estados o periodos mojados de la superficie del hormigón.

La carbonatación comienza sobre la superficie del hormigón y se propaga lentamente en profundidad. La colmatación de los poros, tiene una influencia positiva aumentando la resistencia mecánica y la durabilidad del hormigón haciendo las veces de protección natural contra la ulterior penetración de gases y líquidos. Solo el hormigón no armado goza entonces de estas ventajas de la carbonatación.

Para el hormigón armado, por el contrario, el mismo fenómeno de carbonatación puede ser el origen de serios daños estructurales. Cuando el “frente de carbonatación” alcanza la zona de la armadura, esta última comienza a oxidarse. Dado que la formación de óxido se acompaña siempre con un aumento de volumen, se produce generalmente la desintegración del hormigón que cubre el hierro, quedando a partir de este momento los hierros de la armadura menos protegidos comenzando el hormigón armado a perder su capacidad portante. Un test a la fenolftaleína pone en evidencia el frente de carbonatación sobre una grieta fresca. El hormigón carbonatado permanece gris mientras que el hormigón no carbonatado, muy alcalino, hace virar el indicador al color rojo. El de carbonatación ha alcanzado la profundidad de los hierros de la armadura que han comenzado a oxidarse.

1.7.4.4.1. Factores que afectan a la carbonatación

(Pancorbo, 2010 pág. 524) Los factores que influyen en la carbonatación son:

- Contenido de humedad del hormigón: para que tenga lugar la carbonatación, debe haber presencia de humedad. La reacción de carbonatación avanza más

rápida­mente cuando la humedad relativa en el hormigón se encuentra entre el 50% y 55%. A humedad más baja, no hay suficiente agua en los poros del hormigón para que se disuelvan cantidades significativas de hidróxido de calcio. Por encima de 75% de humedad, la situación se revierte y los poros se bloquean progresivamente con agua.

-Permeabilidad del hormigón. El hormigón permeable se carbonata rápidamente. Altos niveles de protección contra la carbonatación puede obtenerse en el hormigón reforzado si se sigue las prácticas estándar para producir hormigón de baja permeabilidad.

-Recubrimiento del hormigón y defectos de superficie: la carbonatación puede incluso causar problemas de corrosión en un hormigón de alta calidad. Un recubrimiento bajo del hormigón y defectos de superficie tales como las grietas y pequeños orificios proporcionan una ruta directa al acero de refuerzo. No pasara mucho tiempo antes de que el acero de esta grieta empiece a corroerse debido a la pérdida de pasivación

-Concentración de CO₂

(Garces Terradillos Pedro, Climent Llorca Miguel Angel, Zornoza Gomez Emilio, 2008 pág. 50) La concentración de dióxido de carbono en la atmosfera puede variar entre 0.03% en medios rurales hasta más de un 0,1% en medios urbanos. Se pueden alcanzar concentraciones comparativamente altas bajo condiciones de exposición específicas, como en el interior de túneles de vehículos a motor. Según aumenta el contenido de CO₂ en el aire, la velocidad de carbonatación aumenta. Los ensayos acelerados llevados a cabo en laboratorio para comparar la resistencia a la carbonatación en distintos tipos de hormigón muestran que la forma indicativa, una semana de exposición a una atmosfera que contiene 4% de CO₂ causara la misma penetración de la carbonatación que un año de exposición en una atmosfera normal.

-Temperatura

(Garces Terradillos Pedro, Climent Llorca Miguel Angel, Zornoza Gomez Emilio, 2008 pág. 51) A igualdad de restos de condiciones, especialmente la humedad, que es, en general, el parámetro más importante, un aumento de la temperatura elevara la velocidad de carbonatación.

-Humedad

La (Garces Terradillos Pedro, Climent Llorca Miguel Angel, Zornoza Gomez Emilio, 2008 pág. 47) La cinética del proceso depende de la facilidad con que el dióxido de carbono penetra en el interior de los poros del hormigón. En el proceso de difusión del dióxido de carbono la humedad relativa juega un papel primordial. En efecto, el coeficiente de difusión del dióxido de carbono en el aire es 10 veces más elevado que en el agua.

En otros términos, cuando los poros del hormigón están saturados de agua, la penetración es extremadamente débil y la carbonatación prácticamente inexistente. Por el contrario, si el hormigón se encuentra en un medio muy seco, la cantidad de agua es suficiente para disolver el gas carbónico y las muestras secas no se carbonatan más que de una forma muy moderada. Es por lo que, la carbonatación no afecta salvo que las moléculas de agua tapicen la superficie de los poros de la zona carbonatada.

1.7.5. Efectos de la corrosión.

(Gonzales Fernadez, Jose Antonio, Miranda Vidales, Juna, 2007 pág. 111) Los efectos de la corrosión, que tratan de extractarse en el esquema de las Se manifiestan en tres vertientes: sobre el acero, sobre el hormigón y sobre la adherencia acero/hormigón. Efecto de la corrosión en las estructuras de hormigón armado.

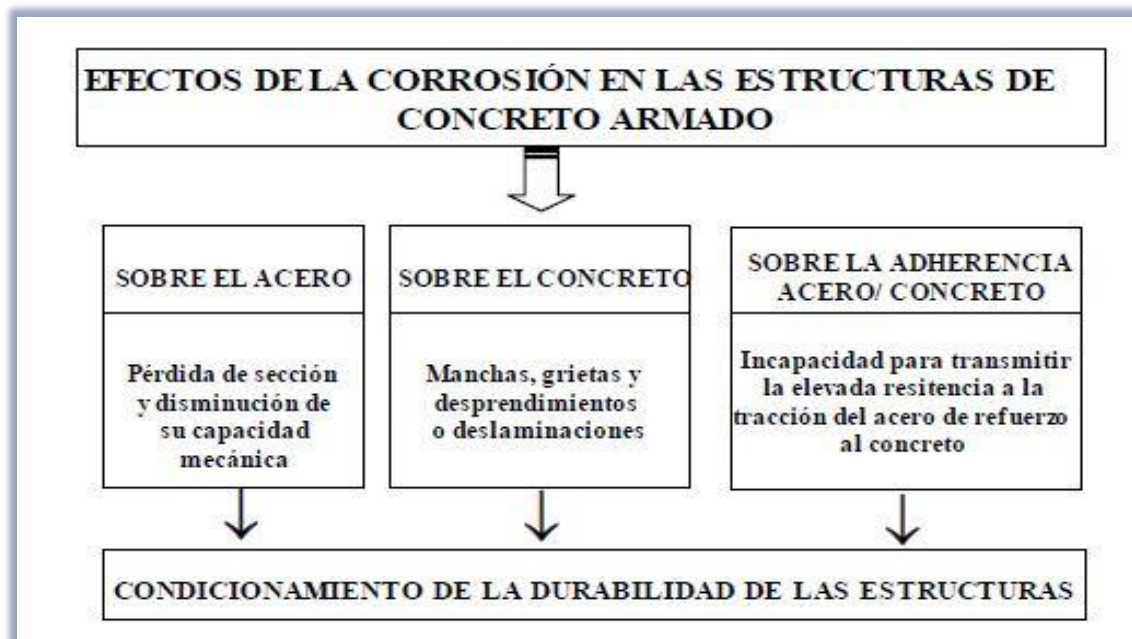


Figura 4: Efectos de la Corrosión en las Estructuras de Concreto Armado

(Pancorbo, 2010 pág. 508)

1.7.6. Estructuras de concreto armado.

Según (Ottazzi Pasino, 2006) Se define como estructura de concreto armado a los elementos o conjuntos de elementos de acero y concreto que forman parte resistente y sustentante de una construcción.

Definimos al concreto armado como la unión entre concreto y acero; el concreto está compuesto básicamente por el agregado (arena y grava), cemento, agua y en algunos casos, aditivos; el acero que se utiliza depende de gran medida de las especificaciones de la estructura a construir; puede ser acero galvanizado, acero inoxidable o lo que se utiliza comúnmente: acero al carbón o de refuerzo.

