



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto
armado construidas en las playas del norte peruano

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Moran Cordova, Frank Edson (orcid.org/0000-0003-3105-1241)

ASESOR:

Ing. Sagastegui Plasencia, Fidel German (orcid.org/0000-0003-0836-0062)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada principalmente a mi familia, por ser los pilares en mi vida y brindarme su apoyo siempre.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a mis padres por brindarme su apoyo y darme la oportunidad de estudiar en esta casa de estudios, a la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de conocer grandes compañeros y docentes dignos de admiración y respeto que mediante sus enseñanzas y consejos me ayudaron a crecer profesionalmente.

Asimismo, agradecer a nuestro asesor Fidel German Sagastegui Plasencia, por darnos las pautas necesarias, el apoyo y la dedicación brindada para poder elaborar nuestro proyecto de tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano", cuyo autor es MORAN CORDOVA FRANK EDSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 30 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN DNI: 18173778 ORCID: 0000-0003-0836-0062	Firmado electrónicamente por: FSAGASTEGUIP el 30-12-2023 07:39:59

Código documento Trilce: TRI - 0712957



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MORAN CORDOVA FRANK EDSON estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
FRANK EDSON MORAN CORDOVA DNI: 72455064 ORCID: 0000-0003-3105-1241	Firmado electrónicamente por: FMORANCO10 el 30- 12-2023 11:24:56

Código documento Trilce: TRI - 0712961

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación:	10
3.2. Variables y operacionalización:	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos:	15
3.7. Aspectos éticos:.....	15
IV. RESULTADOS	16
4.1. Descripción de zona de estudio	16
4.2. Descripción de resultados.....	16
4.3. Resultados obtenidos	17
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS:.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nivel de corrosión en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura	17
Tabla 2: Nivel de corrosión en columnas según la antigüedad de la estructura	22
Tabla 3: Nivel de corrosión en vigas según la antigüedad de la estructura	27
Tabla 4: Nivel de corrosión en losas según la antigüedad de la estructura	32
Tabla 5: Análisis de daño por corrosión por elemento estructural	37
Tabla 6: Promedio de daño por corrosión en cada elemento estructural	37
Tabla 7: Nivel de corrosión según la antigüedad de la estructura	39
Tabla 8: Promedio de daño por corrosión según la antigüedad de la estructura	39
Tabla 9: Corrosión en estructuras de concreto armado con protección contra la corrosión según los elementos estructurales analizados.	41
Tabla 10: Coeficientes de carbonatación para diferentes relaciones A/C	51
Tabla 11: Tabla 4.2 - REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN	52
Tabla 12: Tabla de operacionalización de variables	63
Tabla 13: Valores de probabilidad por regiones según categorías (inferior, normal y superior) del pronóstico de lluvias para el trimestre EFM 2024	161

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráficos 1: Nivel de corrosión (Manchas) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura	18
Gráficos 2: Nivel de corrosión (Fisuras) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura .	19
Gráficos 3: Nivel de corrosión (Grietas) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura.	20
Gráficos 4: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura	21
Gráficos 5: Nivel de corrosión (Manchas) en columnas según la antigüedad de la estructura	23
Gráficos 6: Nivel de corrosión (Fisuras) en columnas según la antigüedad de la estructura	24
Gráficos 7: Nivel de corrosión (Grietas) en columnas según la antigüedad de la estructura	25
Gráficos 8: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en columnas según la antigüedad de la estructura	26
Gráficos 9: Nivel de corrosión (Manchas) en vigas según la antigüedad de la estructura	28
Gráficos 10: Nivel de corrosión (Fisuras) en vigas según la antigüedad de la estructura	29
Gráficos 11: Nivel de corrosión (Grietas) en vigas según la antigüedad de la estructura	30
Gráficos 12: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en vigas según la antigüedad de la estructura	31
Gráficos 13: Nivel de corrosión (Manchas) en losas según la antigüedad de la estructura	33
Gráficos 14: Nivel de corrosión (Fisuras) en losas según la antigüedad de la estructura	34
Gráficos 15: Nivel de corrosión (Grietas) en losas según la antigüedad de la estructura	35
Gráficos 16: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en losas según la antigüedad de la estructura	36
Gráficos 17: Probabilidad de daño por corrosión por elemento estructural analizado	38
Gráficos 18: Aumento de corrosión en función del tiempo.....	40
Gráficos 19: Nivel de corrosión (Manchas) en estructuras con protección según elemento estructural analizado.....	42
Gráficos 20: Nivel de corrosión (Fisuras) en estructuras con protección según elemento estructural analizado	43
Gráficos 21: Nivel de corrosión (Grietas) en estructuras con protección según elemento estructural analizado.....	44
Gráficos 22: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en estructuras con protección según elemento estructural analizado	45
Gráficos 23: Métodos aplicados en Colan para evitar o contrarrestar la corrosión	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del sector de investigación.....	16
Figura 2: Estructuras analizadas en playa La Esmeralda – Colan – Paita - Piura.....	129
Figura 3: Riesgo de inundación en la parte baja de Colan	130
Figura 4: Inundación ocurrida a causa de las precipitaciones ocurridas en los primeros meses de 2023.....	130
Figura 5: Comparativa entre Pampa de Colan, pasando el cruce con pista Olympic, coordenadas: 4°59'13.66"S; 81° 3'41.76"O – Fecha: 07/04/2023	131
Figura 6: Comparativa entre Pampa de Colan, pasando el cruce con pista Olympic, coordenadas: 4°59'13.66"S; 81° 3'41.76"O – Fecha: 13/12/2023	131
Figura 7: Área de investigación	132
Figura 8: Salinidad y humedad del suelo – Corrosión en tanque libre, coordenadas: 5° 0'23.82"S; 81° 3'47.08"O	132
Figura 9: Sobrecimiento construido antes del año 2015	133
Figura 10: Perdidas de sección del concreto debido a la corrosión.....	133
Figura 11: Vivienda construida antes del año 2015	134
Figura 12: Agrietamiento y perdidas de sección en columna debido a la corrosión.	134
Figura 13: Manchas y fisuramiento en sobrecimientos y columnas de estructura con antigüedad menor a 2015	135
Figura 14: Reparación de concreto con uso de impermeabilizantes y anticorrosivos.....	135
Figura 15: Estructura nueva con niveles casi nulos de corrosión, la altura del nivel de terreno al final del sobrecimiento es de 50 cm aproximadamente y se está utilizando plástico grueso sostenidas por las piedras para proteger la cimentación.	135
Figura 16: Cerco perimétrico con plástico grueso y geomembranas como método de protección para cimentaciones, sin embargo, se puede apreciar las manchas de corrosión y la salinidad atacando a la estructura	136
Figura 17: Cerco perimétrico geomembranas como método de protección para cimentaciones, sin embargo, se puede apreciar que la estructura tiene perdidas de sección críticas.....	136
Figura 18: Vista interior y exterior del cerco perimétrico donde se aprecia la corrosión producto de la salinidad y humedad.....	137
Figura 19: Estructura con pintura anticorrosiva como método de reparación.....	137
Figura 20: Nivel de humedad relativamente alta en vivienda / Cerco perimétrico nuevo con protección de plástico grueso	137
Figura 21: Cerco perimétrico construido antes del año 2015.....	138
Figura 22: Nivel de corrosión crítico en columnas	138
Figura 23: Perdidas de sección críticas en columnas	139
Figura 24: Estructuras abandonadas que pese a sus intentos por proteger a la estructura, fueron afectadas	140
Figura 25: Cerco perimétrico construido antes del año 2015.....	141
Figura 26: Humedad y salinidad afectando a la estructura, dejando niveles críticos de corrosión en sobrecimientos y columnas.....	141
Figura 27: Perdidas de sección de nivel crítico en columnas y sobrecimientos.	142
Figura 28: Corrosión afectando las zonas expuestas del acero	142
Figura 29: Estructura con protección y/o reparación por impermeabilizantes y anticorrosivos / Estructura sin protección y/o reparación	143
Figura 30: Cerco perimétrico afectado por drásticamente por la corrosión.	143

Figura 31: Corrosión en columnas generando perdidas de sección en el concreto	144
Figura 32: Estructura nueva afectada por la corrosión	144
Figura 33: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos..	145
Figura 34: Estructura reconstruida mejorando su protección ante la corrosión y la salinidad	145
Figura 35: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos..	146
Figura 36: Estructuras antiguas sin ningún tipo de protección, afectadas drásticamente por corrosión.	146
Figura 37: Cercos perimétricos con antigüedad menor a 2015 con niveles de corrosión y humedad críticos.	146
Figura 38: Estructura con geomembrana como método de protección para las cimentaciones, pero sin ninguna otra precaución.	147
Figura 39: estructuras reparadas y protegidas usando pintura anticorrosiva, impermeabilizantes, plástico grueso y antisalitre.	147
Figura 40: Cerco perimétrico sin ninguna protección afectado drásticamente por corrosión.....	148
Figura 41: Estructura nueva y en construcción, con método de protección inicial de plástico grueso para cimentaciones, sin embargo, a pesar del poco tiempo de construcción, se puede notar algunas, aunque pocas, zonas con corrosión.....	148
Figura 42: Muros de bambú, para evitar humedad en ladrillos, pero sin protección de la estructura (Cimientos y columnas).....	148
Figura 43: Edificaciones frente al litoral construidas con otros materiales y con pilotes de madera y piedras grandes para su protección.....	149
Figura 44: Edificación construida antes del año 2015.....	150
Figura 45: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos..	151
Figura 46: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos..	151
Figura 47: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos..	152
Figura 48: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos..	152
Figura 49: Edificación construida antes del año 2015.....	156
Figura 50: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.	156
Figura 51: Soportes de estructura frente al litoral afectados drásticamente por corrosión	156
Figura 52: Columna antigua con pérdidas de sección críticas	157
Figura 53: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.	157
Figura 54: Edificaciones en zona sur construidas con madera y con una distancia considerable del litoral.	157
Figura 55: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.	158
Figura 56: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.	158
Figura 57: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida sin métodos de protección anticorrosivos eficientes.	158
Figura 58: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida sin métodos de protección anticorrosivos eficientes, además, con un diseño estructural incorrecto (Columnas).....	159
Figura 59: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida sin métodos de protección anticorrosivos eficientes.	159
Figura 60: Pronóstico probabilístico de precipitaciones por regiones a nivel nacional (Verano 2024)	160

RESUMEN

El problema principal de las estructuras de concreto armado ubicadas en áreas costeras es su exposición a la corrosión, pues, debido al alto contenido de cloruro presente en el mar, los elementos estructurales sufren un gran deterioro con el tiempo, disminuyendo tanto su resistencia como su tiempo de vida útil.

A pesar de que existen investigaciones con respecto a la corrosión del acero en concreto armado, considero que son escasas, por ello, este proyecto expone los resultados de mi investigación, generando así, nuevos conocimientos y contribuyendo a abordar la problemática antes descrita. Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano haciendo énfasis en la playa La Esmeralda de Colán – Paita – Piura. Para ello, se hizo uso de una estrategia metodológica de investigación empleando métodos de observación, revisión bibliográfica y recolección de información. Como resultados, se pudo determinar que, el riesgo de que las estructuras de concreto armado sufran de deterioro debido a la corrosión en la playa La Esmeralda - Colan es muy alto, asimismo, se proporcionó una visión general sobre metodologías aplicadas en otras partes del mundo con condiciones similares para así evitar o minimizar el daño causado por la corrosión en el concreto armado.

Palabras clave: Concreto armado, corrosión del acero de refuerzo, protección contra la corrosión, construcción en playas.

ABSTRACT

The main problem of reinforced concrete structures located in coastal areas is their exposure to corrosion, since, due to the high chloride content present in the sea, the structural elements suffer great deterioration over time, decreasing their resistance as its useful life time. Although there is research regarding the corrosion of steel in reinforced concrete, I consider that they are scarce, therefore, this project exposes the results of my research, thus generating new knowledge and contributing to addressing the problem described above. This study aims to evaluate the impact of corrosion on reinforced concrete structures built on the beaches of northern Peru, emphasizing the La Esmeralda beach of Colán – Paita – Piura. To do this, a methodological research strategy was used using observation methods, bibliographic review and information collection. As a result, it was determined that the risk of corrosion in reinforced concrete structures in La Esmeralda - Colan is very high, which is why an overview of methodologies applied in other parts of the world with similar conditions was also provided in order to avoid or minimize damage caused by corrosion in reinforced concrete.

Keywords: Reinforced concrete, corrosion of reinforcing steel, protection against corrosion, beach construction.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en el mundo en cuanto a estructuras se refiere y que, además, considero no se han realizado estudios suficientes, es el deterioro del concreto armado debido a la corrosión del acero. Como se sabe, el concreto armado es el material estructural más utilizado para la construcción de edificaciones e infraestructuras en la actualidad, esto debido a la resistencia a los esfuerzos de tracción, flexión y corte agregadas del acero, que el concreto simple no puede soportar. No obstante, la resistencia a estos esfuerzos puede ser gravemente afectada por la corrosión, ocasionando que la estructura falle mucho antes de lo esperado.

La corrosión del acero en el concreto armado conlleva no solo a la disminución de la resistencia del acero de refuerzo, sino también al agrietamiento del concreto debido a la expansión volumétrica y al deterioro de la unión concreto-acero. Afectando así, su tiempo de vida útil, por ello, es muy importante conocer el impacto que tiene la corrosión en el concreto armado y que métodos existen para contrarrestarlo.

En áreas urbanas este fenómeno es ocasionado generalmente por el dióxido de carbono y la humedad presente en el ambiente, por lo que, en condiciones normales, el riesgo de corrosión no es muy elevado, sin embargo, esto cambia considerablemente en condiciones de exposición marina, el alto contenido de cloruro presente en el mar, hace que la corrosión se genere a través de picaduras, atacando directamente al acero de refuerzo, además, si se toma en cuenta la despasivación del acero y la carbonatación del concreto, se puede afirmar que, la corrosión es un peligro potencial para la integridad de cualquier estructura en ambientes cercanos al mar.

Como se sabe, Perú se caracteriza mucho por el turismo siendo nuestras playas uno de sus atractivos principales, sin embargo, debido a la falta de información, muchas edificaciones se construyen con materiales no aptos para este tipo de ambientes, utilizando sistemas de protección contra la corrosión ineficientes, provocando que los elementos estructurales fallen y sufran de un gran deterioro con el tiempo.

Y si se habla del litoral peruano, es imposible no fijarse en las playas de Piura, pues, nuestra región cuenta con las playas más bonitas y turísticas de nuestro país, además, si se toma en cuenta las altas temperaturas que se registran en nuestra región, se puede decir que las playas de Piura son el lugar perfecto para disfrutar de la brisa, la arena y el mar. No obstante, estos mismos elementos son los que causan la corrosión en primer lugar, generando grandes daños tanto en los acabados como en la estructura en sí. Por ello, considero muy importante y necesario investigar cual es el impacto que tiene la corrosión en las estructuras de concreto armado y que materiales y sistemas de protección son los adecuados para construir cerca al mar, y así, poder garantizar que las estructuras construidas en las playas de Piura cumplan con las prestaciones exigidas durante su diseño: Seguridad, funcionalidad y estética.

Además, se puede destacar también la importancia de realizar este estudio desde el contexto social, pues, si bien, tener una edificación cerca al mar para vivir en ella o no, resulta beneficioso; sino se toma en cuenta la alta exposición a la corrosión, aspectos como salud o economía pueden resultar totalmente contraproducentes, por ello, es importante tener en cuenta las consecuencias que puede generar la corrosión en el contexto social y así darle la importancia correspondiente.

Ante esta situación se planteó la siguiente interrogante de investigación:

¿Cuál es el impacto de la corrosión en las edificaciones construidas en Colán y en las playas de Piura?

Si bien existen investigaciones sobre la corrosión del acero en concreto armado, considero que son insuficientes, por ello, este proyecto de investigación se realizó con la finalidad de generar nuevos o mejores conocimientos que contribuyan a abordar la problemática antes descrita y de esta manera contribuir a la ingeniería en procedimientos o procesos más efectivos para evitar o contrarrestar la corrosión del concreto armado presentada en condiciones de exposición marina.

Esta investigación cuenta con el siguiente objetivo general:

- Evaluar el impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano haciendo énfasis en la de Colán – Paita – Piura.

Esta investigación cuenta con los siguientes objetivos específicos:

- Determinar qué elementos estructurales tienen mayor probabilidad de sufrir daños críticos por corrosión.
- Determinar cuál es el tiempo de inicio de propagación de corrosión del acero en concreto armado en la playa La Esmeralda de Colan.
- Evaluar que métodos anticorrosivos se utilizan para la protección del concreto armado en las estructuras construidas en la playa de Colán.

II. MARCO TEÓRICO

Durante la recolección de información se encontraron distintos estudios e investigaciones relacionados con nuestro tema de estudio, tanto internacionales, nacionales como regionales, de los cuales se optó por darle prioridad a los internacionales. De esta manera, se pudo encontrar las siguientes investigaciones sobre el impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado:

(Weiping Zhang et al, 2018) en su artículo denominado *“Structural behavior of corroded reinforced concrete beams under sustained loading”* nos presentan los resultados de un estudio experimental, el cual tuvo como finalidad investigar los efectos combinados de la corrosión y las cargas sostenidas en el rendimiento estructural de vigas de concreto armado. Como resultados se obtuvo que, un nivel de carga más alto y una densidad de corriente más baja permiten la oxidación de los productos de corrosión con una mayor tasa de expansión volumétrica, lo que lleva a un inicio prematuro y una rápida propagación del agrietamiento, y un desarrollo de deflexión más obvio de las vigas de concreto armado. Además, se concluye que, para una viga bajo carga simultánea y corrosión por refuerzo, no se puede ignorar el efecto de la corrosión por refuerzo en su deflexión, ya que puede exceder el efecto de fluencia a un grado de corrosión relativamente bajo.

(Nasser et al, 2021) en su artículo denominado *“An experimental assessment of corrosion damage and bending capacity reduction of singly reinforced concrete beams subjected to accelerated corrosion”* nos mencionan que, el rendimiento estructural de los componentes de una estructura dañada por corrosión, requiere comprender el vínculo entre el daño, el ancho de la grieta de corrosión y la pérdida de sección transversal. Asimismo, tras una prueba de flexión, se presentó como resultados que relacionar la reducción relativa de la capacidad de flexión con la pérdida promedio de la sección transversal de la barra de refuerzo, indica una fuerte correlación en el caso de las vigas con barras acanaladas, mientras que se produce una mayor dispersión en el caso de las que tienen barras lisas.

(Yi-yan Lu et al. 2018) en su artículo denominado *“Active and passive potentiostatic reinforced polymer against corrosion”* Se planteó como objetivo general, investigar la eficiencia de la protección activa y pasiva del acero de refuerzo corroído en columnas de concreto armado. Como resultado se obtuvo que durante el proceso de protección activa la resistencia del concreto y la resistencia desde la transferencia de carga mejoró, sin embargo, la eficiencia de la protección activa disminuyó mucho en función del tiempo. Por otra parte, la protección pasiva proporcionada por envolturas de polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP) fue efectiva para la reducción de la tasa de corrosión en todos los casos estudiados, pero a pesar de ello, solo ralentizó el proceso de corrosión, más no lo detuvo.

(Mazen J. Al-Kheetan et al, 2019) en su artículo denominado *“Fundamental interaction of hydrophobic materials in concrete with different moisture contents in saline environment”* nos explican que se investigó el rendimiento y la eficacia de cuatro materiales de superficie protectora aplicados a estructuras marinas, siendo estos: Acetato de sodio, fluoropolímero, resina de silicona y silano.

Se pudo determinar que, tras el análisis microestructural de materiales, se encontró acetato de sodio en los poros con formaciones densas con superficies amorfas y lisas, las cuales contribuyen directamente a aumentar la hidrofobicidad del material. Además, se encontró que el fluoropolímero se presenta en polímeros finos, lisos y "en forma de aguja" con tamaños inferiores a 200 nm, lo que ayuda a que se adhiera fuertemente en los poros. Asimismo, se notó que la resina de silicona formaba una lámina adjunta de resinas facilitando su conexión a los poros.

Se encontró también que el silano tiene una estructura de gel con múltiples arboledas que aumentan el área de superficie del material. Esto le da al material la capacidad de extender su presencia dentro de los poros y bloquearlos. Por ello, se puede precisar que, los materiales sugeridos tendrían un alto impacto en la protección de las estructuras de concreto que existen en ambientes salinos, especialmente en presencia de alta humedad, ya que se demostró que funcionan bien en este ambiente.

(Ahmed Abd El Fattah et al, 2018) en su artículo titulado “*Field evaluation of corrosion mitigation on reinforced concrete in marine exposure conditions*” nos refieren que el Golfo Pérsico es uno de los entornos más hostiles para las estructuras de concreto debido al duro ataque de cloruro para reforzar el acero. Por ello, se construyó un sitio de exposición marina en la costa oeste del Golfo con la finalidad de estudiar la influencia de la adición de materiales cementosos suplementarios (SCM) y los aditivos químicos en la corrosión del concreto armado.

Como resultados se obtuvo que el uso de cenizas volantes y de cemento de escoria fue el método de mitigación de corrosión más efectivo, y aunque la concentración de cloruro con profundidad fue mayor que otros métodos de mitigación, la unión mejorada al cloruro y los valores de resistividad más altos mejoraron su rendimiento.

(Uthaman et al, 2019) en su artículo realizado en la India “*Enhanced seawater corrosion resistance of reinforcement in nanophase modified fly ash concrete*” tuvo como tema de estudio la mejora de la resistencia a la corrosión del concreto de cenizas volantes. Por ello, se investigó el comportamiento de corrosión de cuatro tipos de especímenes de concreto expuestos a ambientes naturales y acelerados bajo condiciones de laboratorio. En dicha investigación, se realizaron estudios de potencial de circuito abierto (OCP) y resistencia a la polarización lineal (LPR) obteniendo como resultados que los refuerzos en nano-CaCO₃ modificaron el concreto de cenizas volantes exhibiendo el potencial más noble, la máxima resistencia a la polarización, la menor densidad de corriente de corrosión y la menor tasa de corrosión.

(Amala James et al, 2019) en su artículo denominado *“Rebar corrosion detection, protection, and rehabilitation of reinforced concrete structures in coastal environments: A review”* nos refieren que, el daño causado por la corrosión es un tema crucial para la durabilidad de cualquier estructura. Además, nos explican que, de las ciudades situadas cerca a áreas costeras, tienden a estar expuestas a ambientes marinos agresivos. Por ello, es fundamental proporcionar y brindar métodos de reparación correctos para estructuras vulnerables a los efectos negativos de la corrosión.

Asimismo, los autores exponen que, antes de iniciar el proceso de recuperación de las estructuras, se debe determinar el nivel de degradación sufrido por estas. Además, se menciona que faltan principios rectores integrados en este ámbito.

Los autores nos informan también que, este documento proporciona una categorización de los sistemas para la mitigación y protección de las estructuras de concreto armado, basados en estándares investigados en otras partes del mundo. Además, se contribuye a la ingeniería proporcionando una referencia disponible para investigadores interesados en el tema: Estado actual del conocimiento sobre la corrosión y las estrategias de reparación para estructuras de concreto costeras.

(C. Andrade et al, 2016) en su artículo denominado *“Concrete durability of the new Panama Canal: Background and aspects of testing”* nos exponen que, como se sabe, el Canal de Panamá, vital para el comercio internacional conecta el Océano Pacífico y el Mar Caribe, a través del lago interior Gatún (que es casi en su totalidad de agua dulce). Además, el canal tiene ahora 100 años.

Los autores nos mencionan que desde 2011, se han construido o se están construyendo nuevos carriles y esclusas, lo que mejorará en gran medida la capacidad y acomodará embarcaciones con un calado mucho más profundo. Esto lo está haciendo bajo la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) un consorcio denominado Grupo Unidos por el Canal, (GUPC), cuya división de ingeniería está encabezada por la firma Sacyr, S.A. Sin embargo, si bien el concreto del anterior canal existente no está reforzado, el diseño de las nuevas estructuras del canal requiere acero de refuerzo como precaución antisísmica. En sus especificaciones, la ACP requiere una vida útil de 100 años para el concreto en todos los miembros, lo que se define como la conformidad con el requisito de carga eléctrica de 1000-C de la norma ASTM C1202 y la aplicación de un método confiable para calcular la vida útil.

Asimismo, nos precisan que este capítulo describe las pruebas realizadas en testigos perforados del canal viejo y el programa de trabajo desarrollado con GUPC para demostrar los requisitos, junto con métodos de prueba complementarios. Las principales pruebas mediante la medición de la resistividad del concreto, así como la difusión natural de cloruros por encharcamiento.

Recalcando que el modelo utilizado fue el modelo numérico LIFEPRD, utilizando los coeficientes de difusión natural. Además, se menciona que se midió el envejecimiento del coeficiente de difusión a través de la evolución de la resistividad con el tiempo. Obteniendo como resultado la relación entre la carga eléctrica y los valores de resistividad, junto con la variación de estos parámetros a lo largo del tiempo. Además, se obtienen los valores de difusión de cloruro obtenidos en cuatro mezclas de concreto utilizadas como ejemplos y su "factor de edad", el cual demostró tener un efecto aún más crítico en las predicciones que el propio coeficiente de difusión.

(Gyeongcheol Choe, 2020) en su artículo titulado *“Concrete Corrosion Cracking and Transverse Bar Strain Behavior in a Reinforced Concrete Column under Simulated Marine Conditions”* Nos refieren que en este se estudió se realizó pruebas de corrosión acelerada en muestras de concreto armado (RC) reforzadas con barras de acero transversales para evaluar el agrietamiento del concreto y los comportamientos de deformación de barras de refuerzo causados por la corrosión de las barras de refuerzo.

Por ello se crearon siete especímenes RC con resistencias a la compresión variables, diámetros de barras de refuerzo y espesores de cubierta de concreto. Para imitar las condiciones in situ, las pruebas de corrosión acelerada aplicaron una corriente a la barra longitudinal y la barra transversal durante diferentes períodos de tiempo para crear una distribución desequilibrada de iones cloruro. Estas pruebas evaluaron la cantidad de corrosión de la barra de refuerzo, las propiedades de agrietamiento por corrosión y el comportamiento de deformación transversal de la barra. La velocidad de corrosión de la barra transversal fue más rápida que la de la barra longitudinal, y el agrietamiento ocurrió primero en el concreto alrededor de la barra transversal en las muestras con baja resistencia a la compresión del concreto y cubierta delgada de concreto.

Finalmente, los autores concluyeron que el agrietamiento por corrosión y la tensión de las barras de refuerzo se vieron muy afectados por el comportamiento de los productos de corrosión que resultaron del volumen de poros y las propiedades de agrietamiento de la pasta de cemento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación: El tipo de investigación de este proyecto es de tipo aplicado, debido a que la investigación se realizó con la finalidad de darle solución a un problema práctico dentro de la aplicación de la ciencia.

Diseño de investigación: El diseño que se empleó en esta investigación fue de tipo no experimental, de tipo transversal correlacional, el cual estará comprendido de manera simple. En este, también se emplearán estudios de carácter descriptivo, explicativo y bibliográfico de diferentes especialidades.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente: Concreto armado.

Definición conceptual:

(Rondom et al, 2022) Lo define como el material resultante de la unión del concreto (mezcla proporcional de cemento Pórtland, o cualquier otro cemento hidráulico, con arena, grava y agua limpia, con o sin aditivos, que al fraguar y endurecer adquiere resistencia) y las armaduras o barras de acero de refuerzo, combinados de tal forma que constituyan un elemento sólido, monolítico y único desde el punto de vista de sus características físicas, para aprovechar así las cualidades individuales que presentan ambos materiales.

Definición operacional:

Se procedió a realizar una selección de edificaciones construidas en la playa de Colan, en las cuales, se analizó los principales elementos estructurales de concreto armado visibles y con riesgo a corroerse: Sobrecimientos, columnas, vigas y losas. Asimismo, se realizó una ficha de observación en la que se colocó los datos más importantes para la realización de la investigación.

