



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado
expuestas a corrosión en construcciones por etapas diferidas,
Chiclayo 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bautista Espinoza, Hermitano (orcid.org/0009-0002-1984-8282)

ASESOR:

Mag. Muñiz Paucarmayta, Marco Herber (orcid.org/0000-0002-6818-6097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2024

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de tesis está dedicada especialmente a mis padres y hermanos ya que sin su apoyo habría sido posible mi desarrollo profesional y poder terminar mis estudios, así como a mi esposa que ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de mi vida y progreso académico, también para mis familiares, amigos y docentes que con su apoyo económico de conocimientos no sería posible haber terminado este estudio ni el progreso en mis estudios. *Hermitanio Bautista Espinoza*

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y la fortaleza para siempre seguir adelante con mucho optimismo y vencer todos los obstáculos que se cruzan en mi camino.

A mis padres familiares y esposa, por darme su apoyo día a día para cumplir mis metas. De lo contrario, no hubiera llegado al lugar donde ahora estoy.

A mi asesor Muñiz Paucarmayta Marco Herber, por su apoyo y exigencia constante para poder lograr desarrollar el trabajo planteado

A SENAMHI, a la Universidad de Ingeniería, a la Universidad Pedro Ruiz Gallo y a todas las personas que de forma directa e indirecta colaboraron con este proyecto y permitieron que sea posible su realización y culminación.

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
Indice de Figuras.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2 Variables y Operacionalización	27
3.3 Población, muestra y muestreo.....	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.5 Método de análisis de datos	34
3.6 Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN....	90
VI. CONCLUSIONES	93
VII. RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS.....	97
ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Pérdida de masa en acero corrugado	7
Tabla N° 2: Tasa de corrosión promedio de estribos y barras de acero longitudinales con diámetros de 14, 16 y 8 mm en los periodos de degradación 0-10.	9
Tabla N° 3: Resultados del estudio del efecto de la corrosión del acero en estructuras de concreto armado	14
Tabla N° 4: Operacionalización de la Variable	28
Tabla N° 5: Características de mechas de acero corrugado extraídas	42
Tabla N° 6: Comparativo Estaciones de Reque vs Lambayeque	46
Tabla N° 7: Categoría de la Corrosividad atmosférica según ISO 9223.....	50
Tabla N° 8: Valores de Tiempo de Humectación TDH ISO 9223	50
Tabla N° 9: Valores de Tiempo de Humectación TDH ISO 9223 (2013).....	51
Tabla N° 10: Valores de Tiempo de Humectación TDH ISO 9223	52
Tabla N° 11: Valores de Índice de Deterioro ISO 9223	53
Tabla N° 12: Corrosión para la zona de estudio.....	57
Tabla N° 13: Valores de la Cinética de la corrosión según ISO 9223	57
Tabla N° 14: Tiempo de exposición vs profundidad de corrosión en mechas corrugadas	58
Tabla N° 15: Cinética de la Corrosión de la urbanización Santa Margarita	59
Tabla N° 16: Característica mecánicas de las mechas corrugadas sin exponer a corrosión vs las corroídas.....	61
Tabla N° 17: Grado de corrosión de las mechas extraídas con respecto a tiempo de exposición	62
Tabla N° 18: Pérdida de Peso de las mechas extraídas vs tiempo de exposición	62
Tabla N° 19: Resultados de los ensayos de tracción a las mechas de acero corrugado	68
Tabla N° 20: Tendencia Lineal de la resistencia a la tracción Kg/mm ² en función de los meses de exposición de las mechas corrugadas en las viviendas construidas por etapas.	69
Tabla N° 21: Diagrama de Limite de Fluencia a la tracción de acuerdo a su edad de las muestras.	69

Tabla N° 22: Diagrama de comparación entre variables independientes que se relacionan vs resistencia a la tracción.....	70
Tabla N° 23: Diagrama de Regresión Lineal Múltiple para las variables independientes vs la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado para la urbanización Santa Margarita.....	71
Tabla N° 24: Prueba global de validez del modelo lineal múltiple de la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas medidas en kg/mm ² en función del tiempo en meses, de las precipitaciones pluviales en mm/h, de la velocidad del viento en m/s de la corrosión en μm , de la temperatura en °C y de la humedad relativa en % (ANVA.)	72
Tabla N° 25: Estimación del modelo de regresión lineal de la resistencia a la tracción final en kg/mm ² en función del tiempo en meses, de las precipitaciones pluviales en mm/h, de la velocidad del viento en m/s de la corrosión en μm , de la temperatura en °C y de la humedad relativa en %.	73
Tabla N° 26: Prueba global de validez del modelo lineal de la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas medidas en kg/mm ² en función de la corrosión en μm (ANVA)	78
Tabla N° 27: Estimación del modelo de regresión lineal de la resistencia a la tracción final en kg/mm ² en función de la profundidad de la corrosión en μm	79
Tabla N° 28: Tendencia Lineal de la resistencia a la tracción final medida en kg/mm ² en función de la corrosión medida en μm	79
Tabla N° 29: Prueba global de validez del modelo lineal de la corrosión medida en μm en función del tiempo medido en meses (ANVA).	80
Tabla N° 30: Estimación del modelo de regresión lineal de la corrosión en μm en función del tiempo en meses	80
Tabla N° 31: Estimación del modelo de regresión lineal de la corrosión en μm en función del tiempo en meses si incluir la constante (pasa por el origen).....	81
Tabla N° 32: Correlación simple de la corrosión en μm con la variable tiempo en meses.....	82
Tabla N° 33: Prueba global de validez del modelo lineal de la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de la velocidad del viento (ANVA)	83

Tabla N° 34: Estimación del modelo de regresión lineal de la resistencia a la tracción final en kg/mm ² en función de la velocidad del viento en m/s y sus pruebas respectivas	83
Tabla N° 35: Prueba global de validez del modelo lineal del esfuerzo a la tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de la variación de la temperatura (ANVA).....	84
Tabla N° 36: Estimación del modelo de regresión lineal de la Resistencia a la tracción final en kg/mm ² en función de la temperatura en °C y sus pruebas respectivas.	85
Tabla N° 37: Prueba global de validez del modelo lineal del esfuerzo a la tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de la humedad relativa (ANVA).....	86
Tabla N° 38: Estimación del modelo de regresión lineal del esfuerzo a la tracción final en kg/mm ² en función de la humedad relativa en % y sus pruebas respectivas.	86
Tabla N° 39: Prueba global de validez del modelo lineal del esfuerzo a la tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de las precipitaciones pluviales (ANVA)	87
Tabla N° 40: Estimación del modelo de regresión lineal del esfuerzo a la tracción final en kg/mm ² en función de las precipitaciones pluviales y sus pruebas respectivas.	88
Tabla N° 41: Correlaciones simples de cada variable predictora con la variable respuesta con el 95% de confianza.....	88
Tabla N° 42: Coeficiente de determinación de cada variable predictora con la variable respuesta.....	89
Tabla N° 43: Datos Meteorológicos SENAMHI.....	102
Tabla N° 44: Datos de muestras extraídas de la urb. Santa Margarita	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Vista de exposición al aire libre de las muestras metálicas en el aeropuerto.....	6
Figura N° 2: Experimento de prueba de tracción de barras de acero longitudinales corroídas.....	10
Figura N° 3: Resistencias a la tracción de barras de acero longitudinales corroídas: (a) resistencias perdida y (b) Fuerza Ultima del acero.	10
Figura N° 4: Dimensiones de las muestras (a) Vista horizontal (b) Vista en sección transversal.....	12
Figura N° 5: Mechas de Acero expuestas en construcciones por etapas Urb. Santa Margarita.....	15
Figura N° 6: Vista de corrosión uniforme.....	16
Figura N° 7: Vista de Corrosión Localizada.....	17
Figura N° 8: Ejemplo de corrosión Química	18
Figura N° 9: Ejemplo de flujo de corriente electroquímica entre dos pilas.....	18
Figura N° 10: Corrosión Atmosférica cerca al mar	19
Figura N° 11: Capa protectora de acero corrugado.....	20
Figura N° 12: Resistencia a la compresión del concreto	21
Figura N° 13: Acero Corrugado	22
Figura N° 14: Reacciones electroquímicas.....	23
Figura N° 15: Humedad relativa	24
Figura N° 16: Resistencia a la tracción de acero corrugado.....	25
Figura N° 17: Santa Margarita año Marzo del 2018	29
Figura N° 18: Santa Margarita año Marzo del 2018	30
Figura N° 19: Santa Margarita año Marzo del 2023	30
Figura N° 20: Santa Margarita año Marzo del 2023	31
Figura N° 21: Localización del proyecto de tesis.....	37
Figura N° 22: Ubicación respecto al mar (L=9941.61ml) de la zona d estudio ...	38
Figura N° 23: Lotes intervenidos Urbanización Santa Margarita	38
Figura N° 24: Vista de Urbanización santa margarita diciembre 2023	39
Figura N° 25: Visa de Urbanización santa margarita.....	39
Figura N° 26: Visita de lotes que se intervinieron en el trabajo de tesis	41
Figura N° 27: Estaciones Meteorológicas SENAMHI	44
Figura N° 28: Estaciones Meteorológicas involucradas en la zona de estudio...	45
Figura N° 29: Procedimiento de peso, limpieza de las muestras extraídas.....	54
Figura N° 30: Muestras después del ensayo a la tracción	63
Figura N° 31: Maquina con la que se realizó el ensayo a la tracción	64
Figura N° 32: Muestras realización del ensayo a la tracción	65
Figura N° 33: Muestras realización del ensayo a la tracción	66
Figura N° 34: Tendencia Lineal de la Resistencia a la tracción final en kg/mm ² en función de la regresión múltiple de las variables independiente: V. Viento m/s, V. Temperatura °C, H. Relativa %, P. Pluviales mm/h, P. Corrosión um, Tiempo de exposición meses.....	74
Figura N° 35: Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm ² en función de la velocidad del viento en m/s	75
Figura N° 36: Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm ² en función de la variación de la temperatura en °C	75

Figura N° 37: Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm ² en función de la humedad relativa en %.....	76
Figura N° 38: Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm ² en función de las precipitaciones pluviales en mm/h	77
Figura N° 39: La Tendencia Lineal de la corrosión medida en μm en función del tiempo en meses	82

RESUMEN

El presente proyecto busca determinar la nueva resistencia a la tracción de las barras de acero corrugado que han sido dejadas en los techos de las viviendas construidas por etapas en la urbanización Santa Margarita del distrito de la Victoria provincia de Chiclayo región Lambayeque que al dejarlos a la intemperie de las condiciones atmosféricas ha generado corrosión, donde el objetivo principal es determinar cuánto afecta la corrosión a la resistencia de tracción de mechas de acero corrugado y como objetivos específicos determinar cuánto afecta la velocidad del viento, variación de la temperatura, humedad relativa, sales y cloruros y precipitaciones pluviales al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023.

La Metodología se centró en la selección de viviendas que cuenten con columnas con mechas expuestas a la intemperie realizar su análisis de sus características mecánicas, pérdida de peso, cálculo de la velocidad de corrosión y ensayo a la tracción, los ensayos se realizaron en la Universidad de Ingeniería de Lima, La preparación y evaluación de las características mecánicas y físicas de las mechas de acero corrugada se han realizado según la norma NTP 350.405:2019. Donde luego de la evaluación de las mechas corrugadas se concluye que la urbanización Santa Margarita registraron valores de TDH superior a los 2500 y menos a los 5500 clasificándolo como una atmosfera de agresividad alta C4 según la clasificación ISO 9223.

Palabras clave: Corrosión, resistencia a la tracción, velocidad de corrosión, agentes ambientales, acero corrugado.

ABSTRACT

The present project seeks to determine the new tensile resistance of the corrugated steel bars that have been left on the roofs of the houses built in stages in the Santa Margarita urbanization of the Victoria district, province of Chiclayo, Lambayeque region, which when left to the weathering of atmospheric conditions has generated corrosion, where the main objective is to determine how much corrosion affects the tensile strength of corrugated steel rovings and as specific objectives to determine how much it affects wind speed, temperature variation, relative humidity, salts and chlorides and rainfall to the tensile stress of exposed corrugated steel wicks in constructions by deferred stages, Chiclayo 2023.

The Methodology focused on the selection of homes that have columns with wicks exposed to the elements, carrying out their analysis of their mechanical characteristics, weight loss, calculation of the corrosion rate and tensile testing, the tests were carried out at the University of Engineering of Lima, The preparation and evaluation of the mechanical and physical characteristics of the corrugated steel rovings have been carried out according to the NTP 350.405:2019 standard. Where, after the evaluation of the corrugated wicks, it is concluded that the Santa Margarita urbanization recorded TDH values greater than 2500 and less than 5500, classifying it as a C4 high aggressive atmosphere according to the ISO 9223 classification.

Keywords: Corrosion, tensile strength, corrosion rate, environmental agents, corrugated steel.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo de la construcción el material más utilizado actualmente es el concreto armado que resulta de la combinación de arena, piedra, agua y cemento con un refuerzo de varillas de acero corrugado dando como resultado un material con buena resistencia a la tracción y compresión, en tal sentido muchas infraestructuras son construidas con dicho material como son los puentes, canales, pavimentos, presas y edificaciones en este último caso la construcción puede ser realizado con o sin asesoramiento técnico profesional, pero en ambos casos dependiendo básicamente de los recursos económicos las construcciones pueden ser concluidos o ejecutados en dos o más etapas, en el caso por etapas es frecuente observar las mechas de fierro corrugado de las columnas dejadas por encima de los techos de las edificaciones, los cuales quedan expuestos a la intemperie hasta que se reinicie la siguiente etapa, en ese periodo de tiempo por efectos ambientales el acero corrugados sufre corrosión, con ello disminución de sus sección y capacidad de resistencia a la tracción.

Al respecto se cuenta con hallazgos internacionales como el de la Universidad Técnica Nacional de Atenas (2020) que realiza la evaluación de la corrosión atmosférica en acero corrugado, durante 4 años consecutivos, se evaluó el estado de conservación de láminas de acero corrugado, aluminio, cobre y zinc, expuestos a corrosión atmosférica y se determina que el principal agente de la degeneración de los materiales metálicos es la corrosión atmosférica, así mismo la investigación indica que las pérdidas derivadas de la corrosión está en el rango del 3 al 6% del producto interno bruto (PIB) de las economías de los países industrializados es por ello que esta situación ha dado lugar a un extenso esfuerzo internacional para investigarlo lanzando programas de cálculos de corrosión para investigar, profundizar y comprender el fenómeno de la corrosión con el objetivo de minimizar sus efectos.

Otra investigación realizado sobre el tema es el trabajo del Departamento de Ciencia e ingeniería de materiales de Estados Unidos, (2020) en donde se menciona que la corrosión viene afectando a las principales infraestructuras en los EE. UU, y otras partes del mundo, provocando diversos daños en las construcciones de concreto armado, es por ello que se ha convertido en una

importante amenaza para las construcciones, en dicho estudio revelan que del total de puentes existentes en EE. UU el 55 % han sido afectados por diversos fenómenos generando un perjuicio económico de \$22.6 mil millones al año invertido en mantenimiento de infraestructuras envejecidas, de las cuales se estiman que \$8.3 mil millones se ha invertido para el reemplazo o reparación anual de concreto armado que ha sido afectado por la corrosión, así mismo se estima que alrededor del 15% de los puentes de concreto armado en los EE. UU. son estructuralmente deficientes debido a la corrosión del acero corrugado. Por otra parte en América latina, según la Revista ALCONPAT en su publicación N°6, la preocupación es que la corrosión consume directa o indirectamente alrededor del 5% del PBI de un país industrializado en Latinoamérica además de involucrar grandes problemas cuando no son correctamente tratados además el estudio especifica que entre los factores que influyen en la corrosión se tiene a la humedad relativa, la velocidad del viento, el pH del concreto y la variación de la temperatura de exposición, entre otros. Ahora cabe decir que en el plano nacional que los efectos ambientales en los materiales metálicos son diferenciados según su ubicación geográfica por ejemplo en la costa norte en particular en Chiclayo los problemas de corrosión no son ajenos tal como sostiene la Revista Sociedad Química del Perú (Carvallo, 2014), en la que se muestra que la corrosión atmosférica se presenta principalmente en las zonas aledañas al mar afectando a los muelles y edificaciones costaneras cuyas pérdidas se estiman en aproximadamente 1 millón de dólares por año.