1.7.7. Tipos de estructuras de concreto Armado.

1.7.7.1. Columnas.

(Harmsen, 2005 pág. 45) Las columnas son elementos utilizados para resistir básicamente solicitaciones de compresión axial, aunque, por lo general, esta actúa en combinación con corte, flexión o torsión ya que en las estructuras de concreto armado, la continuidad del sistema genera momentos flectores en todos sus elementos. Las columnas, a diferencia de los pedestales

1.7.7.2. Vigas.

(McCormac, 2005 pág. 397) Las vigas son elementos estructurales de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas. La viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las fuerzas de flexión son contrarrestadas por las varillas de acero corrugado, las vigas también soportan esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga.

1.7.7.3. Zapatas.

(McCormac, 2005 pág. 395) Las zapatas son miembros estructurales que se usan para soportar columnas y muros, para transmitir sus cargas al suelo subyacente. El concreto reforzado es un material muy adecuado para las zapatas y se usa así en edificios de concreto reforzado, de acero estructural, en puentes, en torres y en otras estructuras.

La presión permisible en un suelo debajo de una zapata es normalmente de unas cuantas toneladas por pie cuadrado. Los refuerzos de compresión en los muros y en las columnas de una estructura ordinaria pueden llegar a ser de varios cientos de toneladas por el cuadrado. Por lo tanto, es necesario repartir esas cargas sobre las suficientes áreas de suelo como para que este soporte las cargas con seguridad.

No solo es deseable transferir las cargas de la superestructura al suelo subyacente en forma tal que no se generen asentamientos excesivos o dispares, y rotaciones, sino que también es necesario proporcionar la suficiente resistencia al deslizamiento y al volteo.

Para lograr estos objetivos, es necesario transmitir las cargas soportadas a un suelo de suficiente resistencia y luego repartirlas sobre un área tal que la presión unitaria quede dentro de un intervalo razonable de refuerzo permisible. Si no es posible excavar a una pequeña profundidad y encontrar un suelo satisfactorio, será necesario usar pilotes o cajones de cimentación.

Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro, que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo. Las zapatas que soportan una sola columna se llaman individuales o zapatas aisladas. La zapata que se construye debajo de un muro se llama zapata corrida o zapata continua. Si una zapata soporta varias columnas se llama zapata combinada.

1.6. Marco Conceptual

Impermeabilidad.

Según, (J; Velasco, G 2012), La impermeabilidad, es definida como la capacidad de resistir a la penetración del agua sobre la superficie porosa del concreto. La resistencia a la compresión es la característica mecánica más importante del concreto.

Acero estructural

Según, (J; Velasco, G 2012) El acero de refuerzo, es una aleación fiero/ carbono que generalmente un acabado superficial en relieve llamado corrugado. El acero estructural, tales como edificios industriales, puentes y muelles. Se produce en una amplia gama de formas de grado, lo que permite una gran flexibilidad en su uso.

Estructura

Una estructura es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que acción y reacción bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles.

Corrosión estructural

La corrosión según, (S. Arango, 2013), es la relación que tiene un metal junto con el medio que lo rodea, haciendo que este metal se deteriore dentro de las propiedades químicas. Esta corrosión posee unas características dentro de este fenómeno, este fenómeno ocurre en la presencia de electrolito, haciendo que se presente en localidades identificada, estas localidades que estén presenciadas por reacciones.

Ánodo

Porción de una superficie metálica en donde se lleva a cabo la reacción de oxidación (proceso de corrosión). En este proceso hay una Pérdida o liberación de electrones como consecuencia del paso del metal a su forma iónica, que se representa con la siguiente reacción.

Cátodo

Porción de la superficie metálica donde se lleva a cabo la reacción de reducción, en la cual los electrones producidos en el ánodo se combinan con determinados iones presentes en el electrolito. En este proceso hay una ganancia de electrones

Hormigón armado

Según, (Otero Huerta, 2001 pág. 226) El hormigón armado es un material compuesto constituido por una matriz, el hormigón integrado por una mezcla de cemento, arena agua y aditivos y una armadura de acero dulce. El cemento el componente fundamental del hormigón, está formado principalmente por silicatos y aluminatos de calcio.

II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Método científico.

Según, (Tamayo Tamayo, 2003 pág. 28). El método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presenta sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica. Asimismo, es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo.

Bajo esta consideración en la presente investigación se aplicará el método científico.

2.1.2. Tipo de estudio.

(Sanchez Carlesi, 1998 pág. 13), nos menciona que: “La investigación aplicada es llamada también constructiva o utilitaria, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven. La investigación aplicada busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal. Podemos afirmar que es la investigación que realiza de ordinario el investigador educacional, el investigador social y el investigador en psicología aplicada.

La investigación aplicada, como aplicación práctica del saber científico, constituye el primer esfuerzo para transformar los conocimientos científicos en tecnología, de allí que pueda confundirse en algún momento con la investigación tecnológica”.

En el caso de esta **investigación es aplicado** porque utilizaremos los conocimientos científicos y buscamos una solución directa e inmediata al problema de la corrosión de estructuras de concreto armado.

2.1.3. Nivel de estudio

De acuerdo a, (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 95). El nivel explicativo va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de las relaciones entre conceptos; es decir esta dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por que se relacionan dos o más variables.

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 95) los estudios explicativos se centran en “explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos o más variables”.

Bajo este análisis la investigación corresponde al nivel explicativo.

2.1.4. Diseño de investigación.

(Carrasco Diaz, 2006 pág. 71), nos manifiesta que los tipos de diseño no experimentales son: Aquellos cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional, y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia. Los diseños no experimentales presentan dos formas generales: los diseños Transeccionales o Transversales que a su vez se subdividen en Diseños Transeccionales Descriptivos, Diseños Transaccionales Explicativos-Causales y Diseños Transeccionales Correlacionales; y los Diseños Longitudinales que a su vez se subdividen en diseños longitudinales de tendencia o trend, Diseños Longitudinales de Evolución de grupos o Cohort y los Diseños Longitudinales de Panel”. Según este análisis, el diseño a aplicar en la presente investigación será el no- experimental.

2.1. Variables, operacionalización.

2.1.1. Variables.

V1: Corrosión del acero de refuerzo

V2: Estructura de Concreto armado.

2.2.2. Matriz de operacionalización de las variables

Título: “Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017”

Tabla 3: Matriz de Operacionalización de las Variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Niveles
Corrosión del acero de refuerzo	La corrosión puede definirse como la reacción química o electroquímica de un metal o aleación con su medio circundante con el consiguiente deterioro de sus propiedades. Según (Otero Huerta, 2001 pág. 18)	La corrosión del acero de refuerzo se evalúa Tomando en cuenta los factores que desencadenan la corrosión del acero de refuerzo las cuales son cloruros y sulfatos, la carbonatación del concreto y el ambiente húmedo son los principales causantes de la corrosión del acero de refuerzo afectando en sus propiedades mecánicas ocasionando la disminución de su capacidad resistente.	D1: Carbonatación del concreto	Contenido de humedad Permeabilidad del concreto Recubrimiento del concreto	Ficha de recolección de datos Ensayos de laboratorio
			D2: Cloruros y sulfatos	Relación A/C Compactación Curado	
			D3: Ambiente húmedo	Humedad Bajas Temperaturas Brisa marina	
Estructura de concreto armado	Se define como estructura de concreto armado a los elementos o conjuntos de elementos de acero y concreto que forman parte resistente y sustentante de una construcción Según (Ottazzi Pasino, 2006)	Para la evaluación de la estructura de concreto armado por corrosión se tomara en cuenta el tipo de estructura como son zapatas, columnas y vigas. Para los cuales se utilizaran fichas de observación así mismo se tomara muestras para su análisis en laboratorio.	D1: Zapata	Zapata combinada Zapatas aisladas Zapatas conectadas	
			D2: columnas	Columna aislada Columna adosada Columnetas de tabiquería	
			D3: Viga	Viga peraltada Viga chata Viga de amarre	

2.2. Población y muestra

2.3.1. Población

Para (Tamayo Tamayo, 2003 pág. 176). La población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrado un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación.

La población en el presente trabajo de investigación está conformada por todas las viviendas construidas de concreto armado de la Urbanización Chucuito Callao y está conformado por 64 viviendas.

2.3.2. Muestra

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 173). La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa.