Indicadores:

- Elementos estructurales
- Ubicación
- Tiempo

Escala de medición: Nominal**Variable dependiente:** Daño por corrosión**Definición conceptual:**

(Chen et al, 2020) La corrosión del refuerzo del concreto ocurre generalmente en el medio marino, por ello, las estructuras de concreto armado construidas ahí están expuestas a la degradación de la resistencia de sus elementos estructurales. Los iones cloruro penetran gradualmente a través de la cubierta porosa del concreto y conducen a una corrosión localizada en la barra de acero. A medida que los productos de corrosión se forman y se acumulan en la interfaz del acero y el concreto, el óxido expandido induce una presión sobre la cubierta de concreto, lo que conduce al agrietamiento de la superficie e incluso a la delaminación o desprendimiento de la cubierta de concreto.

Definición operacional:

Se procedió a realizar la evaluación de los elementos estructurales de las construcciones previamente seleccionadas, en las cuales, se analizó las consecuencias ocurridas debido a la corrosión.

Para ello, se identificó previamente los indicadores más importantes para la realización de dicho estudio, y, se realizó una evaluación mediante una ficha de observación haciendo énfasis en los principales indicadores de corrosión: Manchas, fisuras, grietas o pérdidas de sección.

Indicadores:

- Manchas
- Fisuras
- Grietas
- Perdidas de sección

Escala de medición: Nominal**3.3. Población, muestra y muestreo**

Población: La población seleccionada en este trabajo de investigación fueron las edificaciones de concreto armado construidas en la ciudad de Colán. Específicamente aquellas construidas en la parte baja, cercanas a la playa La Esmeralda de Colán.

- **Criterios de inclusión:** Como criterios de inclusión se consideró las estructuras de concreto armado comprendidas entre la carretera Costanera y la playa Esmeralda de Colán debido al riesgo de corrosión, ya sea por contacto directo con el agua de mar o por empozamiento generado cuando hay precipitaciones y al alto nivel freático de la zona.
- **Criterios de exclusión:** No se tomará en cuenta estructuras construidas con otro tipo de material y las ubicadas en la parte alta de Colán por los motivos antes mencionados.

Muestra:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la población o universo
- E = Error muestral

- z = Valor z del nivel de confianza
- p = Probabilidad a favor
- q = Probabilidad en contra
- S = Desviación estándar

Entonces

- $N = 500$
- $E = 5\%$
- Nivel de confianza = 95%
- $z = 1.96$
- $p = 95\%$
- $q = 5\%$

Muestra:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.95 * 0.05 * 500}{0.05^2(500 - 1) + 1.96^2 * 0.95 * 0.05}$$

$$n = 64$$

Muestreo: El muestreo que se implementó fue de tipo probabilístico, el cual está comprendido por las estructuras de concreto armado más cercanas al mar, como las construidas en el litoral, y las comprendidas entre la playa La Esmeralda de Colan y la carretera Costanera. Con una población de 500 edificaciones construidas en la playa La Esmeralda de Colán.

Unidad de análisis: La unidad de análisis seleccionadas, fueron las estructuras de concreto armado cercanas al litoral debido a su mayor exposición marítima y más probabilidad de corrosión.

3.4. **Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

La técnica de recolección de datos utilizado en este trabajo de investigación fue la observación de campo.

Gracias a la observación realizada en campo, se pudo obtener datos e información de las estructuras de concreto armado analizadas.

Técnica: Para ello se utilizó la técnica de observación, la cual utiliza un procedimiento de recolección de datos mediante el dominio de las variables, obteniendo resultados más exactos de lo ocurrido realmente en campo.

Instrumento: La correcta recopilación de datos es de gran importancia, pues, la evaluación de la investigación dependerá mucho de la veracidad de los datos, el instrumento de recopilación de datos que se empleó en este trabajo es la escala de observación.

Análisis de la validez de los instrumentos:

(Lopez, Raul 2020) nos indica que “Es el enlace del rigor científico y el grado en que un instrumento se asemeja a la verdad”

Para evidenciar la validez del instrumento de esta investigación se optó por contactar a profesionales en el área, los cuales justificaron que los datos a buscar en el instrumento creado para las variables “Concreto armado” y “Daño por corrosión” constituían a la información que se buscó estudiar.

Interpretación: Esta ficha de observación se basa en las variables “Elementos estructurales de concreto armado en estructuras en la playa de Colan” y “Daño por corrosión”

Confiabilidad de los instrumentos: El grado de confiabilidad se desarrolló mediante el sistema vigesimal, el cual consiste en la evaluación de 0-20 de ingenieros, los cuales se encargarán de calificar el instrumento realizado en relación a la variable de estudio, teniendo una confiabilidad mayor a 13.

3.5. Procedimientos

1ra etapa: Elaboración de ficha de observación

2da etapa: Solicitud de validación de ficha de observación

3ra etapa: Solicitud de autorización para la aplicación de trabajo de campo en las estructuras de la playa de Colan

4ta etapa: Aceptación de la validación de trabajo de campo

5ta etapa: Aplicación de ficha de observación

6ta etapa: Recolección de datos

7ma etapa: Trasladación de información a Excel

8va etapa: Análisis estadístico del proyecto de investigación

9na etapa: Obtención de resultados

10ma etapa: Interpretación de resultados

11va etapa: Discusión de resultados

12va etapa: Realización de conclusiones y recomendaciones

3.6. Método de análisis de datos:

El proceso y estudio de la investigación se realizó mediante el nivel descriptivo, utilizando la estadística descriptiva.

3.7. Aspectos éticos:

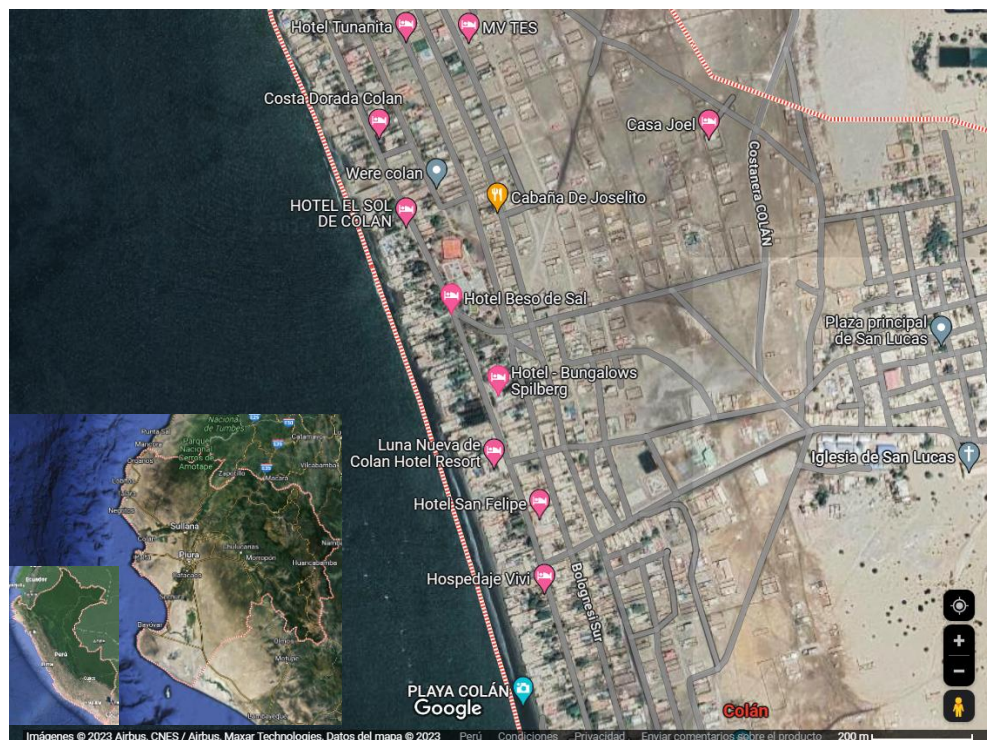
En este proyecto de investigación se tomó en cuenta los siguientes aspectos éticos: Responsabilidad, honestidad y respeto al momento de la recopilación de los datos, respetando así la originalidad de los autores y el reconocimiento al momento de ser citado y referenciando, por ello, utilizamos la norma internacional ISO 690 y ISO 690-2, para garantizar el derecho de propiedad.

IV. RESULTADOS:

4.1. Descripción de zona de estudio

Ubicación del proyecto: El presente proyecto de investigación se realizó en la ciudad de Colan, Provincia de Paita, Departamento de Piura. Específicamente en la parte baja, entre la carretera Costanera y la playa Esmeralda de Colán, lugar de riesgo debido a la inundación y empozamiento de agua cuando hay precipitaciones.

Figura 1: Ubicación del sector de investigación



Fuente: Google Earth

4.2. Descripción de resultados

Los resultados se obtuvieron tras el análisis estadístico realizado en Excel, luego de la recopilación de datos obtenida tras la ampliación de ficha observación de campo.

Para ello, se utilizó como instrumento de recolección de datos la ficha de observación (Anexo 2)

4.3. Resultados obtenidos

Objetivo general: Evaluar el impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano haciendo énfasis en la ciudad de Colán – Paita – Piura.

Tabla 1: Nivel de corrosión en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura

E. Estructural	Sobrecimientos																			
	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
Nivel de corrosión																				
Antigüedad	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Menor a 6 meses	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Entre 2021 a 2023	0	7	4	0	0	2	7	2	0	0	7	2	1	1	0	7	2	1	0	1
Entre 2018 a 2020	0	1	2	4	1	0	2	1	4	1	2	0	4	2	0	3	1	3	1	0
Entre 2015 a 2017	0	1	3	0	7	0	3	2	3	3	1	2	3	4	1	3	0	3	4	1
De 2015 a más	0	0	2	10	20	0	0	0	10	22	0	0	0	8	24	0	0	1	12	19

Fuente: Elaboración propia

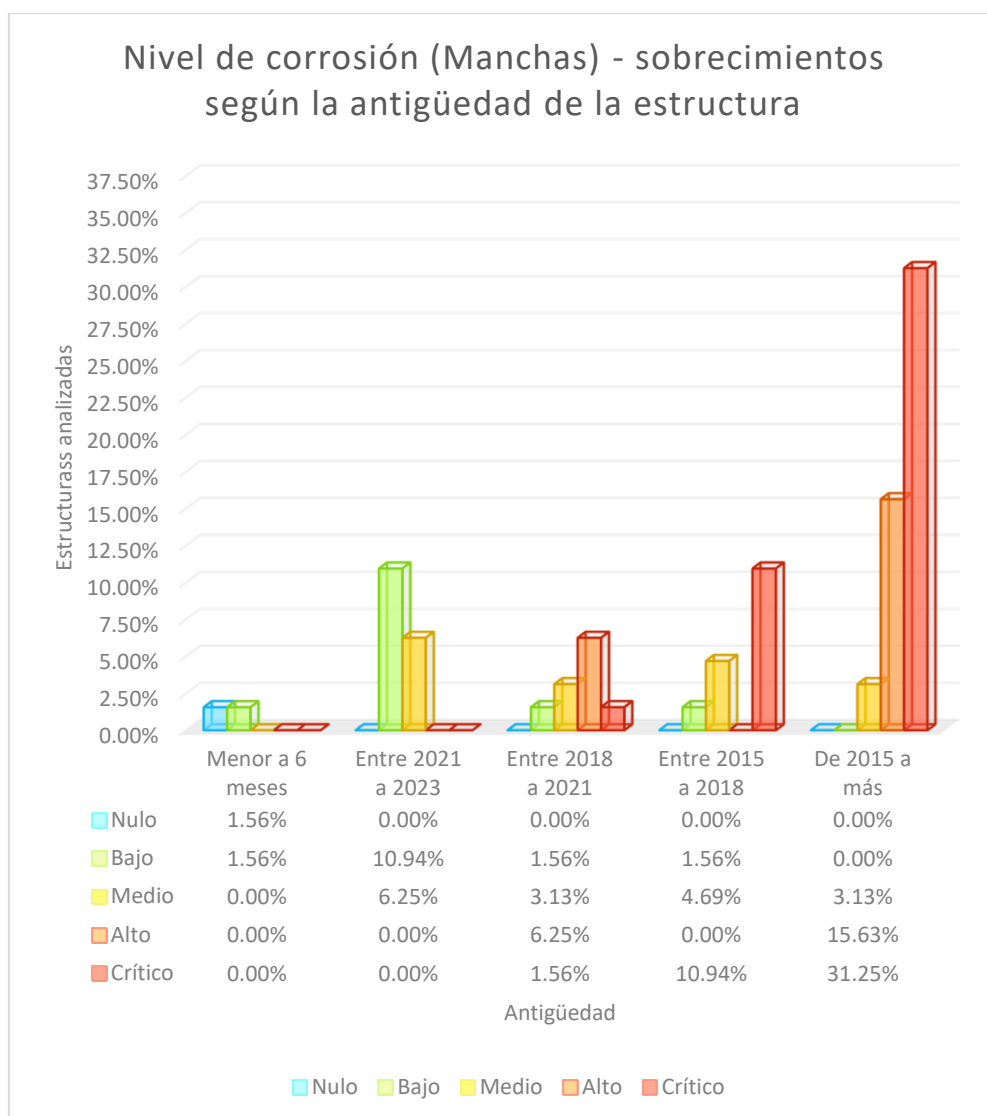
La tabla 1 nos indica los niveles de corrosión obtenidos según la antigüedad de las estructuras analizadas en sobrecimientos (64).

Entre los niveles de corrosión tenemos Manchas, Fisuras, Grietas y Pérdidas de sección, siendo las manchas el nivel más bajo de corrosión, donde se detecta si los procesos de corrosión inician, hasta el nivel más crítico, donde el nivel de corrosión es tan avanzado que genera pérdidas de sección en el concreto, para su análisis, se evaluó las estructuras según el estado de corrosión, con niveles de Nulo, Bajo, Medio, Alto y Crítico por cada nivel de corrosión.

Además, para la evaluación en cuanto a la antigüedad de estructuras, se tomó intervalos de cada tres años, a excepción del intervalo más reciente (Menor a 6 meses) el cual se tomó, con la finalidad de investigar que impacto en las estructuras tuvieron las precipitaciones que ocurrieron a inicios de este año, y el intervalo más antiguo (De 2015 a más) el cual se tomó, debido al registro fotográfico que se obtuvo gracias a Google Earth, con el cual se verificó que estructuras estaban construidas hasta dicho año.

Asimismo, bajo esos criterios, se decidió analizar 32 estructuras con rango de antigüedad desde la actualidad a 2015 y 32 con rango de 2015 a más antiguas. En otras palabras 50% de las estructuras analizadas fueron construidas desde el año 2015 a la actualidad y el otro 50% del 2015 hacia atrás.

Gráficos 1: Nivel de corrosión (Manchas) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura

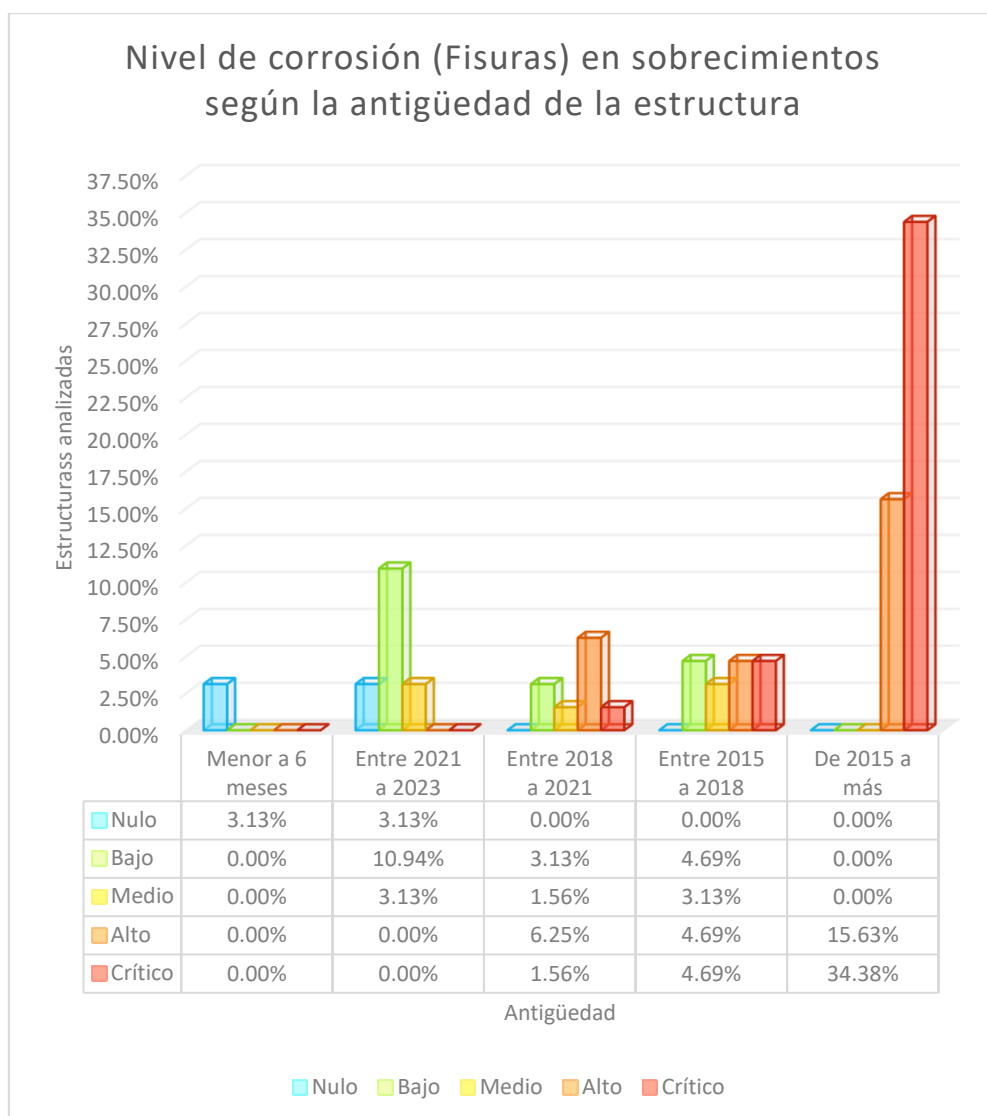


Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos en el gráfico 1, se pudo determinar que solo una del total de las estructuras analizadas no tubo presencia de manchas (Primer indicador de corrosión) en sobrecimientos, esta, fue una estructura construida en un rango menor a los 6 meses y represento el 1.56% del total de estructuras analizadas. Asimismo, otra de las estructuras con el mismo rango de antigüedad se encontraba con niveles de manchas por corrosión bajos.

Sin embargo, este indicador fue aumentando en cuanto se analizaban estructuras con mayor rango de antigüedad, pues, se encontró niveles altos y hasta críticos en estructuras construidas entre 2021 y 2015, siendo las anteriores a 2015, las que se contaron con mayor nivel crítico de manchas en sobrecimientos (31.25%)

Gráficos 2: Nivel de corrosión (Fisuras) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura

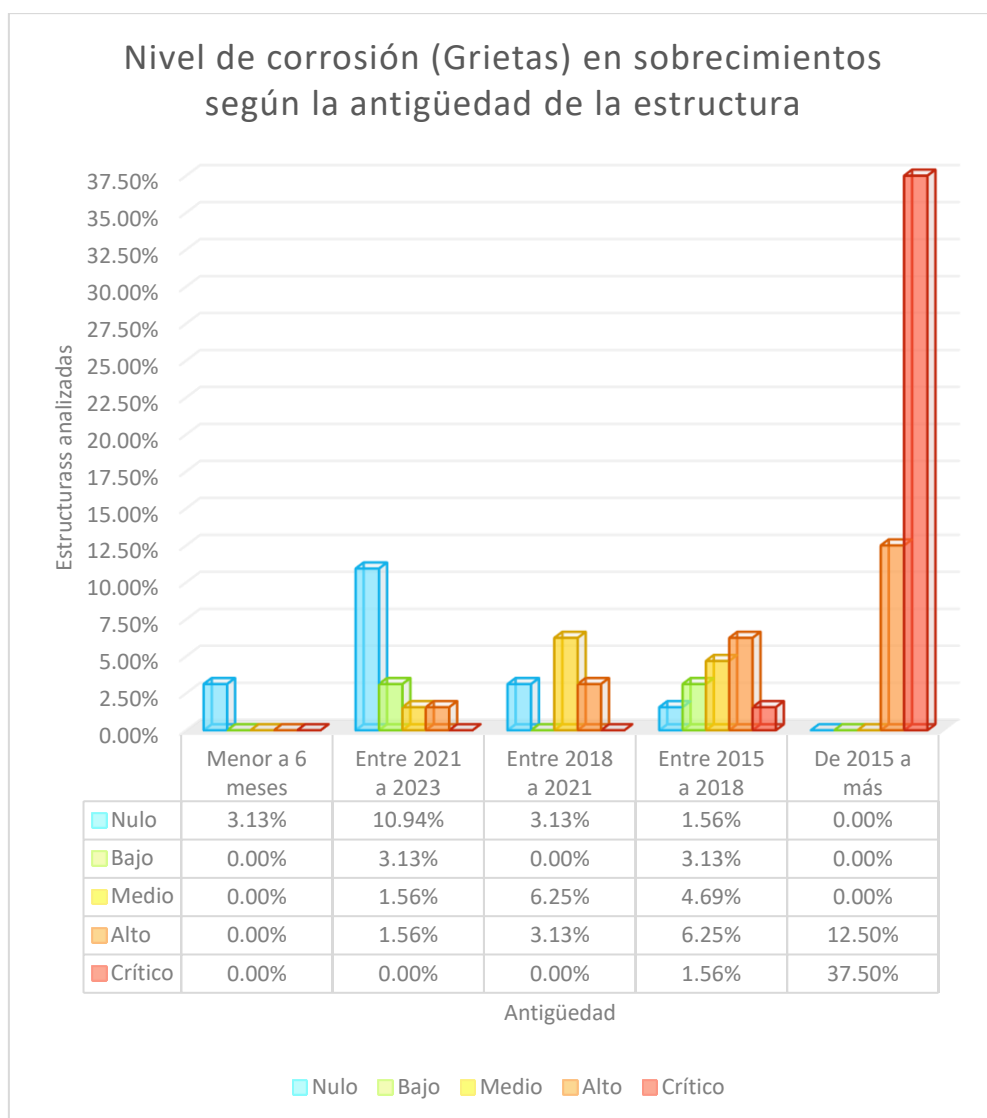


Fuente: Elaboración propia

Asimismo, tras analizar el gráfico 2, se pudo determinar que las dos estructuras analizadas con rango de antigüedad menor a los 6 meses, se encontraban con un nivel de grietas por corrosión en sobrecimientos nulo, representando un 3.13% del total de estructuras analizadas.

Se observó también, que al igual que en el gráfico de manchas, los niveles de fisuramiento en sobrecimientos con rango de antigüedad de entre 2023 y 2021 se mantuvieron entre valores nulos y medios, entre 2021 y 2015 entre valores bajos y críticos, y entre las estructuras construidas antes de 2015 entre valores de alto y críticos.

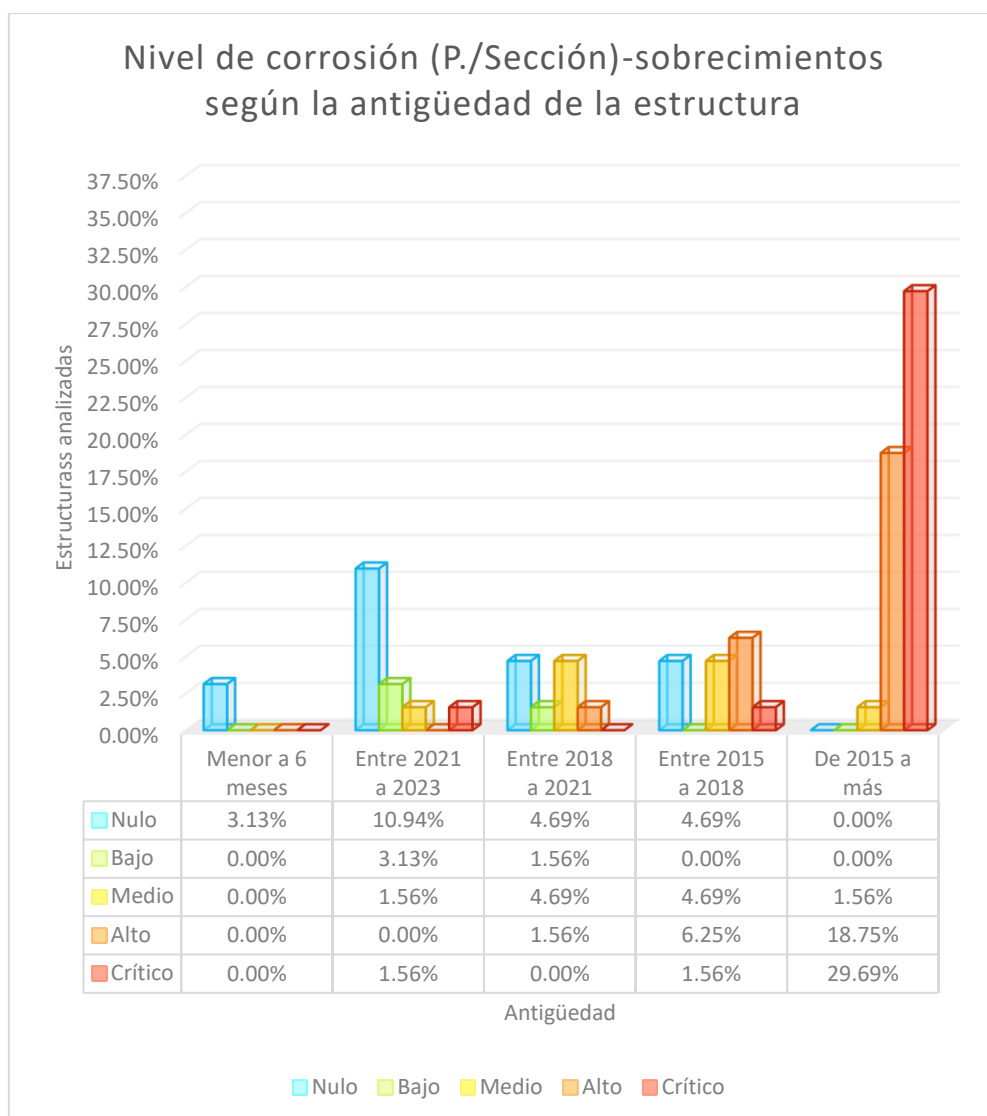
Gráficos 3: Nivel de corrosión (Grietas) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, el gráfico 3 nos muestra que hubo gran cantidad de sobrecimientos sin grietas, siendo un total de 18.76% del total de estructuras analizadas, sin embargo, la cantidad de estructuras con grietas con antigüedad anterior al año 2015, sigue manteniéndose entre niveles altos y críticos, 12.50% y 37.50% respectivamente.

Gráficos 4: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en sobrecimientos según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a pérdidas de sección en sobrecimientos, como se esperaba, se encontraron pérdidas de nivel altos y críticos en las estructuras de 2015 hacia atrás, siendo solo 1 de las 32 analizadas en ese rango de antigüedad, que tuvo pérdida de sección por corrosión de nivel medio, asimismo, las estructuras del año 2015 en adelante, obtuvieron resultados de pérdidas de sección nulas del 23.45%, sin embargo, también se encontraron pérdidas de sección entre niveles bajos y críticos, lo cual es un dato muy negativo teniéndose en cuenta que la pérdida de sección o desprendimiento de concreto es la etapa más crítica en cuanto a corrosión en concreto armado, aun tratándose de un rango de antigüedad de 8 años.