Otro dato importante de la revista es el periodo de estudio que duro de septiembre del 2010 a septiembre del 2011 con el que se determina la velocidad de corrosión atmosférica, utilizando el método de pérdida de peso en un año de exposición, el cual se determina un alto grado de oxidación.

Ante esta situación descrita se plantea como problema general: Determinar cuánto afectaría la corrosión a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023 así mismo hay q mencionar también que se ha planteado cuatro problemas específicos: primero ¿Cómo afecta la velocidad del viento al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por

etapas diferidas, Chiclayo 2023? Segundo ¿Cómo afecta la variación de la temperatura al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023? Tercero ¿Cómo afecta la humedad relativa al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023? Y por último el cuarto ¿Cómo afecta la Precipitaciones Pluviales al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023?

La justificación teórica, mediante el presente trabajo se pretende explicar los factores **porque** se produce el fenómeno de la corrosión en la urbanización Santa Margarita y cuáles son los factores ambientales de mayor incidencia en la corrosión en las mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas específicamente en pérdida de peso y resistencia a la tracción.

Así mismo dicha investigación está sustentada en el estudio de cada uno de los cuatro agentes ambientales y su efecto sobre el acero corrugado de las construcciones de etapas diferidas y como la corrosión puede afectar la seguridad estructural de una edificación,

Justificación práctica, la presente investigación de tesis se llevó a cabo **para determinar cuánto es la corrosión anual** que es producida por los agentes ambientales de la urbanización Santa Margarita, y esa corrosión cuanto perjudica a la resistencia a la tracción en las mechas de acero corrugado que han sido dejadas sobre los techos de las construcciones por etapas diferidas.

justificación metodológica está basada en la observación, medición y ensayos de laboratorio en mechas de acero corrugado para determinar su grado de corrosión y su resistencia a la tracción residual, utilizando los métodos de pérdida de peso y resistencia a la tracción, anexo instrumento de recolección de datos.

justificación ambiental el estudio considera para cada vivienda muestreada la medición de los agentes ambientales como son humedad relativa, velocidad del viento precipitaciones pluviales, temperatura, y la distancia con respecto al mar

Por lo anteriormente expuesto la investigación su **Objetivo General** es determinar la **Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas a corrosión en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023**, teniendo como ámbito de estudio la Urbanización Santa Margarita del distrito de la Victoria, Provincia de Chiclayo, ubicado a una longitud: $L=9941.61\text{ml}$ desde el mar (Océano Pacífico), en la urbanización se vienen realizando construcciones desde el 2015 en su mayoría por etapas, dejando mechas expuestas en las cuales ya se visualiza presencia de corrosión debido a que está ubicado en una zona costera que presenta factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, lluvias, viento y otros factores que contribuyen que el daño se incremente con el transcurrir del tiempo.

El **objetivo general** del estudio será determinar cuánto afecta la corrosión a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023 así mismo se plantea determinar sus cuatro objetivos específicos, teniendo como: **primero objetivo** determinar cuánto afecta la velocidad del viento al esfuerzo de tracción dado que a mayor velocidad del viento mayor deposición de partículas que aceleran la corrosión en el acero, segundo determinar cuánto afecta la variación de la temperatura al esfuerzo de tracción teniendo en cuenta que Chiclayo en épocas de verano las temperaturas bordea las $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ y en épocas de invierno los $13\text{ }^{\circ}\text{C}$, así mismo como **tercer Objetivo** es la humedad relativa considerando que Chiclayo presenta una fuerte humedad relativa que en promedio supera el 80% diario, mensual según SENAMHI y como **cuarto Objetivo** específico será determinar cuánto afecta la cantidad de precipitaciones pluviales al esfuerzo de tracción, considerando que las precipitaciones pluviales no son frecuentes solo cuando se presenta el fenómeno del niño, pero al estar expuesto el acero corrugado y al polvo y ser humedecido por la lluvia en un corto tiempo generarían gran perjuicio en las mechas acero corrugado.

En la investigación también tenemos las siguiente hipótesis como son si corrosión afecta significativamente a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023 como las hipótesis específicas son si La velocidad del viento, variación de la temperatura, humedad relativa y precipitaciones pluviales afecta

significativamente al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los antecedentes Internacionales se tiene la investigación hecho por la Universidad Técnica Nacional de Atenas (2020) donde su objetivo fue evaluar la corrosión atmosférica durante 4 años de exposición a la intermedia de los siguientes materiales: acero corrugado, aluminio, cobre y zinc en un Aeropuerto militar costero en Grecia a 0.2 km del mar donde la Metodología empleada fue colocar muestras de los materiales mencionados en el techo de una edificación, los cuales fueron expuestos al aire libre y analizados en las épocas del año por un periodo de 4 años para poder determinar la variación, pérdida de peso de las muestras y con ello calcular la velocidad de la corrosión; dicho experimento comenzó en el 2014, en dos épocas diferentes del año, en verano y en invierno, para todos los casos con el Método de Pérdida de peso.

En el desarrollo del trabajo utilizaron cuatro piezas de prueba para cada metal y período de exposición en un estante a 45° con respecto a la horizontal orientada en la dirección al sur como se ve en las Figuras 1 de exposición, las láminas fueron pesados antes y después de la exposición para medir la pérdida de peso.

Figura N° 1:

Vista de exposición al aire libre de las muestras metálicas en el aeropuerto

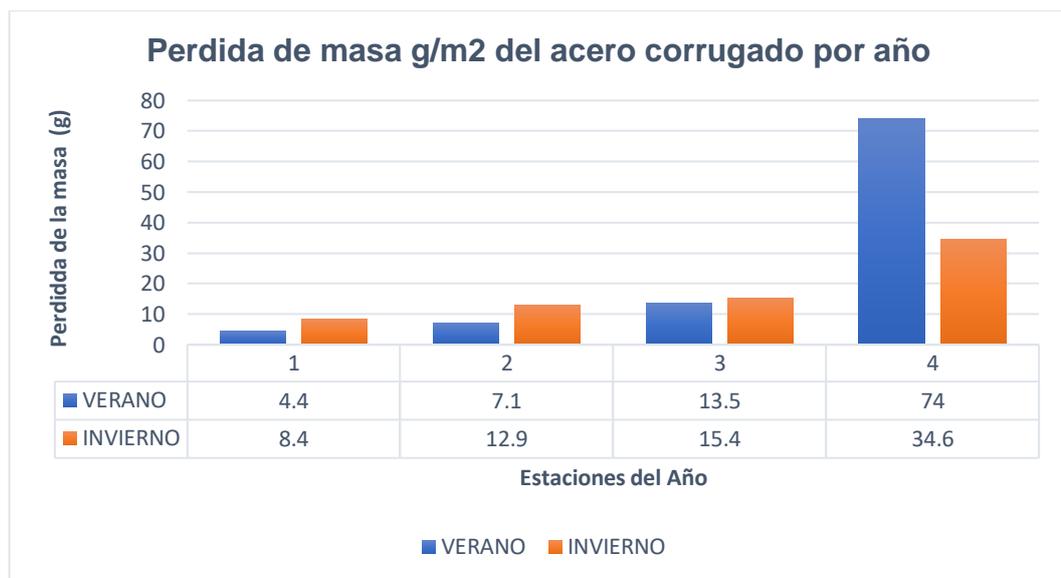


Fuente: Universidad Técnica Nacional de Atenas (2022)

El trabajo estudiado se llevó a cabo durante 4 años, con muestras tomadas para análisis posterior en un periodo de 3, 6, 12, 24 y 48 meses durante los dos períodos de exposición para su procesamiento de información se utilizó el software “Microsoft Excel” así mismo para determinar de las ecuaciones de potencia y dibujar los resultados en curvas de interpretación, los Resultados obtenidos de pérdida de masa promedio expresado en (g/m²) en el primer año de exposición en verano fue de 4.40 g/m² y en invierno de 8.40 g/m² así mismo en el segundo año en verano es de 7.1 g/m² y en invierno de 12.90 g/m² como en el tercer año es de 13.5 g/m² en verano y 15.40 g/m² en invierno y en el cuarto año de exposición en verano se tiene de 74.00 g/m² y en invierno de 34.6 g/m².

Tabla N° 1:

Pérdida de masa en acero corrugado



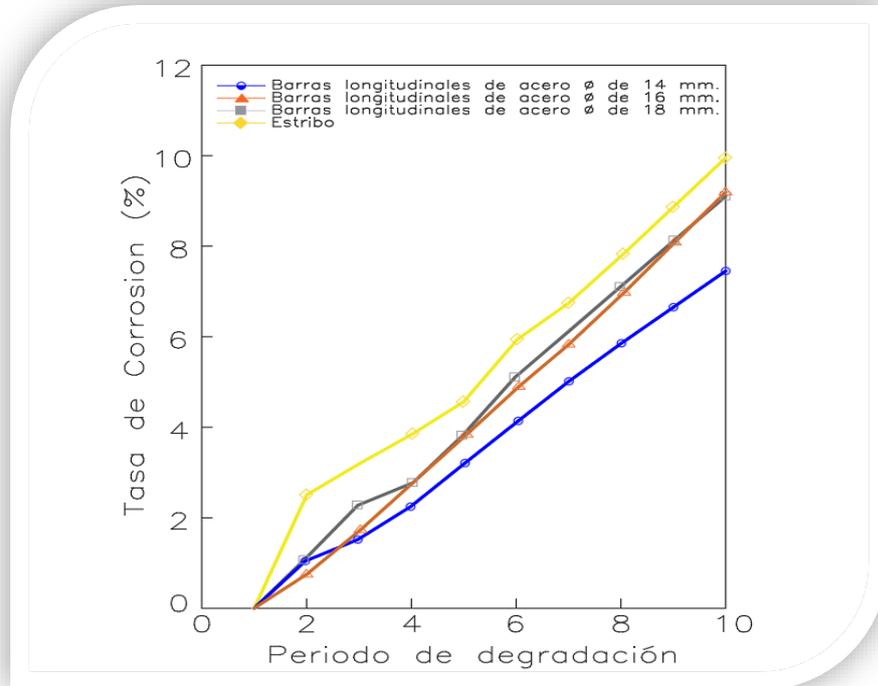
Fuente: Digitalizado de Universidad Técnica Nacional de Atenas (2022)

Así mismo la corrosión del acero corrugado, expresada en g/año, después de 1, 2 y 4 años de exposición al aire libre se tiene que en el primer año en verano es de 149.1 g/año y en invierno de 126.5 g/año, en el segundo año en verano es de 216.4.00 g/año y en invierno de 281.00 g/año así mismo en el cuarto año se tiene que en verano es de 248.00 g/año y en invierno de 267 g/año así mismo se concluyen es que el acero corrugado tiene una tasa de corrosión baja debido

a su baja tendencia termodinámica a reaccionar; así mismo la velocidad de corrosión del acero corrugado, es inferior a 2 mg/año, en los primeros cuatro años de exposición, además se indica que la salinidad es inferior a 20 mg/m² así mismo se determina que la humedad, la salinidad, la precipitación (lluvia) y el ozono son los factores que juegan un papel decisivo en la corrosión del acero corrugado en la zona del aeropuerto, así mismo la corrosión por picaduras observada en la superficie de las láminas de aluminio, con una profundidad máxima de 2 mm después de cuatro años de exposición, a una distancia aproximada de 0,2 km de la costa. Así mismo tenemos el estudio de la Universidad de Minería y Tecnología de China (2022) en su artículo tiene como objetivo determinar el mecanismo de degradación producido por la corrosión por lo se utilizando la Metodología de corrosión acelerada para ello se prepararon vigas de concreto armado para someterlo a fuerzas de trabajo y una vez de estar expuestas a factores ambientales como ácidos, sal, temperatura así como cambios periódicos de temperatura y humedad para luego someter a ensayos de falla por flexión en cuatro puntos para determinar y comparar sus resultados, se encontró que Las tasas de corrosión de las varillas de acero fueron aproximadamente cero en el primer período de degradación, pero aumentaron casi linealmente en los períodos de degradación 1–10. Además, debido a que los estribos son más fáciles expuestos a sustancias erosivas, los estribos se corroen más severamente que las barras de acero longitudinales, las barras de los estribos (barras longitudinales de acero con diámetros originales de 16 mm y 18 mm) se corroen más severamente que las barras de 8 mm

Tabla N° 2:

Tasa de corrosión promedio de estribos y barras de acero longitudinales con diámetros de 14, 16 y 8 mm en los periodos de degradación 0-10.

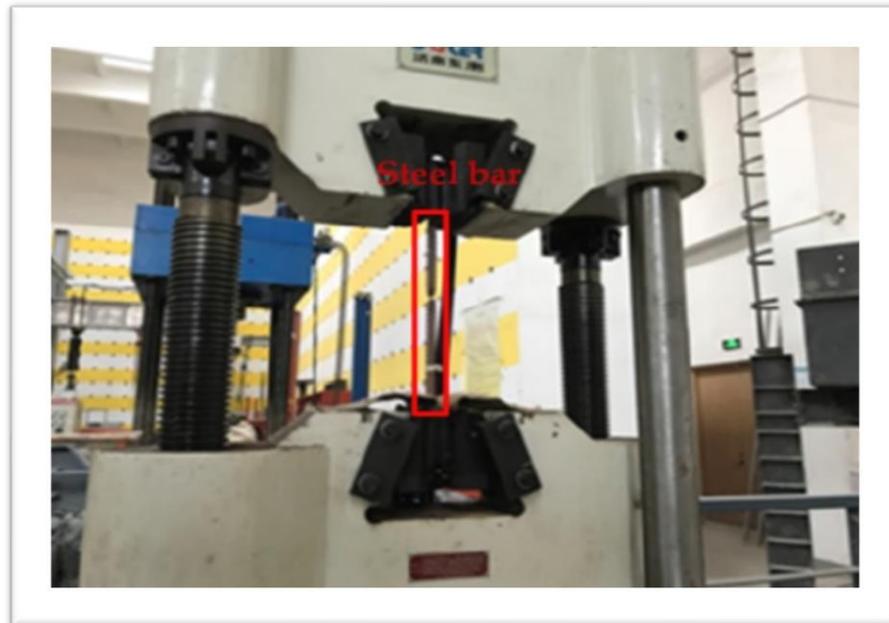


Fuente: Digitalizado de Universidad de Minería y Tecnología de China (2022)

De la resistencia a la tracción, la corrosión reduce la resistencia a la tracción de las barras de acero, durante los períodos de degradación 1 a 10, las resistencias a la tracción de las barras de acero muestran una tendencia a la baja en el conjunto, porque las velocidades de corrosión gradualmente crecientes reducen las áreas de sección transversal de barras de acero con el aumento de los períodos de degradación. Las barras de acero muestran los cambios del rendimiento promedio de barras de acero longitudinales con diámetros de 14, 16 y 18 mm.