La muestra en el presente trabajo de investigación se seleccionara considerando viviendas afectadas por la corrosión de 4 viviendas a, por ser las más representativas según el estudio de campo realizado.

3.2.3. Muestreo

De acuerdo a (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 176) las muestras no probabilísticas son aquellas en la que “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador”.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnica.

Como menciona (Sanchez Carlessi, y otros, 2006 pág. 151) las técnicas son los “medios por los cuales el investigador procede a recoger información, [...], en función a los objetivos del estudio”.

Según (Carrasco Diaz, 2013 pág. 274) las técnicas más importantes que pueden emplearse en el trabajo metodológico de la investigación científica son los siguientes:

- Técnicas para la recolección de información mediante el análisis documental.
- Técnicas para la recolección de datos.
- Técnicas de laboratorio.
- Técnicas estadísticas.

2.4.2. Instrumentos de investigación

Como lo define (Sanchez Carlessi, y otros, 2006 pág. 154) son “herramientas específicas que se emplean en el proceso de recogida de datos. Los instrumentos se seleccionan a partir de la técnica previamente elegida”.

La ficha de observación según (2013 pág. 313) se emplea “para registrar datos que se generan como resultado del contacto directo entre el observador y la realidad que se observa”.

- Elaboración de una ficha de inspección visual general de la estructura.
- Elaboración de cuadros estadísticos de cada vivienda inspeccionada.
- Elaboración de cuadros comparativos de las viviendas inspeccionadas

2.4.3. Validez

Como refiere (Mejia Mejia, 2005 pág. 23) la validez es una “cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que pretenden medir. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas”. Sin embargo, añade, las pruebas no poseen validez universal. Una prueba válida para una situación determinada puede carecer de validez para otra.

Como menciona (Mejia Mejia, 2005 pág. 24) la “validez de contenido se determina generalmente mediante el juicio de expertos”. Para este fin se presenta la tabla:

Tabla 4: Rangos y magnitud de validez.

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Reproducido de (Ruiz Bolivar, 2005 pág. 12)

Tabla 5: Coeficiente de validez por juicio de expertos validez.

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable 1	0.75	0.75	1	0.83
Variable 2	1	1	0.67	0.89
Índice de Validez				0.86

2.4.4. Confiabilidad

Como refiere (Mejia Mejia, 2005 pág. 27) el “término confiabilidad proviene de la palabra fiable, y ésta a su vez de fe. La confiabilidad es el proceso de establecer cuan fiable, consistente, coherente o estable es el instrumento que se ha elaborado”.

Tabla 6: Rango y Confiabilidad para el instrumento

Rango	Confiabilidad (Dimensión)
0.81 – 1	Muy alta
0.61 - 0.80	Alta
0.41 - 0.60	Media
0.21 - 0.40	Baja
0 - 0.20	Muy baja

Fuente: Reproducido de (Palella Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 169)

2.5. Métodos de análisis de datos.

En el trabajo de investigación, se aplicara la estadística descriptiva empleando para ello el Excel ya que se tendrá que recolectar, analizar, ordenar y representar un conjunto de datos, que se obtengan de las fichas a través de la recolección de datos, con el fin de describir apropiadamente las características de la muestra de estudio.

2.6. Aspectos éticos

Los principios éticos de la investigación se aplicarán teniendo en cuenta el manejo veraz y honesto de la metodología de un trabajo de investigación, además del consentimiento informado, cuidando la privacidad y confidencialidad de la información, además de los principios establecidos por la universidad, para el desarrollo de trabajos de investigación de tipo académico.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El presente proyecto de investigación se realizó, en la urbanización de Chucuito del Callao, Región Callao, la cual limita con los distritos de La Perla, La Punta y el mar peruano.

Ubicación:

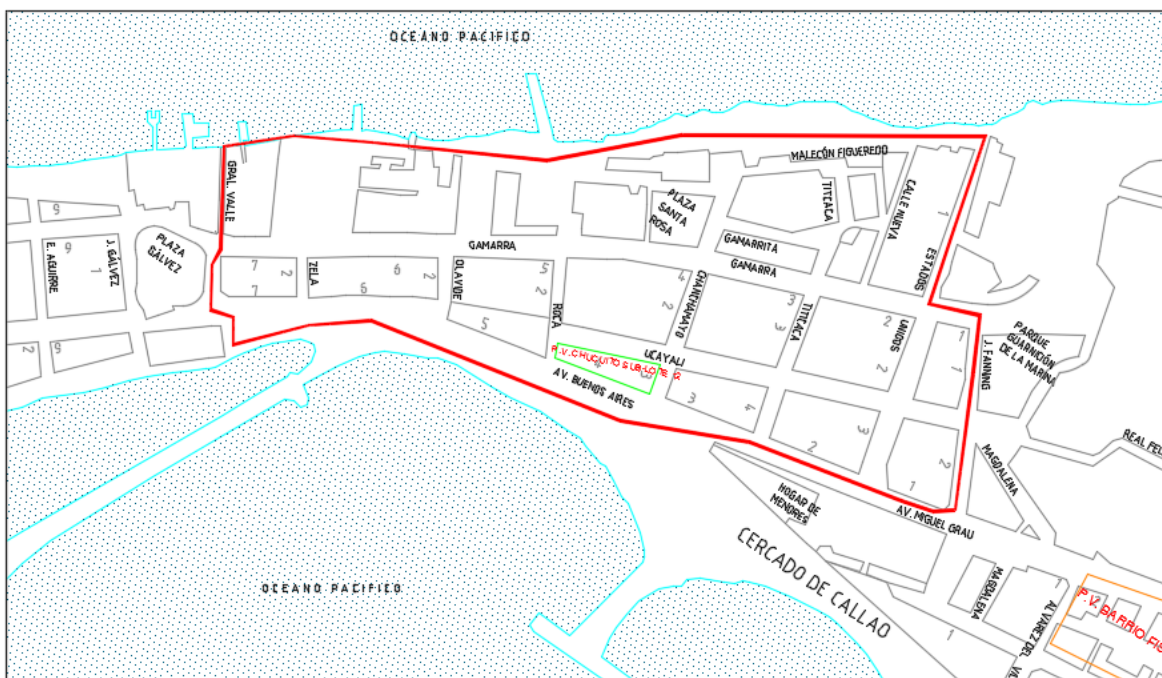


Figura 5: Zona de estudio delimitado de Chucuito – Callao 2017.

3.1. Recopilación de información

Para la presente estudio de investigación se recopiló información en campo, es decir se obtuvo información de las viviendas estudiadas con respecto de la corrosión del acero de refuerzo en las estructuras de concreto armado en la urbanización de Chucuito callao.

3.1.1. Trabajo de campo

Se coordinó con los propietarios de las viviendas para la realizaron de las inspección visual y general de las estructuras a las viviendas.

Aplicación de las fichas de inspección visual, acompañado del registro fotográfico, de este modo se obtuvo la información que se necesita para mi proyecto de investigación.

3.1.2. Ensayo de laboratorio

Según los objetivos fijados se realizaron los siguientes ensayos.

- Ensayo de carbonatación del concreto
- Ensayo de contenido de cloruros
- Ensayo de contenido de sulfatos

3.3. Procesado de la información recopilada

Para el procesamiento de la información se utilizará aspectos de la estadística descriptiva mediante la técnica de datos agrupados y no agrupados y se presentaran organizados en cuadro con su respectivo cuadro de barras para su mejor ilustración.

3.2. Aplicación de método de análisis

Resumen de inspección visual en las viviendas de la urbanización Chucuito Callao.

Tabla 7: Cuadro de edades de las viviendas de Chucuito Callao.

Cuadro de edades		
Edad (años)	viviendas	%
0-10 años	13	0.00%
11- 20 años	15	50.00%
21- 30 años	09	25.00%
31- 40 años	10	25.00%
41- 50 años	3	0.00%
51 -60 años	0	0.00%
61-70 años	0	0.00%

Fuente propia.

- Determinación de la corrosión del acero de refuerzo por influencia de la carbonatación en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao.

Tabla 8: Corrosión del acero de refuerzo por carbonatación del concreto.