Tabla 2: Nivel de corrosión en columnas según la antigüedad de la estructura

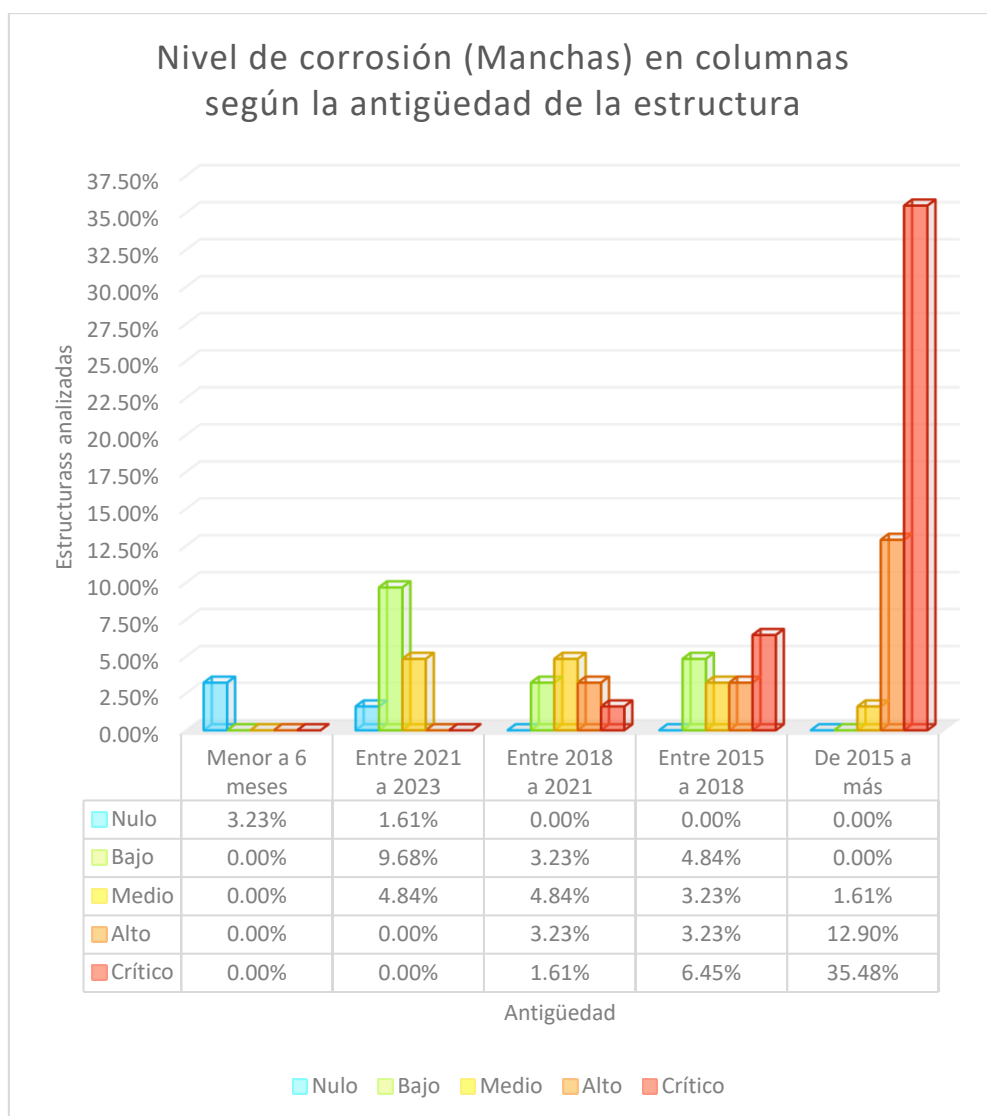
E. Estructural	Columnas																			
	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
Nivel de corrosión	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Antigüedad	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Menor a 6 meses	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Entre 2021 a 2023	1	6	3	0	0	4	5	1	0	0	8	1	1	0	0	9	1	0	0	0
Entre 2018 a 2020	0	2	3	2	1	2	1	3	1	1	3	2	2	1	0	4	3	0	1	0
Entre 2015 a 2017	0	3	2	2	4	0	3	1	4	3	1	4	1	5	0	3	2	1	4	1
De 2015 a más	0	0	1	8	22	0	0	1	8	22	0	2	1	7	21	0	2	6	6	17

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 nos indica los niveles de corrosión obtenidos según la antigüedad de las estructuras analizadas en columnas (62).

En este análisis solo se analizó 62 de las 64 estructuras, puesto que 2 de las 64 solo fueron sobrecimientos, una con antigüedad mayor a 2015 (Estructura N°1) y otra con rango de antigüedad de entre 2023 y 2021 (Estructura N°19) que se pueden encontrar en la ficha de observación (Anexo N°2) por lo que no se realizó su análisis para el resto de elementos estructurales.

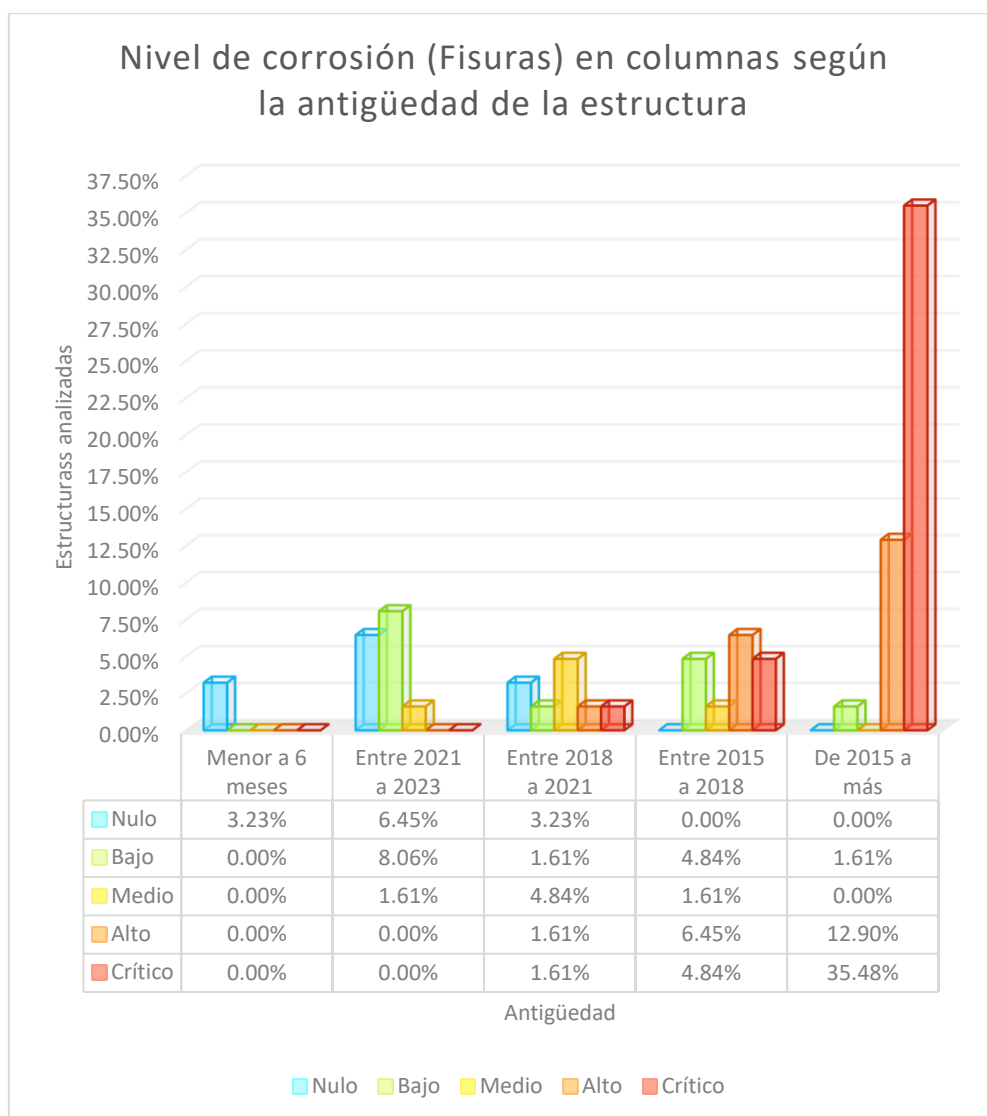
Gráficos 5: Nivel de corrosión (Manchas) en columnas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 5, se puede apreciar que el nivel de corrosión de manchas en columnas en las estructuras construidas hace menos de 6 meses (2) es nulo (3.23%), y al igual que en los sobrecimientos, este nivel aumenta entre más tiempo de construcción tenga la estructura, asimismo, se observa que la cantidad de estructuras construidas anteriores al año 2015 presentan manchas en columnas en un nivel crítico (35.48%)

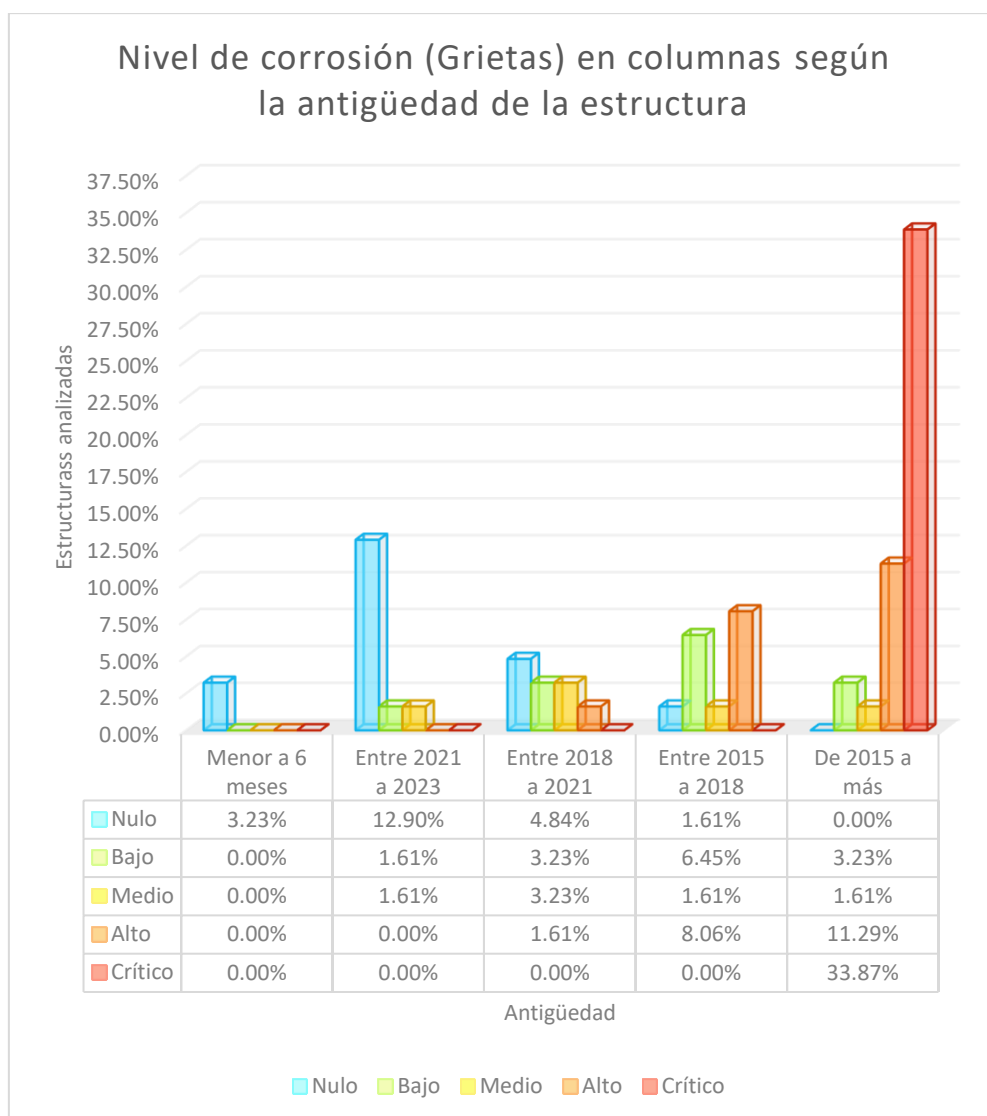
Gráficos 6: Nivel de corrosión (Fisuras) en columnas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se puede apreciar que en las columnas de las estructuras del rango de 2023 y 2021, el nivel de corrosión en fisuras disminuyó a comparación de las del nivel de corrosión en manchas (Tabla 5) obteniendo un 6.45% de columnas sin fisuras y un 8.06% de nivel bajo en fisuras en dicho rango, sin embargo, los niveles altos y críticos se mantuvieron en los rangos 2018-2015 y anteriores a 2015, asimismo, se pudo haber un total de 20.96% de columnas con alto nivel de fisuras y un total de 41.93% de columnas con un nivel crítico de fisuras.

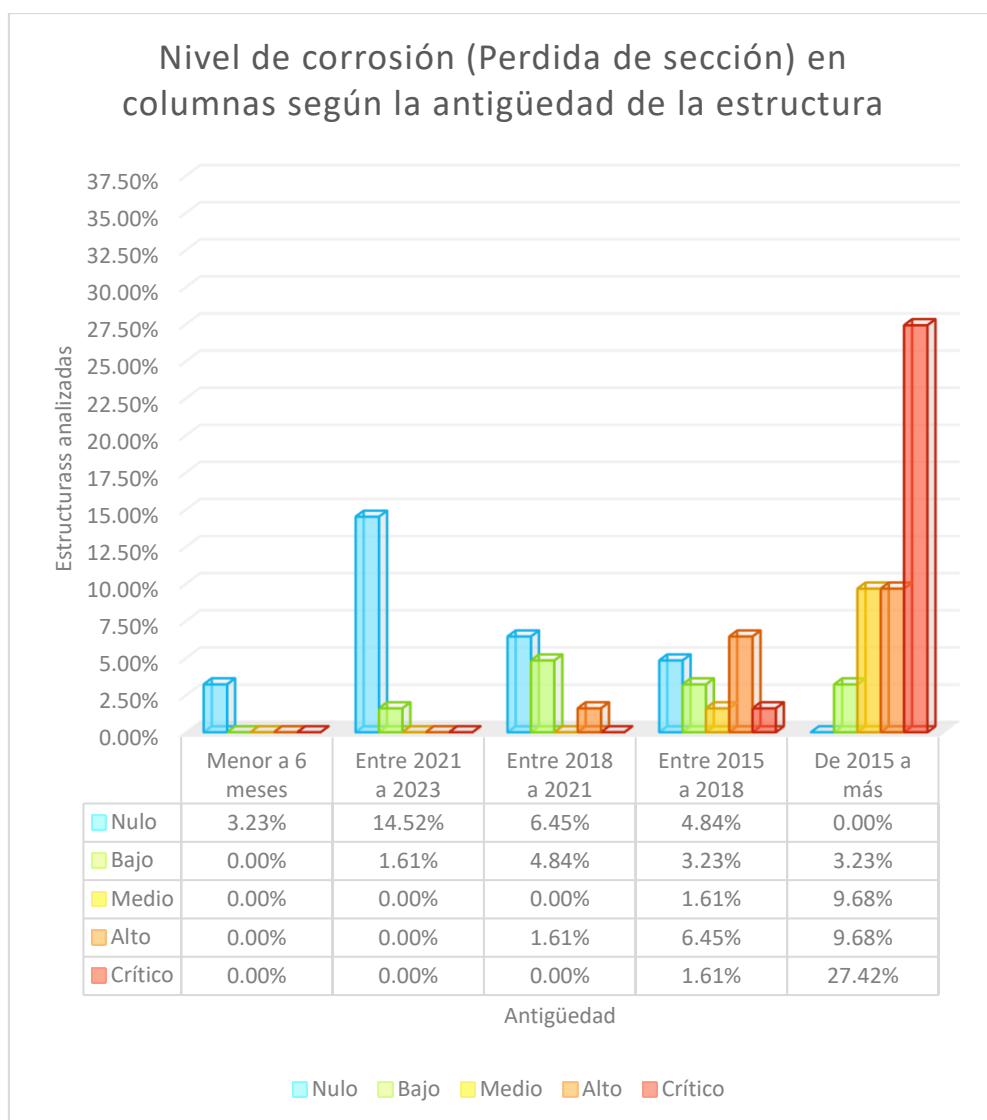
Gráficos 7: Nivel de corrosión (Grietas) en columnas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

A diferencia de los gráficos anteriores, hay una buena diferencia en cuanto al nivel de no presencia de grietas en las columnas analizadas (22.58%) No obstante, el nivel de grietas por corrosión para el resto de estructuras no vario mucho, aunque si disminuyo en porcentajes mínimos, como la cantidad de estructuras con antigüedad anteriores a 2015, la cual presento 3.23% en nivel bajo, 1.61% en nivel medio, 11.29% en nivel alto y 33.87% en nivel crítico.

Gráficos 8: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en columnas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en cuanto a pérdidas de sección, como se aprecia en los resultados del gráfico 8, solo se encontró pérdidas de sección críticas en columnas en una estructura con antigüedad menor a 2015, sin embargo, el nivel encontrado para estructuras con antigüedad mayor a dicho año seguía siendo mayor en cuanto al nivel crítico, pues 27.42% del total de estructuras tenía ese nivel.

Tabla 3: Nivel de corrosión en vigas según la antigüedad de la estructura

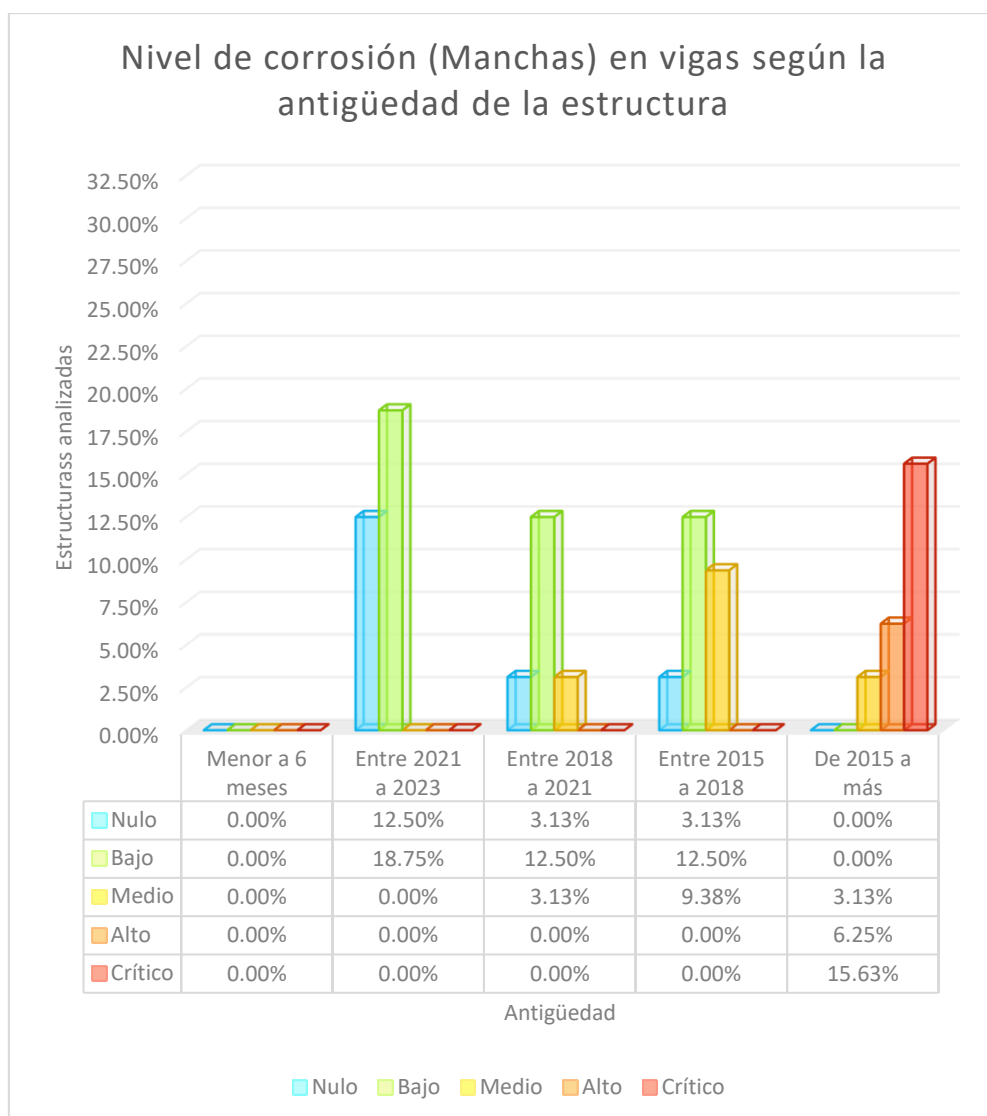
E. Estructural	Vigas																			
	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Menor a 6 meses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entre 2021 a 2023	4	6	0	0	0	9	1	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0
Entre 2018 a 2020	1	4	1	0	0	3	3	0	0	0	5	1	0	0	0	5	1	0	0	0
Entre 2015 a 2017	1	4	3	0	0	3	4	1	0	0	5	3	0	0	0	6	2	0	0	0
De 2015 a más	0	0	1	2	5	0	2	0	1	5	0	2	0	3	3	1	1	0	3	3

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 nos indica los niveles de corrosión obtenidos según la antigüedad de las estructuras analizadas en vigas (32).

Puesto que 32 de las 64 estructuras analizadas eran encerrados de terrenos o simplemente eran estructuras sin vigas, se procedió a evaluar solo los 32 restantes, estas se pueden verificar en el Anexo N°2 Instrumento de recolección de datos.

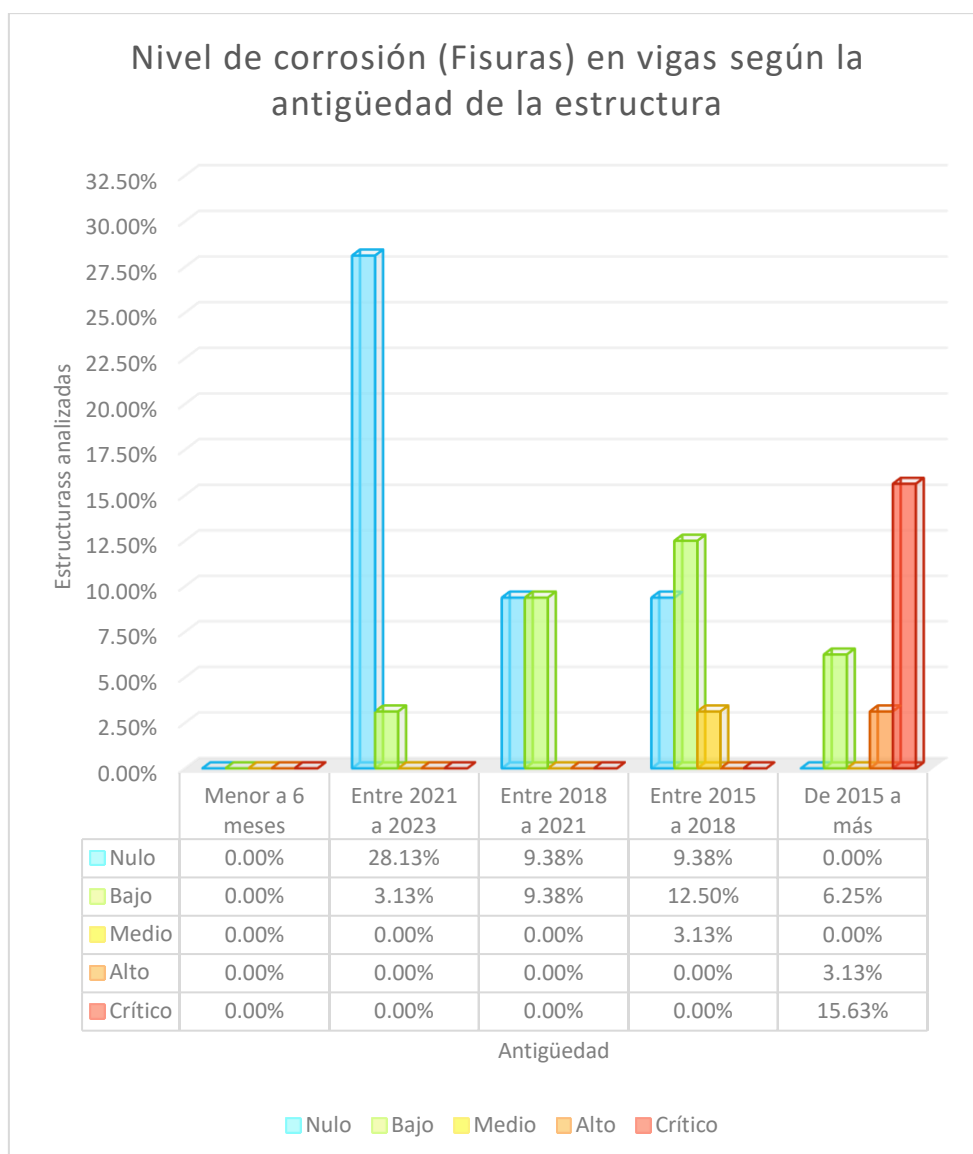
Gráficos 9: Nivel de corrosión (Manchas) en vigas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el gráfico 9, el nivel de corrosión por manchas fue despreciable a comparación de los gráficos de sobrecimientos y columnas en las estructuras con vigas entre el año 2023 y 2021, pues se encontró que 12.50% del total de estructuras no presentaron manchas en sus vigas, y 18.75% presentaron manchas de nivel bajo, asimismo, la cantidad de estructuras con niveles de manchas por corrosión altos y críticos disminuyó considerablemente, siendo un 3.13% en nivel medio, 6.25% en nivel alto y 15.63% en nivel crítico.

Gráficos 10: Nivel de corrosión (Fisuras) en vigas según la antigüedad de la estructura

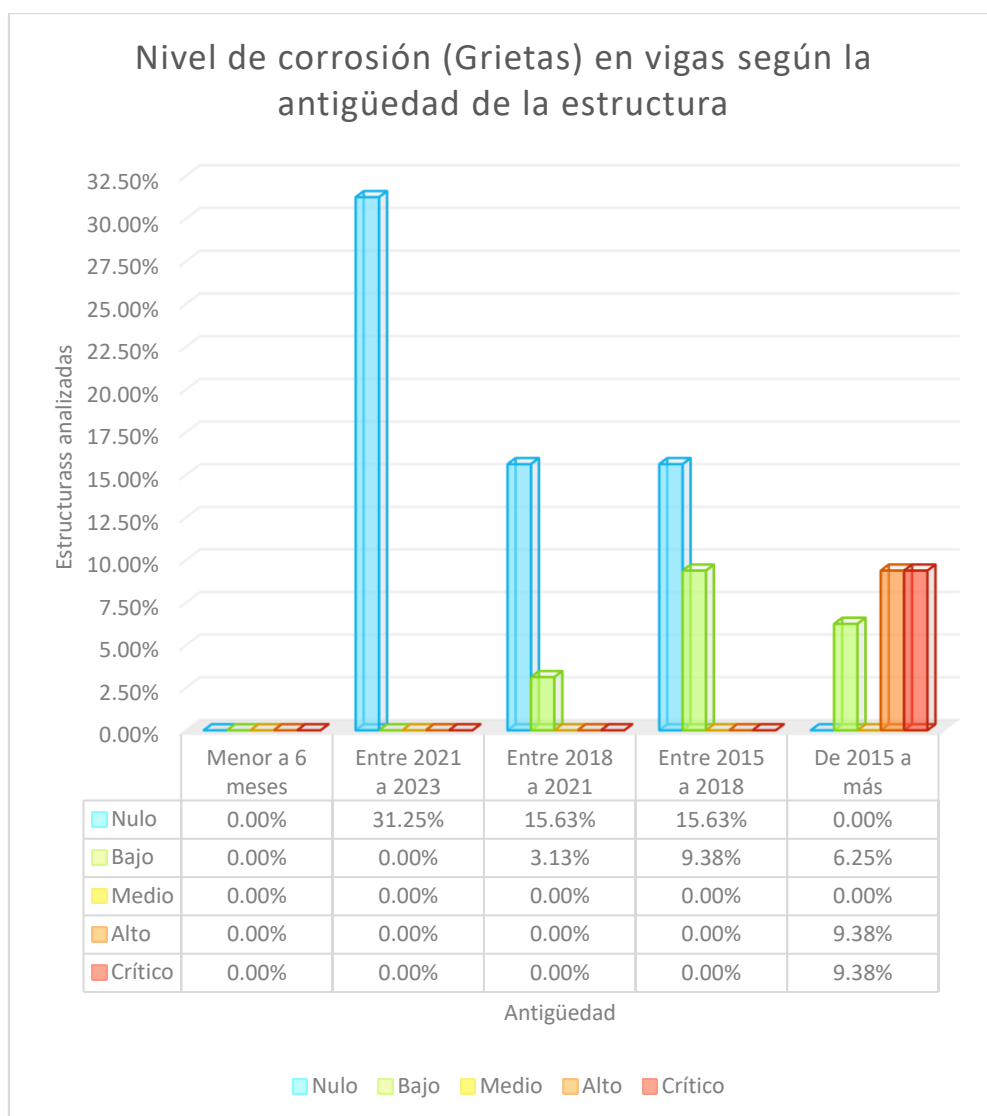


Fuente: Elaboración propia

En cuanto a fisuras, como se aprecia en gráfico 10, se encontró gran cantidad de vigas sin ningún tipo de fisuras en las estructuras analizadas, siendo un 28.13% de las estructuras con presencia de vigas analizadas, con nivel de corrosión nula de fisuras entre 2023 y 2021.