Figura N° 2:

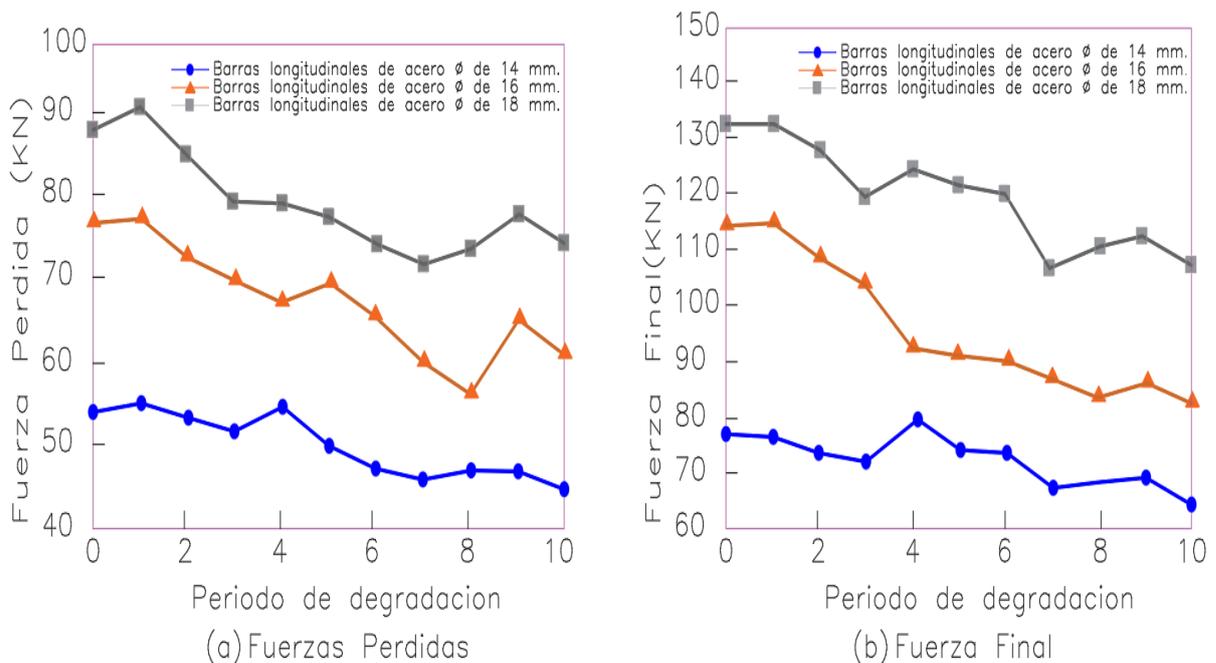
Experimento de prueba de tracción de barras de acero longitudinales corroídas



Fuente: Universidad de Minería y Tecnología de China (2022)

Figura N° 3:

Resistencias a la tracción de barras de acero longitudinales corroídas: (a) resistencias perdida y (b) Fuerza Ultima del acero.



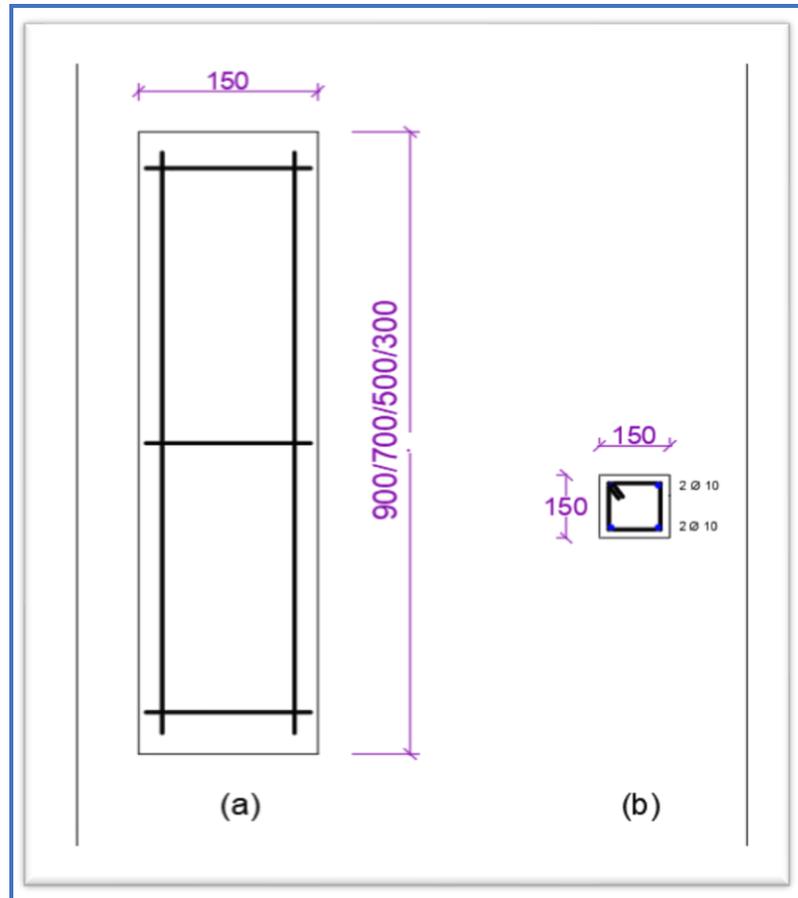
Fuente: Digitalizado de Universidad de Minería y Tecnología de China (2022)

De estos resultados llega a las conclusiones que las cargas últimas de las vigas de hormigón armado degradadas del periodo de 0–10 disminuyen gradualmente a lo largo de los periodos de degradación. A medida que aumentan los períodos de degradación, el área de las barras de hormigón y acero se ve debilitado, por lo que la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de las barras de acero son la principal pérdida.

También tenemos a Asif Hameed (2023) quien se trazó el objetivo de determinar el comportamiento de columnas de concreto armado sometidos a corrosión, para ello utilizara una metodología llamada corrosión acelerada (Método electroquímico) para examinar el comportamiento de columnas de concreto armado corroído; para ello moldearon, corroyeron y probaron muestras de columna con dimensiones de sección transversal de 150 mm× 150 mm y longitudes de 500 mm, 700 mm y 900 mm bajo carga de compresión axial; obteniendo los siguientes resultados: que en una cubierta de concreto de 30 mm ofrece un 10 % más de protección contra la corrosión que una cubierta de 20 mm; la exposición continua a un ambiente corrosivo reduce la capacidad de carga en un 50 %, mientras que las columnas con una resistencia del concreto de 28 kg/cm² pueden soportar un 4 % más de carga, las columnas más largas son más susceptibles a la corrosión, lo que lleva a una reducción significativa en la capacidad de carga y al daño de la cubierta de concreto armado, así mismo en dicho artículo tiene por conclusiones que el mantenimiento de una adecuada cobertura y recubrimiento de concreto en la columnas así como las inspecciones regulares de mantenimiento son esenciales para mejorar el refuerzo de acero y preservar la integridad estructural.

Figura N° 4:

Dimensiones de las muestras (a) Vista horizontal (b) Vista en sección transversal.





Fuente: Adaptado de Universidad de Ingeniería y Tecnología, Pakistán (2021)

De la misma forma la Escuela Politécnica Nacional (2022) en su determinación de la velocidad de la corrosión en placas de acero al carbono (acero corrugado) encontró para la muestra S11-C1 una velocidad de corrosión $V_c = 23.5820$ (mm/año) en la localidad de Santo Domingo de los colorados Ecuador y para la localidad de las esmeralda es de $V_c = 82.5589$ (mm/año), así mismo investigación sobre la corrosión encuentra un tiempo de humectación de 3 295 h/año este valor cae en el rango de clasificación TH ($2500 < TH \leq 500$) clasificándolo como alta corrosividad, así mismo de la ciudad de esmeralda donde las precipitaciones anuales esta sobre los 700mm/año y tiene una temperatura media anual que oscila alrededor de los 25 °C la corrosión es considerable para el cual presenta una velocidad e corrosión de 0.074 (g/m²)*h).

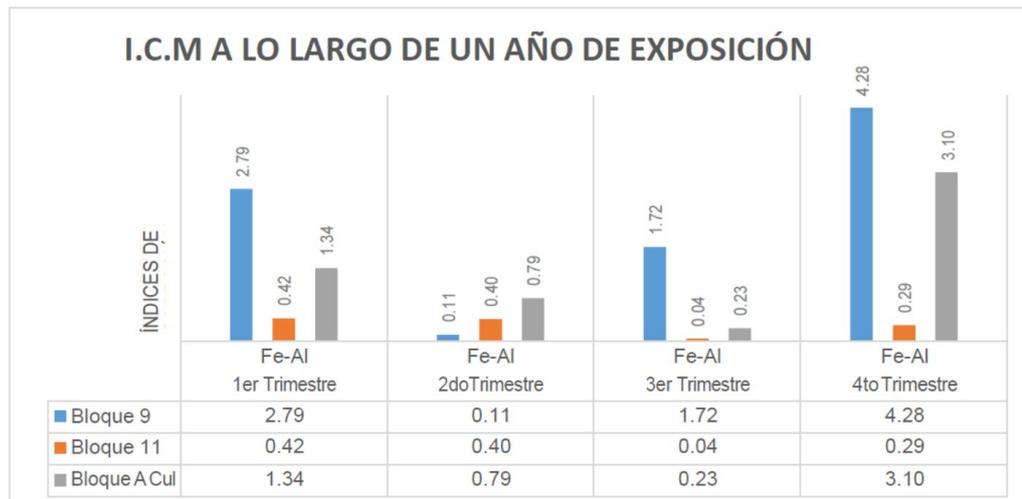
Así mismo Paul (2021) en su estudio tiene el objetivo de encontrar métodos alternativos ecológicos y sostenibles para disminuir el daño de la corrosión, para lo cual utilizando la metodología se examinó el desempeño de las vigas de concreto armado con laminado de fibra de bambú, para los cuales sometió a tres vigas normales reforzadas con bambú y dos de las cuales fueron

expuestas a corrosión simulada en laboratorio dando como resultados que las vigas corroídas reforzadas con láminas de bambú aumentan la capacidad de carga usando un solo laminado de bambú en la región de tensión de la viga corroída aumentó la capacidad de carga última de la viga hasta un 21,1 % más que la viga corroída sin reacondicionamiento por lo que el concluye que el uso de polímero de fibra de bambú para el fortalecimiento de destensado en las vigas de concreto armado son una solución para el concreto armado dañado por la corrosión.

Así mismo se tiene como antecedentes latinoamericanos, a Paz (2021) el cual fijo como objetivo definir los índices de corrosión atmosférica utilizando la técnica “alambre sobre tornillo” para recomendar estrategias que apoyen a combatir la corrosión por lo que utilizo la metodología de exponer alambres sobre tornillo y así determinar los índices de corrosión industrial, así como determinar la pérdida de masa en las muestras en la zona noroeste de la ciudad de Barranquilla, teniendo como resultados los siguientes:

Tabla N° 3:

Resultados del estudio del efecto de la corrosión del acero en estructuras de concreto armado



Fuente: Universidad de Barranquilla – Colombia (2019)

se tiene como antecedentes nacionales a MARIAN (2019) cuya investigación tiene como objetivo conocer los efectos de la corrosión del acero en estructuras

de concreto armado utilizando la metodología de evaluar todas las revistas, investigaciones, tesis, libros y artículos que se ha investigado acerca de los efectos de la corrosión del acero en estructuras de concreto armado obteniendo como resultado que una profundidad de carbonatado de 15 mm, no representa riesgos por cloruros en el acero en las costas peruanas y además se presentó una reducción de la sección de acero en un 16% en un año de exposición, mientras que se calculó un área de fisuración de 40-200 mm² en acero corrugado en un año de exposición.

Las bases teóricas de la presente investigación están conformadas por: **Corrosión**. proceso de deterioro de los materiales metálicos, en el cual el cambio se genera por la interacción física y química entre el metal y su entorno, esta modificación generara que las propiedades del metal varíen, se deterioren y fallen, ocasionando cambios en su estructura los cuales pueden llegar a ser irreversibles. (Revie & Uhling, 2008).

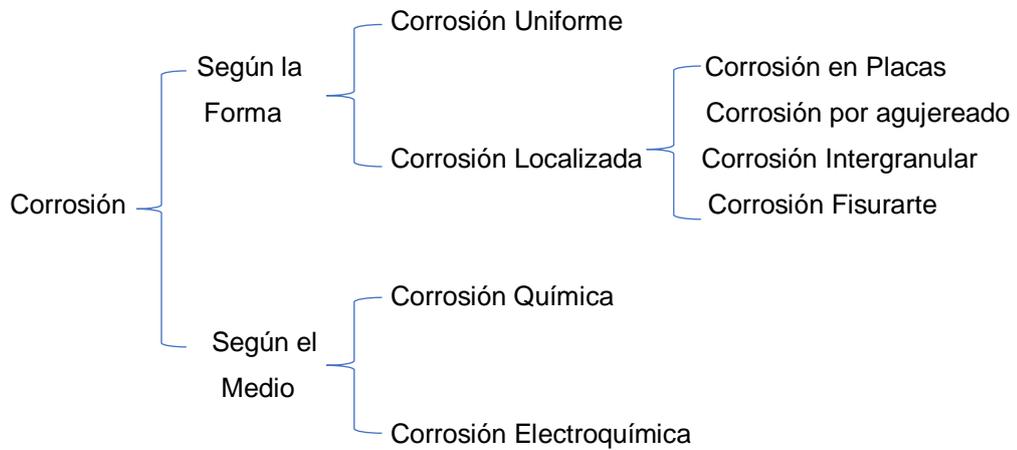
Figura N° 5:

Mechas expuestas en construcciones por etapas Urb. Santa Margarita.



Clasificación de los procesos de corrosión. De acuerdo a su forma o al medio en el que se desarrolla se puede clasificar de la siguiente manera:

Clasificación de los Procesos de Corrosión

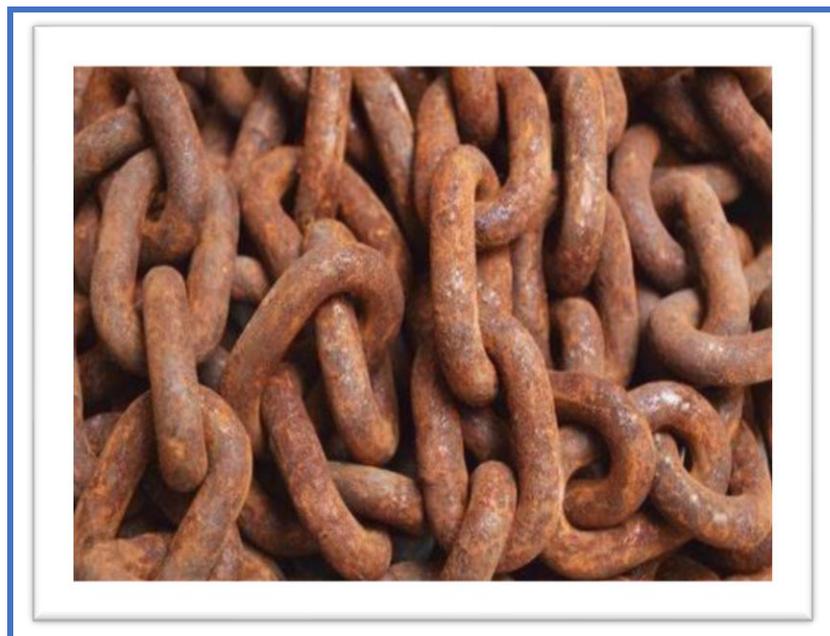


Fuente: Digitalización de Universidad tecnológica de Pereira (2015)

Corrosión Uniforme es la que se visualiza su deterioro o adelgazamiento uniforme en toda la superficie del elemento, generado la disminución uniforme de la superficie del material; que puede ser acero corrugado u otro metal, lo que provoca la corrosión, la que se propaga por toda la superficie del material (Ver Figura 9), Según (Wandelt, 2018)

Figura N° 6:

Vista de corrosión uniforme



Fuente: corrosión uniforme. Morones, (Sherik, 2017)

Para nuestro interés este tipo de corrosión es la más fácil de tratar ya que se puede verificar y calcular fácilmente así mismo proyectar su vida útil del material con facilidad, así mismo es la que genera la mayor cantidad de pérdida de masa en el elemento corroído, pero es más fácil de controlar y genera mínimos inconvenientes debido a su poca profundidad de corrosión

Corrosión localizada. Es la que aparece en un punto determinado del material en como en el acero corrugado (Ver Figura 10), esto se debe no solo a su forma del material sino también a su forma geométrica del elemento, así como el lugar donde se encuentre expuesto al medio ambiente o agentes corrosivos. (Sherik, 2017)

Figura N° 7:

Vista de Corrosión Localizada.