Cuadro de existencia de corrosión del acero de refuerzo		
Corrosión	Por carbonatación del concreto	
	viviendas	%
No hay presencia de corrosión	41	82.00%
Presencia de oxido	7	14.00%
Presencia de corrosión	2	4.00%
Presencia grave de corrosión	0	0.00%
	50	100.00%

Fuente: propia.

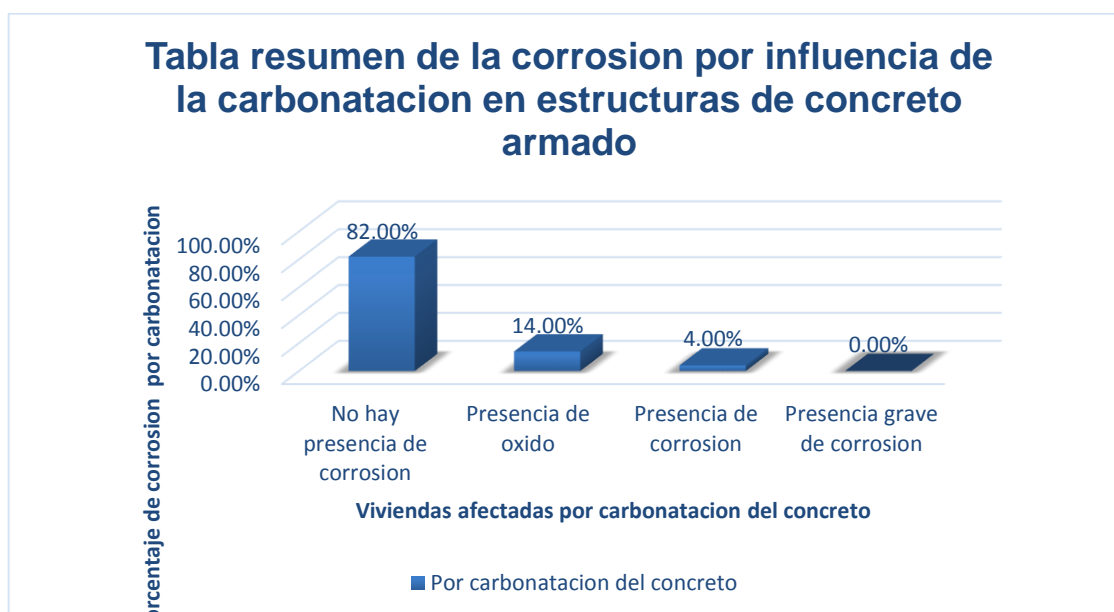


Figura 6: Corrosión del Acero de refuerzo por Carbonatación

Fuente propia.

Interpretación 1

En la tabla 8 y figura 6, el 82% de viviendas no presentan corrosión por carbonatación del concreto sin embargo el 14% si presenta oxido y en el 4% si hay presencia de corrosión y presencia grave de corrosión no se han encontrado según el grafico.

- Estudio de la corrosión por influencia de los cloruros y sulfatos en las estructuras de concreto armado.

Tabla 9: Corrosión del acero de refuerzo por contenido de cloruros y sulfatos.

Cuadro de existencia de corrosión del acero de refuerzo		
Corrosión del acero	Por presencia de cloruros y sulfatos	
	viviendas	%
No hay presencia de corrosión	20	40.00%
Presencia de oxido	18	36.00%
Presencia de corrosión	9	18.00%
Presencia grave de corrosión	3	6.00%
	50	100.00%

Fuente propia.

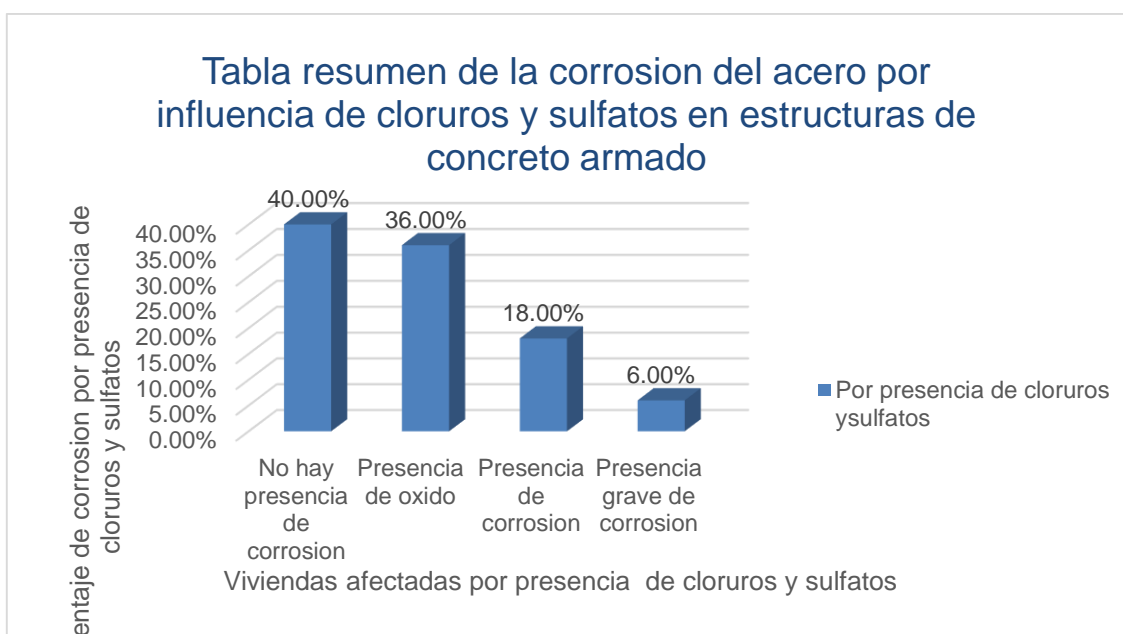


Figura 7: Corrosión del Acero de Refuerzo por Cloruros y Sulfatos

Fuente propia.

Interpretación 2

En la tabla 9 y figura 7, el 36% de viviendas estudiadas presentadas oxido afectadas por la influencia de cloruros y sulfatos en las estructuras de concreto armado y el 6% presenta corrosión grave mientras que el 40% no hay presenta corrosión según el grafico.

- Evaluación de la corrosión del acero por influencia del factor medioambiental en estructuras de concreto armado

Tabla 10: Corrosión de acero de refuerzo por la influencia del ambiente húmedo.

Cuadro de existencia de corrosión del acero de refuerzo		
Corrosión del acero	Por el ambiente húmedo	
	viviendas	%
No hay presencia de corrosión	34	68.00%
Presencia de óxido	11	22.00%
Presencia de corrosión	4	8.00%
Presencia grave de corrosión	1	2.00%
	50	100.00%

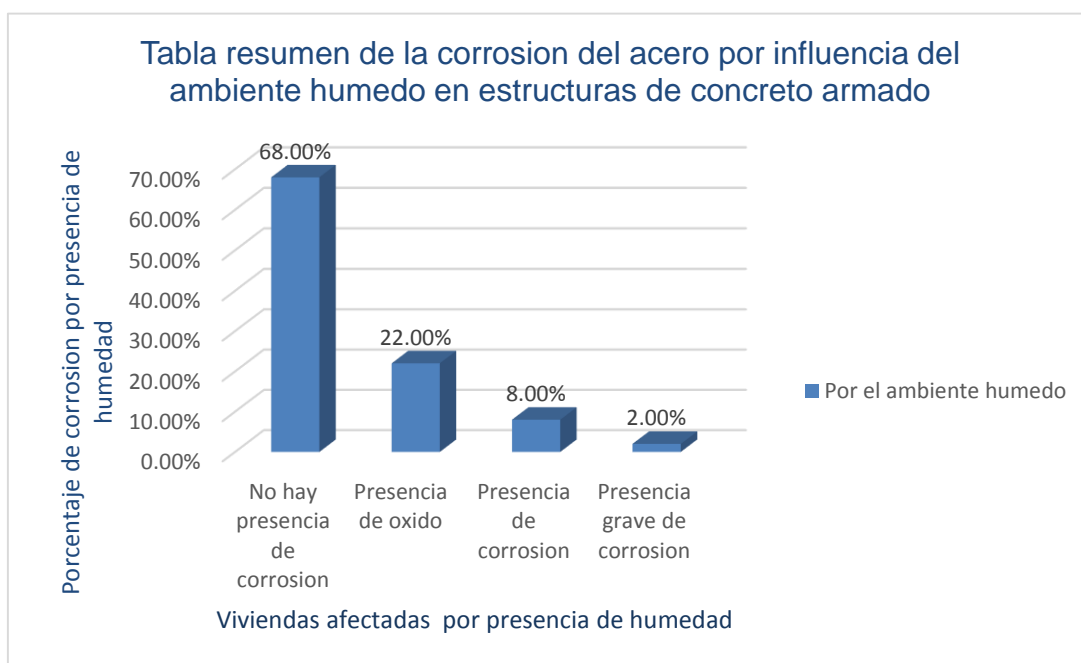


Figura 8: Corrosión del Acero de Refuerzo por ambiente húmedo

Fuente propia.