Se pudo determinar también, estructuras con niveles de corrosión de fisuras en vigas bajos, siendo estas, 31.26% del total de estructuras con vigas analizadas, además, solo se encontró niveles críticos en estructuras construidas antes del 2015, representando 15.63% del total de estructuras con vigas analizadas.

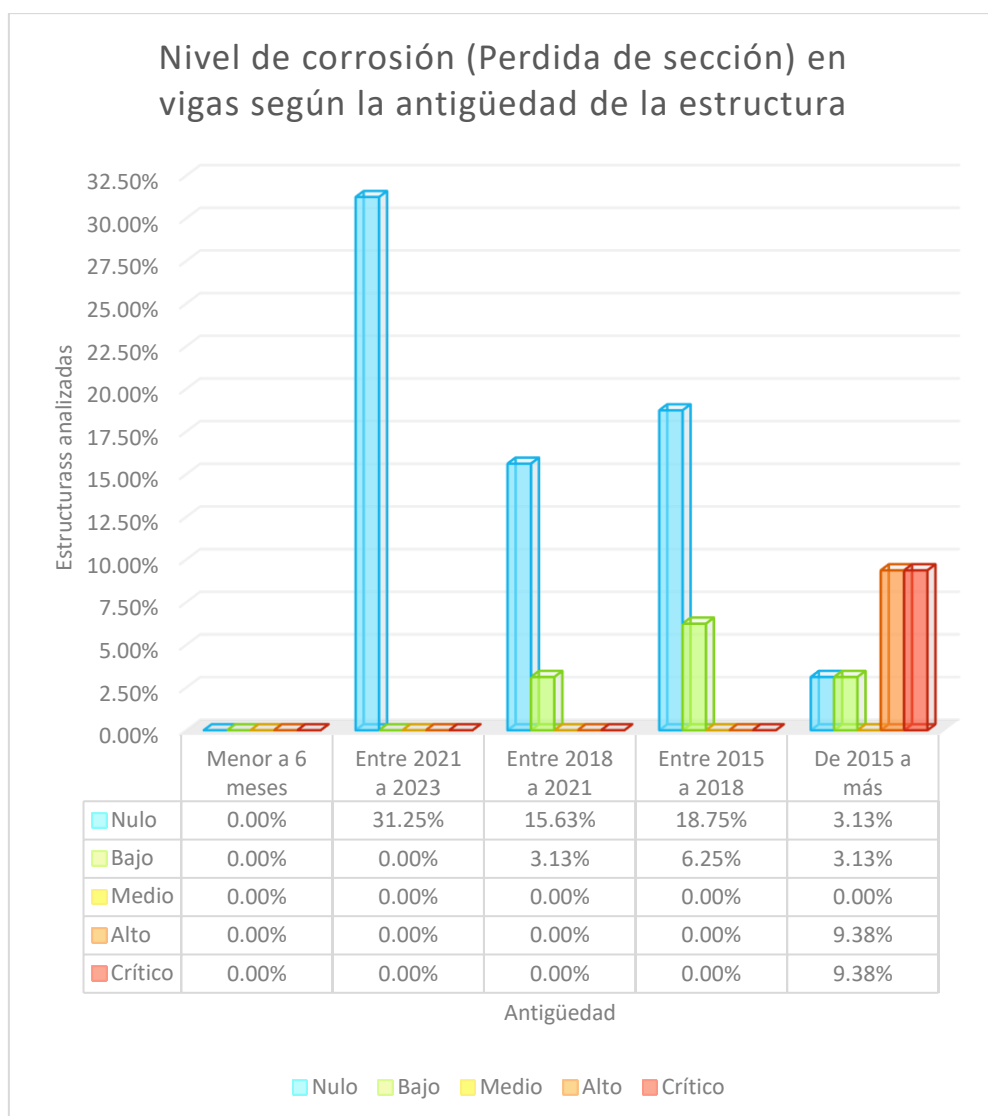
Gráficos 11: Nivel de corrosión (Grietas) en vigas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

De igual manera, tampoco hubo aparición de grietas en las estructuras con menor antigüedad, pues, solo se encontraron vigas con niveles de corrosión de grietas bajos en estructuras construidas anteriores a 2021 (19.76%) y un 9.38% tanto de vigas con alto nivel de agrietamiento como con nivel crítico, las cuales se encontraban en las estructuras con antigüedad mayor a 2015 como se demuestra en el gráfico 11.

Gráficos 12: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en vigas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 12, se aprecia una gran similitud de resultados en cuanto al nivel de grietas por corrosión en vigas del gráfico N°11, pues, solo hubo diferencia en el nivel de pérdidas de sección entre el año 2018 y 2015, el cual vario de 15.63% a 18.75% en nivel de corrosión nulo y de 9.38% a 6.25% en nivel de corrosión bajo.

Tabla 4: Nivel de corrosión en losas según la antigüedad de la estructura

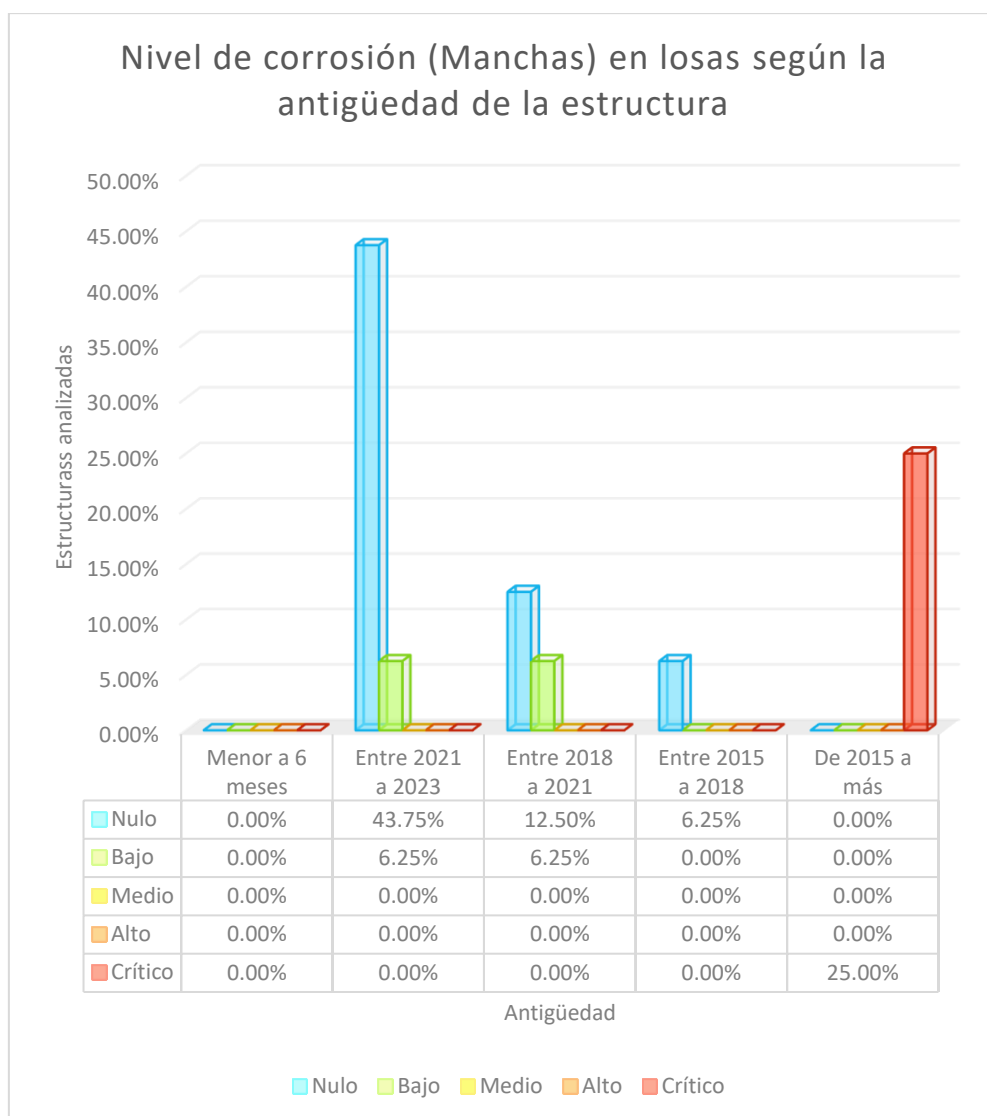
E. Estructural	Losas																			
	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Menor a 6 meses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entre 2021 a 2023	7	1	0	0	0	7	1	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0
Entre 2018 a 2020	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Entre 2015 a 2017	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
De 2015 a más	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	1	3

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 nos indica los niveles de corrosión obtenidos según la antigüedad de las estructuras analizadas en losas (16).

En este apartado, solo se analizaron 16 estructuras puesto que eran las únicas que contaban con dicho elemento estructural.

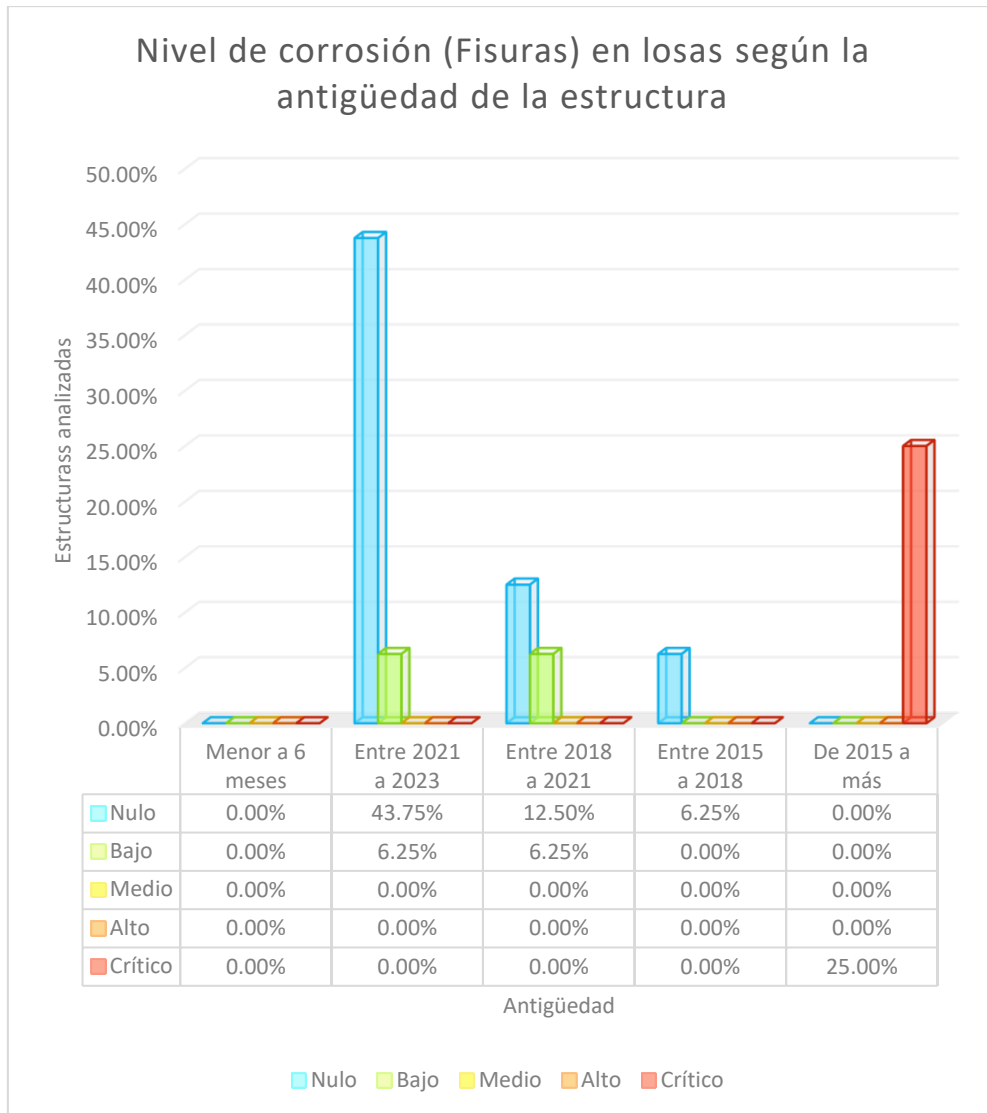
Gráficos 13: Nivel de corrosión (Manchas) en losas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos, se puede apreciar en el gráfico 13 que, los niveles de corrosión son muy bajos en comparación al resto de elementos estructurales analizados, esto debido a que al ser un elemento estructural alejado del suelo, la corrosión tarda más en alcanzarlo, sin embargo, esto no quiere decir que no la afecte, pues, como se aprecia en el mismo gráfico, hay un 25% del total de estructuras que fue afectado en niveles críticos en cuanto a manchas de corrosión, entre las estructuras con rango de antigüedad mayores.

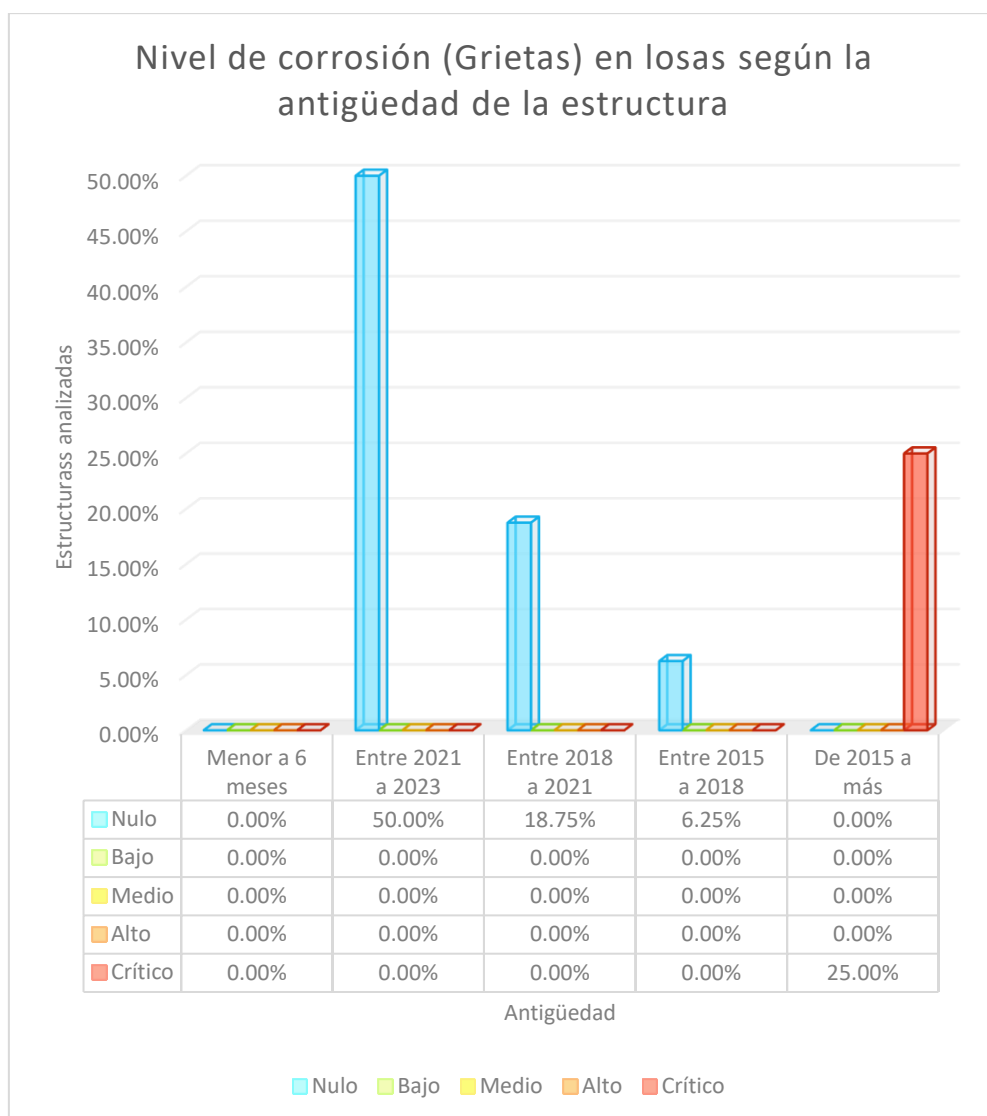
Gráficos 14: Nivel de corrosión (Fisuras) en losas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, si se observa con detenimiento el gráfico 14, obtuvo los mismos resultados del gráfico 13, de esto se puede inferir que en cuanto a fisuramiento por corrosión, los niveles también son muy bajos en comparación al resto de elementos estructurales, además, los niveles críticos pueden aparecer con el pasar de los años sino se le da mantenimiento y protección a la estructura.

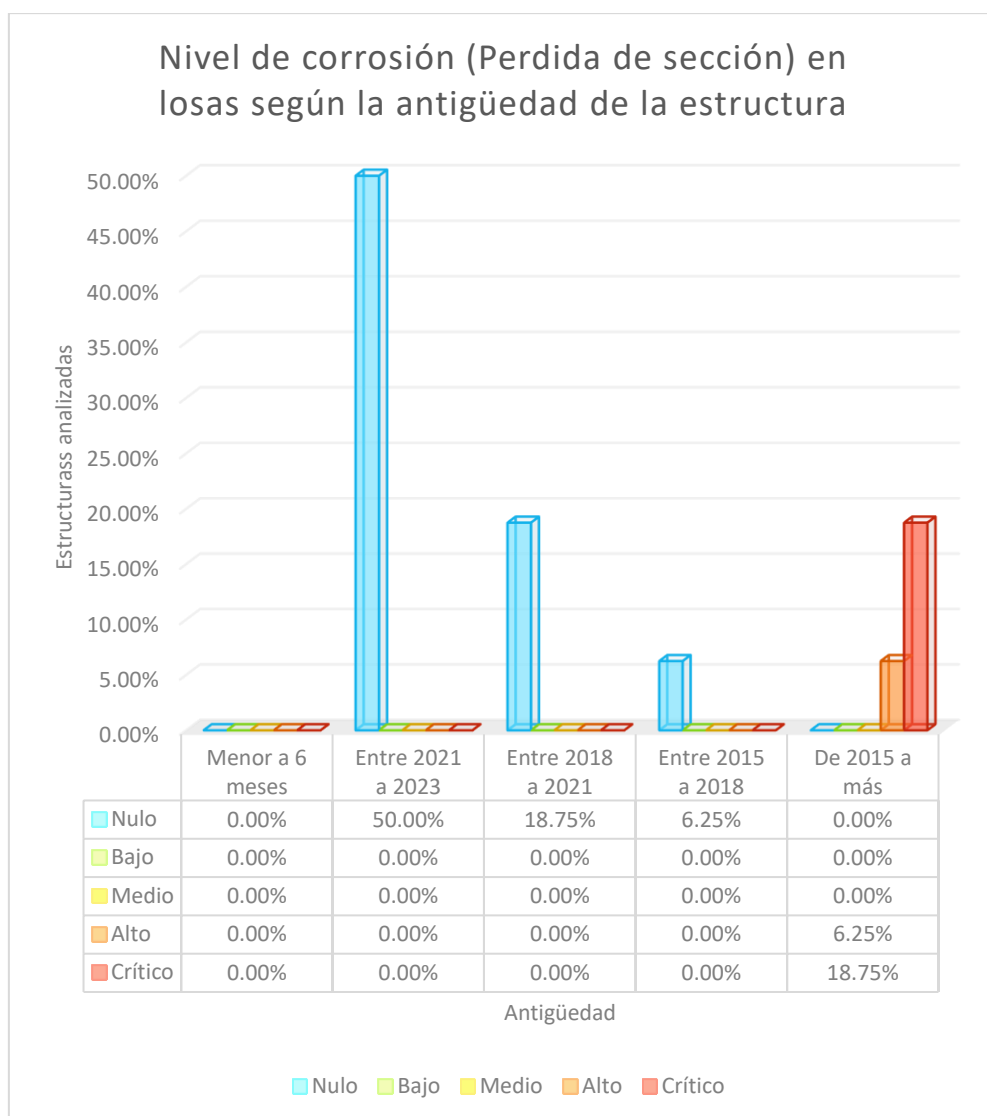
Gráficos 15: Nivel de corrosión (Grietas) en losas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a agrietamiento, el gráfico 15 nos muestra niveles nulos para losas con antigüedad menor a 8 años, sin embargo, el 25% de estructuras con nivel crítico se sigue manteniendo, por lo que, a pesar de ser un elemento estructural alto, sino se toma las precauciones o medidas necesarias en su debido momento, la corrosión puede alcanzar las losas también, aunque dicho esto, para que esto pase, los elementos estructuras que la sostienen ya debieron estar con niveles de corrosión inaceptables para el funcionamiento de la estructura (Vigas, columnas y cimentaciones)

Gráficos 16: Nivel de corrosión (Pérdida de sección) en losas según la antigüedad de la estructura



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, ya que la pérdida de sección es el nivel de corrosión más alto, es imposible que suceda sin que antes ocurra fisuramiento a agrietamiento, por lo que, los niveles nulos en el gráfico 16, eran esperados respecto al gráfico anterior (Gráfico 15) sin embargo, se puede apreciar que el nivel crítico disminuyó de un 25% en agrietamiento a un 18.75% en pérdida de sección en nivel crítico, de los cuales, el 6.25% pasó a ser de una estructura con nivel de pérdida de sección por corrosión de nivel alto.

Objetivo específico 1: Determinar qué elementos estructurales tienen mayor probabilidad de sufrir daños críticos por corrosión.

Tabla 5: Análisis de daño por corrosión por elemento estructural

Nivel de corrosión	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
E. Estructural																				
Sobrecimiento	1	10	11	14	28	4	12	5	17	26	12	4	8	15	25	15	3	9	16	21
Columnas	3	11	9	11	28	8	10	5	13	26	14	9	5	13	21	18	7	7	11	18
Vigas	6	14	5	2	5	16	9	1	1	5	20	6	0	3	3	22	4	0	3	3
Losas	10	2	0	0	4	10	2	0	0	4	12	0	0	0	4	12	0	0	1	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Se analizó también el nivel de corrosión en función de cada elemento estructural, obteniendo así, un promedio de estructuras afectadas por elemento estructural.

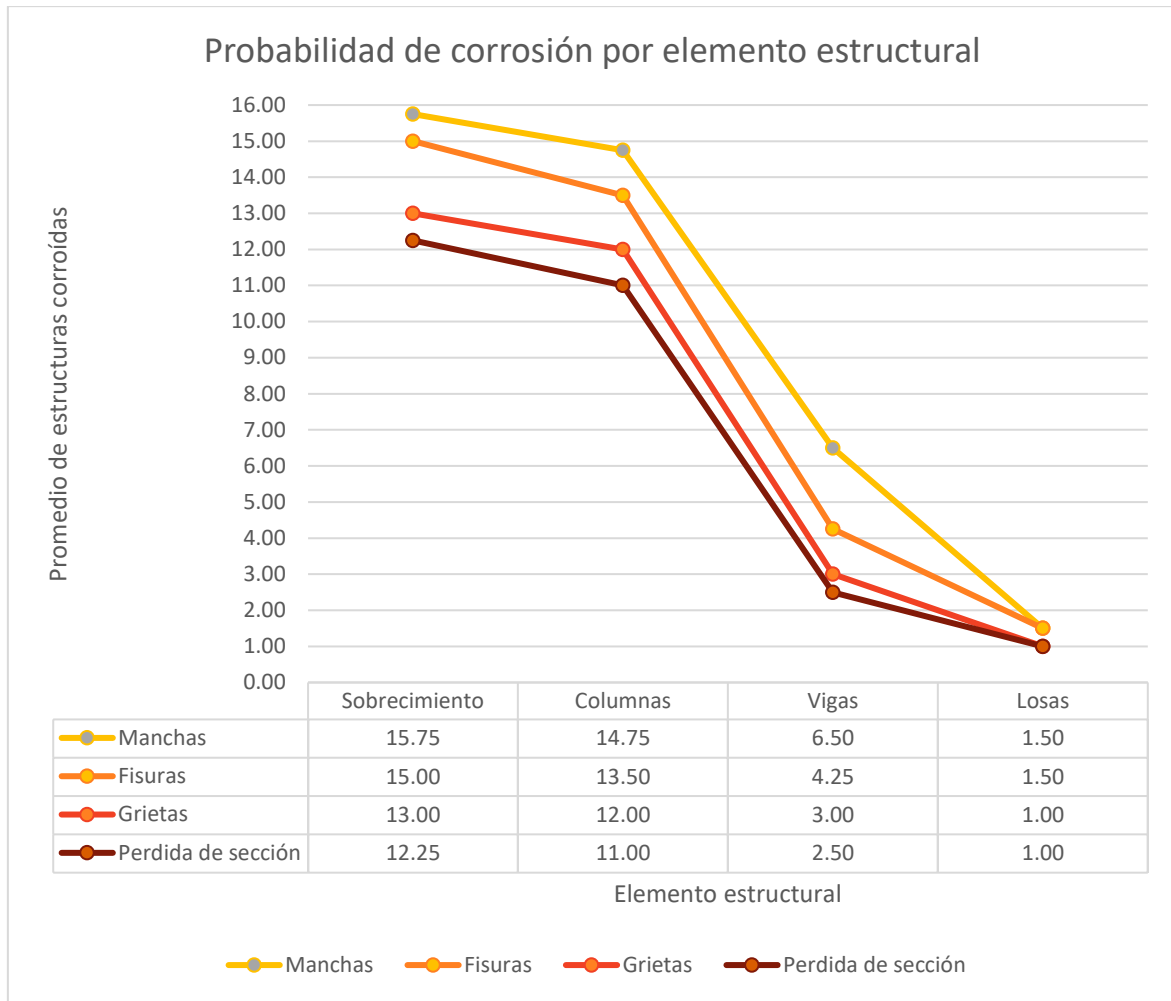
Tabla 6: Promedio de daño por corrosión en cada elemento estructural

Nivel de corrosión	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
	B	M	A	C	P.M	B	M	A	C	P.F	B	M	A	C	P.G	B	M	A	C	P.P.S
E. Estructural																				
Sobrecimiento	10	11	14	28	15.75	12	5	17	26	15.00	4	8	15	25	13.00	3	8	17	21	12.25
Columnas	11	9	12	27	14.75	9	6	13	26	13.50	9	5	13	21	12.00	8	7	11	18	11.00
Vigas	14	5	2	5	6.50	10	1	1	5	4.25	6	0	3	3	3.00	4	0	3	3	2.50
Losas	2	0	0	4	1.50	2	0	0	4	1.50	0	0	0	4	1.00	0	0	1	3	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Para ello se descartó el conteo de daño por corrosión nulo, para obtener así, el promedio de manchas, fisuras, grietas y pérdidas de sección.