Fuente: (AIRES)

Corrosión Química, es la disolución de acero corrugado u otros materiales por la intervención de gases o líquidos no electrolíticos, Según (AIRES)

Figura N° 8:

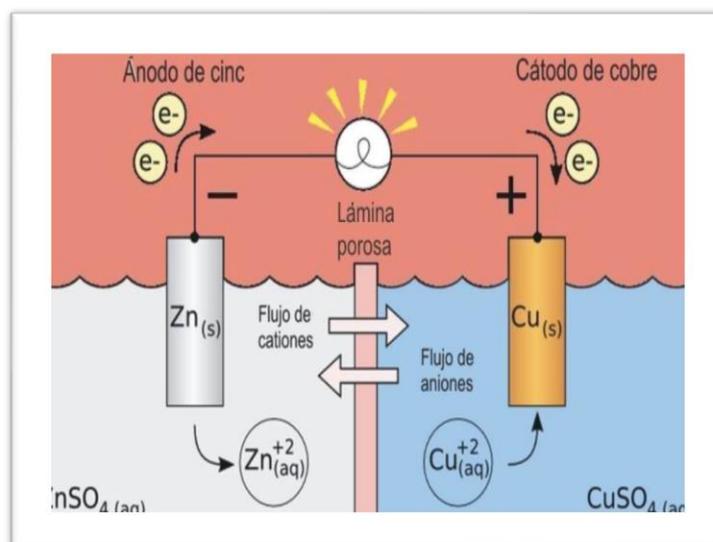
Ejemplo de corrosión Química



Corrosión Electroquímica. Es un proceso automático no reversible el cual se genera en reacciones simultáneas de oxidación y reducción, para que se produzca este fenómeno se requiere un medio de zona anódica (zona oxidada), zona catódica (zona de disminución) y un electrolito. Según Compañía Global de Pinturas (Galindo, 2020)

Figura N° 9:

Ejemplo de flujo de corriente electroquímica entre dos pilas



Fuente: Galindo (2020)

Corrosión Atmosférica. Es un fenómeno en el que los materiales y las aleaciones reaccionan con sustancias presentes en el medio ambiente, lo que

resulta en la formación de varios tipos de productos de corrosión, como óxidos, hidróxidos y sales. (Vera, 2012)

Hay q mencionar que los factores que agudizan la intensidad de la corrosión en la atmósfera es su composición química, la contaminación ambiental producida por plantas industriales uso de combustibles fósiles, adicionalmente de los contaminantes del medio ambiente todo ello conlleva a la intensidad del proceso de la corrosión, según (Politecnico, 2020)

Figura N° 10:

Corrosión Atmosférica cerca al mar



Fuente: Instituto Universitario Politécnico (2020)

Factores que ayudan en la Corrosión

Sales Disueltas. señalaba que cuando se diluye en una solución de electrolito, la sal ácida bajará su pH debido a la influencia del ácido, acelerando así el proceso de corrosión (Salazar , 2015)

Capas Protectoras

Es una sustancia que está presente en la superficie del acero corrugado o cualquier metal, que se coloca para ayudar y disminuir la velocidad de corrosión u otros fenómenos que deterioren o atacan al acero corrugado u otro metal, esta protección es aplicadas en capas artificialmente o de forma de recubrimiento, según (Lansing, 1982)

Figura N° 11:

Capa protectora de acero corrugado



Velocidad de Flujo es la magnitud del movimiento o desplazamiento de un fluido en un determinado tiempo, lo que al aumentar la rapidez con que se desplaza dicho fluido aumenta proporcionalmente la corrosión, ya que con el aumento de la velocidad las sustancias transportadas alcanzan zonas que aún no han sido afectadas inicialmente por la corrosión. (Lansing, 1982)

Temperatura

Es una medida física con la que se logra expresar la cantidad de frío o caliente de un elementos o ambiente, la velocidad de corrosión tiende a aumentar al incrementarse la temperatura, esto se debe a que aumenta la propagación del del oxígeno del ambiente hacia el material que viene siendo afectado la corrosión. (Lansing, 1982).

Concentración de Oxígeno

la concentración de oxígeno se define por la cantidad de miligramos de oxígeno en un litro del material que lo contiene (mg/L) (Lansing, 1982).

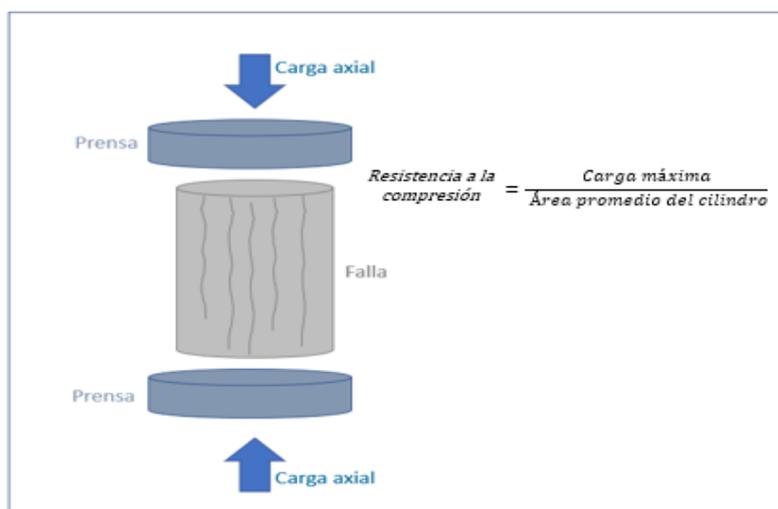
Tipos de Atmósferas, Los tipos de atmosfera varían enormemente con respecto a la humedad, la temperatura y los agentes contaminantes como por ejemplo en la parte costera a medida que nos vamos acercando al mar va en aumento la sal marina, eso mismo sucede en las áreas industriales, de aquí podemos mencionar que los más importantes tipos de atmósferas tenemos la marina, industrial, y rural. Así mismo hay subdivisiones en cuanto a los tipos de atmósfera, por su comportamiento de la temperatura los cuales tenemos el tropical, húmedo y seco. Según (MOLIENS, 2023).

Resistencia a la compresión del concreto.

La resistencia a la compresión es una propiedad mecánica de los materiales para medir su capacidad para soportar cargas de compresión hasta su punto de ruptura de acuerdo a la calidad de la misma.

Figura N° 12:

Resistencia a la compresión del concreto



Fuente ALION (2023)

Acero Corrugado

El acero corrugado es un material laminado que fue fabricado específicamente para construir y formar elementos estructurales de hormigón armado

resistentes que cuando trabajen juntos puedan resistir esfuerzos tanto de compresión como de tensión. Estos elementos su característica principal es la presencia de resaltos o corrugas en su parte visible las cuales sirven también para mejorar su adherencia con el concreto, aparte que el elemento corrugado es maleable y permite doblarse y cortarse con facilidad para lograr así dibujar los elementos estructurales que se necesita para una construcción.

Figura N° 13:

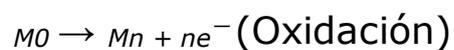
Acero Corrugado



Proceso químico que ocurre en la corrosión

Es un proceso de deterioro de materiales metálicos las cuales mediante reacciones químicas y electroquímicas de reducción-oxidación con la presencia de tres elementos básicos para que se genere se necesita a unos electrodos (un ánodo y un cátodo), un electrolito que es el medio conductor y una conexión eléctrica. (Revie & Uhling, 2008).

En el ánodo:



En el cátodo:

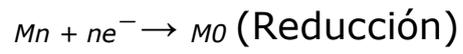
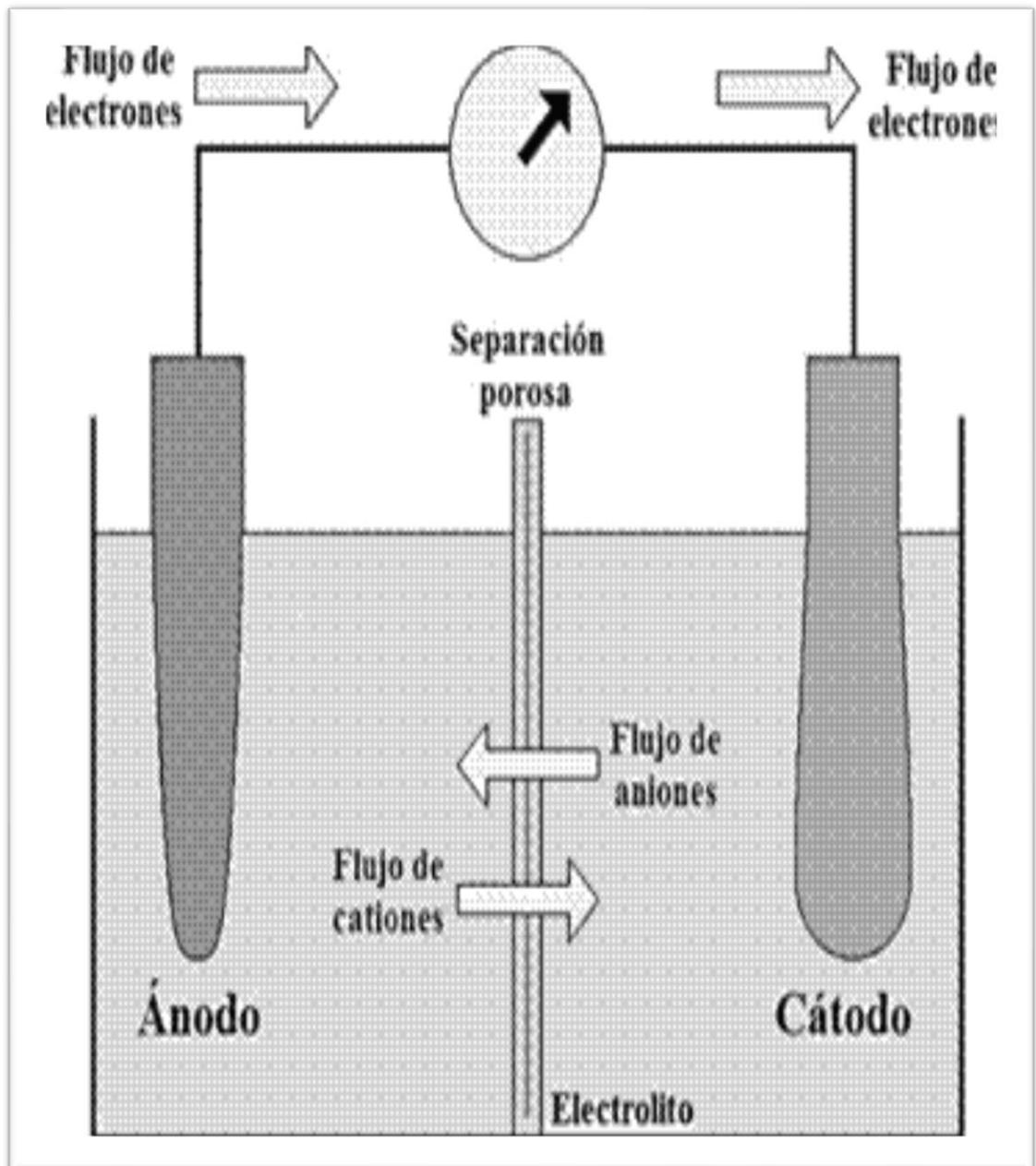


Figura N° 14:

Reacciones electroquímicas



Fuente: (Revie & Uhling, 2008)

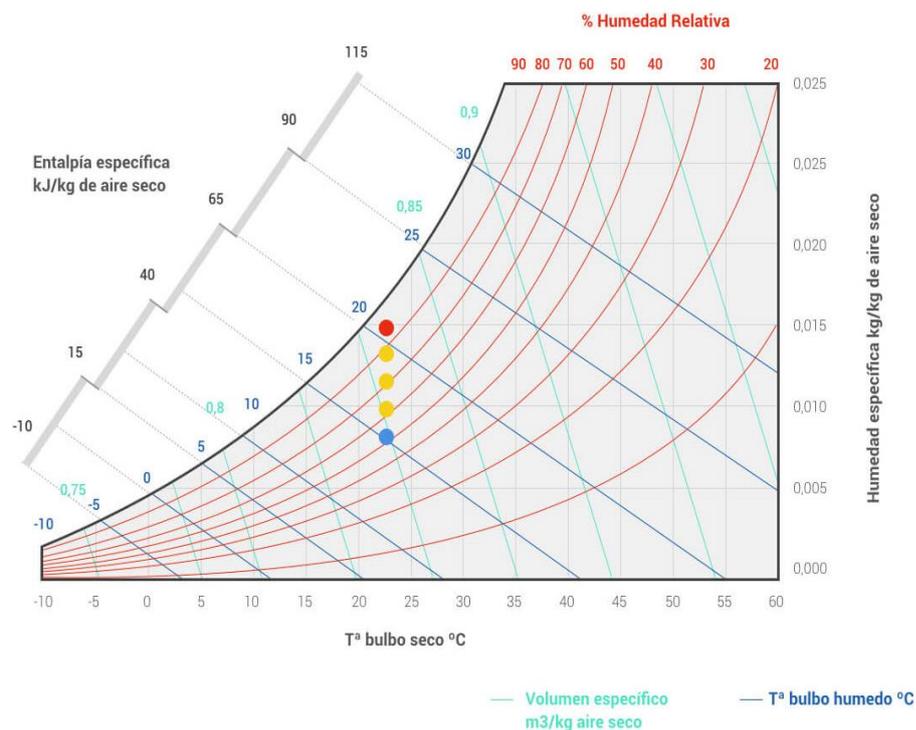
Los factores que determinan la corrosión

Humedad relativa

La humedad relativa se define por la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire (humedad absoluta) y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura (humedad absoluta de saturación).