Interpretación 3.

En la tabla 10 y figura 8, el 22% de viviendas se encuentra con presencia de óxido, del mismo modo el 8% presenta corrosión y el 2% de viviendas se encuentra con presencia grave de corrosión sin embargo el 68 no presenta corrosión por influencia por presencia de humedad.

- Evaluación de la influencia de la corrosión en el acero de refuerzo en estructuras de concreto armado.

Tabla 11: Cuadro de existencia de corrosión del acero de refuerzo

Cuadro de existencia de corrosión del acero de refuerzo						
Corrosión del acero	Por carbonatación	%	presencia de cloruros	%	Presencia de humedad	%
No hay presencia de corrosión	41	82.00%	20	40.00%	34	68.00%
Presencia de oxido	7	14.00%	18	36.00%	11	22.00%
Presencia de corrosión	2	4.00%	9	18.00%	4	8.00%
Presencia grave de corrosión	0	0.00%	3	6.00%	1	2.00%
Total	50		50		50	

Fuente propia.

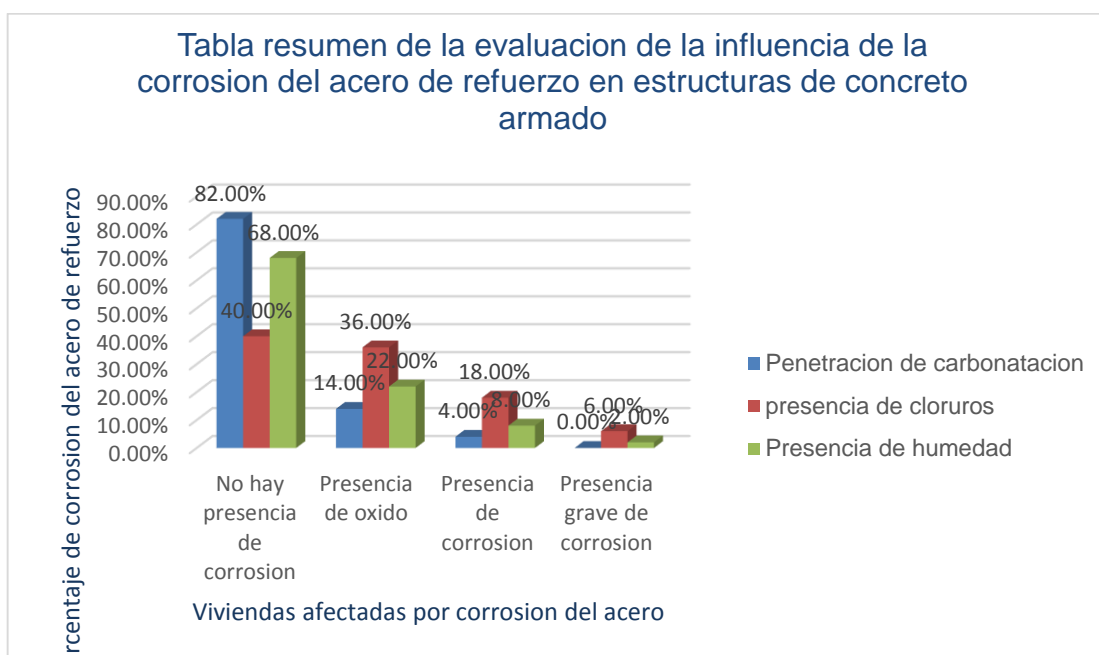


Figura 9: Corrosión de Acero de Refuerzo en Estructura de Concreto Armado

Fuente propia

Interpretación 4

En la tabla 11 y figura 9, La corrosión del acero de refuerzo por carbonatación del concreto no tiene gran influencia, es decir el proceso de corrosión por carbonatación es mínima, sin embargo se observa que el 18% de viviendas presenta corrosión en sus estructuras por influencia de cloruros y sulfatos mientras que el 8% de viviendas presenta corrosión por influencia de la humedad ambiental ya que las viviendas en estudio se encuentran cerca al mar.

IV. DISCUSIONES

4.1. En cuanto al primer objetivo específico de la presente investigación.

Según el estudio realizado a 50 viviendas en la urbanización de Chucuito Callao el 82% de viviendas no presenta corrosión por carbonatación del concreto sin embargo el 14% si presenta oxido y en el 4% si hay presencia de corrosión y presencia grave de corrosión no se han encontrado según el grafico.

Así mismo el 14% de los resultados del informe de laboratorio indica que existe corrosión por carbonatación del concreto la cual es un proceso químico que avanza muy lento y a la vez es mínima.

Según Guzmán, en su tesis tiene como conclusión que bajo las condiciones estudiadas el ancho de la grieta en el concreto no efecto la corrosión del acero; sin embargo la existencia de agrietamiento si influye, principalmente en concretos con relaciones a/c bajas.

Concluyo que para los valores de carbonatación podemos notar la influencia de la relación a/c y es lo mismo para los diferentes recubrimientos; para las vigas con relación a/c 0.45 se necesita poco más de un año de exposición para la carbonatación haga contacto con el acero de refuerzo, a diferencia de las vigas con relación a/c 0.65 en las cuales se necesitan solo 5meses mas de exposición esto para el mayor recubrimiento 3.0 cm.

4.2. Para el segundo objetivo específico de esta investigación.

En

la evaluación de la influencia de cloruros y sulfatos en la corrosión del acero de refuerzo se observó que 36% de viviendas estudiadas presentan oxido afectadas por la influencia de cloruros y sulfatos en las estructuras de concreto armado y el 6% presenta corrosión grave mientras que el 40% no hay presenta corrosión según el grafico.

En esta zona la corrosión produce fallas características en el concreto, como fisuras, grietas y desprendimientos del revestimiento, y en efecto, los cloruros de la brisa marina atacan, dañan la estructura reduciendo la sección del acero de refuerzo, de manera que cuando recibe solicitaciones por efecto del sismo, únicamente puede soportar una pequeña parte de la carga de diseño.

Según Rimarachin Sánchez, concluyo que los cloruros ataca al mortero en un proceso de humedecido y secado por la acumulación de sales en los poros, luego se cristalizan y expanden provocando la rotura de los poros, formando fisuras y superficies ásperas por pérdida del material.

4.3. Como tercer objetivo, determinar que la corrosión del acero de refuerzo por influencia de del ambiente húmedo en a la cual se observó que el 22% de viviendas se encuentra con presencia de óxido, del mismo modo el 8% presenta corrosión y el 2% de viviendas se encuentra con presencia grave de corrosión sin embargo el 68 no presenta corrosión por influencia por presencia de humedad.

Según Santiago Hurtado, concluye en su tesis los datos meteorológicos obtenidos, se observa que el medio de Xalapa cuenta con la humedad óptima y adecuada para facilitar el desarrollo de la corrosión.

4.4. Para el objetivo general de la presente investigación. se observó que la corrosión del acero de refuerzo produce fallas características en el concreto armado, como fisuras, grietas y desprendimiento del revestimiento La corrosión del acero de refuerzo por carbonatación del concreto no tiene gran influencia, es decir el proceso de corrosión por carbonatación es mínima, sin embargo se observa que el 18% de viviendas presenta corrosión en sus estructuras por influencia de cloruros y sulfatos mientras que el 8% de viviendas presenta corrosión por influencia de la humedad ambiental ya que las viviendas en estudio se encuentran cerca al mar.