Gráficos 17: Probabilidad de daño por corrosión por elemento estructural analizado



Fuente: Elaboración propia

De este análisis, se pudo determinar la probabilidad de corrosión según el elemento estructural analizado, pues, como se observa en el gráfico 17, tanto los niveles de corrosión como manchas, fisuras, grietas y pérdidas de sección decrecen a medida que se analizan las estructuras en su orden estructural, por ello, se puede decir que, la corrosión en concreto armado inicia desde la parte inferior de la estructura, atacando primero los elementos estructurales en contacto con el suelo.

Además, se puede deducir que el principal factor de corrosión en las estructuras de la playa La Esmeralda de Colan es el ataque por cloruros, siendo las cimentaciones o los elementos en contacto con el suelo, los principales afectados por este problema.

Objetivo específico 2: Determinar cuál es el tiempo de inicio de propagación de corrosión del acero en concreto armado en la playa La Esmeralda de Colan.

Tabla 7: Nivel de corrosión según la antigüedad de la estructura

Nivel de corrosión	Manchas					Fisuras					Grietas					Perdida de sección				
E. Estructural	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Menor a 6 meses	3	1	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Entre 2021 a 2023	12	20	7	0	0	22	14	3	0	0	33	3	2	1	0	34	3	1	0	1
Entre 2018 a 2020	3	8	6	5	3	8	6	4	5	2	13	3	6	3	0	15	5	3	2	0
Entre 2015 a 2017	2	8	8	2	11	4	10	4	7	6	8	9	4	9	1	13	4	4	8	2
De 2015 a más	0	0	4	20	51	0	3	0	19	53	0	4	1	18	52	1	2	8	21	42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Para ello, se realizó un análisis en función a la antigüedad de las estructuras.

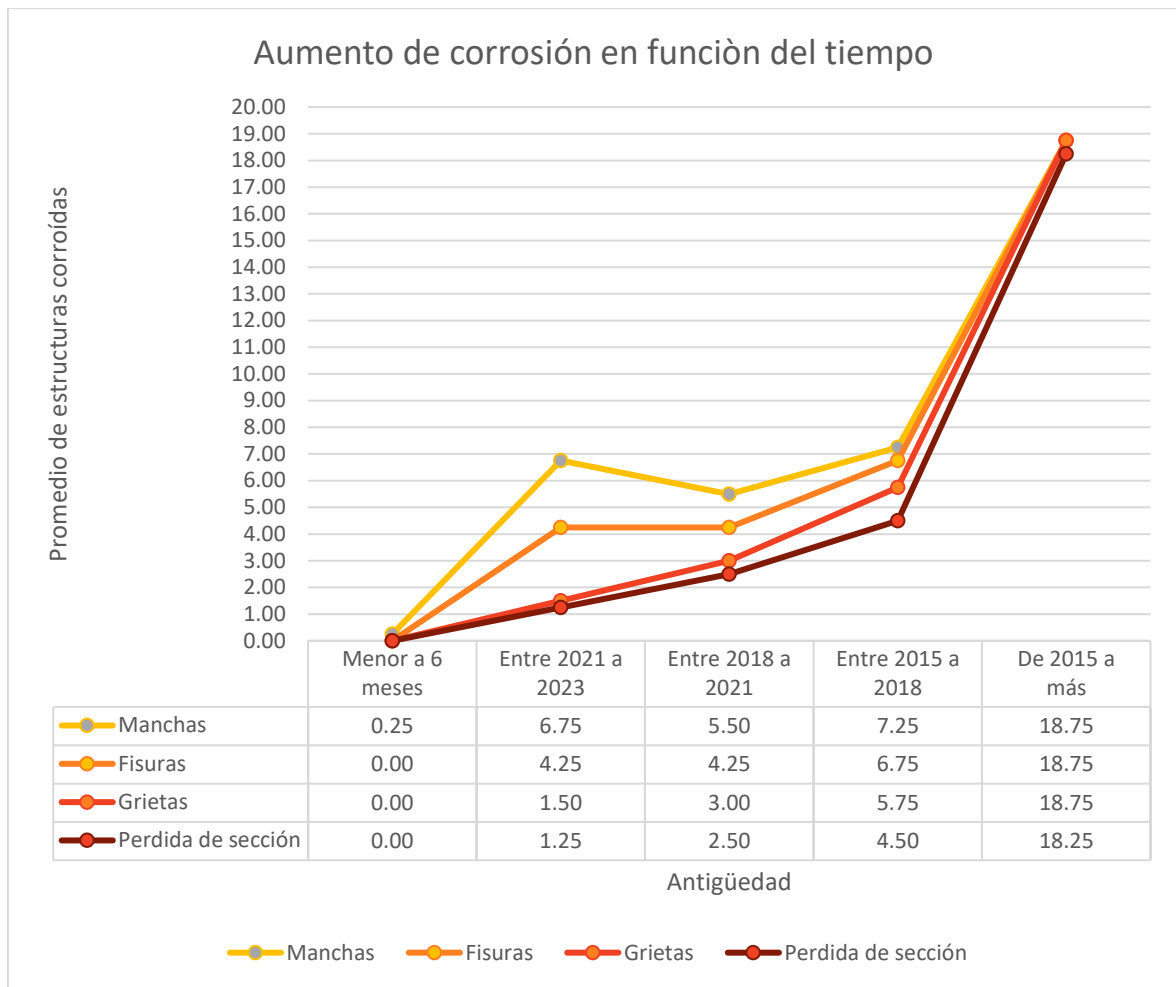
Tabla 8: Promedio de daño por corrosión según la antigüedad de la estructura

Nivel de corrosión	Manchas					Fisuras					Grietas					Perdida de sección				
Antigüedad	B	M	A	C	P.M	B	M	A	C	P.F	B	M	A	C	P.G	B	M	A	C	P.P.S
Menor a 6 meses	1	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Entre 2021 a 2023	20	7	0	0	6.75	14	3	0	0	4.25	3	2	1	0	1.50	3	1	0	1	1.25
Entre 2018 a 2020	8	6	5	3	5.50	6	4	5	2	4.25	3	6	3	0	3.00	5	3	2	0	2.50
Entre 2015 a 2017	8	8	2	11	7.25	10	4	7	6	6.75	9	4	9	1	5.75	4	4	8	2	4.50
De 2015 a más	0	4	20	51	18.75	3	0	19	53	18.75	4	1	18	52	18.75	2	8	21	42	18.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Al igual que el análisis anterior, se realizó un análisis en función al promedio de manchas, fisuras, grietas y pérdidas de sección para determinar así, la diferencia de niveles de corrosión en función del tiempo.

Gráficos 18: Aumento de corrosión en función del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico 18, los niveles de corrosión de grietas y pérdidas de sección mantienen una pendiente casi lineal hasta el año 2015, donde se observa que los niveles aumentan considerablemente, asimismo, se observó un aumento drástico en los niveles de corrosión en manchas y fisuras entre las estructuras desde el 2021 a la actualidad.

Objetivo específico 3: Evaluar que métodos anticorrosivos se utilizan para la protección del concreto armado en las estructuras construidas en la playa de Colán.

Tabla 9: Corrosión en estructuras de concreto armado con protección contra la corrosión según los elementos estructurales analizados.

Nivel de corrosión	Manchas					Fisuras					Grietas					Pérdida de sección				
	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C	N	B	M	A	C
Sobrecimiento	0	9	3	1	2	2	9	1	1	2	9	2	1	2	1	9	2	1	2	1
Columnas	2	8	3	0	2	6	5	2	1	1	10	2	1	1	1	11	2	0	2	0
Vigas	4	7	0	0	0	10	1	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0
Losas	8	0	0	0	0	7	1	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0

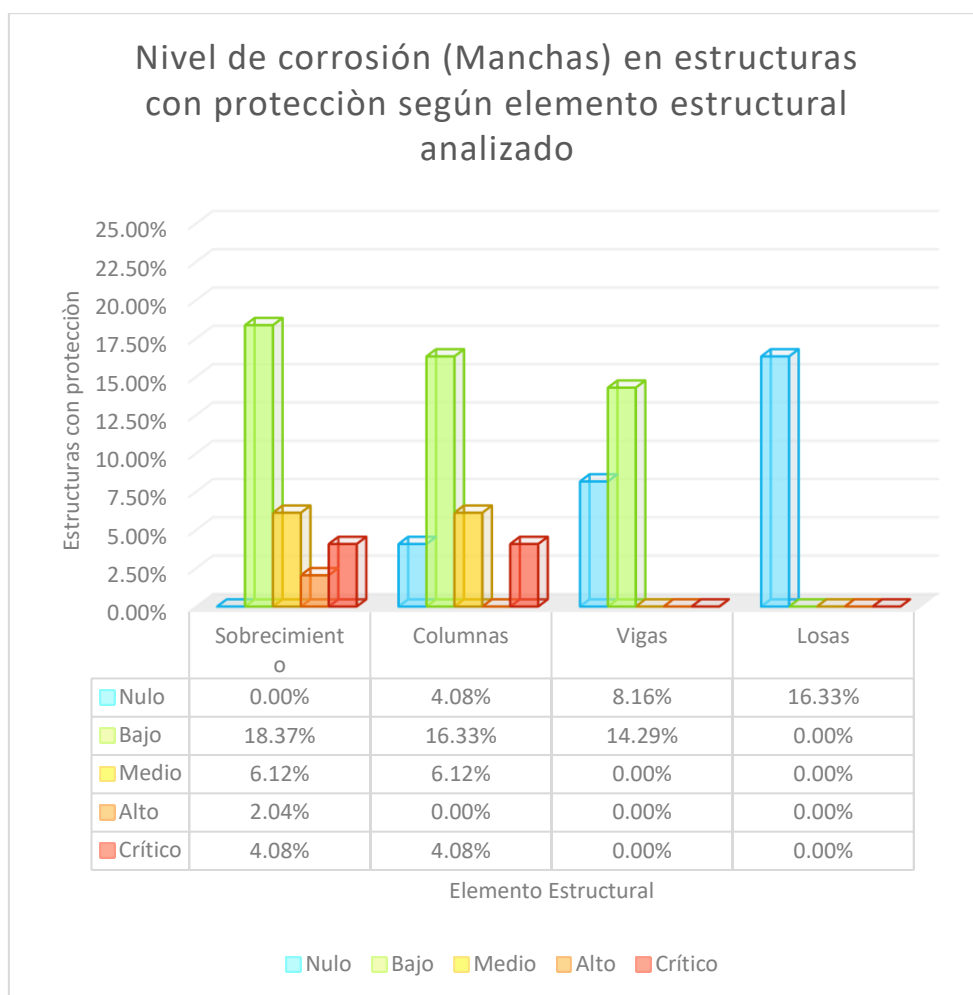
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Se realizó un análisis seleccionando solo las estructuras de las cuales se tomó registro de los sistemas o metodologías que utilizaban para evitar o contrarrestar la corrosión. (15) y se analizó el daño generado en dichas estructuras.

Para ello, se realizó previamente un análisis de los elementos estructurales visibles que estas presentaban, obteniendo que, 4 contaban solo con sobrecimientos y columnas, 3 con sobrecimientos, columnas y vigas, y 8 con sobrecimientos, columnas, vigas y losas, de esta manera, se analizaron 15 sobrecimientos, 15 columnas, 11 vigas y 8 losas.

Finalmente se realizó un análisis general por cada nivel de corrosión (Manchas, fisuras, grietas y pérdidas de sección) en función a cada elemento estructural analizado (49).

Gráficos 19: Nivel de corrosión (Manchas) en estructuras con protección según elemento estructural analizado

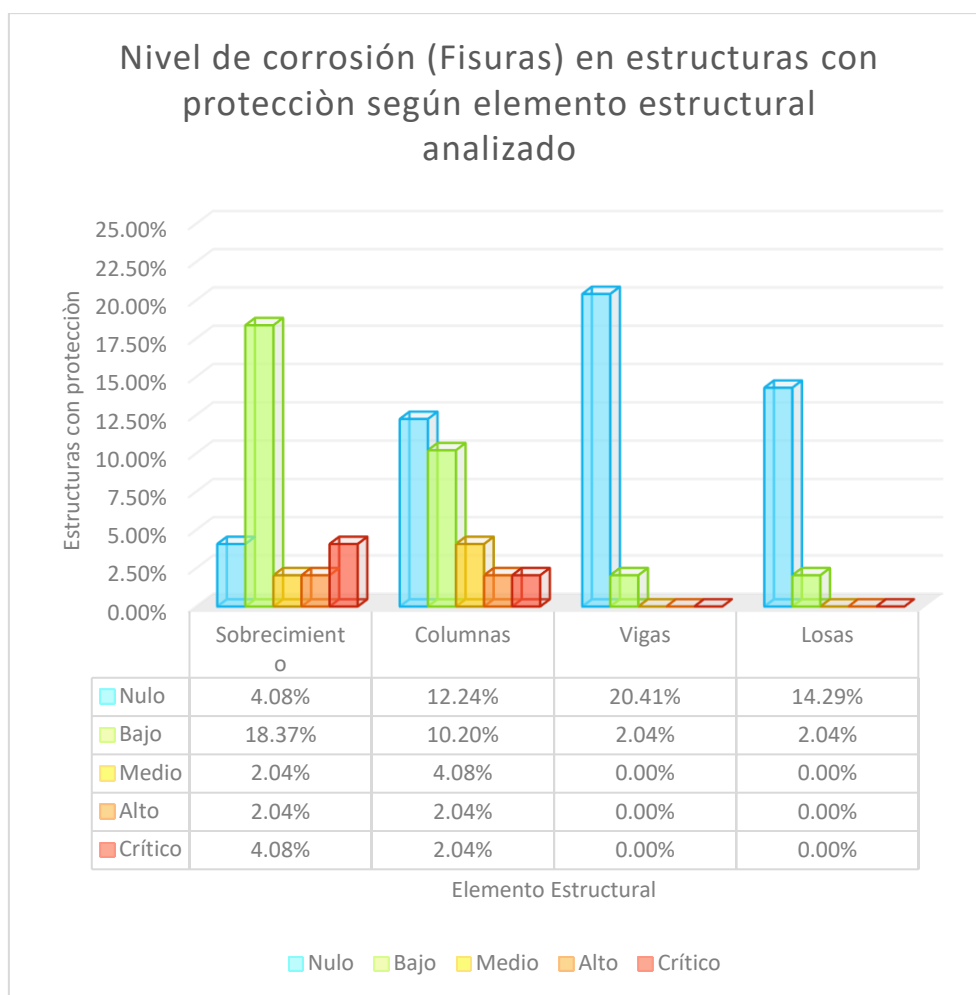


Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 19, se encontró que efectivamente, del total de elementos estructurales analizados con protección, el 29.57% no presentaron manchas por corrosión en columnas, vigas y losas, sin embargo, a pesar de que las estructuras analizadas en este apartado contaban con por lo menos un tipo de protección contra la corrosión, todos los sobrecimientos analizados presentaron niveles de manchas por corrosión bajos e incluso críticos en algunos casos.

Dentro de los elementos estructurales con niveles de corrosión críticos, se encontró un 4.08% en sobrecimientos y en columnas, estos valores fueron dados por dos estructuras, se deduce que la primera, Estructura N°10, la cual tuvo como método de protección, la colocación de una geomembrana para proteger la cimentación, no pudo evitar el ataque de cloruros y la Estructura N°48, en la cual se utilizó pintura contra la corrosión, solo le dio protección estética a la estructura.

Gráficos 20: Nivel de corrosión (Fisuras) en estructuras con protección según elemento estructural analizado



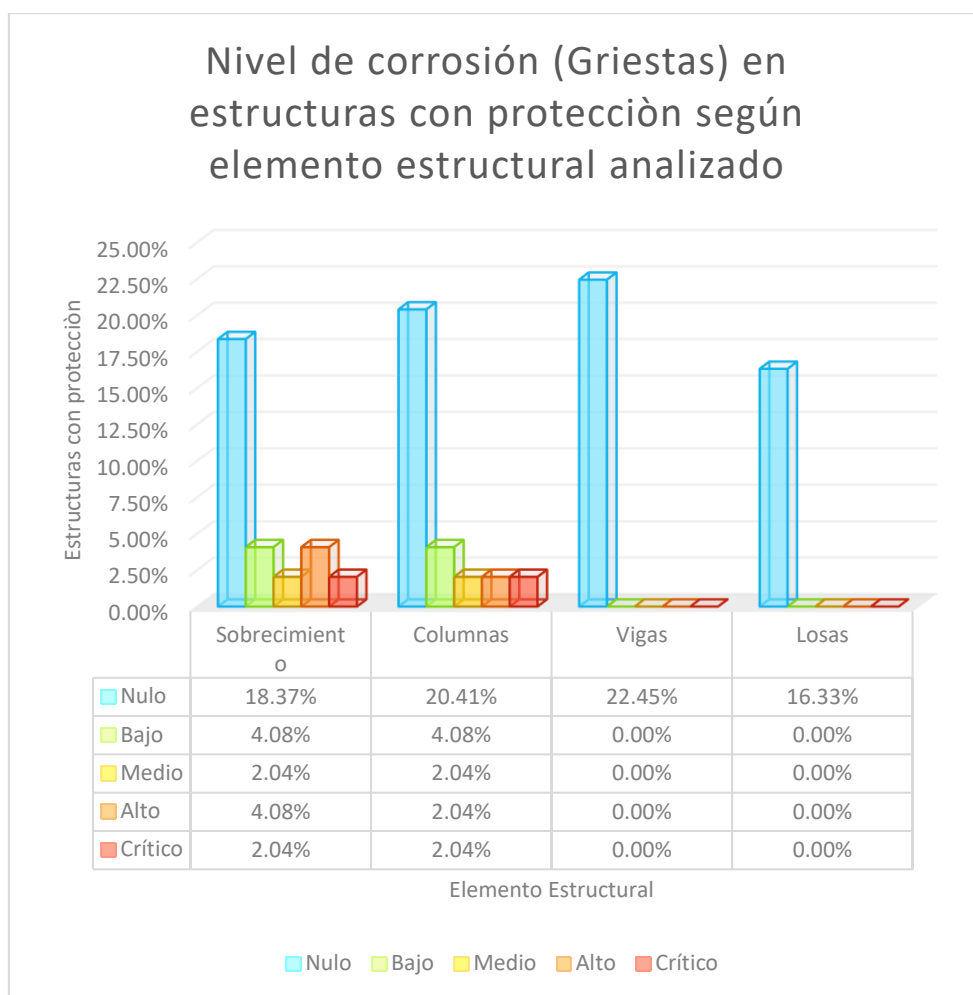
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 20, se observa que si hubo sobrecimientos que no fueron afectados por fisuramiento (4.08%), además del 12.24%, 20.41% y 14.29% en columnas, vigas y losas respectivamente que tampoco fueron afectados.

Asimismo, las estructuras con fisuras de nivel bajo fueron de 18.37% en sobrecimientos, decayendo a 10.20% en columnas y 2.04% tanto en vigas como en losas.

De igual manera, los niveles críticos se mantuvieron debido a las estructuras N°10 y N°48 antes mencionadas.

Gráficos 21: Nivel de corrosión (Grietas) en estructuras con protección según elemento estructural analizado

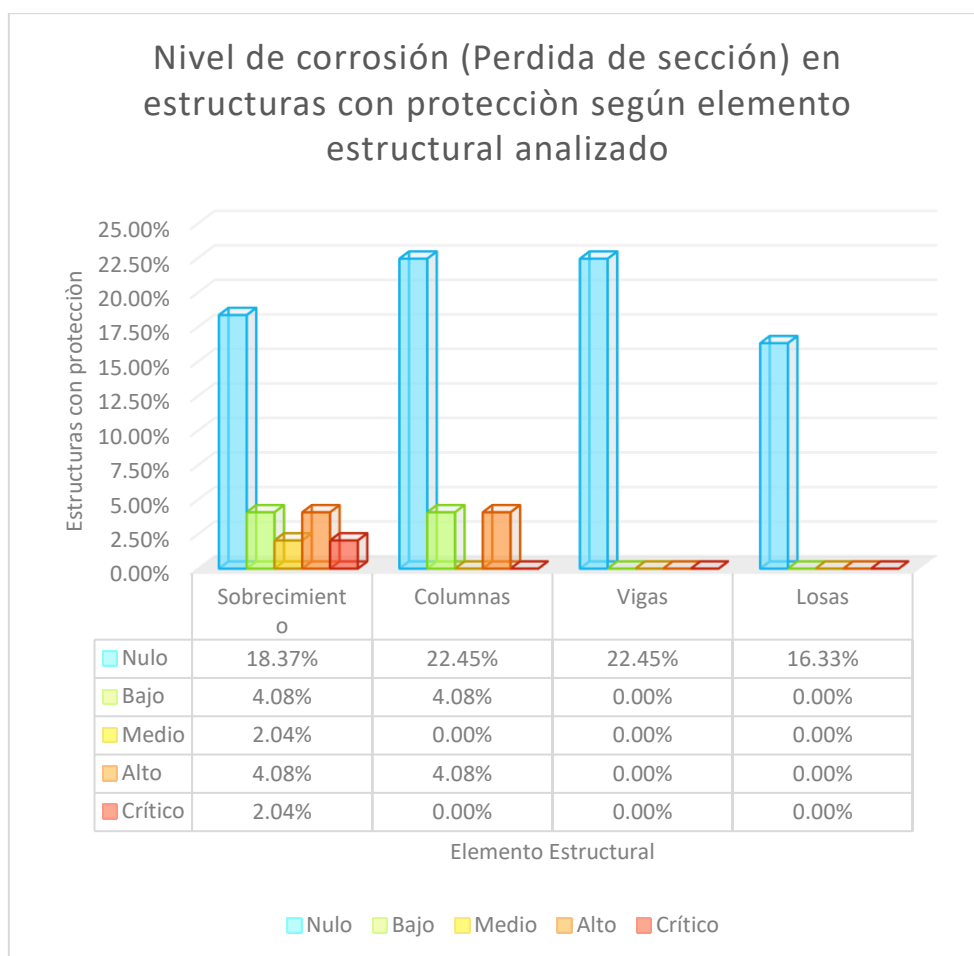


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al gráfico 21, se obtuvieron resultados muy positivos en cuanto a la presencia de grietas, pues, se observó que el porcentaje de elementos estructurales sin presencia de grietas fue de un 18.37%, 20.41%, 22.45% y 16.33% en sobrecimientos, columnas, vigas y losas respectivamente.

Asimismo, se encontró que un 4.08% tanto en sobrecimientos como en columnas tuvieron niveles de agrietamientos bajos, un 2.04% tanto en sobrecimientos como en columnas con niveles de agrietamientos medios, un 4.08% de nivel alto en sobrecimientos, 2.04% de nivel alto en columnas y un 2.04% tanto en sobrecimientos como en columnas con niveles de agrietamientos por corrosión críticos.

Gráficos 22: Nivel de corrosión (Perdida de sección) en estructuras con protección según elemento estructural analizado

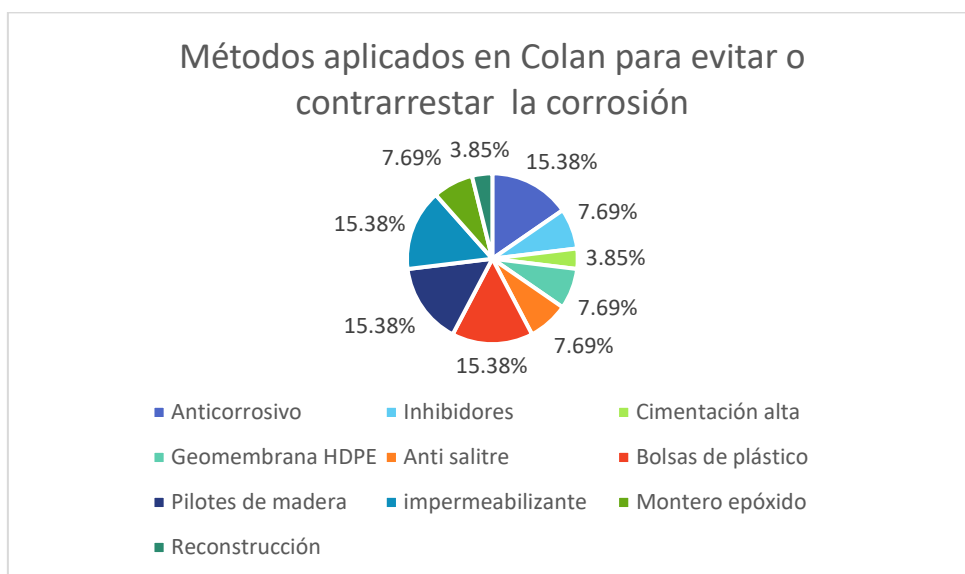


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en cuanto a pérdidas de sección, se tuvo niveles positivos de 18.37%, 22.45%, 22.45% y 16.33% del total de elementos estructurales, pues no presentaron pérdida alguna, sin embargo, al ser el nivel de corrosión más crítico, es alarmante que existan pérdidas de sección en estructuras aún con métodos de protección aplicados, esto sucede debido a una mala instalación de estos o simplemente a que el método aplicado para evitar la corrosión no presentó la protección requerida para este tipo de ambientes.

A continuación, se presentan los métodos de protección aplicados en las estructuras construidas en Colan:

Gráficos 23: Métodos aplicados en Colan para evitar o contrarrestar la corrosión



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo como resultados que, los métodos aplicados en las estructuras para evitar o contrarrestar la corrosión en Colan fueron en su mayoría con un 15.38% productos anticorrosivos, impermeabilizantes para evitar la humedad, bolsas de plástico gruesas o geomembranas para proteger los cimientos de la humedad del suelo, y pilotes de madera en las casas ubicadas en el litoral para evitar el contacto directo con las olas del mar.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Evaluar el impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano haciendo énfasis en la ciudad de Colán – Paita – Piura.

Luego de analizar detenidamente la investigación, se puede determinar que la probabilidad de que ocurra corrosión en concreto armado es muy alta, pues, independientemente de la ubicación de las estructuras analizadas, la corrosión puede afectar drásticamente a las estructuras si no se protegen. Además, se sabe que la corrosión de las armaduras son una de las causas más frecuentes de la degradación de estructuras en concreto armado.

(James A. et al, 2019) en su artículo titulado *“Rebar corrosion detection, protection, and rehabilitation of reinforced concrete structures in coastal environments”* Nos refieren que, para implementar la recuperación de la estructura de concreto armado, se debe primero determinar el nivel de degradación que esta sufre. Sin embargo, nos mencionan que hay una falta de principios rectores integrados en este campo. Además, nos remiten que en ambientes costeros, el problema más común en la durabilidad del concreto estructural es la entrada de iones cloruro, pues, la capa de óxido pasivo se neutraliza por la entrada de iones de cloruro en las barras de refuerzo, lo que a su vez provoca una disminución del valor del pH. Dando como resultado la degradación de las barras de acero, propagando grietas y, en última instancia, afectando la resistencia del hormigón.

Asimismo, (Fakhri H. et al 2019) en su artículo *“On the use of Strain-Hardening Cementitious Composite covers to mitigate corrosion in reinforced concrete structures”* nos refieren que, los productos de corrosión normalmente ocupan de 3 a 6 veces el volumen del acero original eliminado debido a la corrosión, lo que provoca una tensión de tracción en el hormigón circundante, asimismo, en la fase de propagación, la tenacidad a la fractura (resistencia a la tracción) y la ductilidad a la tracción de la cubierta de hormigón determinan el tiempo entre el inicio de la propagación de la corrosión y la aparición de grietas en la superficie exterior de la cubierta de

hormigón. Finalmente, nos remiten que, una cubierta de concreto agrietada proporciona un fácil acceso para los agentes corrosivos que aceleran la tasa de corrosión en la fase de propagación y, si no se aborda en las primeras etapas, puede provocar un rápido deterioro y una falla catastrófica de la estructura RC.