Figura N° 15:

Humedad relativa



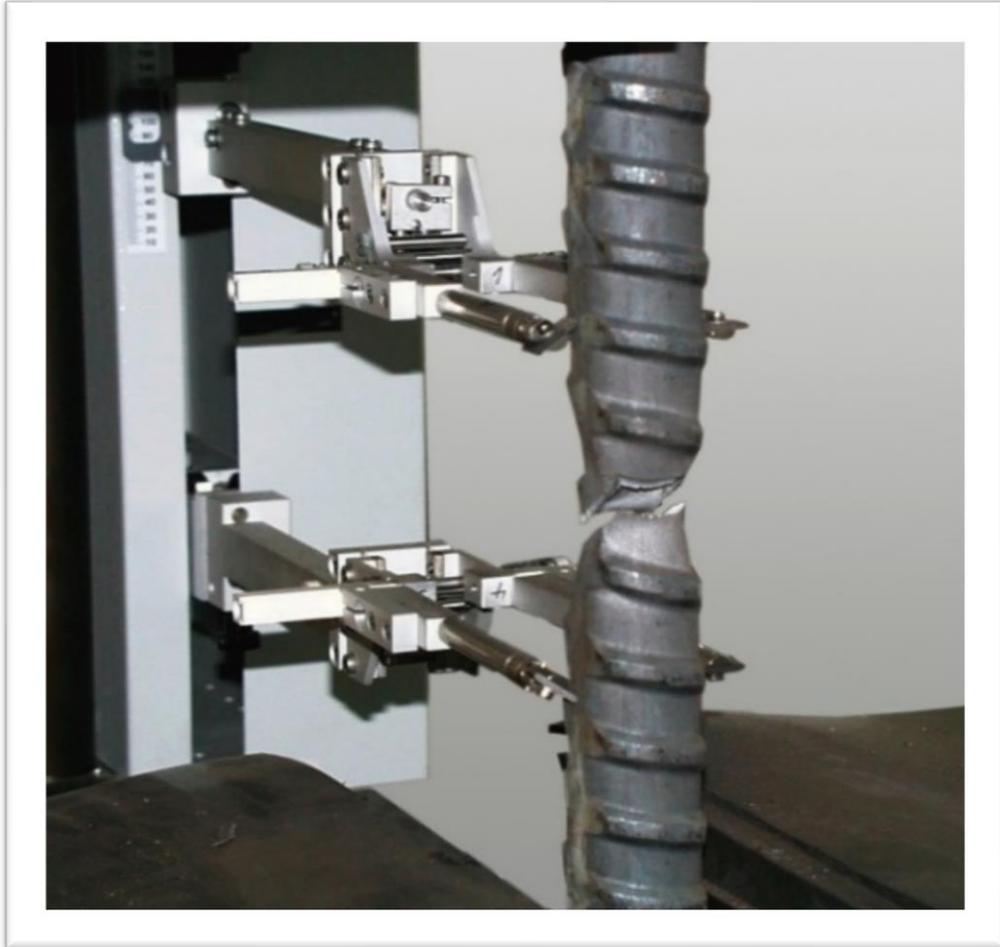
Fuente: P&P (2023)

Resistencia a la tracción de acero corrugado

es el esfuerzo de tracción mecánico máximo, al que se puede someter una mecha de acero o probeta, donde si se alcanza su máxima resistencia a la tracción, se produce la rotura del material; de acuerdo a su resistencia existen tres cualidades diferentes de acero corrugado conocidos como: grado 40, grado 60 y grado 75, aunque en la construcción se utiliza el grado 60 cuyo esfuerzo de fluencia es de $4200 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y su resistencia mínima a la tracción a la rotura es de $6300 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Y cuando se realiza el ensayo de tracción para determinar los valores característicos físicos según la norma ISO2001 (2023)

Figura N° 16:

Resistencia a la tracción de acero corrugado



Fuente: Norma ISO 2001 (2023)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque de investigación cuantitativo

Es la que usa la recolección de datos para probar hipótesis en sustentado a mediciones numéricas y análisis estadístico con el propósito de establecer el comportamiento y probarlas. (Otero-Ortega, 2018)

En el presente trabajo de investigación se adopta un enfoque cuantitativo, ya que se emplea procedimientos estadísticos para realizar pruebas de hipótesis.

3.1.2 Tipo de Investigación: Aplicada

La **Investigación Aplicada**, busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto. El presente ensayo presenta una visión sobre los pasos a seguir en el desarrollo de investigación aplicada, la importancia de la colaboración entre la universidad y la industria en el proceso de transferencia de tecnología, así como los aspectos relacionados a la protección de la propiedad intelectual durante este proceso. Muntare, (2010)

La presente investigación es Aplicada porque se amplía el conocimiento y se determina nuevo conocimiento del comportamiento del acero corrugado frente a los agentes ambientales como son temperatura, lluvia, humedad relativa y velocidad del viento.

3.1.3 Diseño de Investigación: no experimental

La investigación no experimental es la que se realiza sin tocar deliberadamente variables. Se fundamenta esencialmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. (Hernández Sampieri Roberto, 2014)

La presente investigación es no experimental porque no manipula ninguna de las variables es decir la velocidad del viento, humedad relativa, temperatura y lluvia son fenómenos naturales que no se manipulan a criterio del investigador.

3.1.4 Enfoque de Investigación: cuantitativo

Es cuantitativo cuando la investigación utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico

En ese sentido el enfoque del proyecto de esta investigación es cuantitativo porque los datos de velocidad, humedad relativa, temperatura y precipitación sirven para probar que la hipótesis depende de ellos.

3.1.5 Nivel de investigación: explicativo

En nivel explicativo trata de explicar por qué ocurre un fenómeno (Hernández Sampieri Roberto, 2014)

El nivel de la presente investigación es explicativo porque mide la temperatura, la humedad el aire y las precipitaciones para explicar el grado de corrosión de las mechas de acero corrugado.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Corrosión en mechas expuestas

Definición conceptual

La corrosión del acero corrugado en mechas expuestas es el deterioro del material a consecuencia de un ataque del medio ambiente o por su entorno, es el comportamiento que presentan por lo general los materiales de buscar su forma más estable o de menor energía interna. (Hernández Sampieri Roberto, 2014)

Definición operacional

La variable independiente queda definida por sus dimensiones: Velocidad de viento, variación de la temperatura, humedad relativa y precipitaciones pluviales.

variables dependientes

es el esfuerzo de tracción mecánico máximo, al que se puede someter una mecha de acero o probeta, donde si se alcanza su máxima resistencia a la tracción, se produce la rotura del material; de acuerdo a su resistencia existen tres cualidades diferentes de acero corrugado conocidos como: grado 40, grado 60 y grado 75, aunque en la construcción se utiliza el grado 60 cuyo esfuerzo

de fluencia es de 4200 kg/cm² y su resistencia mínima a la tracción a la rotura es de 6300 kg/cm². Y cuando se realiza el ensayo de tracción para determinar los valores característicos físicos según la norma ISO2001 (2023)

Definición operacional es el esfuerzo de fluencia máximo y el esfuerzo máximo de la ruptura del material

3.2.1. Operacionalización de variable

Tabla N° 4:

Operacionalización de la Variable

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
V1: Corrosión en mechas expuestas	D1: Velocidad del viento	I1: Moderados: (velocidades entre 21 y 40 k m/h) I2: Fuertes: (velocidades entre 41 y 70 K m/h) I3: Muy fuertes : (velocidades entre 71 y 120 k m/h) I4: Huracanados : (velocidades mayor de 120 k m/h).
	D2: Variación de la temperatura	I1: Muy frío: temperatura media anual inferior a 0 °C I2: Frío: Temperatura media anual entre 0 y 10°C I3: Templado: Temperatura media anual entre 10 y 20°C I4: Calido: Temperatura media anual entre 20 y 25°C I5: Muy Cálido: Temperatura media anual superior a 25°C
	D3: Humedad relativa	I1: humedad relativa baja entre 0 y 40 % I2: humedad relativa Media entre 40 y 70 % I1: humedad relativa alta entre 70 y 100 %
	D4: Precipitaciones Pluviales	I1: Desértico: Cantidad anual de precipitación inferior a 250 mm I2: Árido: Cantidad anual de precipitación entre 250 y 500 mm. I3: Lluvioso: Cantidad anual de precipitación entre 500 y 2000 mm I4: Muy Lluvioso Cantidad anual de superior a 2000 mm.
V2: Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado	D1: Esfuerzo de tracción de mechas expuestas	I1: Esfuerzo de fluencia es de 4200 kg/cm ² I2: Esfuerzo máximo de rotura es de 6300 kg/cm ²

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población es un conjunto de mediciones que se pueden efectuar sobre una característica común es un grupo de seres u objetos Méndez (1976).

De esta definición en el presente proyecto la población de la urbanización, cuenta con un total de 227 viviendas construidas y un área total del proyecto de 58,436.06 m² que abarca 471 lotes proyectados inicialmente, dicha urbanización realizo su lotización en el año 2015 así mismo las primeras construcciones se iniciaron en marzo del 2018 como se evidencia en las imágenes que constituye la urbanización Santa Margarita del distrito de la Victoria Provincia de Chiclayo región Lambayeque.

Figura N° 17:

Santa Margarita año Marzo del 2018



Figura N° 18:

Santa Margarita año Marzo del 2018



Figura N° 19:

Santa Margarita año Marzo del 2023



Figura N° 20:

Santa Margarita año Marzo del 2023



3.3.2. Muestra

La muestra son elementos que poseen características representativas de la población Valderrama (2003).

Es por ello que el proyecto se seleccionara **09 viviendas** cada una de 01 mechas por vivienda del tamaño de 0.60 m requerido por el laboratorio para poder determinar la pérdida de peso y su nueva resistencia a la tracción del acero corrugado. Se obtendrá un total de 15 testigos.

3.3.3. Muestreo

Es una técnica en la cual se selecciona desconociendo la probabilidad que tiene un elemento para integrar una muestra por lo que los elementos son seleccionados con base en criterios o detalles percibidos por el investigador. Según, Valderrama (2003)

En este caso, se adopta un criterio de muestreo no probabilístico por que se prioriza las condiciones de posición y ubicación de las viviendas de donde se extraen las muestras de los fierros corrugados.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Las técnicas de la observación son pasos que utiliza el investigador para ver directamente el suceso que estudia, sin actuar sobre él sin tener que modificarlo o realizar cualquier tipo de operación que permita manipular, Zapata (2006)

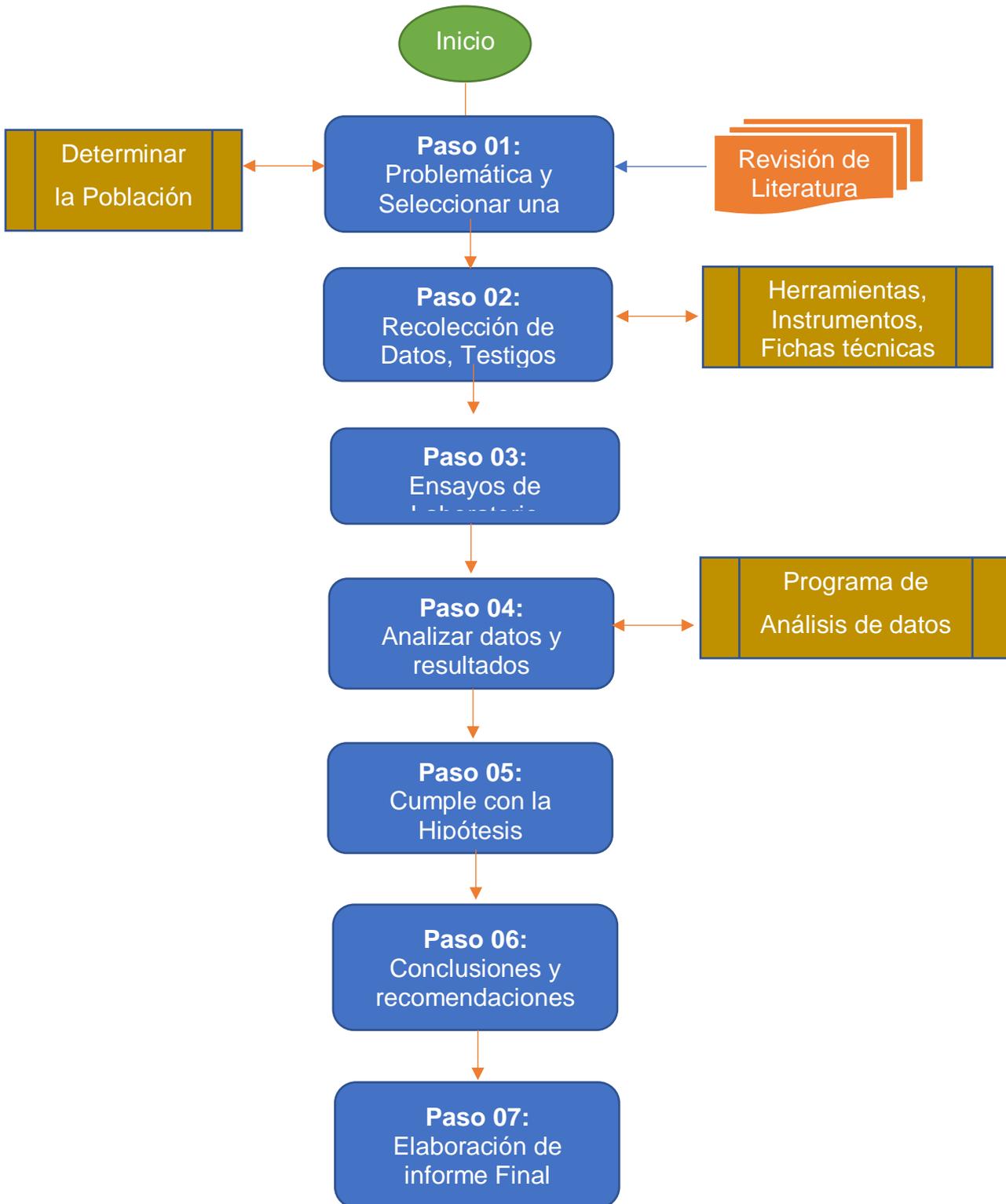
En la presente investigación se utilizará la técnica de observación y medición, porque se evalúan las condiciones de las mechas de fierro corrugado en el sitio y se miden su resistencia a la tracción en el laboratorio, respectivamente.

3.4.2. Instrumentos

Se refieren a las herramientas o recursos utilizados para adquirir los datos e información necesarios con el fin de analizarlos posteriormente y alcanzar los objetivos propuestos. Estos instrumentos pueden adoptar diversas formas dependiendo de las técnicas en las que se basan (Zapata, 2006). En el campo se medirán los agentes que provocan la corrosión y en el laboratorio se determina la resistencia a la tracción de las muestras de fierro corrugado extraídas.

Procedimientos

Diagrama de flujo de la investigación



Durante el desarrollo del proyecto se determinaran 07 pasos, donde en el paso 01 se planteó la problemática y selección de muestra donde se inició con la búsqueda de información previa en revistas, artículos y estudios relacionados que aborden problemas similares o idénticos al proyecto así como identificar las variables, dimensiones e indicadores pertinentes, en el paso 02, una vez identificados estos recursos se procedió a extraer las muestras de las 09 viviendas seleccionadas, y como paso 03 se realizó el ensayo de laboratorio a los testigos extruidos de las viviendas seleccionadas, y luego el paso 04 se sintetizó y se analizaron los resultados obtenidos del laboratorio y se compararon con datos referenciales de proyectos de investigación realizados anteriormente, como paso 5 se realizó la verificación para determinar el cumplimiento de la hipótesis planteada en el proyecto, como paso 6 se llegaron a las conclusiones y recomendaciones necesarias referente al tema de investigación, finalmente se realizó la elaboración del informe final del proyecto.

3.5 Método de análisis de datos

Para los resultados encontrados en campo y poder realizar el análisis e interpretación de los resultados se empleó el método estadístico descriptivo. Los datos serán codificados e ingresados en una hoja de cálculo del programa Office Excel 2023 y los planos se utilizará el AutoCAD 2023 algunos cuadros creados por el programa Word 2023. El análisis de los datos será interpretado en base a las figuras representativas de barras en forma explicativa para evaluar el nivel de estructura de dicha estructura, así como el análisis estadístico.

3.6 Aspectos éticos

Los principios éticos de la investigación se aplicaron teniendo en cuenta el manejo veraz y honesto de la metodología de un trabajo de investigación, el principal objetivo de este proyecto es la apreciación y el respeto hacia las personas, los seres humanos que participen en el desarrollo de la investigación, así como la autorización informada, cuidando la privacidad y confidencialidad de la información. Así mismo de los principios establecidos por la universidad, para el desarrollo de trabajos de investigación de tipo académico. Programas especializados para cálculos

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio.