Así mismo se observa que los ambientes costeros tienen componentes que aceleran considerablemente la reacción química como son la humedad y el cloruro de sodio, dichos agentes son catalizadores de la oxidación lo que incrementa el deterioro de las estructuras de concreto armado.

V. CONCLUSIONES

5.1. En el estudio realizado se concluye que la corrosión por carbonatación si influye en estructuras de concreto armado, según el informe de laboratorio determino zona carbonatada con pH de 6 nivel ácido y hace que el concreto forme capas de pasivación en la interface acero concreto. Debido a esto la velocidad de corrosión se mantuvo en un nivel despreciable de corrosión con y sin recubrimiento.

5.2. La evaluación de la corrosión del acero de refuerzo por contenido de cloruros y sulfatos si influye en la corrosión del acero en estructuras de concreto armado, según el análisis de laboratorio del contenido de cloruros y sulfataos es severa, en esta zona la corrosión produce fallas características en el concreto como afectando la estructura, existe ambiente marino la cual está asociada a las altas temperaturas del medio ambiente y son causantes de acelerar el proceso corrosivo, así mismo de la evaluación realizada se concluye lo indispensable que es el mantenimiento debido a que la zona de estudio es totalmente húmeda la incidencia de corrosión es alta.

5.3. Se determinó que la corrosión del acero de refuerzo por influencia del ambiente húmedo en estructuras de concreto armado en viviendas es considerable ya que el 22% de viviendas se encuentran con presencia de óxido y la zona de estudio cuenta con la humedad óptima para facilitar el proceso de corrosión.

5.4. por lo tanto, se demostró que si influye la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado. Sobre el acero la perdida de sección y disminución de su capacidad mecánica, sobre el concreto se observó manchas, grietas, desprendimientos y deslaminaciones en consecuencia, la corrosión del acero de refuerzo debilita las estructuras así mismo disminuye la vida útil de la estructura.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. Al ingeniero residente, a realizar un buen control de calidad en el proceso constructivo la cual implica las buenas prácticas recomendables que permitan proporcionar a las estructuras mejores defensas de forma que estas tengan un mejor desempeño ante los agentes agresores y consecuentemente tengan una mayor durabilidad.

6.2. A los propietarios, se recomienda en base a los resultados obtenidos del estudio, realizar un buen proceso constructivo y que esté a cargo de un profesional y de ese modo evitar la corrosión.

6.3. En el proceso constructivo se recomienda realizar un buen diseño de mezclas, en general debe ser sólido, compacto, homogéneo resistente y poco poroso así mismo se debe realizar una adecuada compactación y un debido curado eficiente y oportuno del concreto, así mismo se debe usar materiales adecuados para estas zonas y de ese modo se lograra prolongar la vida útil de las estructuras por ataque de cloruros y sulfatos.

6.4. A los propietarios, a realizar un adecuado y oportuno mantenimiento a sus viviendas construidas cercanas al mar, de esa manera se podrá evitar que la humedad desencadene la corrosión.

.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, Fideas G. 2012.** *El Proyecto de Investigacion*. Venezuela : editorial Episteme, C.A., 2012.
- Baena P., Guillermina. 2014.** *Metodología de la Investigación: Serie integral por competencias*. Azcapotzalco : Grupo Editorial Patria S.A. de C.V., 2014. 978-607-744-003-1.
- Bermudez Odriola, Miguel Angel. 2007.** *"Corrosion de las armaduras del hormigon armado en ambiente marino: zona de carreteras de mareas y zona sumergida "*. Madrid : s.n., 2007.
- BernaL, César A. 2010.** *Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia : Pearson Educación, 2010. 978-958-699-129-2.
- Bono Cabré, Roser. 2012.** *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales*. Barcelona : Facultad de Psicología - Universidad de Barcelona, 2012. pág. 86.
- Borja S, Manuel. 2012.** *Metodologia de la investigacion cientifica PARA INGENIEROS*. Chiclayo : s.n., 2012.
- Borja S., Manuel. 2012.** *Metodologia de la Investigacion Cientifica para Ingenieros*. Chicayo : s.n., 2012.
- Bozzo, Luis M. y Barbat, Alex H. 2004.** *Diseño Sismorresistente de Edificios*. Barcelona España : Reverte S.A., 2004.
- 2013.** Carrasco Diaz. 2013.
- Carrasco Diaz, Sergio. 2013.** *Metodologia de la investigacion cientifica*. Lima : San Marcos, 2013.
- .** **2006.** *Metodologia de la Investigación científica*. Primera. Lima : San Marcos, 2006.
- Casabonne R, Carlos. 1998.** *Evaluacion y reparacion de estructuras* . Peru : s.n., 1998.
- Catolica,** Instituto de corrosion y proteccion de la Pontificia Universidad. 2007. *Inspeccion y evaluacion del estado decorrosion del acero de refuerzo en cuatro decantadores de la planta N° 1 la Atarjea/ SEDAPAL*. Lima : s.n., 2007.
- Cerna Vasquez, Marco, Galicia Guarnez, William. 2010.** *Vida util en estructuras de concreto armado desde el punto de vista del comportamiento del material*. Trujillo : s.n., 2010.

Cerna, Vasquez , Galicia Guarniz. 2010. *Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material.* Trujillo : s.n., 2010..

CORTÉZ C., Manuel E. y IGLESIAS L., Miriam. 2004. *Generalidades sobre Metodología de la Investigación.* Ciudad del Carmen : Universidad Autónoma del Carmen, 2004. 968-6624-87-2.

Ezequiel, Ander Egg. 2011. *Aprender a investigar Nociones básicas para la investigación social.* Argentina : Brujas, 2011. 978-987-591-271-7.

Garces Terradillos Pedro, Climent Llorca Miguel Angel, Zornoza Gomez Emilio. 2008. *Corrosion de armaduras en estructuras de hormigon armado.* s.l. : Editorial Club Universitario, 2008.

—. **2008.** *Corrosion de armaduras en estructuras de hormigon armado.* s.l. : Editorial Club Universitario, 2008.

Gonzales Fernadez, Jose Antonio, Miranda Vidales, Juna. 2007. *Corrosion en las estructuras de hormigon armado: fundamentos, medida, diagnosis y prevencion.* Madrid : Graficas Varona sa, 2007.

Guzman, Gonzales Omar. 2008. *Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosion del acero de refuerzo.* Oaxaca de Juarez : s.n., 2008.

Harmsen, E, Teodoro. 2005. *Diseño de estructuras de concreto armado.* Lima : s.n., 2005.

—. **2005.** *Diseño de estructuras de concreto armado.* lima : Pontificia Universidad Catolica del Peru- Fondo editorial, 2005.

Hernandez, Sangabriel , Hector Manuel. 2008. *Comportamiento de la corrosion en el concreto armado y su relacion con el medio ambiente en la zona de Tampico, Tamaulipas.* Xalapa Enriques Veracruz : s.n., 2008.

—. *Metodología de la investigación.*

Hernandez, r. y Fernandez, r y Baptista,p. 2014. *Metodología de la investoigación.* México : MC GRAW HILL, 2014. 9781456223960.

Hernandez, r. y Zapata, n. y Zendoza, c. 2013. *Métodología de la Investigación para Bachillerato.* México : MCGRAW HILL BACH, 2013. 9786071508294.

Maya, Esther. 2014. *Métodos y técnicas de investigación: Una propuesta ágil para presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines.* México, DF : Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. 978-97032-5432-3.