De esta manera, se puede decir que, el daño por corrosión en las estructuras analizadas en la playa La Esmeralda de Colan, se encuentran en un estado crítico, pues, incluso las estructuras con poco tiempo de construcción se encuentran con signos significativos de corrosión.

Discusión 2: Determinar qué elementos estructurales tienen mayor probabilidad de sufrir daños críticos por corrosión.

Como se observó en las tablas 8 y 9, y en el gráfico 17, los niveles de corrosión como manchas, fisuras, grietas y pérdidas de sección decrecieron a medida que se analizan las estructuras en su orden estructural, siendo los elementos estructurales más afectados, las cimentaciones, esto debido al contacto directo que tienen con el suelo y los cloruros presentes en él.

(Fattah et al, 2018) en su artículo titulado *“Field evaluation of corrosion mitigation on reinforced concrete in marine exposure conditions”* nos dicen que, cuando la concentración de cloruro alcanza un límite umbral en la superficie de la armadura, se produce la despasivación y se inicia la corrosión, además, nos mencionan que esta entrada de sal a través del concreto depende tanto del sistema de porosidad interna del concreto como de las condiciones ambientales circundantes.

(Fattah A. et al, 2018) en su artículo titulado *“Field evaluation of corrosion mitigation on reinforced concrete in marine exposure conditions”* no dicen que, cuando la concentración de cloruro alcanza un límite umbral en la superficie de la armadura, se produce la despasivación y se inicia la corrosión. Además nos refieren que, esta entrada de sal a través del hormigón depende tanto del sistema de porosidad interna del hormigón como de las condiciones ambientales circundantes. Finalmente nos refieren que, la corrosión en entornos con alto contenido de cloruro generalmente se manifiesta en forma de corrosión localizada (picaduras) en la que un área local del refuerzo se convierte en el cátodo en la celda de corrosión y la capa pasiva adyacente se convierte en el ánodo

De esta manera, se puede decir que los elementos estructurales de concreto armado en contacto con el suelo o en contacto con agua de mar, son los elementos más propensos a ser afectados por corrosión en las zonas marítimas.

Discusión 3: Determinar cuál es el tiempo de inicio de propagación de corrosión del acero en concreto armado en la playa La Esmeralda de Colan.

Como se observó en las tablas 8 y 9, y en el gráfico 18, los niveles de corrosión de grietas y pérdidas de sección mantienen una pendiente casi lineal hasta el año 2015, donde se observa que los niveles aumentan considerablemente debido a que a partir de ese año no se pudo obtener registros o estimaciones de la antigüedad de cada estructura, por lo que muchas de las estructuras analizadas pudieron tener muchos años de antigüedad, sin embargo, se decidió analizar dichas estructuras debido al nivel crítico de corrosión y al gran deterioro que estas presentan.

Asimismo, se tomó la decisión de analizar estructuras construidas recientemente como cercos perimétricos o construcciones en los terrenos que se encontraban sin construir hasta el año 2015, para lo cual se utilizó el registro fotográfico de Google Earth. Esto debido a un punto muy importante, el cual se analizará a continuación.

El tiempo de iniciación de corrosión es un factor muy importante, pues, este determina la velocidad en la cual la corrosión empieza a propagarse, este se puede determinar con la siguiente formula:

$$X_{recubrimiento} = k * \sqrt{t_{iniciación}} \longrightarrow t_{iniciación} = \left(\frac{X_{recubrimiento}}{k} \right)^2$$

Donde, La profundidad (x) es proporcional a la raíz cuadrada del tiempo transcurrido desde que los cloruros ingresan a la estructura o también, desde que el concreto empezó a carbonatarse (t), por lo que cuando x llega a ser igual al espesor de recubrimiento, la corrosión inicia.

(Carcaño, 2018) en su artículo denominado “Carbonatación natural del concreto a cuatro años” nos refiere su estudio realizado sobre la carbonatación natural del concreto, el cual fue expuesto por cuatro años a un ambiente urbano con clima cálido subhúmedo, comparándolo con los resultados obtenidos previamente en pruebas de carbonatación acelerada. Para ello, se prepararon probetas con cuatro diferentes relaciones agua/cemento, obteniéndose como resultados, una gran correlación entre la profundidad de la carbonatación y las variables: A/C, cantidad de cemento en la mezcla y resistencia a la compresión del concreto; siendo la mayor correlación la de la relación agua/cemento.

Tabla 10: Coeficientes de carbonatación para diferentes relaciones A/C

A/C	Media de la profundidad de carbonatación (mm)	Coeficiente de carbonatación k (mm/años ^{1/2})
0.40	2,23	1,12
0.50	6,37	3,19
0.60	11,36	5,68
0.70	17,57	8,79

Fuente: Rómel G. Solís Carcaño

De esta manera, se puede observar que, en el peor de los casos para un tiempo de 4 años, la profundidad fue mayor para el concreto con mayor porosidad A/C=0.70, teniendo una media de profundidad de carbonatación de 17.57mm, por lo que el coeficiente de carbonatación resultó 8.79mm/años^{1/2}

Es decir, si se tiene un recubrimiento de 50mm, con un coeficiente de carbonatación de 8.79mm/años^{1/2}, el proceso de corrosión iniciaría a los 32 años aproximadamente.

Ahora, considerando la relación máxima de A/C dada en la tabla 4.2 Requisitos para condiciones especiales de exposición del Artículo 4.2.2 de la Norma E-060 - Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, para proteger de la corrosión al refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos

descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen, se debe tener una relación máxima A/C de 0.40 y una $f'c$ mínima de 35MPa

Tabla 11: Tabla 4.2 - REQUISITOS PARA CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN

Condición de la exposición	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal	$f'c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua	0.50	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes	0.45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen	0.40	35

Fuente: Norma E-060 - Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones

Además, tomando las medidas mínimas que deben tener los recubrimientos establecidas en el Artículo 7.7.1 de la Norma E-060 – RNE, para Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él se debe tener un recubrimiento mínimo de 70mm y 40mm para columnas. Sin embargo, si se toma en cuenta el artículo 7.7.5.1, en ambientes corrosivos u otras condiciones severas de exposición, debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento de concreto y debe tomarse en consideración su densidad y porosidad, o debe disponerse de otro tipo de protección.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, si se simula exagerando un coeficiente de carbonatación de 10mm/años^{1/2} y un recubrimiento mínimo de 40mm:

$$t_{iniciación} = \left(\frac{X_{recubrimiento}}{k} \right)^2 = \left(\frac{70}{10} \right)^2$$

Para que el frente de carbonatación o el contenido de cloruro supere el recubrimiento de 70mm y alcance el acero utilizando un coeficiente de carbonatación de 10mm/años^{1/2}(Velocidad de corrosión alta), se tiene un tiempo de incitación de 49 años aproximadamente.

Ahora, teniendo en cuenta que durante la investigación se encontró estructuras con niveles de corrosión bastante altos en las estructuras construidas después de 2015, es decir, con una diferencia máxima de solo 8 años entre la actualidad y dicho año, se puede decir que, la velocidad de corrosión de concreto armado en La Esmeralda de Colan se encuentra en niveles muy altos, no obstante, hubo muchos factores que infirieron en los resultados de este análisis, estos son:

- Muchas de las estructuras analizadas con antigüedad menor al año 2015, no estaban terminadas, por lo que no tenían recubrimiento,
- Asimismo, no contaban con ningún tipo de protección o prevención contra la corrosión.

Además, se puede observar que, uno de los puntos más importantes en el gráfico 18 fue el aumento drástico en los niveles de corrosión en manchas y fisuras entre las estructuras del 2021 a la actualidad, y pese a ser niveles de corrosión de manchas y fisuras estos son muy importantes, debido a que marcan un antes y un después en cuanto a los procesos de corrosión.

Ahora, teniendo en cuenta lo anterior, se deduce, que hubo un aumento considerable de los niveles de corrosión en este último lapso, y se infiere, que esto se debió principalmente a las precipitaciones ocurridas a inicios de este año, pues, las intensas lluvias junto al alto nivel freático de la zona, generaron empozamientos de agua, que hicieron que los cloruros presentes en el ambiente tuvieran un contacto aún más directo con la estructura y posteriormente generar la corrosión.

Discusión 4: Objetivo específico 3 - Evaluar que métodos anticorrosivos se utilizan para la protección del concreto armado en las estructuras construidas en la playa de Colán.

Después del análisis realizado en la tabla 10 y los gráficos 19, 20, 21 y 22, se obtuvo que, el mayor porcentaje de metodologías utilizadas en la playa La Esmeralda de Colan fueron 4 métodos con un 15.38% cada uno, siendo estos: Productos anticorrosivos, impermeabilizantes, bolsas de plástico gruesas o geomembranas para proteger los cimientos de la humedad del suelo, y pilotes de madera para evitar el contacto directo con el agua de mar, sin embargo, pese a obtener buenos resultados, los residentes en Colan mencionan que si bien, algunos métodos ayudan a controlar la corrosión, esta, siempre reaparece.

(Gyeongcheol Choe, 2020) en su artículo titulado *“Concrete Corrosion Cracking and Transverse Bar Strain Behavior in a Reinforced Concrete Column under Simulated Marine Conditions”* llegaron a la conclusión de que el agrietamiento por corrosión y la tensión de las barras de refuerzo de su investigación se vieron muy afectados por el comportamiento de los productos de corrosión que resultaron del volumen de poros y las propiedades de agrietamiento de la pasta de cemento. Por ello, es de vital importancia realizar trabajos de prevención contra la corrosión, aplicar metodologías que ayuden a controlarlo y realizar un correcto mantenimiento, sobre todo en zonas con alta exposición marina.

Asimismo, (Goyal et al, 2018) En su artículo *“A Review of Corrosion and Protection of Steel in Concrete”* nos refiere que, Después de analizar detalladamente los diferentes resultados de las investigaciones estudiadas en este artículo, se determinó que, el uso de materiales cementicios suplementarios (SCM) como el método más recomendado para la protección contra la corrosión del concreto armado en zonas cercanas al mar, pues, materiales como ceniza de cáscara de arroz, piel de explosión, escoria de góndola, cenizas de fondo de carbón, etc. Fueron efectivas para superar el deterioro del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el impacto de la corrosión en las estructuras de concreto armado en la playa La Esmeralda de Colan es de nivel crítico, pues, independientemente de que, si las estructuras se encuentran cerca al litoral o no, tienen daños muy significativos debido a la corrosión.
2. Se concluye también que, los elementos estructurales más afectados fueron las cimentaciones, esto debido a que, al estar en contacto directo con el suelo, el nivel freático y los cloruros presentes en el, generaron que los procesos de corrosión inicien más rápido. Asimismo, se concluye que, el acero expuesto al ambiente y sin ningún tipo de protección, aumenta el nivel crítico de corrosión en la estructura.
3. Teniendo en cuenta las estructuras con nivel de corrosión altos y críticos en las estructuras con antigüedad menor a 2015, se concluye el tiempo de inicio de propagación es menor a 8 años. Asimismo, se concluye, que las estructuras más afectadas fueron las que no contaban con recubrimientos y sin ningún tipo de protección contra la corrosión. Además, se concluye también que las precipitaciones dadas a inicios de este año, generaron que el nivel freático aumentara, formando empozamientos de agua que junto al cloruro que se encontraba presente en el subsuelo afectara de manera mucho más directa a las estructuras.
4. Se concluye que se debe de aplicar métodos anticorrosivos efectivos, sobre todo a los elementos estructurales que están directamente en contacto con el suelo o con la brisa, pues, estos afectan negativamente a la estructura. Además, después de analizar y comparar los resultados obtenidos en esta investigación, se determinó que, pese a que algunos métodos anticorrosivos son efectivos, no protegen del todo a la estructura.
Asimismo, se puede decir que la solución no está solo en los métodos de protección de las estructuras, sino también, en la composición del concreto, pues, según investigaciones realizadas en otros países, se puede modificar o aplicar aditivos para evitar o minimizar el ataque de cloruros a la estructura. Por ello, tras analizar los métodos que se postulan como el más efectivo para protección contra la corrosión del concreto armado en zonas cercanas al mar, se concluye que, que la adición de SCM como ceniza de cáscara de arroz, piel de explosión, escoria de góndola y cenizas de fondo de carbón, podrían mejorar significativamente las propiedades del concreto armado en las estructuras de la playa La Esmeralda de Colan y en las playas de Piura.
5. En cuanto a métodos de detección, se concluye que, a excepción de la inspección visual, los métodos electroquímicos siguen siendo los principales métodos de detección utilizados en el campo debido a la ventaja de la no destructividad.
Se concluye que a pesar de que el deterioro de estructuras debido a la corrosión del acero en concreto armado es muy común en zonas cercanas al mar, es un tema poco estudiado y necesita de más investigaciones.
Asimismo, se concluye que los recursos para su estudio en nuestro país son muy escasos, pues, tanto ensayos de investigación para su estudio como métodos de detección son muy limitados.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer una evaluación previa realizada por expertos en el tema antes de construir en zonas de exposición marina, pues, si no se construye correctamente o no se protege, es muy probable que la corrosión afecte demasiado rápido a la estructura.
- Se recomienda utilizar metodologías que ayuden a prevenir y a controlar la corrosión en el concreto armado, ya que, este no afecta a la estructura arquitectónicamente, como ya vimos, estructuralmente puede llegar a ser un gran problema sino se controla.
- Se recomienda prestar más importancia y énfasis al estudio de la corrosión en el concreto armado, pues, si bien se sabe que es una de las causas más frecuentes de la degradación de estructuras de concreto armado, no se le da la importancia requerida.
- Cuanto mayor sea la relación agua/cemento o menor sea su resistencia a la compresión, más poroso será el hormigón, por lo que la velocidad de corrosión será mayor. Por ello, se recomienda utilizar dosificaciones altas, ya que, al producir una baja porosidad, la estructura demorara más en corroerse que una estructura con mayor porosidad.
- Una profundidad inadecuada de recubrimiento sobre la armadura de acero, o un concreto excesivamente poroso y mal compactado, aumentarán el riesgo de ingreso de cloruros, por ello, se recomienda seguir los reglamentos y realizar este tipo de trabajos con expertos en el tema.

REFERENCIAS

- Abundio, M. A., & Rosa, L. (2018). Bases de datos.
- Ahmed, A., Guo, S., Zhang, Z., Shi, C., & Zhu, D. (2020). A review on durability of fiber reinforced polymer (FRP) bars reinforced seawater sea sand concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119484>
- Alexander, M., & Beushausen, H. (2019). Durability, service life prediction, and modelling for reinforced concrete structures – review and critique. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.04.018>
- Al-Kheetan, M. J., Mujib M, R., & Chamberlain, D. A. (2019). Fundamental interaction of hydrophobic materials in concrete with different moisture contents in saline environment. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.119>
- Al-Kheetan, M. J., Rahman, M. M., & Chamberlain, D. A. (2019). Mazen J. Al-Kheetan a b, Mujib M. Rahman a, Denis A. Chamberlain.
- Al-Sodani, K. A., Al-Amoudi, O. S., Maslehuddin, M., & Shameem, M. (2018). Efficiency of corrosion inhibitors in mitigating corrosion of steel under elevated temperature and chloride concentration. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.097>
- Andrade, C., Rebolledo, N., Tavares, F., Pérez, R., & Baz, M. (2016). Concrete durability of the new Panama Canal: Background and aspects of testing. Obtenido de <https://static.iahr.org/34/542.pdf>
- Angst, U. M. (2019). Predicting the time to corrosion initiation in reinforced concrete structures exposed to chlorides. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.08.007>
- Balonis, M., Sant, G., & Isgor, O. B. (2019). Mitigating steel corrosion in reinforced concrete using functional coatings; corrosion inhibitors; and atomistic simulations. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2018.08.006>
- Bertola, F., Gastaldi, D., Irico, S., Paul, G., & Canonico, F. (2020). Behavior of blends of CSA and Portland cements in high chloride environment. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120852>
- Blazy, J., & Blazy, R. (2021). Polypropylene fiber reinforced concrete and its application in creating architectural forms of public spaces. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00549>
- Cao, Y., Gehlen, C., Angst, U., Wang, L., Wang, Z., & Yao, Y. (2019). Critical chloride content in reinforced concrete — An updated review considering Chinese experience. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.11.020>
- Carcaño, R. G. (2018). Carbonatación natural del concreto a 4 años. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Romel-Solis/publication/324413512_carbonatacion_natural_del_concreto_a_cuatro_anos/links/5acc8c3a6fdcc8bfc8878bc/carbonatacion-natural-del-concreto-a-cuatro-anos.pdf

- Chen, F., Jin, Z., Wang, E., Wang, L., Jiang, Y., Guo, P., & He, X. G. (2021). Relationship model between surface strain of concrete and expansion force of reinforcement rust. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-021-83376-w>
- Chen, J., Zhang, W., Tang, Z., & Huang, Q. (2020). Experimental and numerical investigation of chloride-induced reinforcement corrosion and mortar cover cracking. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103620>
- Chi, J., Zhang, G., Xie, Q., Ma, C., & Zhang, G. (2020). High performance epoxy coating with cross-linkable solvent via Diels-Alder reaction for anti-corrosion of concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105473>
- Choe, G., Shinohara, Y., Kim, G., Lee, S., Lee, E., & Nam, J. (2020). Concrete Corrosion Cracking and Transverse Bar Strain Behavior in a Reinforced Concrete Column under Simulated Marine Conditions. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/5/1794>
- Choe, G., Shinohara, Y., Kim, G., Lee, S., Lee, E., & Nam, J. (2020). Concrete Corrosion Cracking and Transverse Bar Strain Behavior in a Reinforced Concrete Column under Simulated Marine Conditions.
- Cui, F., Zhang, H., Ghosn, M., & Xu, Y. (2018). Seismic fragility analysis of deteriorating RC bridge substructures subject to marine chloride-induced corrosion. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.10.067>
- Daniel, R., & Paulus, T. (2019). Construction Materials. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809264-4.00013-6>
- Davolio, M., Al-Obaidi, S., Altomare, M. Y., Monte, F. L., & Ferrara, L. (2023). A methodology to assess the evolution of mechanical performance of UHPC as affected by autogenous healing under sustained loadings and aggressive exposure conditions. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105058>
- Dong, B., Ding, W., Qin, S., Han, N., Fang, G., Liu, Y., . . . Hong, S. (2018). Chemical self-healing system with novel microcapsules for corrosion inhibition of rebar in concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.09.012>
- Fakhri, H., Ragalwar, K. A., & Ranade, R. (2019). On the use of Strain-Hardening Cementitious Composite covers to mitigate corrosion in reinforced concrete structures. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.052>
- Fakhri, H., Ragalwar, K. A., & Ranade, R. (2019). On the use of Strain-Hardening Cementitious Composite covers to mitigate corrosion in reinforced concrete structures. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.052>
- Fang, X., Pan, Z., Chen, A., Tian, H., & Ma, R. (2023). Phase-field method for modeling non-uniform corrosion-induced cracking in concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2023.109131>
- Fattah, A. A., Al-Duais, I., Riding, K., & Thomas, M. (2018). Ahmed Abd El Fattah a, Ibrahim Al-Duais a, Kyle Riding b, Michael Thomas.

- Fattah, A. A., Al-Duais, I., Riding, K., & Thomas, M. (2018). Field evaluation of corrosion mitigation on reinforced concrete in marine exposure conditions. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.077>
- Feng, G., Zhu, D., Guo, S., Rahman, M. Z., Ma, W., Yi, Y., . . . Shi, C. (2023). A comparative study of bare and seawater sea sand concrete wrapped basalt fiber-reinforced polymer bars exposed to laboratory and real marine environments. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130764>
- Ferdous, W., Almutairi, A. D., Huang, Y., & Bai, Y. (2018). Short-term flexural behaviour of concrete filled pultruded GFRP cellular and tubular sections with pin-eye connections for modular retaining wall construction. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2018.08.025>
- Goyal, A., Pouya, H. S., Eshmaiel, G., & Peter, C. (2018). A Review of Corrosion and Protection of Steel in Concrete. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13369-018-3303-2>
- Goyal, A., Pouya, H. S., Huang, G. E., & Peter, C. (2018). A Review of Corrosion and Protection of Steel in Concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3303-2>
- Gu, X., Guo, H., Zhou, B., Zhang, W., & Jiang, C. (2018). Corrosion non-uniformity of steel bars and reliability of corroded RC beams. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.04.020>
- Guo, H., Dong, Y., Bastidas-Arteaga, E., & Gu, X.-L. (2021). Probabilistic failure analysis; performance assessment; and sensitivity analysis of corroded reinforced concrete structures. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105328>
- Guo, H.-Y., Jiang, C., Gu, X.-L., Dong, Y., & Zhang, W.-P. (2023). Time-dependent reliability analysis of reinforced concrete beams considering marine environmental actions. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116252>
- Han, X., Wang, P., Cui, D., Tawfik, T. A., Chen, Z., Tian, L., & Gao, Y. (2023). Rebar corrosion detection in concrete based on capacitance principle. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112526>
- Hooton, R. D. (2019). Future directions for design; specification; testing; and construction of durable concrete structures. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105827>
- Hu, J., Zhang, S., Chen, E., & Li, W. (2022). A review on corrosion detection and protection of existing reinforced concrete (RC) structures. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126718>
- James, A., Bazarchi, E., Chiniforush, A. A., Aghdam, P. P., Hosseini, M. R., Akbarnezhad, A., . . . Ghodoosi, F. (2019). Rebar corrosion detection, protection, and rehabilitation of reinforced concrete structures in coastal environments: A review. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.250>
- James, A., E. B., Chiniforushc, A. A., Aghdamb, P. P., Hosseinia, M. R., Akbarnezhadc, A., . . . Ghodoosi, F. (2019). Rebar corrosion detection, protection, and rehabilitation of

- reinforced concrete structures in coastal environments: A review. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.250>
- Li, C., Jiang, L., & Li, S. (2020). Effect of limestone powder addition on threshold chloride concentration for steel corrosion in reinforced concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106018>
- Li, K., Han, J., Wang, S., Lian, H., Xiong, J., Wang, J., . . . Zhu, H. (2023). Long-term performance of structural concretes in China southeast coastal environments exposed to atmosphere and chlorides. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2022.107064>
- Li, K., Zhang, D., Li, Q., & Fan, Z. (2019). Durability for concrete structures in marine environments of HZM project: Design; assessment and beyond. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.08.006>
- Li, K., Zhao, F., & Zhang, Y. (2019). Influence of carbonation on the chloride ingress into concrete: Theoretical analysis and application to durability design. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105788>
- Li, S., Guo, S., Yao, Y., Jin, Z., Shi, C., & Zhu, D. (2021). The effects of aging in seawater and SWSSC and strain rate on the tensile performance of GFRP/BFRP composites: A critical review. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122534>
- Lu, Y.-y., Hu, J.-y., Li, S., & Tang, W.-s. (2018). Active and passive protection of steel reinforcement in concrete column using carbon fibre reinforced polymer against corrosion. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2018.05.037>
- Lu, Y.-y., Hu, J.-y., Li, S., & Tang, W.-s. (2018). Active and passive protection of steel reinforcement in concrete column using carbon fibre reinforced polymer against corrosion. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2018.05.037>
- Mak, M. W., Desnerck, P., & Lees, J. M. (2019). Corrosion-induced cracking and bond strength in reinforced concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.151>
- Mangi, S. A., Makhija, A., Raza, M. S., Khahro, S. H., & Jhatial, A. A. (2020). A Comprehensive Review on Effects of Seawater on Engineering Properties of Concrete. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12633-020-00724-7>
- Ming, X., Liu, Q., Wang, M., Cai, Y., Chen, B., & Li, Z. (2023). Improved chloride binding capacity and corrosion protection of cement-based materials by incorporating alumina nano particles. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104898>
- Nasser, H., Steen, C. V., Vandewalle, L., & Verstrynge, E. (2021). An experimental assessment of corrosion damage and bending capacity reduction of singly reinforced concrete beams subjected to accelerated corrosion. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122773>
- Nasser, H., Steen, C. V., Vandewalle, L., & Verstrynge, E. (2021). An experimental assessment of corrosion damage and bending capacity reduction of singly reinforced concrete beams subjected to accelerated corrosion. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122773>

- Nayak, A. R., & Dominic, M. (2021). CORROSION OF REINFORCED CONCRETE: A REVIEW. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68694922/IRJET_V8I6308-libre.pdf?1628690596=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCORROSION_OF_REINFORCED_CONCRETE_A_REVIEW.pdf&Expires=1686930790&Signature=aWU3uWQAw1Z02BU8pSiavgtvalohcTGAM7TPqHLHTyUAd0
- Reglamento Nacional De Edificaciones.* (2020). Obtenido de www.gob.pe/sencico
- Rodrigues, R., Gaboreau, S., Gance, J., Ignatiadis, I., & Betelu, S. (2021). Reinforced concrete structures: A review of corrosion mechanisms and advances in electrical methods for corrosion monitoring. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121240>
- Rodrigues, R., Gaboreau, S., Gance, J., Ignatiadis, I., & Betelu, S. (2021). Reinforced concrete structures: A review of corrosion mechanisms and advances in electrical methods for corrosion monitoring. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121240>
- Ryszard, D., & Tim, P. (2019). Chapter 13 - Construction Materials. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809264-4.00013-6>
- S.M., C. R., P., J. M., & A., L. G. (2022). *Manual de Armaduras de Refuerzo para Hormigón Fabricación - Instalación - Protección* (2022 ed.). Obtenido de <https://www.aza.cl/wp-content/uploads/2022/08/Manual-de-Armaduras-2022.pdf>
- Sahebi, M., & Dehestani, M. (2023). Sustainability assessment of reinforced concrete beams under corrosion in life-span utilizing design optimization. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105737>
- Song, Y., Wightman, E., Kulandaivelu, J., Bu, H., Wang, Z., Yuan, Z., & Jiang, G. (2020). Rebar corrosion and its interaction with concrete degradation in reinforced concrete sewers. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115961>
- Sugianto, D. N., Widada, S., Wirastriya, A., Ismanto, A., Hartati, R., Widianingsih, . . . Suripin. (2020). A Framework for Plans Permeable Breakwater Eco-Friendly Building Identification and Characteristics Materials Construction Study Case at Demak Village. Obtenido de https://doc-pak.undip.ac.id/12566/1/ASTESJ_050230.pdf
- Terradillos, P. G., Rincón, O. T., Bandala, E. E., Borges, P. C., & Perdrix, C. A. (2020). Recomendaciones sobre velocidad de corrosión. Obtenido de <https://doi.org/10.21041/AlconpatInternacional/RecTec/2020-03-velocidaddecorrosion>
- Uthaman, S., George, R., Vishwakarma, V., Harilal, M., & Philip, J. (2019). Enhanced seawater corrosion resistance of reinforcement in nanophase modified fly ash concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.070>
- Uthaman, S., George, R., Vishwakarma, V., Harilal, M., & Philip, J. (2019). Enhanced seawater corrosion resistance of reinforcement in nanophase modified fly ash concrete. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.070>
- Wasim, M., Ngo, T. D., & Abid, M. (2020). Investigation of long-term corrosion resistance of reinforced concrete structures constructed with various types of concretes in marine and

- various climate environments. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117701>
- Wasim, M., Ngo, T. D., & Abid, M. (2020). Investigation of long-term corrosion resistance of reinforced concrete structures constructed with various types of concretes in marine and various climate environments. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117701>
- Wei, A., Tan, M. Y., Koay, Y.-C., & X. H.-A. (2021). Effect of carbon fiber waste on steel corrosion of reinforced concrete structures exposed to the marine environment. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128356>
- Xu, Z., Wu, Y., Zhang, Z., Wang, Y., Hu, J., Ma, Y., . . . Shi, C. (2023). A review on the research progress of LDHs as corrosion inhibitors for reinforced concrete. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106303>
- Zhang, W., Zhang, H., Gu, X., & Liu, W. (2018). Structural behavior of corroded reinforced concrete beams under sustained loading. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.145>
- Zhang, W., Zhang, H., Gu, X., & Liu, W. (2018). Structural behavior of corroded reinforced concrete beams under sustained loading. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.145>
- Zhang, W., Zhang, H., Gu, X., & Liu, W. (2018). Structural behavior of corroded reinforced concrete beams under sustained loading. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.145>
- Zuquan, J., Xia, Z., Tiejun, Z., & Jianqing, L. (2018). Chloride ions transportation behavior and binding capacity of concrete exposed to different marine corrosion zones. Obtenido de
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.120>