El presente proyecto de investigación se realizó en la Urbanización Santa Margarita la cual se encuentra ubicada en la parte Sur- Oeste del distrito de la Victoria, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, la cual fue creada en el 2010 y habilitada hasta el año 2015, iniciando las primeras construcciones en el año 2017 cuenta con un área total de 209,674.929 m² que contempla área para parques, salud, comercio, calles, veredas y 38 manzanas divididas en 895 lotes destinadas para la construcción de viviendas unifamiliares, familiares, y/o condominios; de las cuales a la fecha se han construido un 50 %, las coordenadas de su ubicación Latitud: 6°47'43.56"S y Longitud: 79°51'10.15"O con una elevación de 22 msnm y a una distancia de 9,941.61 ml medido desde la parte más cercana al mar según **Google Earth**. Las condiciones ambientales de la urbanización Santa Margarita son típicas de una ciudad costera de la parte norte del Perú, clima cálido en los meses de enero, febrero marzo, y más fríos en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, con poca presencia de lluvia y nubosidad a excepción cuando se presenta el fenómeno del niño, para la investigación se obtuvieron datos Meteorológicos de SENAMHI de las dos estaciones más cercanas como son Reque y Lambayeque en donde dicha información fue corroborada y cruzado con los datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Chiclayo, realizando adicionalmente la medición de 1 mes de comprobación con los datos de la estación de bolsillo instado en la urbanización Santa margarita, teniendo como resultando que los valores de la estación SENAMHI de Lambayeque la más próxima o cercana al comportamiento de los valores registrados en la urbanización por la estación de bolsillo, es por ello que se considerara los datos de esta estación para nuestro estudio que comprende entre enero del 2017 hasta diciembre del 2023, de estos datos obtenidos podemos mencionar lo siguiente: que la temperatura máxima mensual fue de 31.66 °C registrado en enero del 2017 y una mínima de 13.94 °C registrado en Octubre del 2022, también es importante mencionar que los meses con mayor temperatura son los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, y los meses fríos son julio, agosto, septiembre, octubre, así mismo la humedad relativa máxima registrada

es de 94.00 % y una mínima de 55.00 % como la humedad promedio entre enero del 2017 hasta diciembre del 2023 es de 81.76 % para la estación de Lambayeque y 81.97% para la estación de Reque, verificando que se registra un promedio de humedad relativa mayor a 80 % que será un dato importante en nuestro estudio, sobre la velocidad del viento podemos mencionar que la estación de referencia Lambayeque presenta una velocidad mínima de 0.00 m/s y una máxima de 9.00 m/s los con valor máximo promedio mensual de 5.4 m/s el cual fue registrado en noviembre del 2018 y mínimo promedio mensual de 2.6 m/s registrado en marzo del 2018, para las precipitaciones pluviales podemos mencionar que existe un comportamiento normal de la costa en los años que no se presenta el fenómeno del niño para ello en un año evaluado normal llegando a un máximo registrado de 4.9 mm/cm² para el periodo de estudio establecido presente en los meses de Enero, febrero y marzo frecuentemente como se muestra en los gráficos posteriores y presentado 0.00 mm/cm² de lluvia en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, cambiando las condiciones de lluvia por el fenómeno del niño como es el caso del año 2017 que se presentó dio fenómeno en los meses de febrero, marzo donde alcanzo un pico de 125 mm/cm² y en el año 2022 un pico fue menor el cual alcanzo un valor de 16.1 mm/cm en el mes de marzo. Hay q mencionar también que la cantidad de sales y cloruros presentes en el medio ambiente son mínimas o despreciables esto de acuerdo a las tablas y mediciones presentadas debido a la distancia ubicada con referencia al mar.

Así mismo es importante mencionar que el mes con más sol es noviembre (promedio de insolación: 11h y 18 minutos) los meses con menos sol son febrero y marzo (promedio de insolación: 9h and 12), fuente (Senamhi, 2023)

Ubicación Geográfica

- ✓ Departamento : Lambayeque
- ✓ Provincia : Chiclayo
- ✓ Distrito : La Victoria
- ✓ Urbanización : Urb. Santa Margarita

Figura N° 21:

Localización del proyecto de tesis



Fuente: Google Earth (2023)

Figura N° 22:

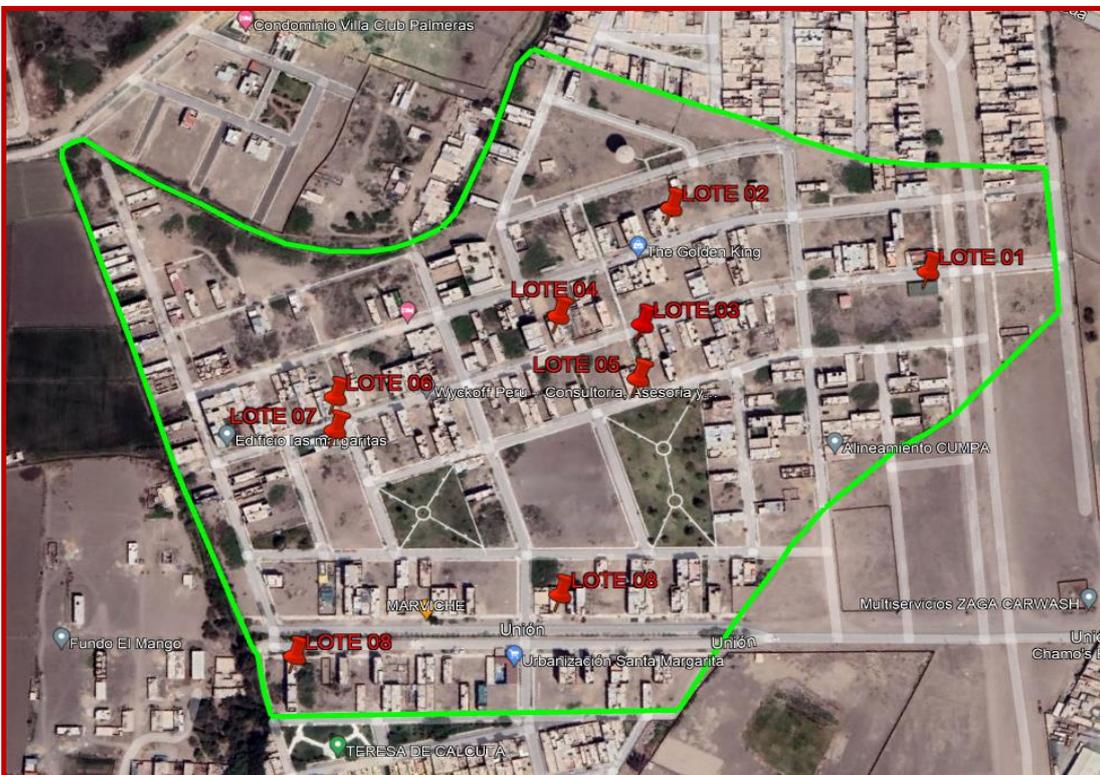
Ubicación respecto al mar (L=9941.61ml) de la zona d estudio



Fuente: Google Earth (2023)

Figura N° 23:

Lotes intervenidos Urbanización Santa Margarita



Fuente: Google Earth (2023)

Figura N° 24:

Vista de Urbanización santa margarita diciembre 2023



Figura N° 25:

Visa de Urbanización santa margarita



Nota: imágenes de la urbanización Santa Margarita diciembre del 2023

4.1. Trabajos previos.

4.1.1. Introducción, selección y extracción de las muestras

Dentro de los estudios de corrosión, a nivel mundial indicamos que Iberoamericano de Corrosión Atmosférica (**MICAT**), el proyecto de Corrosión de Metales de uso electrónico en Ambientes agresivos (**TROPICORR**), la Protección anticorrosiva de metales en atmósferas iberoamericanas (**PATINA**) estos programas han realizado estudios y obtención de mapas de corrosión para los diferentes partes del mundo pero las cuales tienen sus limitaciones como las mismas lo indican, así mismo en la ciudad de Chiclayo y departamento de Lambayeque se han realizado estudios similares a la corrosión del acero embebido en el concreto en algunos puntos en específico como es San José y Pimentel sin embargo es necesario llevar a cabo el estudio de corrosión en la ciudad de Chiclayo, distrito de la victoria específicamente urbanización Santa Margarita, de las mechas de acero corrugada en las construcciones por etapas expuesto a condiciones ambientales, en donde no existe datos de corrosión y es una ciudad potencialmente corrosiva debido a sus altas temperaturas, humedad relativa, precipitaciones pluviales, velocidad del viento, y la presencia de iones de cloruro y sulfato por su cercanía la mar. La metodología empleada se inició por el proceso de selección de las viviendas se visitó con el objetivo de obtener información importante para nuestro estudio como antigüedad de la construcción, materiales utilizados en su primera etapa de construcción, marca del acero utilizado entre otros y si nos podrían facilitar a cortar una de las mechas expuestas de sus columnas que se encuentran a la intemperie de forma vertical con 90 °C para extraer una longitud entre 0.60m a 0.7m de con el propósito de evaluar sus características físicas y mecánicas para luego para ser ensayados en el laboratorio de la UNI, de todo esa identificación se pudo conseguir nueve viviendas adecuadas para poder realizar el estudio, encontrando que las viviendas que nos facilitaron son de construcciones desde enero del 2018 y marzo del 2023, debemos mencionar también que la distancia que se encuentran del mar es de 9,971.00 ml la más cercana y 10,477.73 ml la más distante, todas dentro de la urbanización Santa Margarita como se detalla. Según **Google Earth (2023)**

Figura N° 26:

Visita de lotes que se intervinieron en el trabajo de tesis

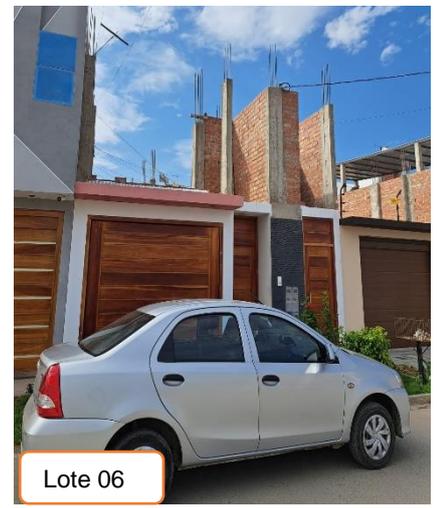
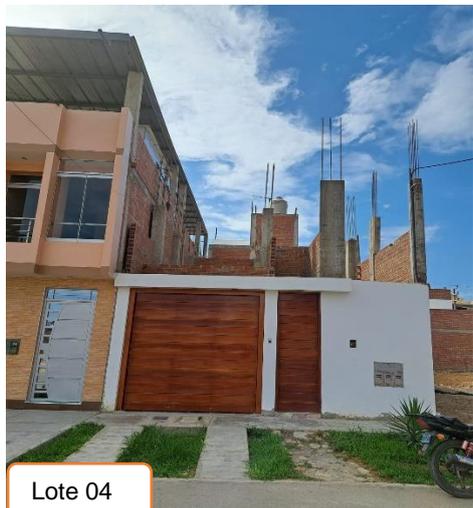


Tabla N° 5:
Características de mechas de acero corrugado extraídas

Numero Muestra	Diámetro Comercial	Longitud extraída (cm)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Peso Perdido (g)	Tiempo de Exposición (meses)	Numero de Lote (vivienda)
1	3/8	69.20	387.52	387.52	0.00	0	---
2	1/2	65.80	654.05	654.05	0.00	0	---
3	5/8	66.90	1038.29	1038.29	0.00	0	---
4	5/8	60.60	940.51	922.90	17.61	12	Lote 04
5	1/2	63.80	634.17	618.40	15.77	15	Lote 01
6	3/8	63.20	353.92	342.00	11.92	17	Lote 05
7	5/8	67.20	1042.94	1001.63	41.31	29	Lote 09
8	1/2	64.60	642.12	609.50	32.62	32	Lote 02
9	3/8	65.00	364.00	334.70	29.30	41	Lote 06
10	5/8	67.00	1039.84	986.50	53.34	51	Lote 07
11	1/2	62.30	619.26	560.41	58.85	58	Lote 08
12	5/8	56.20	872.22	796.30	75.92	75	Lote 03
13	3/8	62.30	348.88	283.68	65.20	75	Lote 03
14	1/2	68.56	681.49	611.23	70.26	75	Lote 03
15	3/8	65.56	367.14	313.88	53.26	58	Lote 08

Tabla N° 6:
Resistencia a la tracción y condiciones ambientales medidas

Numero Muestra	Diámetro Comercial	Tiempo de exposición	Penetración Corrosión	Resistencia a la tracción inicial (Kg/mm ²)	Resistencia a la tracción final (Kg/mm ²)	Velocidad del viento (m/s)	Variación de la Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitaciones Pluviales (mm/h)
		Meses	(µm)						
1	3/8	0	0.00	70.42	70.16	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1/2	0	0.00	70.16	70.42	0.00	0.00	0.00	0.00
3	5/8	0	0.00	70.42	70.42	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5/8	12	74.02	70.42	70.30	4.36	8.87	81.34	2.47
5	1/2	15	78.83	70.16	67.80	4.43	8.87	81.47	3.02
6	3/8	17	79.57	70.42	69.30	4.44	8.64	81.63	1.85
7	5/8	29	156.59	70.42	68.30	4.43	7.98	81.68	1.82
8	1/2	32	161.04	70.16	65.10	4.41	8.18	82.35	2.22
9	3/8	41	192.16	70.42	66.50	4.44	8.14	82.22	2.19
10	5/8	51	197.68	70.42	65.90	4.39	7.30	81.97	1.85
11	1/2	58	301.23	70.16	66.40	4.36	7.49	82.02	1.77
12	5/8	75	344.09	70.42	65.30	4.39	7.53	81.82	1.81

Nota: Datos calculados, resultados de ensayos a la tracción y datos meteorológicos brindados por SENAMHI

Figura N° 27: Vista de las mechas extraídas para ensayo a la tracción

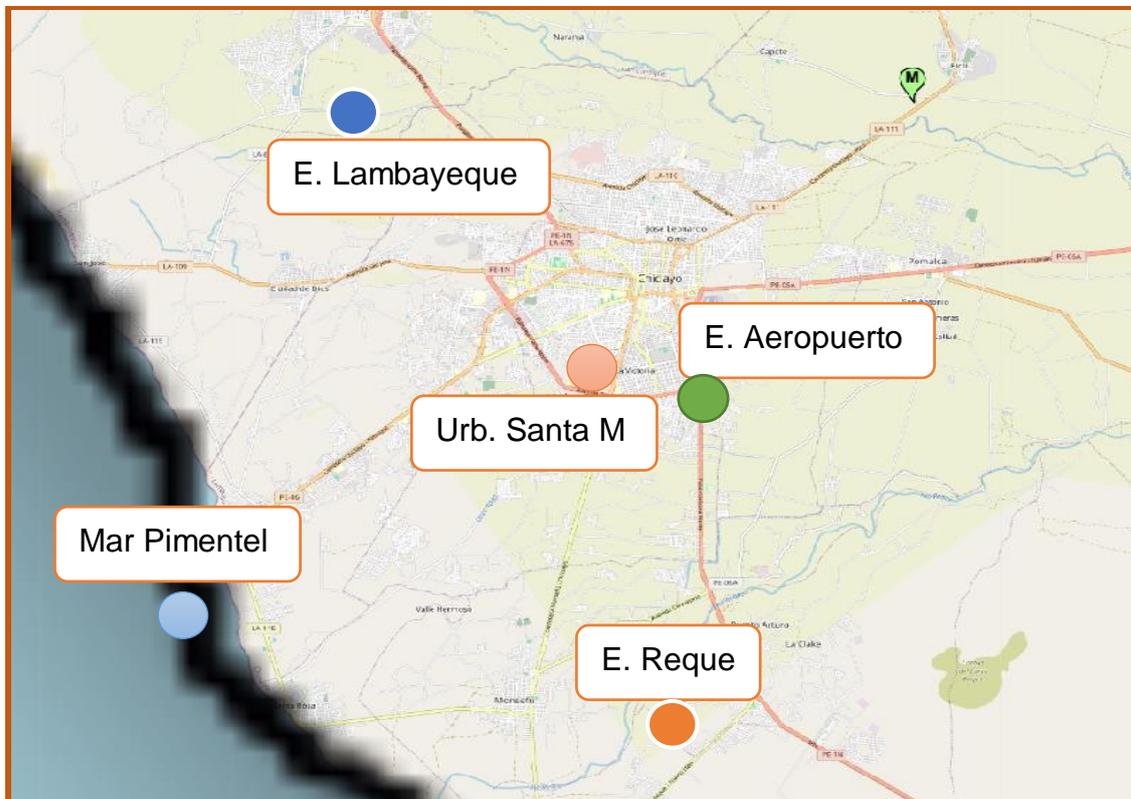


4.2. Datos atmosféricos de la zona de estudio

Para la Obtención de los valores de las variables independientes considerados en la matriz de consistencia como son: velocidad del viento (D1), Variación de la Temperatura(D2), Humedad Relativa (D3), Precipitaciones Pluviales (D4) se recurrieron a varias fuentes entre ello se solicitó a SENAMHI datos de las estaciones más próximas a la zona de estudio y a las características topográficas de la zona de estudio, por ello se obtuvo los datos de las estaciones de Lambayeque y Reque, con dicha información se procedió a determinar que estación ofrecía la información más próxima que la zona de estudio para ello se consideró comprobar dichos datos por un mes con la estación del Aeropuerto de Chiclayo y el equipo SP-82AH instalado en la zona de estudio, teniendo como resultado que los datos de la estación de Lambayeque es la que más se aproxima a las mediciones hechas in situ como se muestra en los cuadros comparativos de la Figura 08 por lo que se ha determinado utilizar dichos datos para nuestro estudio.