- McCormac, C. Jack. 2005.** *Diseño de concreto reforzado*. Mexico : Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2005.
- Mejía m., Elías. 2005.** *Metodología de la Investigación Científica*. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. 9972-46-285-4.
- Mejia Mejia , Elías . 2005.** *Técnicas e instrumentos de investigacion* . Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos , 2005. Vol. I.
- Mohammad Naghi, Namakforoosh. 2005.** *Metodología de la Investigación*. Segunda. México : Limusa, 2005. ISBN: 968-18-5517-8.
- Monje Á., Carlos A. 2011.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa: Guía didáctica*. Colombia : Universidad Surcolombiana, 2011.
- Oseda G., Dulio, y otros. 2015.** *Metodología de la Investigación*. Huancayo : Editorial Pirámide, 2015. ISBN N° 568479854256.
- Otero Huerta, Enrique. 2001.** *Corrosion y degradacion de materiales*. España : Sintesis sa, 2001.
- . **2001.** *Corrosion y Degradacion de Materiales*. España : Sintesis sa, 2001.
- Ottazzi Pasino, Gianfranco. 2006.** *Diseño de concreto armado*. Peru : Edigrafasa srl, 2006.
- Parella Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. 2012.** *Metodologia de la investigacion cuantitativa*. Caracas : FEDUPEL, 2012.
- Pancorbo, floristan , Francisco J. 2010.** *Corrosion, degradacion y envejecimiento de los materiales empleados en la edificacion*. Barcelona : Marcombo, 2010.
- Pimienta Lastra, Rodrigo. 2000.** Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. [En línea] 2000. [Citado el: 22 de Noviembre de 2016.] <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=26701313>. ISSN: 0188-7742.
- Ramirez Gonzales, Alberto. 2010.** *Metodologia de la investigacion cientifica*. Bogota : Pontificia Universidad Javeriana, 2010.
- Rimarachin Sanchez, Luis Armando. 2013.** *Corrosion del mortero de cementocon armadura por ataque del cloruro desodio*. Lima : s.n., 2013.
- Ruiz Bolivar, Carlos. 2005.** *Programa Interinstitucional en Educacion*. Bolivia : UPEL/PIDE, 2005.

- Sanchez Carlesi, Hugo. 1998.** *Metodología y Diseño en la Investigación Científica*. Lima : Mantaro, 1998.
- Sanchez Carlessi, Hugo y Reyes Meza, Carlos. 2006.** *Metodología y diseño en la investigación científica*. Lima : Vision Universitaria, 2006.
- Santiago, Hurtado, Griselda. 2010.** *Determinacion del nivel de corrosion y perfil de carbonatacion en vigas de concreto reforzado con 3 años de exposicion al medio ambiente de la Cd. de Xalapa, Ver. Mexico* : s.n., 2010.
- Tamayo Tamayo, Mario. 2003.** *El proceso de la investigación científica*. Mexico : limusa, s.a. de c.v. grupo noriega editores, 2003.
- Valderrama Mendoza, Santiago. 2013.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima : San Marcos, 2013. pág. 495. 978-612-302-878-7.
- Valderrama, Santiago. 2014.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima : San Marcos de Anibal Jesus, 2014.
- Zavaleta Gutierrez, Nilthon. 2012.** *Corrosion*. Peru : s.n., 2012.
- Zeleyaran Durand, Mauro. 2002.** *Metodología de Investigación Jurídica*. Segunda. Lima : Jurídicas, 2002.

VIII. ANEXOS

Matriz de Consistencia

“Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017”

Anexo 1: Matriz de Consistencia.


Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo influye la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao?</p> <p>Problemas específicos.</p> <p>¿De qué manera influye la corrosión del acero de refuerzo por carbonatación en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao?</p> <p>¿En qué medida influyen los cloruros y sulfatos en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la Urbanización Chucuito Callao 2017?</p> <p>¿Cuál es la influencia del ambiente húmedo en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar la influencia de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Estudiar la corrosión del acero por la influencia de la carbonatación en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017.</p> <p>Evaluar la influencia de los cloruros y sulfatos en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la Urbanización Chucuito Callao 2017</p> <p>Determinar la corrosión del acero de refuerzo por influencia del ambiente húmedo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: la corrosión del acero de refuerzo fisura las estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017</p> <p>Hipótesis específicos</p> <p>La carbonatación del concreto influye en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito callao 2017.</p> <p>Los cloruros y sulfatos influyen en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la Urbanización Chucuito Callao 2017.</p> <p>El ambiente húmedo influye en la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017?</p>	<p>V1: Corrosión del acero de refuerzo.</p> <p>V2: estructura de Concreto armado</p>	<p>D1: Carbonatación del concreto</p> <p>D2: cloruros y sulfatos</p> <p>D3: Ambiente húmedo</p> <p>D1: Zapatas</p> <p>D2: Columnas</p> <p>D3: Vigas</p>	<p>Contenido de humedad Permeabilidad del concreto Recubrimiento del acero</p> <p>- Relación A/C - Compactación - Curado</p> <p>Humedad - Bajas Temperaturas - Brisa marina</p> <p>- Zapatas conectadas - Zapatas aisladas - Zapatas combinadas</p> <p>- Columnas aisladas - Columnas adosadas. - Columnetas de tabiquería</p> <p>- Viga chata - Vigas peraltada - Vigas de amarre</p>	<p>METODO: Científico (Tamayo Tamayo, 2003 pág. 28). Es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presenta sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable y de razonamiento riguroso.</p> <p>TIPO: Aplicada (Sanchez Carlesi, 1998 pág. 13) Se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos.</p> <p>NIVEL: Explicativo (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 95) Se centran en “explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos o más variables”.</p> <p>DISEÑO: No experimental (Carrasco Diaz, 2006 pág. 71), porque las variables independientes carecen de manipulación intencional y Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad.</p> <p>POBLACION: Todas las viviendas</p> <p>MUESTRA: 50 viviendas Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 173). La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran datos.</p> <p>MUESTREO: No probabilístico intencional. (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 176) las muestras no probabilísticas son aquellas en la que “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigado.</p> <p>INSTRUMENTO: Ficha de toma de información. Como menciona (Sanchez Carlessi, y otros, 2006 pág. 151) las técnicas son los “medios por los cuales el investigador procede a recoger información, [...], en función a los objetivos del estudio”.</p> <p>TECNICA: Observación directa (Sanchez Carlessi, y otros, 2006 pág. 154) son “herramientas específicas que se emplean en el proceso de recogida de datos. Los instrumentos se seleccionan a partir de la técnica previamente elegida.</p>


Anexo 2: Instrumento de recolección de datos de campo.

DIMENSIONES		INDICADORES	Según Meja Meja (2005) Valoración			
			Muy baja 0,01 a 0,20	Baja 0,21 a 0,40	Moderada 0,41 a 0,60	Alta 0,60 a 0,80
VARIABLES		CRITERIOS DE EVALUACION				
		Experto 1	Experto 2		Experto 3	
V1: Corrosión del acero de refuerzo	D1 Carbonatación del concreto	Contenido de humedad Permeabilidad del concreto Recubrimiento del concreto	1	0.80	1	
	D2 Cloruros y sulfatos	Relación A/C Compactación Curado	0.75	0.85	1	
V2: estructuras de concreto armado	D3: Ambiente húmedo	Humedad Bajas Temperaturas Brisa marina	0.70	0.80	0.60	
	D1: Zapata	Zapata combinada Zapatillas aisladas Zapatillas conectadas	0.60	1	0.70	
D2: columnas	Columna aislada Columna adosada Columnetas de tabiquería	0.70	0.90	0.65		
	D3: Viga	Viga peraltada Viga chata Viga de amarre	0.80	0.70	0.85	
TOTAL			0.76	0.84	0.80	

Tabla N°11. Cuadro de validación de instrumento


 VICTOR JOSUE
 JUSCAMAITA ARTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146656


 JULIO BAYARTE ALZAMANDRO
 CAMPOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 34334


 JUAN VLADIMIR
 ARALIO CAMPOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 174992

Anexo 3: Análisis de Validez y confiabilidad de la ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Análisis de validez y confiabilidad de la ficha recolección de datos

Proyecto: "Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017"

Autor: Zoraida Chuquija Vilca"

Validación de los instrumentos de medición		Experto 1	Experto 2	Experto 3
Información general		0	1	1
V1: Corrosión del acero				
D1	Carbonatación del concreto -Contenido de humedad -Permeabilidad del concreto -Recubrimiento del acero	1	0	1
D2	Cloruros y sulfatos -Relación A/C - Compactación - Curado	1	1	1
D3	Ambiente húmedo - Humedad - Bajas temperaturas - Brisa marina	1	1	1
V2: Estructura de concreto armado				
D1	Zapatas - Zapatas conectadas - Zapatas aisladas - Zapatas combinadas	1	1	1
D2	Columnas -columnas aisladas - columnas adosadas - columnetas de tabiquería	0	1	1
D3	Vigas -Vigas chata -Viga peraltada - Viga de amarre	1	1	1
TOTAL		5/7	5/7	7/7
		0.80		


VÍCTOR JOSUE
JUSCAMAITA ARTEAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148658


JULIO ERNESTO/ALEJANDRO
CAMPOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 34334


JHIM VLADIMIR
ARAUJO CAMPOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 174992

Anexo 4: Ficha de recopilación de datos.