ANEXOS:

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables

Tabla 12: Tabla de operacionalización de variables



Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Concreto armado	Lo define como el material resultante de la unión del concreto (mezcla proporcional de cemento Pórtland, o cualquier otro cemento hidráulico, con arena, grava y agua limpia, con o sin aditivos, que al fraguar y endurecer adquiere resistencia) y las armaduras o barras de acero de refuerzo, combinados de tal forma que constituyan un elemento sólido, monolítico y único desde el punto de vista de sus características físicas, para aprovechar así las cualidades individuales que presentan ambos materiales.	Se procedió a realizar una selección de edificaciones construidas en la playa de Colan, en las cuales, se analizó los principales elementos estructurales de concreto armado con riesgo a corroerse: Columnas, vigas y losas. Asimismo, se identificó el tipo de ataque por corrosión (Por carbonatación o por ataque de cloruros) y así, evaluar los datos en relación al estado actual de las estructuras.	Elementos estructurales Ubicación Tiempo	Nominal
Daño por corrosión	La corrosión del refuerzo del concreto ocurre generalmente en el medio marino, por ello, las estructuras de concreto armado construidas ahí están expuestas a la degradación de la resistencia de sus elementos estructurales. Los iones cloruro penetran gradualmente a través de la cubierta porosa del concreto y conducen a una corrosión localizada en la barra de acero. A medida que los productos de corrosión se forman y se acumulan en la interfaz del acero y el concreto, el óxido expandido induce una presión sobre la cubierta de concreto, lo que conduce al agrietamiento de la superficie e incluso a la delaminación o desprendimiento de la cubierta de concreto.	Se procedió a realizar la evaluación de los elementos estructurales de las construcciones previamente seleccionadas, en las cuales, se analizó las consecuencias ocurridas debido a la corrosión. Para ello, se identificó previamente el tipo de ataque por corrosión (Por carbonatación o por ataque de cloruros) asimismo, se realizó una evaluación de presencia de manchas, fisuras, grietas o pérdidas de sección	Manchas Fisuras Grietas Pérdidas de sección	Nominal






Fuente: Elaboración propia





Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paíta	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'22.32"S 81° 3'47.77"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓	5ta fila a más	✓	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión		
✓	Sobrecimientos	✗	Vigas	✗	Carbonatación
✗	Columnas	✗	Losas	✓	Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°1	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Medio	
		✓	Fisuras	Crítico	
		✓	Grietas	Crítico	
		✓	Perdida de sección	Alto	
	Columnas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
	Vigas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
Losas	-	Manchas	-		
	-	Fisuras	-		
	-	Grietas	-		
	-	Perdida de sección	-		




FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'24.73"S 81° 3'46.99"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°2	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Vigas	✓ Manchas	Medio	
		✓ Fisuras	Bajo	
		✓ Grietas	Bajo	
		✓ Perdida de sección	Bajo	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	




FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'23.02"S 81° 3'49.55"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°3	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Medio	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Alto	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Pérdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Pérdida de sección	-		




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'19.45"S 81° 3'51.18"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°4	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Medio		
		✓ Perdida de sección	Medio		
	Columnas	✓ Manchas	Medio		
		✓ Fisuras	Medio		
		✓ Grietas	Bajo		
		✓ Perdida de sección	Bajo		
	Vigas	✓ Manchas	Medio		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✓ Grietas	Bajo		
		✓ Perdida de sección	Bajo		
	Losas	- Manchas	-		
		- Fisuras	-		
		- Grietas	-		
		- Perdida de sección	-		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 0'16.62"S 81° 3'53.09"O
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	impermeabilizante
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°5	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✓	Grietas	Bajo
		✓	Perdida de sección	Bajo
	Columnas	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
Losas	✗	Manchas	Nulo	
	✓	Fisuras	Bajo	
	✗	Grietas	Nulo	
	✗	Perdida de sección	Nulo	





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'16.31"S 81° 3'53.13"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°6	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Medio	
		✓ Pérdida de sección	Medio	
	Columnas	✓ Manchas	Medio	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Medio	
		✓ Pérdida de sección	Medio	
	Vigas	✓ Manchas	Bajo	
		✓ Fisuras	Bajo	
		✗ Grietas	Nulo	
		✗ Pérdida de sección	Nulo	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Pérdida de sección	-	




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 0'13.71"S 81° 3'53.77"O	
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Inhibidores	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	Montero epóxico	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas			Carbonatación
✓ Columnas	✗ Losas	✓		Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°7	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas		Medio	
		✓ Fisuras		Nulo	
		✗ Grietas		Nulo	
		✗ Pérdida de sección		Nulo	
	Columnas	✓ Manchas		Medio	
		✗ Fisuras		Nulo	
		✗ Grietas		Nulo	
		✗ Pérdida de sección		Nulo	
	Vigas	✗ Manchas		Nulo	
		✗ Fisuras		Nulo	
		✗ Grietas		Nulo	
		✗ Pérdida de sección		Nulo	
Losas	- Manchas		-		
	- Fisuras		-		
	- Grietas		-		
	- Pérdida de sección		-		





FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'11.12"S 81° 3'53.67"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°8	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Crítico		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Perdida de sección	Alto		
	Columnas	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Crítico		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Perdida de sección	Alto		
	Vigas	✓ Manchas	Medio		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Perdida de sección	Nulo		
Losas	- Manchas	-			
	- Fisuras	-			
	- Grietas	-			
	- Perdida de sección	-			




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	✓	Menor a 6 meses	5° 0'10.01"S 81° 3'54.14"O	
	2da fila y 3ra fila		Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Cimentación alta	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✗	Losas	✓ Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°9	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Bajo	
		✗	Fisuras	Nulo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Columnas	✗	Manchas	Nulo	
		✗	Fisuras	Nulo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Vigas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
	Losas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'7.04"S 81° 3'53.28"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	✓ Entre 2018 a 2020	Membrana HDP		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°10	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Crítico		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Perdida de sección	Alto		
	Columnas	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Crítico		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Perdida de sección	Alto		
	Vigas	Manchas			
		Fisuras			
		Grietas			
		Perdida de sección			
Losas	- Manchas	-			
	- Fisuras	-			
	- Grietas	-			
	- Perdida de sección	-			





FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 0'5.78"S 81° 3'54.82"O	
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Antisalitre	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas			Carbonatación
✓ Columnas	✗ Losas	✓		Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°11	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Bajo		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Columnas	✗ Manchas	Nulo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Vigas	✗ Manchas	Nulo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Losas	- Manchas	-		
		- Fisuras	-		
		- Grietas	-		
		- Pérdida de sección	-		






FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'2.97"S 81° 3'55.88"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°12	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Crítico		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Pérdida de sección	Alto		
	Columnas	✓ Manchas	Alto		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Pérdida de sección	Alto		
	Vigas	✓ Manchas	Medio		
		✓ Fisuras	Medio		
		✓ Grietas	Bajo		
		✓ Pérdida de sección	Bajo		
Losas	- Manchas	-			
	- Fisuras	-			
	- Grietas	-			
	- Pérdida de sección	-			




FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'4.30"S 81° 3'56.91"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°13	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Vigas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	X				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 0'2.67"S 81° 3'57.53"O	
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	mpermeabilizante	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°14	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Bajo	
		✓	Fisuras	Bajo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Columnas	✓	Manchas	Bajo	
		✗	Fisuras	Nulo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Vigas	✗	Manchas	Nulo	
		✗	Fisuras	Nulo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
Losas	✗	Manchas	Nulo		
	✗	Fisuras	Nulo		
	✗	Grietas	Nulo		
	✗	Perdida de sección	Nulo		



FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'0.02"S 81° 3'57.71"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	✓ Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°15	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Medio		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Columnas	✓ Manchas	Medio		
		✓ Fisuras	Medio		
		✓ Grietas	Bajo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Vigas	✓ Manchas	Bajo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Losas	✗ Manchas	Nulo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'41.36"S 81° 4'8.16"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°16	Elemento estructural	Tipo		Nivel
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'36.60"S 81° 4'9.19"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°17	Elemento estructural	Tipo		Nivel
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Alto	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Pérdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Pérdida de sección	-		




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	✓ Menor a 6 meses	4°59'32.73"S 81° 4'9.36"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓ Cloruros			
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°18	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✗	Manchas	Nulo	
		✗	Fisuras	Nulo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Columnas	✗	Manchas	Nulo	
		✗	Fisuras	Nulo	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Vigas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
	Losas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	



FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	4°59'31.48"S 81° 4'9.85"O	
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓	Sobrecimientos	✗	Vigas	Carbonatación
✗	Columnas	✗	Losas	✓ Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°19	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Medio	
		✓	Fisuras	Medio	
		✓	Grietas	Alto	
		✓	Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
	Vigas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
	Losas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'29.76"S 81° 4'10.44"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°20	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Crítico	
		✓	Fisuras	Medio	
		✓	Grietas	Alto	
		✓	Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓	Manchas	Crítico	
		✓	Fisuras	Alto	
		✓	Grietas	Alto	
		✓	Perdida de sección	Alto	
	Vigas	✓	Manchas	Bajo	
		✓	Fisuras	Bajo	
		✓	Grietas	Bajo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Losas	-	Manchas	-	
-		Fisuras	-		
-		Grietas	-		
-		Perdida de sección	-		



FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'30.15"S 81° 4'11.54"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°21	Elemento estructural	Tipo	Nivel		
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Crítico		
		✓ Perdida de sección	Crítico		
	Columnas	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Crítico		
		✓ Perdida de sección	Crítico		
	Vigas	- Manchas	-		
		- Fisuras	-		
		- Grietas	-		
		- Perdida de sección	-		
	Losas	- Manchas	-		
		- Fisuras	-		
		- Grietas	-		
		- Perdida de sección	-		




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	4°59'27.25"S 81° 3'58.01"O	
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Bolsas de plastico	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas			Carbonatación
✓ Columnas	✓ Losas	✓		Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°22	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Bajo		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✓ Grietas	Medio		
		✓ Perdida de sección	Medio		
	Columnas	✓ Manchas	Bajo		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✓ Grietas	Medio		
		✓ Perdida de sección	Bajo		
	Vigas	✓ Manchas	Bajo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Perdida de sección	Nulo		
	Losas	✗ Manchas	Nulo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Perdida de sección	Nulo		




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'27.00"S 81° 4'0.01"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	✓ Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	impermeabilizante		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°23	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Medio		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Columnas	✓ Manchas	Bajo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Vigas	✓ Manchas	Bajo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Losas	✗ Manchas	Nulo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		




FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	4°59'26.55"S 81° 4'1.98"O	
	2da fila y 3ra fila		Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	✓	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	mpermeabilizante	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas			Carbonatación
✓ Columnas	✗ Losas	✓		Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°24	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
	Sobrecimientos	✓ Manchas	Bajo		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Columnas	✗ Manchas	Nulo		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
	Vigas	✗ Manchas	Nulo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Pérdida de sección	Nulo		
Losas	- Manchas	-			
	- Fisuras	-			
	- Grietas	-			
	- Pérdida de sección	-			

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	4°59'28.09"S 81° 4'6.20"O	
	2da fila y 3ra fila		Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	✓	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	✓ 5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas			Carbonatación
✓ Columnas	✗ Losas	✓		Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°25	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas		Medio	
		✓ Fisuras		Medio	
		✓ Grietas		Medio	
		✓ Pérdida de sección		Medio	
	Columnas	✓ Manchas		Medio	
		✓ Fisuras		Bajo	
		✓ Grietas		Medio	
		✓ Pérdida de sección		Bajo	
	Vigas	✓ Manchas		Bajo	
		✓ Fisuras		Bajo	
		✗ Grietas		Nulo	
		✗ Pérdida de sección		Nulo	
	Losas	- Manchas		-	
		- Fisuras		-	
		- Grietas		-	
		- Pérdida de sección		-	






FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'27.47"S 81° 4'9.85"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°26	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Crítico	
		✓	Fisuras	Crítico	
		✓	Grietas	Crítico	
		✓	Perdida de sección	Alto	
	Columnas	✓	Manchas	Crítico	
		✓	Fisuras	Crítico	
		✓	Grietas	Alto	
		✓	Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
	Losas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	





FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'25.50"S 81° 4'11.77"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°27	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Perdida de sección	Alto		
	Columnas	✓ Manchas	Crítico		
		✓ Fisuras	Crítico		
		✓ Grietas	Alto		
		✓ Perdida de sección	Alto		
	Vigas	✓ Manchas	Bajo		
		✗ Fisuras	Nulo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Perdida de sección	Nulo		
	Losas	- Manchas	-		
		- Fisuras	-		
		- Grietas	-		
		- Perdida de sección	-		





FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'26.01"S 81° 4'13.28"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	✓ Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°28	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Alto	
		✓	Fisuras	Alto	
		✓	Grietas	Alto	
		✓	Perdida de sección	Medio	
	Columnas	✓	Manchas	Medio	
		✓	Fisuras	Medio	
		✗	Grietas	Nulo	
		✗	Perdida de sección	Nulo	
	Vigas	-	Manchas	-	
		-	Fisuras	-	
		-	Grietas	-	
		-	Perdida de sección	-	
Losas	-	Manchas	-		
	-	Fisuras	-		
	-	Grietas	-		
	-	Perdida de sección	-		






FICHA DE OBSERVACIÓN					
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"				
Tesista	Morán Córdova Frank Edson				
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:	
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023	
Datos generales					
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas		
	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'26.74"S 81° 4'14.61"O		
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención		
	3ra fila y 4ta fila	✓ Entre 2018 a 2020	Ninguno		
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación		
	✓ 5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno		
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
	✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
	✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado				
Estructura analizada N°29	Elemento estructural	Tipo		Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Medio		
		✓ Perdida de sección	Medio		
	Columnas	✓ Manchas	Alto		
		✓ Fisuras	Alto		
		✓ Grietas	Medio		
		✓ Perdida de sección	Bajo		
	Vigas	✓ Manchas	Bajo		
		✓ Fisuras	Bajo		
		✗ Grietas	Nulo		
		✗ Perdida de sección	Nulo		
	Losas	- Manchas	-		
		- Fisuras	-		
		- Grietas	-		
		- Perdida de sección	-		

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'29.59"S 81° 4'22.87"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Pilotes de madera	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✗ Columnas	✗ Losas	✓ Cloruros		
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°30	Elemento estructural	Tipo	Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Medio	
		✓ Fisuras	Medio	
		✓ Grietas	Bajo	
		✓ Perdida de sección	Bajo	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	




FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'30.66"S 81° 4'20.70"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°31	Elemento estructural	Tipo		Nivel
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Crítico	
	Vigas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Crítico	
Losas	✓ Manchas	Crítico		
	✓ Fisuras	Crítico		
	✓ Grietas	Crítico		
	✓ Pérdida de sección	Crítico		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'31.01"S 81° 4'20.43"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°32	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Perdida de sección	-		


FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'33.12"S 81° 4'20.40"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°33	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Perdida de sección	-		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'34.56"S 81° 4'19.46"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°34	Elemento estructural	Tipo		Nivel
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Perdida de sección	-		



FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	4°59'37.92"S 81° 4'16.37"O
	✓ 2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación
	5ta fila a más		De 2015 a más	Reconstrucción
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°35	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Medio
		✓	Grietas	Bajo
		✓	Perdida de sección	Bajo
	Columnas	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Medio
		✓	Grietas	Bajo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	✓	Manchas	Bajo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
Losas	✗	Manchas	Nulo	
	✗	Fisuras	Nulo	
	✗	Grietas	Nulo	
	✗	Perdida de sección	Nulo	





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'39.45"S 81° 4'17.02"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°36	Elemento estructural	Tipo	Nivel	
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Perdida de sección	-		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'44.32"S 81° 4'15.99"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°37	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Alto
	Columnas	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Medio
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-




FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'45.52"S 81° 4'13.37"O	
	✓ 2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°38	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Pérdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Bajo	
		✓ Pérdida de sección	Bajo	
	Vigas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Bajo	
		✓ Grietas	Bajo	
		✗ Pérdida de sección	Nulo	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Pérdida de sección	-	

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'46.65"S 81° 4'14.84"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°39	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	


FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'47.71"S 81° 4'16.42"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°40	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Alto
	Columnas	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Medio
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-


FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'47.34"S 81° 4'14.22"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°41	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Pérdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Pérdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Pérdida de sección	-		


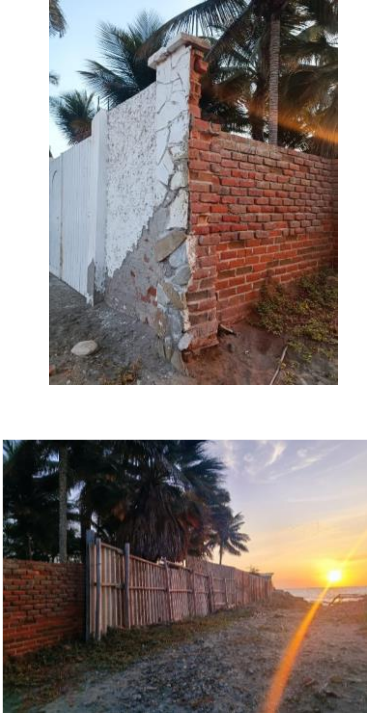
FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'49.63"S 81° 4'13.30"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°42	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Perdida de sección	-		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'50.11"S 81° 4'13.16"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°43	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Columnas	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-






FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'50.97"S 81° 4'13.21"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°44	Elemento estructural	Tipo		Nivel
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Vigas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
Losas	✓ Manchas	Crítico		
	✓ Fisuras	Crítico		
	✓ Grietas	Crítico		
	✓ Perdida de sección	Alto		




FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'51.33"S 81° 4'13.13"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°45	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
Losas	✓ Manchas	Crítico		
	✓ Fisuras	Crítico		
	✓ Grietas	Crítico		
	✓ Perdida de sección	Crítico		





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'52.21"S 81° 4'12.92"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°46	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Alto
	Columnas	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Medio
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-





FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'53.29"S 81° 4'11.84"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°47	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Alto
	Columnas	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Alto
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-



FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'55.42"S 81° 4'10.82"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Pintura	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°48	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Columnas	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Alto
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-



FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	4°59'58.14"S 81° 4'11.73"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°49	Elemento estructural	Tipo		Nivel
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Medio	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
Losas	✓ Manchas	Crítico		
	✓ Fisuras	Crítico		
	✓ Grietas	Crítico		
	✓ Perdida de sección	Crítico		


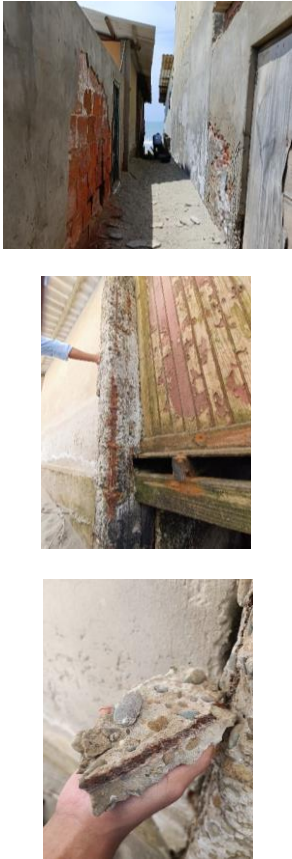
FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'1.21"S 81° 4'8.87"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°50	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Columnas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Medio	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'2.90"S 81° 4'6.66"O	
	✓ 2da fila y 3ra fila	✓ Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°51	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Bajo	
		✓ Fisuras	Bajo	
		✗ Grietas	Nulo	
		✗ Perdida de sección	Nulo	
	Columnas	✓ Manchas	Bajo	
		✓ Fisuras	Bajo	
		✗ Grietas	Nulo	
		✗ Perdida de sección	Nulo	
	Vigas	✓ Manchas	Bajo	
		✗ Fisuras	Nulo	
		✗ Grietas	Nulo	
		✗ Perdida de sección	Nulo	
	Losas	✗ Manchas	Nulo	
		✗ Fisuras	Nulo	
		✗ Grietas	Nulo	
		✗ Perdida de sección	Nulo	


FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'15.06"S 81° 4'3.97"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	bloques de concreto	
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°52	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓ Manchas	Medio	
		✓ Fisuras	Medio	
		✓ Grietas	Medio	
		✓ Perdida de sección	Medio	
	Columnas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Bajo	
		✓ Perdida de sección	Bajo	
	Vigas	✓ Manchas	Nulo	
		✓ Fisuras	Nulo	
		✓ Grietas	Nulo	
		✓ Perdida de sección	Nulo	
Losas	- Manchas	-		
	- Fisuras	-		
	- Grietas	-		
	- Perdida de sección	-		

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'44.18"S 81° 3'54.09"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°53	Elemento estructural	Tipo	Nivel	
	Sobrecimientos	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Medio	
	Columnas	✓ Manchas	Alto	
		✓ Fisuras	Alto	
		✓ Grietas	Medio	
		✓ Perdida de sección	Medio	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	



FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'48.56"S 81° 3'52.53"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°54	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Alto	
		✓ Perdida de sección	Alto	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'58.44"S 81° 3'50.28"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
	Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°55	Elemento estructural	Tipo	Nivel	
	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	



FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 0'58.75"S 81° 3'47.39"O
	✓ 2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención
	3ra fila y 4ta fila		Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación
	5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°56	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Bajo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Columnas	✓	Manchas	Bajo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	✗	Manchas	Nulo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Losas	✗	Manchas	Nulo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 1'11.60"S 81° 3'46.40"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°57	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Bajo
		✓	Grietas	Bajo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Columnas	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✓	Grietas	Bajo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 1'12.39"S 81° 3'46.07"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°58	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Bajo
		✓	Grietas	Bajo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Columnas	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✓	Grietas	Bajo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-






FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	✓ Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 1'13.36"S 81° 3'45.88"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo	
	4ta fila y 5ta fila	✓ Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✓ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°59	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Columnas	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	✓	Manchas	Bajo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Losas	✗	Manchas	Nulo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 1'17.54"S 81° 3'40.77"O
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención
	3ra fila y 4ta fila	✓	Entre 2018 a 2020	Anti salitre
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación
	5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°60	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Columnas	✓	Manchas	Bajo
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	✓	Manchas	Bajo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Losas	✗	Manchas	Nulo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila		Menor a 6 meses	5° 0'55.84"S 81° 3'45.93"O
	2da fila y 3ra fila	✓	Entre 2021 a 2023	Método de prevención
	3ra fila y 4ta fila	✓	Entre 2018 a 2020	Anticorrosivo
	4ta fila y 5ta fila		Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación
	5ta fila a más		De 2015 a más	Ninguno
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°61	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Columnas	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Bajo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
	Vigas	✓	Manchas	Bajo
		✗	Fisuras	Nulo
		✗	Grietas	Nulo
		✗	Perdida de sección	Nulo
Losas	✓	Manchas	Bajo	
	✗	Fisuras	Nulo	
	✗	Grietas	Nulo	
	✗	Perdida de sección	Nulo	

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'48.34"S 81° 3'47.01"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	✓ 3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✓ Vigas		Carbonatación	
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°62	Elemento estructural	Tipo		Nivel
	Sobrecimientos	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Columnas	✓	Manchas	Crítico
		✓	Fisuras	Crítico
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Vigas	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Crítico
		✓	Perdida de sección	Crítico
	Losas	-	Manchas	-
		-	Fisuras	-
		-	Grietas	-
		-	Perdida de sección	-

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'41.46"S 81° 3'48.74"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	✓ 3ra fila y 4ta fila	✓ Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓	Sobrecimientos	✓	Vigas	Carbonatación
✓	Columnas	✓	Losas	✓ Cloruros
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°63	Elemento estructural	Tipo		Nivel
 	Sobrecimientos	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Alto
		✓	Grietas	Medio
		✓	Perdida de sección	Bajo
	Columnas	✓	Manchas	Alto
		✓	Fisuras	Medio
		✓	Grietas	Bajo
		✓	Perdida de sección	Bajo
	Vigas	✓	Manchas	Medio
		✓	Fisuras	Bajo
		✓	Grietas	Bajo
		✓	Perdida de sección	Bajo
Losas	✓	Manchas	Bajo	
	✓	Fisuras	Bajo	
	✗	Perdida de sección	Nulo	
	✗	Perdida de sección	Nulo	

FICHA DE OBSERVACIÓN				
Título de investigación	"Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano"			
Tesista	Morán Córdova Frank Edson			
Lugar	Distrito:	Provincia:	Departamento:	Fecha:
La Esmeralda	Colan	Paita	Piura	23/10/2023
Datos generales				
Localización	Ubicación	Antigüedad	Coordenadas	
 	Litoral y 2da fila	Menor a 6 meses	5° 0'39.34"S 81° 3'49.31"O	
	2da fila y 3ra fila	Entre 2021 a 2023	Método de prevención	
	✓ 3ra fila y 4ta fila	Entre 2018 a 2020	Ninguno	
	4ta fila y 5ta fila	Entre 2015 a 2017	Proceso de recuperación	
	5ta fila a más	✓ De 2015 a más	Ninguno	
Elementos estructurales analizados			Tipo de corrosión	
✓ Sobrecimientos	✗ Vigas	Carbonatación		
✓ Columnas	✗ Losas	✓	Cloruros	
Fotografías	Corrosión en concreto armado			
Estructura analizada N°64	Elemento estructural	Tipo	Nivel	
  	Sobrecimientos	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Columnas	✓ Manchas	Crítico	
		✓ Fisuras	Crítico	
		✓ Grietas	Crítico	
		✓ Perdida de sección	Crítico	
	Vigas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	
	Losas	- Manchas	-	
		- Fisuras	-	
		- Grietas	-	
		- Perdida de sección	-	

Anexo 3: Autorización para realización de trabajo de investigación



AUTORIZACIÓN

EL QUE SUSCRIBE EL PRESENTE DOCUMENTO, EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO SAN LUCAS DE COLÁN, DISTRITO DE COLÁN, PROVINCIA PAITA, REGIÓN PIURA.

AUTORIZA:

Al Sr: **FRANK EDSON MORAN CORDOVA**, identificado con **DNI N° 72455064**; para que, realice el Trabajo de Investigación del proyecto de tesis titulado: **“Evaluación del impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano”**, donde se realizará una evaluación de las estructuras o edificaciones afectadas en el Balneario la Esmeralda.