Figura N° 27:

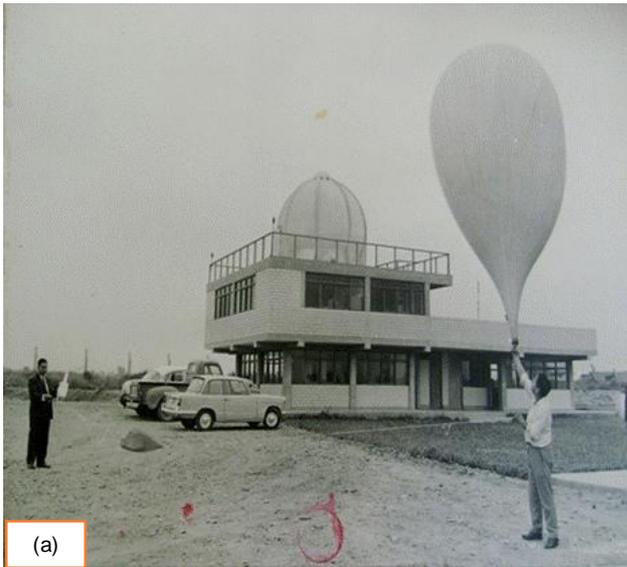
Estaciones Meteorológicas SENAMHI



Fuente: (SENAMHI, 2023)

Figura N° 28:

Estaciones Meteorológicas involucradas en la zona de estudio

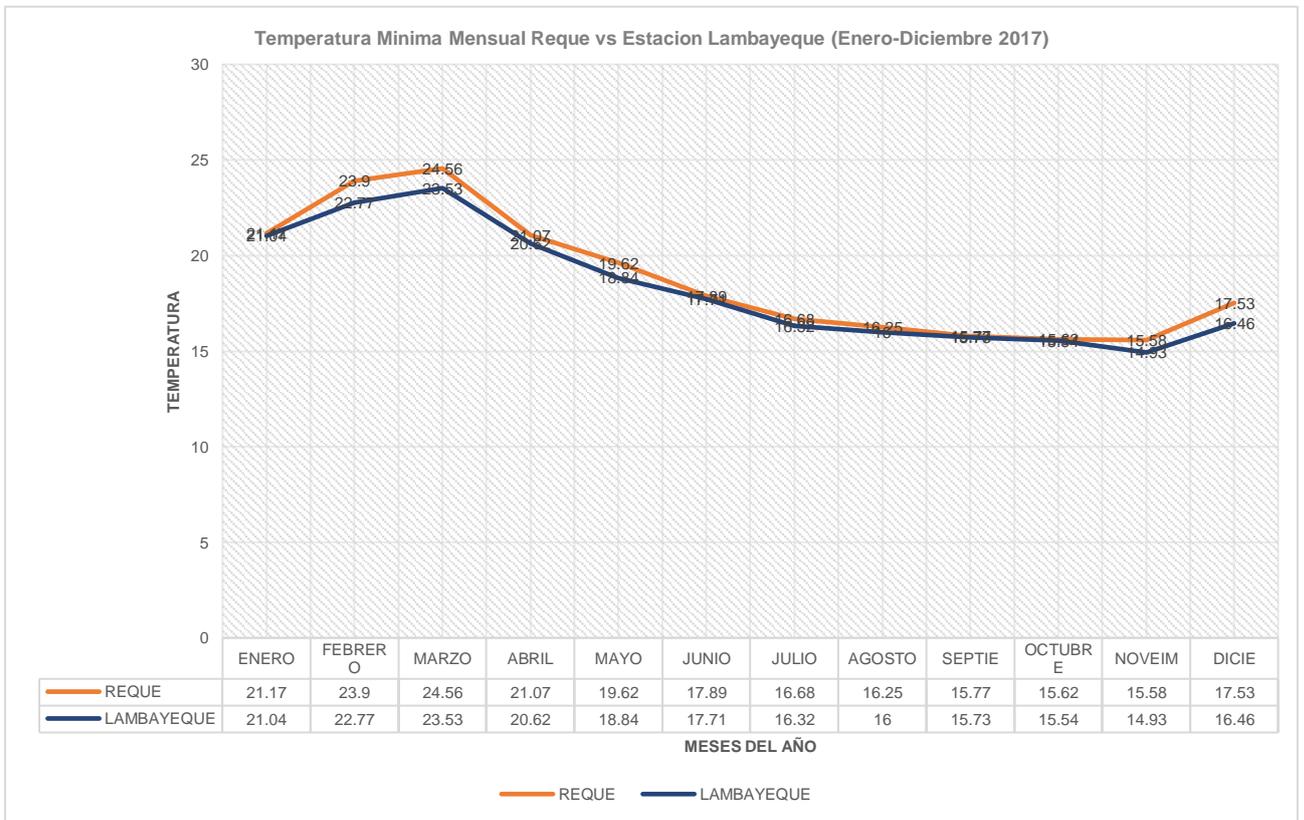
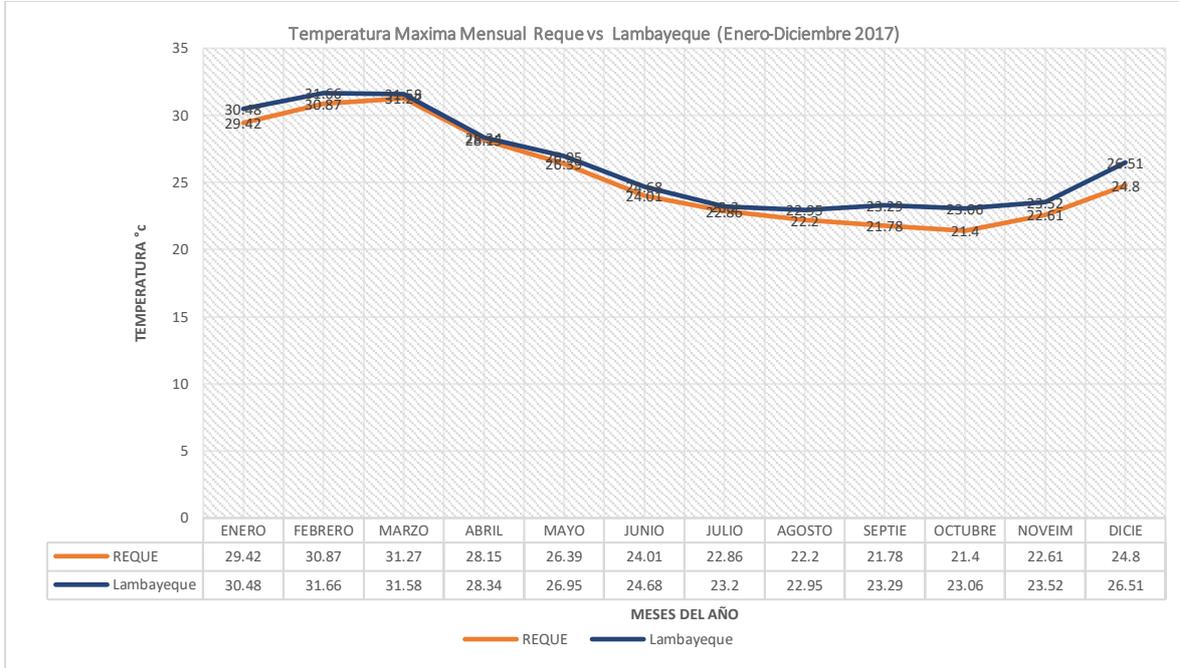


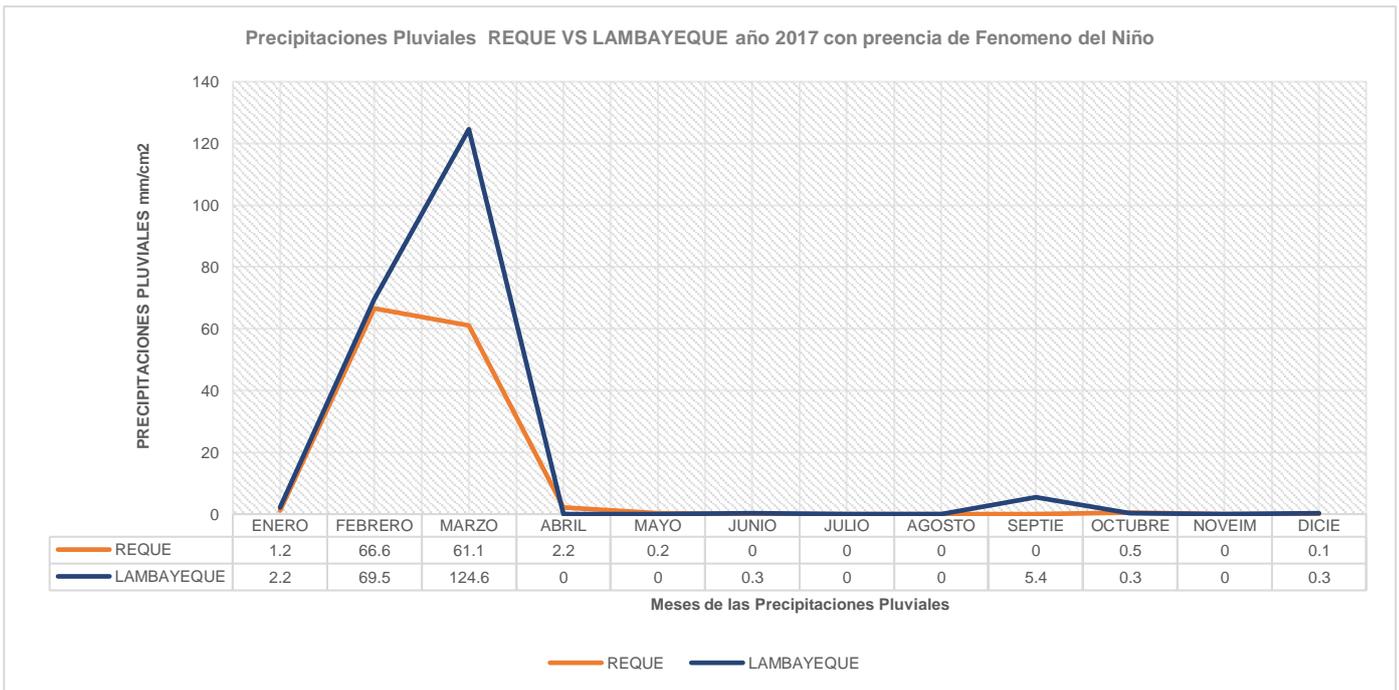
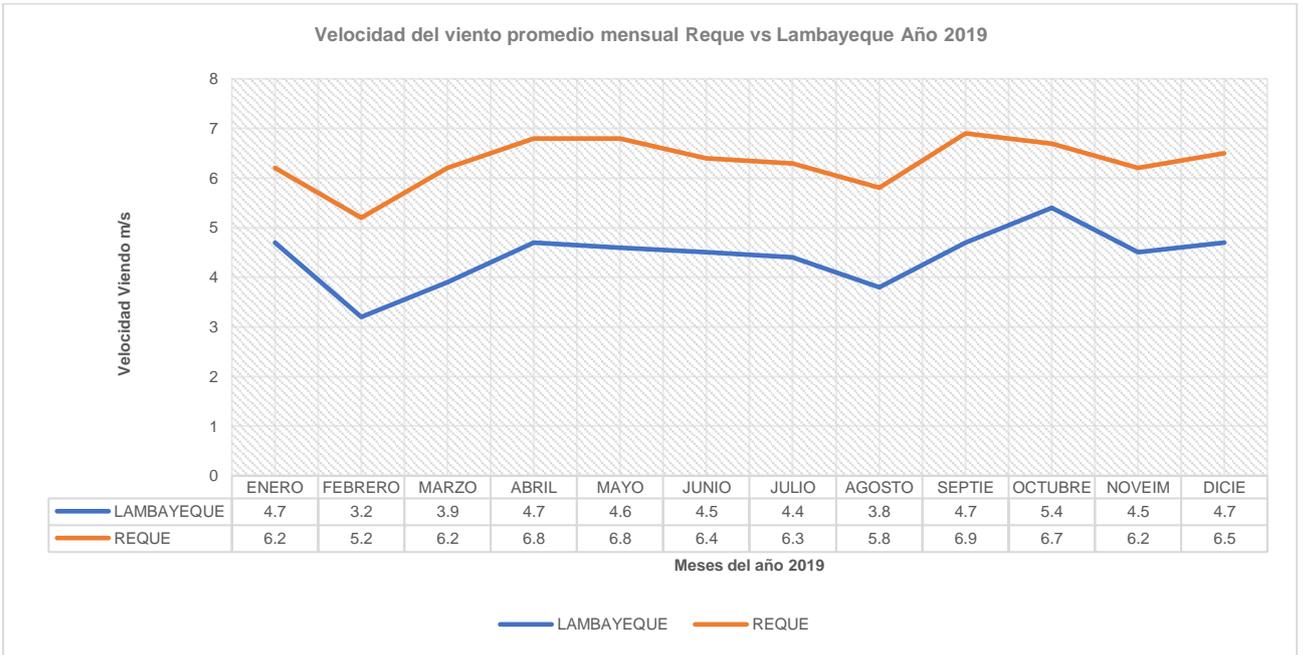
Nota: (a) estación Aeropuerto de Chiclayo, (b) equipo SP-82AH, (c) medición en Urb. Santa Margarita, (d) estación Lambayeque, (e) estación Reque