PROYECTO: Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito 2017.
AUTOR: Zoraida Chuquiya Vilca

I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACIÓN: Callao					
DISTRITO:		Callao	ALTITUD:		
PROVINCIA:		Callao	LATITUD:		
REGION:		Callao	LONGITUD:		
II.- Determinación de la corrosión por influencia de la carbonatación en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización callao					
Carbonatación del concreto	Indicadores		si	no	punt
	Contenido de humedad				1
	Permeabilidad Del concreto				
	Recubrimiento del concreto				
III Estudio de la corrosión por influencia de los cloruros y sulfatos en las estructuras de concreto armado					
Cloruros y sulfatos	Indicadores		SI	NO	Punt
	Relación a/c				0.85
	Compactación				
	Curado				
IV Evaluación de la corrosión por influencia del factor medioambiental en estructuras de concreto armado					
Ambiente húmedo	Indicadores		Si	No	Punt
	Humedad				0.60
	Bajas temperaturas				
	Brisa marina				
V Estructuras de concreto armado afectadas por la corrosión					
Zapatatas	Indicadores		So	No	Punt
	Zapatatas conectadas				0.70
	Zapatatas aisladas				
	Zapatatas combinadas				
VI Estructuras de concreto armado afectadas por la corrosión					
Columnas	Indicadores		Si	No	Punt
	Columnas aisladas				0.65
	Columnas adosadas				
	Columnas de tabiquería				
VII Estructuras de concreto armado afectadas por la corrosión					
Vigas	Indicadores		Si	No	Punt
	Viga chata				1
	Viga peraltada				
	Viga de amarre				
Promedio:		0.80			

VICTOR JOSUE
 JUSCAMAITA ARTEAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 148658

JULIO ERNESTO ALEJANDRO
 CAMPOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 34334

.....
 Firma del evaluador

JHMM VLADIMIR
 ARAJAJO CAMPOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 174992

Anexo 5: Análisis de validez y confiabilidad.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO


VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

“FICHA DE RECOLECCION DE DATOS”

Proyecto: “Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017”

Autor: Zoraida Chuquija Vilca

Validador 1




JHIM VLADIMIR
ARAUJO CAMPOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 174992

ING: JHIM VLADIMIR ARAUJO CAMPOS

DNI: 44737728

CIP N°: 174992

Validador 2




JULIO ERNESTO ALEJANDRO
CAMPOS DIAZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 34334

ING:

DNI: 26629306

CIP N°: 34334

Validador 3



VICTOR JOSUE
JUSCAMAITA ARTEAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148658

ING:

DNI: 42595533

CIP N°: 148658.

Anexo 6: Certificados de laboratorio - profundidad de carbonatación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del

A

Asunto

Expediente N°

Recibo N°

Fecha de emisión

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: ZORAIDA CHUQUIJA VILCA

: Ensayo para determinar la profundidad de carbonatación en el concreto.

: 17-2729

: 56795

: 24/08/2017

1.0. DE LA MUESTRA

: Una (01) muestra de concreto en forma triangular irregular, que tienen una cara libre y otra cubierta con mortero (ver foto adjunta), la muestra fue proporcionada e identificada por el peticionario.



2.0. MÉTODO DEL ENSAYO

3.0. EQUIPO UTILIZADO

4.0. MATERIAL UTILIZADO

5.0. RESULTADOS

: Norma de referencia: UNE 112011.

: Vernier No. 1, con certificado de calibración L - 0427 - 2017.

: Fenolfaleína (Indicador de PH).

: Fecha de ensayo: 04/08/2017

Identificación	Tipo de medida*	Profundidad de carbonatación d_c (mm)			Observaciones (Ver anexo 1)	Area superficial de la muestra de concreto
		Mínima	Máxima	Promedio		
MUESTRAS DE CONCRETO	C	4	8	6.0	Penetración irregular	zona carbonatada

* Observar Anexo 1 para la interpretación de las medidas.
 ** Solo se observo Penetración Irregular.

6.0. OBSERVACIONES

: La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.

Técnico : Sr. P.S.M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 7: Certificado de laboratorio – Esquema de visualización de carbonatación del concreto.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

ANEXO 1

Expediente N° : 17-2729

Esquema de visualización

Figura 1 : Indicadores del tipo de medidas tomadas, se pueden dar los casos A, B, C y D, dependiendo de la ubicación pueden ocurrir uno de ellos o la combinación.

- Zona incolora : El proceso de carbonatación ha afectado al concreto, pH menor a 8.5
- Zona Rosa : El proceso de carbonatación esta iniciando, pH entre 8.5 y 9.5
- Zona rojo-púrpura: Proceso de carbonatación todavía no afecta al concreto, pH mayor a 9.5

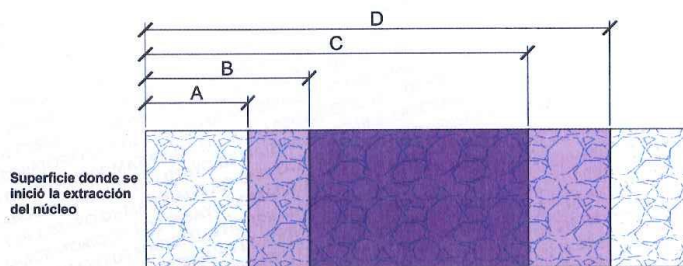
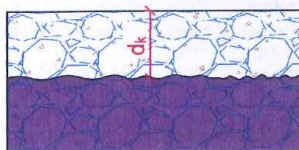
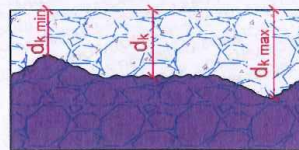


Figura 2 : Indicadores del tipo de penetración de carbonatación observado en la muestra tomada. (d_k)

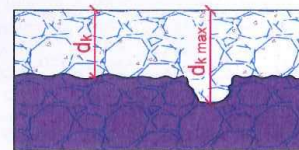
- Penetración regular : No hay diferencias significativas en el plano de profundidad, solo se reportará la profundidad promedio (d_k)
- Penetración irregular : Existen diferencias marcadas entre dos puntos del plano de profundidad, se reportará la profundidad mínima, máxima y promedio ($d_{k\ min}$, $d_{k\ max}$, d_k)
- Penetración singular : Existe una zona específica donde se observa una discontinuidad en el plano de profundidad, se reportará la profundidad máxima y promedio ($d_{k\ max}$, d_k)



Penetración regular



Penetración irregular



Penetración singular

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Anexo 8: Certificado de laboratorio – contenido de cloruros y sulfatos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1229 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ZORAIDA CHUQUIJA VILCA
 - 1.2 DNI : 40465387
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCION : 24 / 08 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 28 / 08 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 29 / 08 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE CONCRETO
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CONCRETO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 20.4 °C; Humedad relativa: 63%
7. EQUIPO UTILIZADO : -UV-VIS SPECTROPHOTOMETER
SHIMADZU UV-1800
8. RESULTADOS

ANÁLISIS	RESULTADOS	NORMA TÉCNICA
Cloruros, ppm	412.56	NTP 339.177
Sulfatos, ppm	997.23	NTP 339.178

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO
Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista
LABICER –UNI



MSc Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

Anexo 9: Vivienda afectada por corrosión por causa de las sales marinas.



Se observa una vivienda en la cual todas las estructuras son afectadas por la corrosión del hacer de refuerzo, así mismo cabe indicar que dicha edificación se encuentra muy cerca del mar.

Anexo 10: Fotografías de viviendas completamente deterioradas por la corrosión.



Anexo 11: Viviendas con fisuras, grietas y desprendimientos del revestimiento.



Anexo 12: Fisuras en la Viga por corrosión del Acero de Refuerzo – Callao 2017.



Anexo 13: Reja de metálica completamente corroída en zona de estudio - Callao 2017.