San Lucas de Colan 22 de octubre del 2023



MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO SAN LUCAS DE COLÁN
Juan Carlos Ayala Arévalo
ALCALDE

📍 Calle Grau N° 17 – San Lucas de Colan
📘 Municipalidad C.P San Lucas de Colan
✉ municipalidadcpsanlucasdecolan@gmail.com
📷 VisitaColan
☎ 956 874 656 – 904 559 434



Anexo 4: Panel fotográfico

Figura 2: Estructuras analizadas en playa La Esmeralda – Colan – Paita - Piura



Fuente: Google Earth

Figura 3: Riesgo de inundación en la parte baja de Colan



Figura 4: Inundación ocurrida a causa de las precipitaciones ocurridas en los primeros meses de 2023.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Comparativa entre Pampa de Colan, pasando el cruce con pista Olympic, coordenadas: 4°59'13.66"S; 81°3'41.76"O – Fecha: 07/04/2023



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Comparativa entre Pampa de Colan, pasando el cruce con pista Olympic, coordenadas: 4°59'13.66"S; 81°3'41.76"O – Fecha: 13/12/2023



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Área de investigación



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Salinidad y humedad del suelo – Corrosión en tanque libre, coordenadas: 5° 0'23.82"S; 81° 3'47.08"O



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Sobrecimiento construido antes del año 2015



Fuente: Google Earth

Figura 10: Perdidas de sección del concreto debido a la corrosión



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Vivienda construida antes del año 2015



Fuente: Google Earth

Figura 12: Agrietamiento y pérdidas de sección en columna debido a la corrosión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Manchas y fisuramiento en sobrecimientos y columnas de estructura con antigüedad menor a 2015



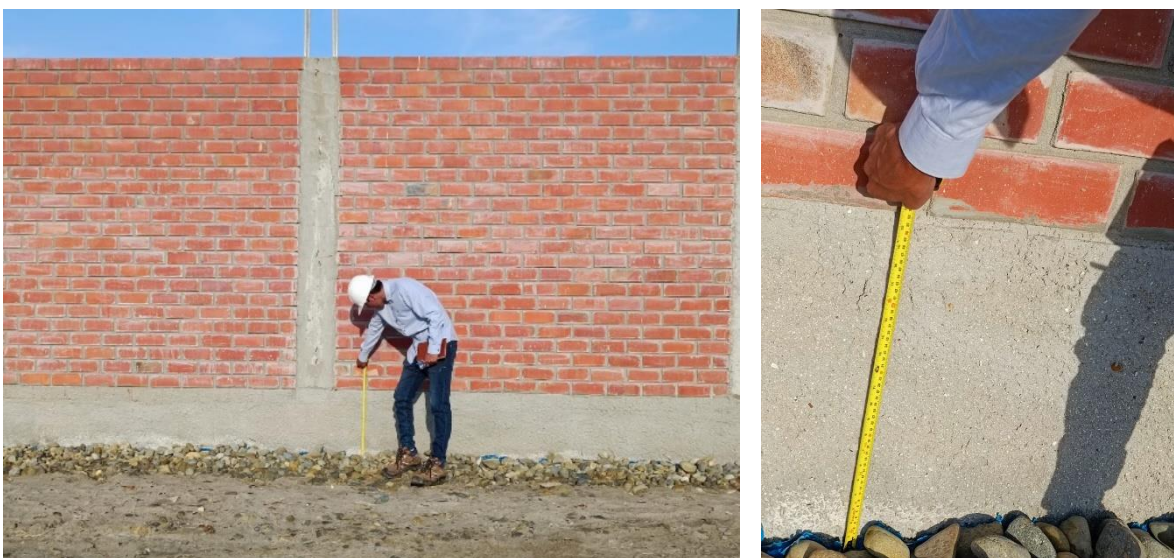
Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Reparación de concreto con uso de impermeabilizantes y anticorrosivos



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Estructura nueva con niveles casi nulos de corrosión, la altura del nivel de terreno al final del sobrecimiento es de 50 cm aproximadamente y se está utilizando plástico grueso sostenidas por las piedras para proteger la cimentación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Cerco perimétrico con plástico grueso y geomembranas como método de protección para cimentaciones, sin embargo, se puede apreciar las manchas de corrosión y la salinidad atacando a la estructura



Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Cerco perimétrico geomembranas como método de protección para cimentaciones, sin embargo, se puede apreciar que la estructura tiene pérdidas de sección críticas



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Vista interior y exterior del cerco perimétrico donde se aprecia la corrosión producto de la salinidad y humedad



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Estructura con pintura anticorrosiva como método de reparación



Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Nivel de humedad relativamente alta en vivienda / Cerco perimétrico nuevo con protección de plástico grueso



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Cerco perimétrico construido antes del año 2015



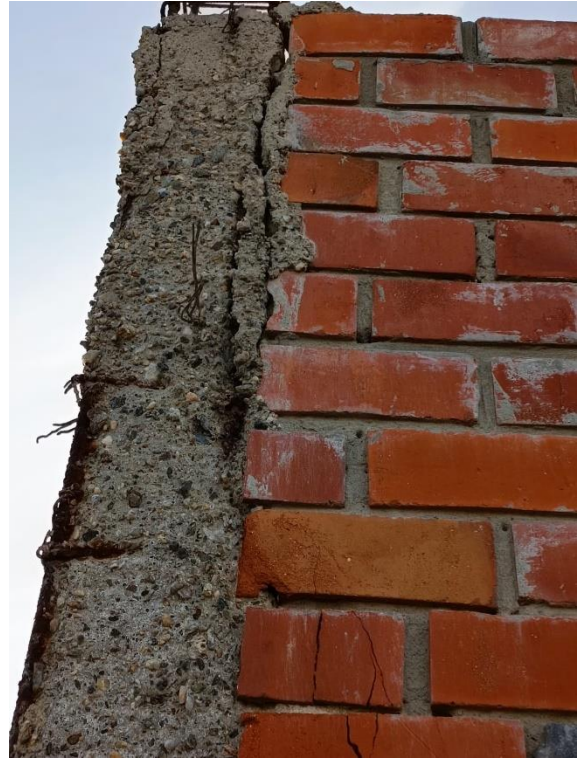
Fuente: Google Earth

Figura 22: Nivel de corrosión crítica en columnas



Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Perdidas de sección críticas en columnas



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Estructuras abandonadas que pese a sus intentos por proteger a la estructura, fueron afectadas



Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Cerco perimétrico construido antes del año 2015



Fuente: Google Earth

Figura 26: Humedad y salinidad afectando a la estructura, dejando niveles críticos de corrosión en sobrecimientos y columnas



Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Perdidas de sección de nivel crítico en columnas y sobrecimientos.



Figura 28: Corrosión afectando las zonas expuestas del acero



Fuente: Elaboración propia

Figura 29: Estructura con protección y/o reparación por impermeabilizantes y anticorrosivos / Estructura sin protección y/o reparación



Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Cerco perimétrico afectado por drásticamente por la corrosión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Corrosión en columnas generando pérdidas de sección en el concreto



Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Estructura nueva afectada por la corrosión



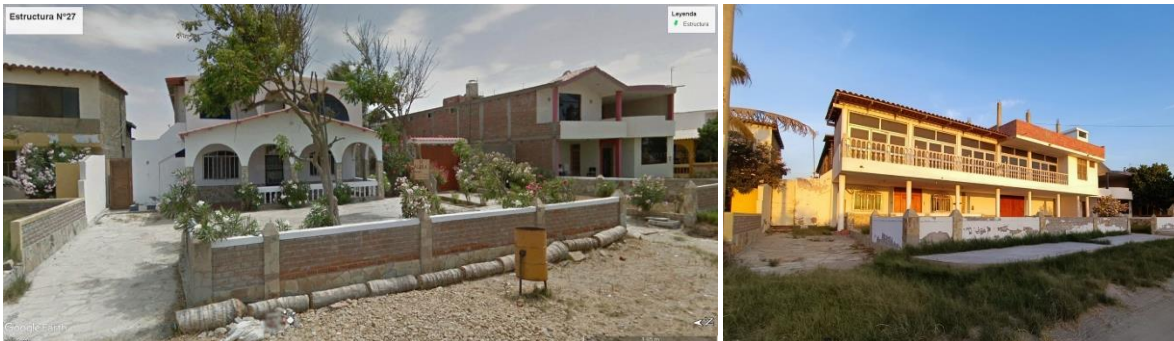
Fuente: Elaboración propia

Figura 33: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 34: Estructura reconstruida mejorando su protección ante la corrosión y la salinidad



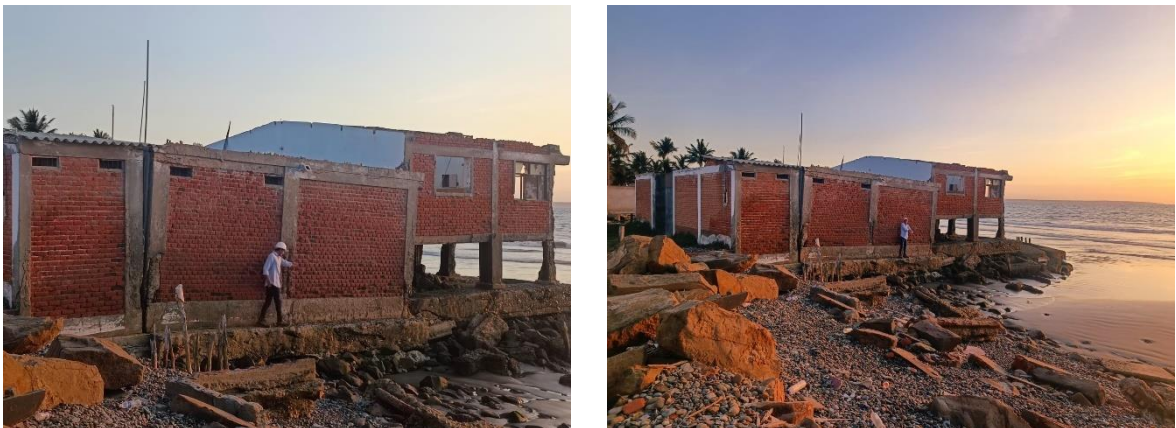
Fuente: Elaboración propia

Figura 35: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 36: Estructuras antiguas sin ningún tipo de protección, afectadas drásticamente por corrosión.



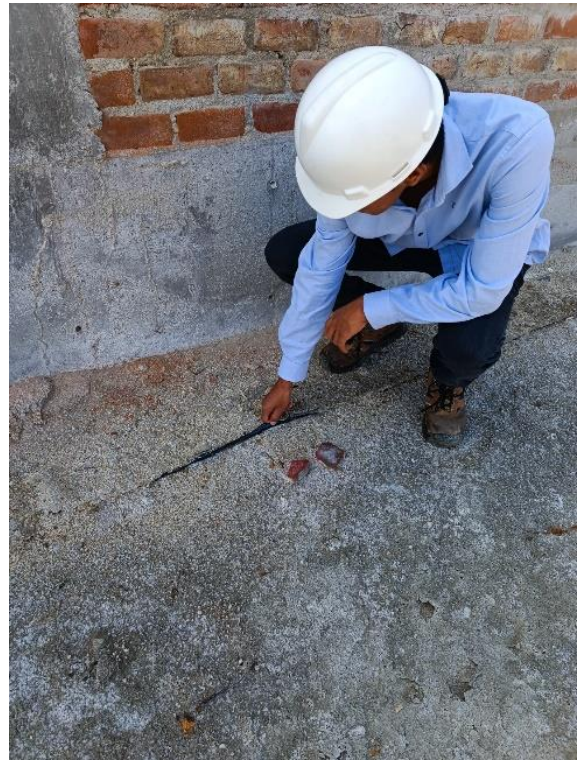
Fuente: Elaboración propia

Figura 37: Cercos perimétricos con antigüedad menor a 2015 con niveles de corrosión y humedad críticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 38: Estructura con geomembrana como método de protección para las cimentaciones, pero sin ninguna otra precaución.



Fuente: Elaboración propia

Figura 39: estructuras reparadas y protegidas usando pintura anticorrosiva, impermeabilizantes, plástico grueso y antisalitre.



Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Cerco perimétrico sin ninguna protección afectado drásticamente por corrosión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Estructura nueva y en construcción, con método de protección inicial de plástico grueso para cimentaciones, sin embargo, a pesar del poco tiempo de construcción, se puede notar algunas, aunque pocas, zonas con corrosión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Muros de bambú, para evitar humedad en ladrillos, pero sin protección de la estructura (Cimientos y columnas)



Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Edificaciones frente al litoral construidas con otros materiales y con pilotes de madera y piedras grandes para su protección



Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Edificación construida antes del año 2015



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 46: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Estructuras antiguas abandonadas frente al litoral con niveles de corrosión críticos.



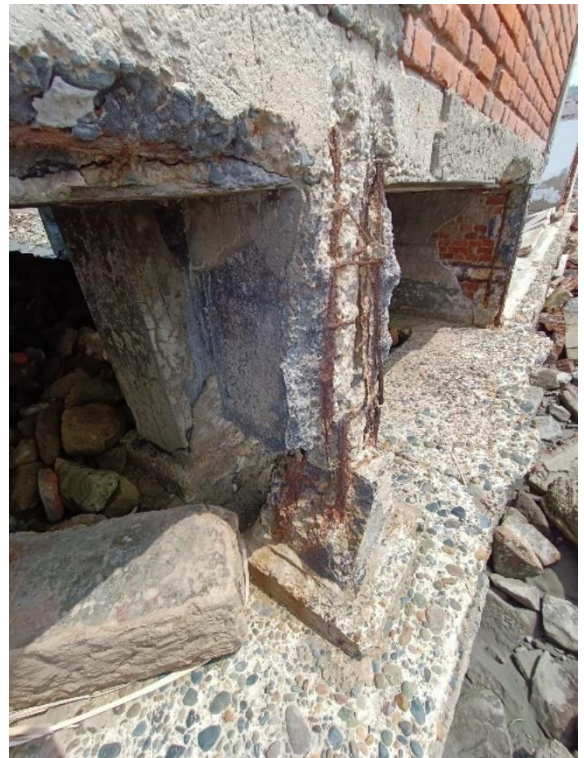
Fuente: Google Earth



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Edificación construida antes del año 2015



Fuente: Google Earth

Figura 50: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Soportes de estructura frente al litoral afectados drásticamente por corrosión



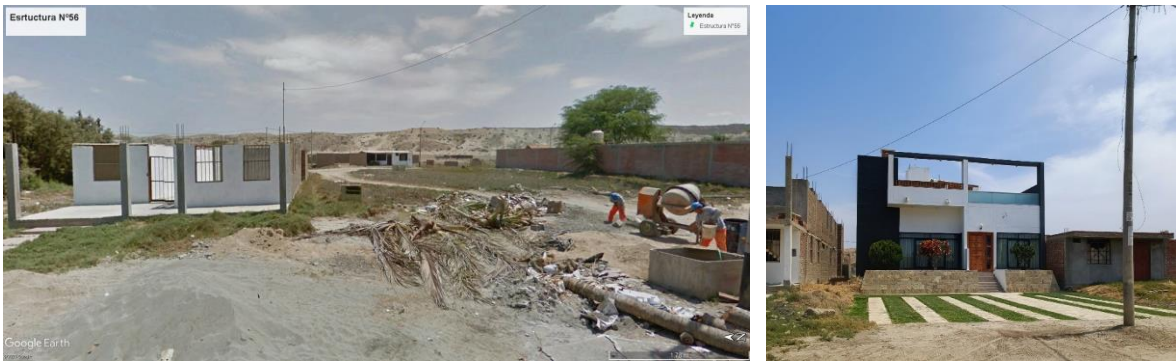
Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Columna antigua con pérdidas de sección críticas



Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.



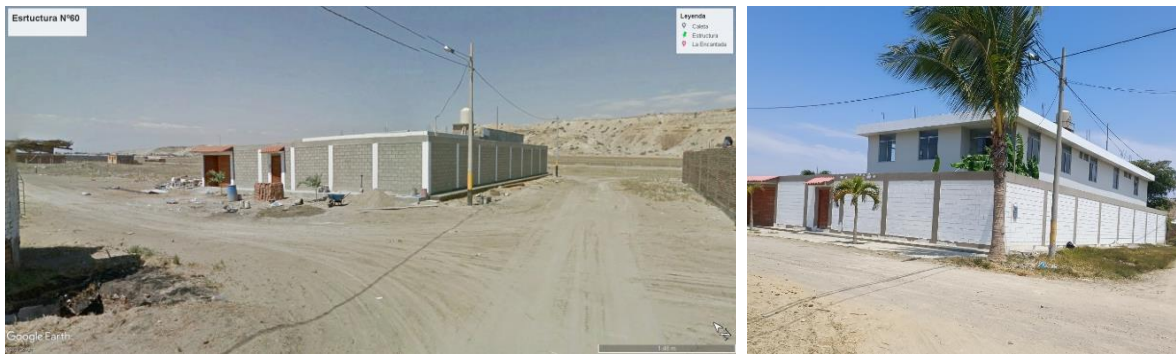
Fuente: Elaboración propia

Figura 54: Edificaciones en zona sur construidas con madera y con una distancia considerable del litoral.



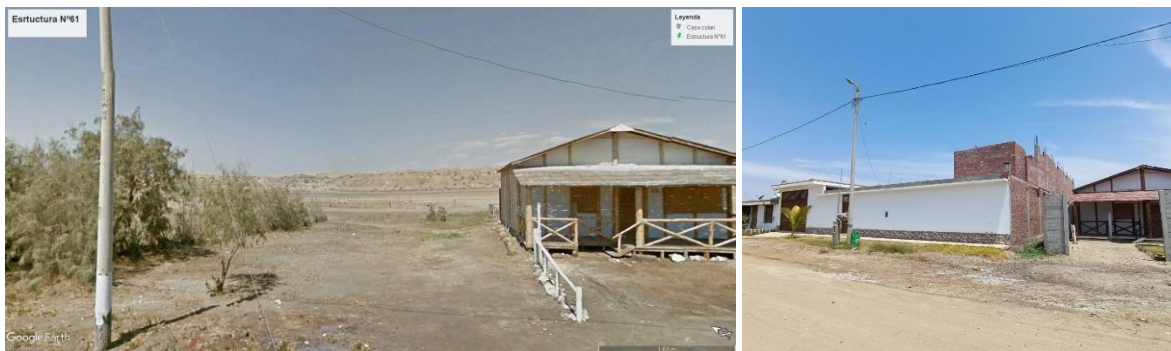
Fuente: Elaboración propia

Figura 55: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 56: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida con métodos de protección anticorrosivos eficientes.



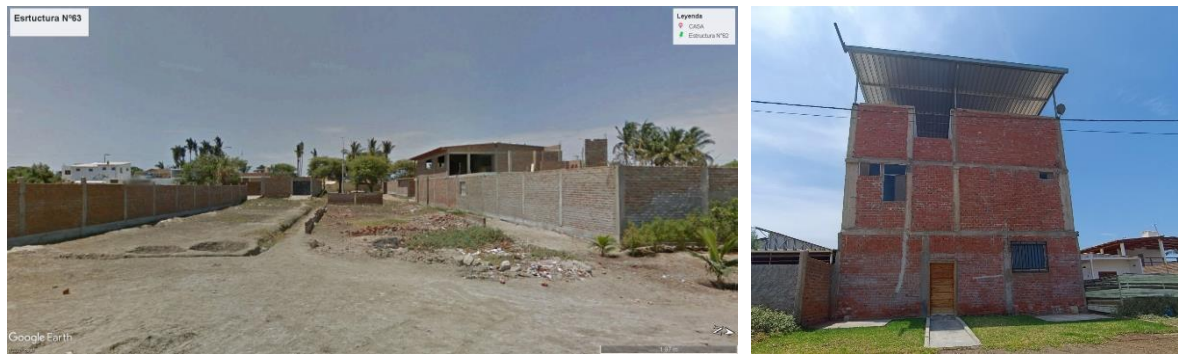
Fuente: Elaboración propia

Figura 57: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida sin métodos de protección anticorrosivos eficientes.



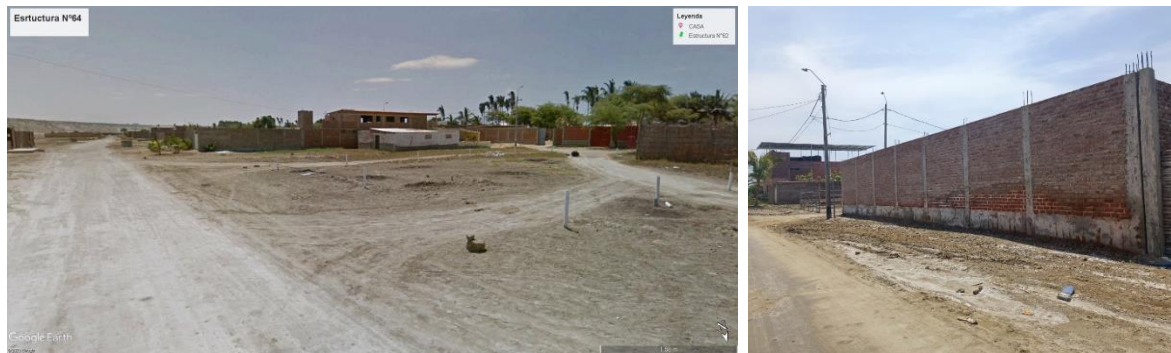
Fuente: Elaboración propia

Figura 58: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida sin métodos de protección anticorrosivos eficientes, además, con un diseño estructural incorrecto (Columnas)



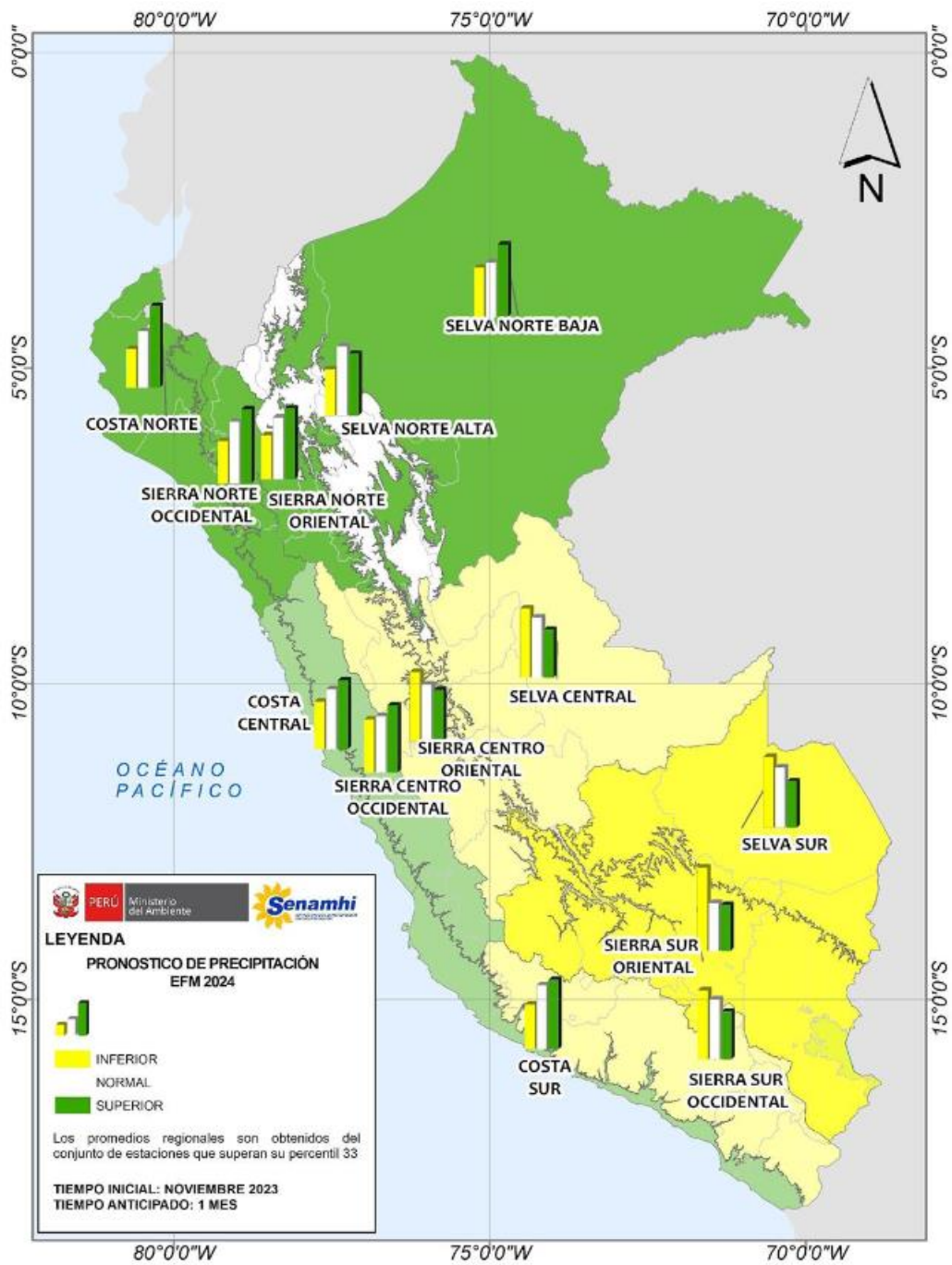
Fuente: Elaboración propia

Figura 59: Edificación con antigüedad menor al año 2015, construida sin métodos de protección anticorrosivos eficientes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 60: Pronóstico probabilístico de precipitaciones por regiones a nivel nacional (Verano 2024)



Fuente: SENAMHI

Tabla 13: Valores de probabilidad por regiones según categorías (inferior, normal y superior) del pronóstico de lluvias para el trimestre EFM 2024

REGIONES	PROBABILIDADES (%)			ESCENARIO	UMBRALES (mm)	
	INFERIOR	NORMAL	SUPERIOR		P33*	P66*
COSTA NORTE	22	32	46	SUPERIOR	98.1	255.5
COSTA CENTRO	27	34	39	SUPERIOR	4.3	8.8
COSTA SUR	25	36	39	SUPERIOR	2.2	6.5
SIERRA NORTE OCCIDENTAL	24	35	42	SUPERIOR	322.0	555.1
SIERRA NORTE ORIENTAL	25	35	40	SUPERIOR	259.4	391.0
SIERRA CENTRO OCCIDENTAL	30	32	38	SUPERIOR	216.9	341.1
SIERRA CENTRO ORIENTAL	39	32	29	INFERIOR	303.4	402.6
SIERRA SUR OCCIDENTAL	39	34	27	INFERIOR	176.3	267.3
SIERRA SUR ORIENTAL	47	27	26	INFERIOR	362.7	455.3
SELVA NORTE ALTA	26	39	35	NORMAL	249.5	383.7
SELVA NORTE BAJA	28	31	41	SUPERIOR	548.8	679.3
SELVA CENTRAL **	39	34	27	INFERIOR	793.0	931.0
SELVA SUR **	40	34	26	INFERIOR	838.0	967.0

*P33 umbral inferior definido estadísticamente con el percentil 33.

*P66 umbral superior definido estadísticamente con el percentil 66.

*El pronóstico de la selva centro y sur fueron estimados en base a la revisión de pronósticos (dinámicos) de fuentes externas y los umbrales fueron estimados en base a datos de lluvia estimada PISCO (Aybar et al. 2019 - DOI: 10.1080/02626667.2019.1649411). Tabla 1.

Fuente: SENAMHI

Anexo 4: Matriz de contingencia

Problemas	Objetivos	Variables e indicadores		Metodología	
		VARIABLES	INDICADORES	Tipo de estudio	Tipo aplicado
Problema general: Corrosión del acero en estructuras de concreto armado en zonas cercanas al mar	Objetivo general Evaluar el impacto de la corrosión en estructuras de concreto armado construidas en las playas del norte peruano haciendo énfasis en la de Colán – Paíta – Piura.	Concreto armado	Elementos estructurales Ubicación Tiempo	Diseño de investigación	Tipo no experimental, de tipo transversal correlacional
Problemas específicos: Humedad Precipitaciones y empozamiento de agua Ataque de cloruros	Objetivos específicos: Determinar qué elementos estructurales tienen mayor probabilidad de sufrir daños críticos por corrosión Determinar cuál es el tiempo de inicio de propagación de corrosión del acero en concreto armado en la playa La Esmeralda de Colán Evaluar que métodos anticorrosivos se utilizan para la protección del concreto armado en las estructuras construidas en la playa de Colán	Daño por corrosión	Manchas Fisuras Grietas Perdidas de sección	Método de investigación:	Se identificó previamente los indicadores más importantes para la realización de dicho estudio, y, se realizó una evaluación mediante una ficha de observación haciendo énfasis en los principales indicadores de corrosión: Manchas, fisuras, grietas o pérdidas de sección.
				Población:	La población seleccionada en este trabajo de investigación fueron las edificaciones de concreto armado construidas en la ciudad de Colán. Específicamente aquellas construidas en la parte baja, cercanas a la playa La Esmeralda de Colán.
				Muestreo:	El muestreo que se implementó fue de tipo probabilístico, el cual está comprendido por las estructuras de concreto armado más cercanas al mar, como las construidas en el litoral, y las comprendidas entre la playa La Esmeralda de Colán y la carretera Costanera. Con una población de 500 edificaciones construidas en la playa La Esmeralda de Colán.
				Muestra:	n=64