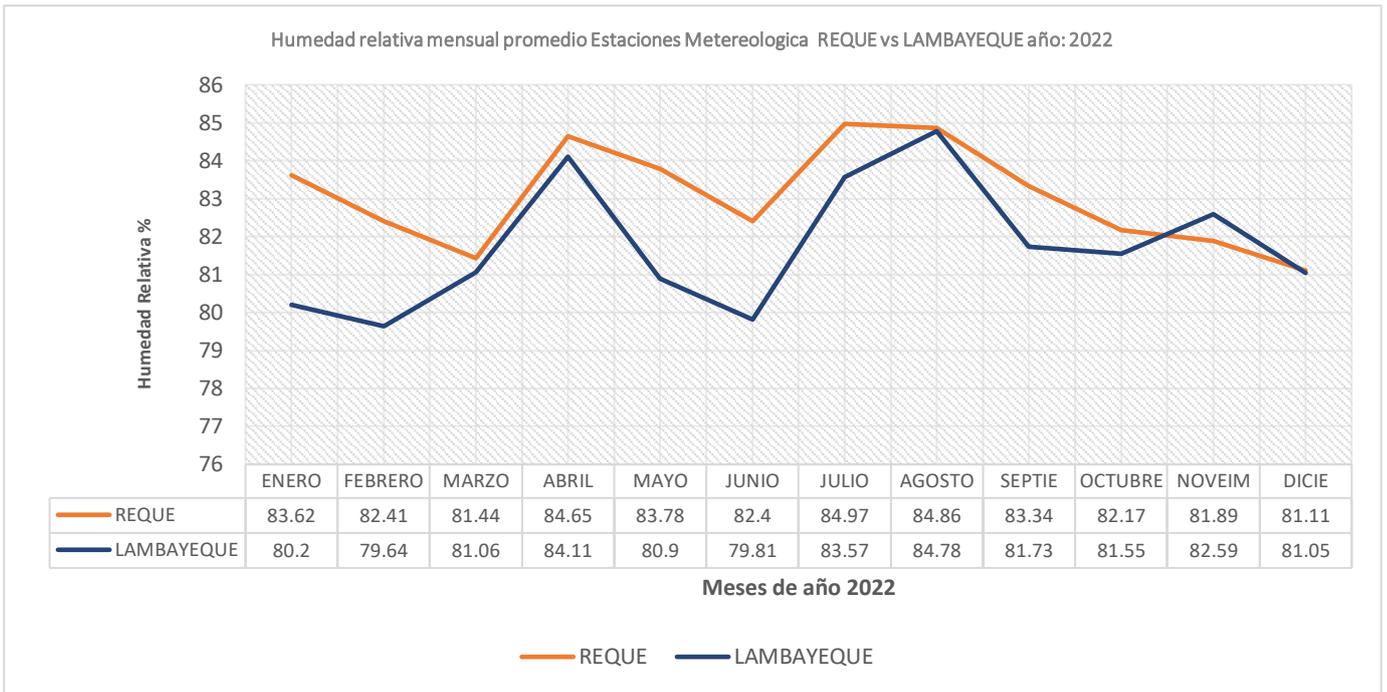
4.2.1 Comparativo de estaciones cercanas a zona de estudio

Tabla N° 6:

Comparativo Estaciones de Reque vs Lambayeque







Fuente: SENAMHI (2023)

4.2.1.1 Análisis de las dimensiones Independientes

Debemos mencionar que la corrosión es el deterioro de una sustancia en este caso metal debido a la reacción con su medio ambiente, el cual puede ser visible como la corrosión o producir daños interiores y el material puede fallar inesperadamente debido a cambios en su estructura interna; así que vamos a mencionar que existe varios factores que influyen en la corrosión y solo se evaluara los que se considera de forma visual de mayor afectación al acero corrugado.

4.2.1.1.1 Velocidad del viento

En la zona de estudio se realizó la medición de la velocidad y dirección del viento evidenciando que las velocidades de 0 m/s generalmente presentes las mañanas y mediodía y los vientos se incrementan por las tardes especialmente desde las 15 horas hasta las 19 horas midiéndose ráfagas de viento de hasta 15 km/hora con dirección del viento de sur a norte. También se evidencia una mayor corrosión de la pared del acero en la parte donde el viento golpea de forma directa. (SENAMHI, 2023)

4.2.1.1.2 variación de la temperatura

el aumento o variación de la temperatura incrementa la tasa de corrosión, debido a que la temperatura acelera la cinética de las reacciones, así mismo la temperatura afecta a la humedad relativa, para el punto de rocío y tiempo de humectación y la cinética del proceso de corrosión en las mechas de los aceros corrugados.

A altas temperaturas la cinética de las reacciones químicas de la corrosión se incrementa, así mismo la humedad relativa que se depositó sobre la superficie rugosa de las mechas corrugadas se evaporan, por lo tanto, desciende la concentración de oxígeno y otros gases corrosivos por lo que la oxidación mayor se produce entre el rango de temperatura de 0 °C a 25 °C; dicho de otro modo, la corrosión atmosférica en condiciones secas y calientes son mejores que las condiciones frías y húmedas. **(2022)**

Debemos indicar que la temperatura máxima y mínima registrada del periodo de estudio es de 31.66 °C, 13.94 °C respectivamente entre los años enero 2017 hasta diciembre 2023

4.2.1.1.3 Humedad Relativa

Se determina el tiempo de humectación teniendo la siguiente consideración

- El tiempo de humectación se puede encontrar al sumar las horas en las cuales el valor de humedad relativa media iguala o supera el 80% a una temperatura mayor a °C **(2022)**

4.2.1.1.4 Precipitaciones Pluviales

La lluvia realiza un lavado de los contaminantes atmosféricos depositados sobre la superficie expuestas lo que se podría considerar como beneficioso para el acero corrugado, pero como el acero corrugado presenta corrugas o resaltes tipo High-Bond las cuales lo ayuda para una mejor adherencia al concreto esto acelera la corrosión por humedad en tales áreas. **(2022)** En la urbanización santa margarita se puede evidenciar dos comportamientos cuando se presenta el fenómeno del niño 2017 meses de febrero marzo que alcanzado máximos de 125.00 mm/h de lluvia y 2021 que alcanzo máximos de 16.00 mm/h, y un

segundo comportamiento cuando no se presenta el fenómeno del niño que la cantidad de precipitaciones se casi 0 en todos los meses presentando un promedio anual de 1.1 mm/h al año y un máximo de 5.4 mm/h.

4.3 Clasificación de la corrosividad atmosférica de la urbanización Santa Margarita.

La clasificación de la corrosividad atmosférica se realizar según la norma ISO 9223 (2013) la base de la información para un buen entendimiento, diseño, protección y análisis de la corrosión en la urbanización en estudio.

Tabla N° 7:

Categoría de la Corrosividad atmosférica según ISO 9223

CATEGORIAS DE CORROSIVIDAD	AGRESIVIDAD
C1	Muy baja
C2	Baja
C3	Media
C4	Alta
C5	Muy Alta

Fuente: Adaptado de ISO 9223 (2013)

Las normas ISO 9223 determinan las diferentes categorías considerando el tiempo de humectación, también de los resultados del primer año de exposición

Tabla N° 8:

Valores de Tiempo de Humectación TDH ISO 9223

r	TDH(h/año) t
1	$T \leq 10$
2	$10 < T \leq 250$
3	$250 < T \leq 2500$
4	$2550 < T \leq 5500$
5	$T > 5500$

Fuente: Adaptado de ISO 9293 (2013)

Tabla N° 9:

Valores de Tiempo de Humectación TDH ISO 9223 (2013)

CATEGORIAS	UNIDADES	ACERO AL CARBONO
C1	g/m2*año	≤10
	μm/año	≤1.3
C2	g/m2*año	10-200
	μm/año	1.3-25
C3	g/m2*año	200-400
	μm/año	25-50
C4	g/m2*año	400-650
	μm/año	50-80
C5	g/m2*año	650-1500
	μm/año	80-200

Fuente: ISO 9223 (2013)

Por lo que de acuerdo a los datos que se dispone y necesitamos conocer la corrosividad de la urbanización Santa Margarita entonces se realizara ciertas aproximaciones que será corroborado con los demás ensayos para ello se utilizara los datos meteorológicos de dicho lugar, que permite conocer los riesgos potenciales del lugar de estudio.

- Por el tiempo de humectación TDH
- Índice de deterioro de Brooks

4.3.1 Por el tiempo de Humectación

Para el tiempo de humectación será el número de horas durante el cual la humedad relativa (HR) es igual o superior a 80% y la temperatura es superior a °C. **(2022)**

Los datos meteorológicos empleados son de la estación DE LAMBAYEQUE que es la más representativa para la zona de estudio.

Debemos indicar lo siguiente que los datos facilitados de las diferentes fuentes no proporcionan datos las 24 horas del día; el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología tiene registros de las 7 horas, 13 horas y 19 horas, desde enero del 2017 hasta diciembre del 2023 que es el periodo donde las viviendas en la urbanización Santa margarita han sido construidas y las mechas expuestas a la intemperie a corrosión.

Tabla N° 10:

Valores de Tiempo de Humectación TDH ISO 9223

MES	días	TDH(h)	TDH Acumula(h)
Enero	31	372	372
Febrero	28	336	708
Marzo	31	403	1111
Abril	30	360	1471
Mayo	31	434	1905
Junio	30	420	2325
Julio	31	434	2759
Agosto	31	465	3224
Setiembre	30	450	3674
Octubre	31	465	4139
Noviembre	30	450	4589
Diciembre	31	403	4992

Fuente: SENAMHI (2023)

Entonces la urbanización Santa Margarita presenta valores altos de tiempos de humectación durante todos los meses tal como se puede observar en las tablas. De los datos de la tabla indica que un TDH para la urbanización es de 4992 horas por lo que según la norma ISO 9223 corresponde a una categoría C4 que corresponde al rango 2500-5500 horas; Agresividad Alta.

4.3.2 Índice de deterioro de Brooks

Para determinar el deterioro del acero corrugado debido a la corrosión atmosférica, Brooks utilizando datos meteorológicos propuso la expresión conocida como índice de deterioro de Brooks: **(2022)**

$$I = \frac{(HR - 65)P}{100}$$

En donde:

I = Índice de deterioro

HR = Humedad relativa media anual en %

P = Presión de saturación del vapor de agua en mbar

Tabla N° 11:

Valores de Índice de Deterioro ISO 9223

I	Grado de Deterioro
I<1	Muy bajo
1<I<2	Bajo
2<I<5	Moderado
I>5	Alto

$I = \text{Índice de deterioro} = 171.90$
 $HR = 81.97 \text{ segun SENAMHI Lambayeque}$
 $P = 1013 \text{ mbar}$

Es mayor que 5 por lo tanto el índice de deterioro es alto para la urbanización santa margarita

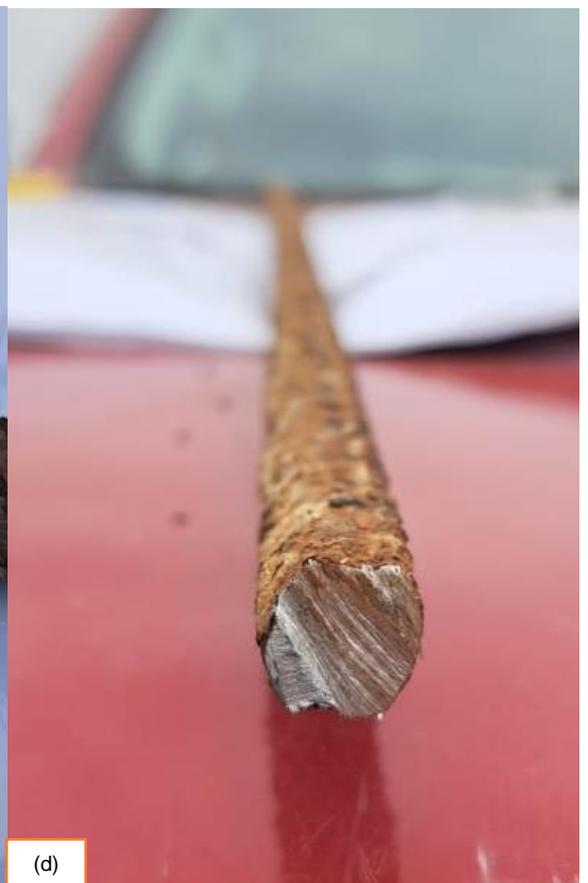
4.4 Medio ambiente de la urbanización Santa Margarita

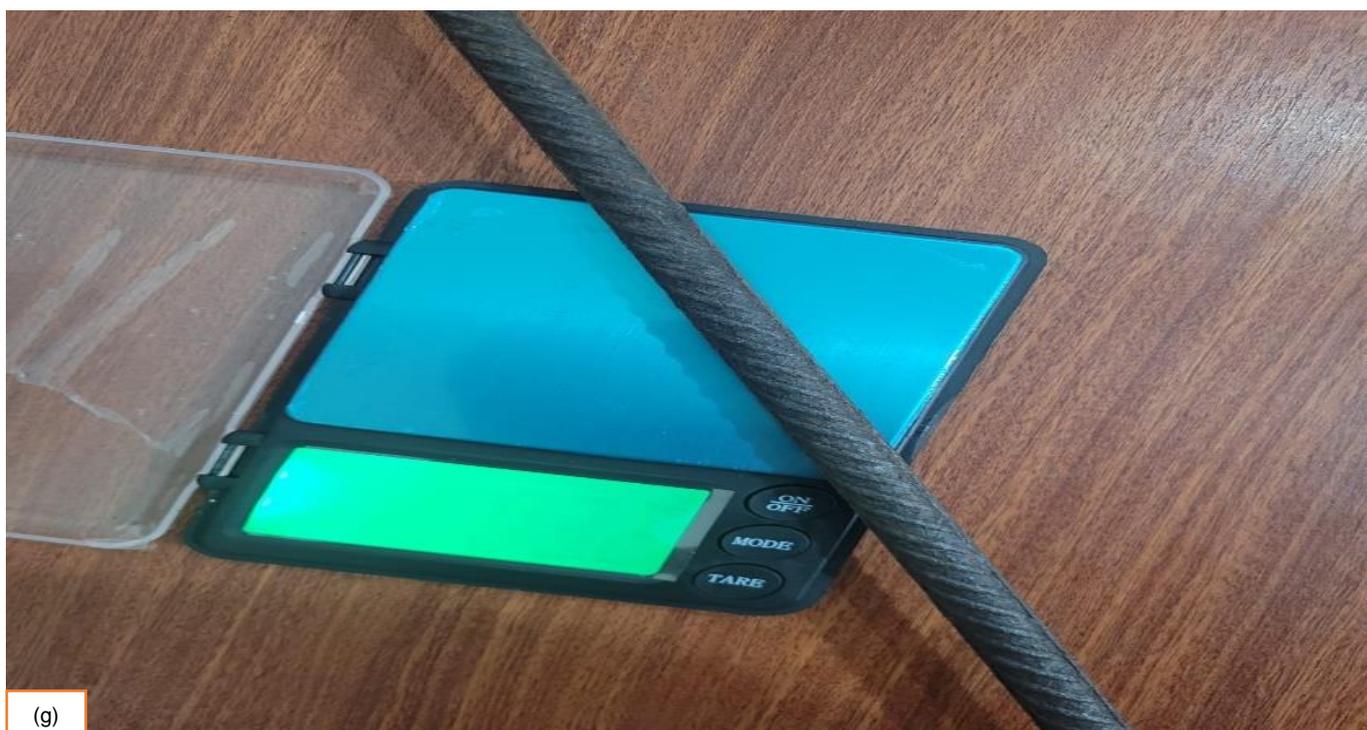
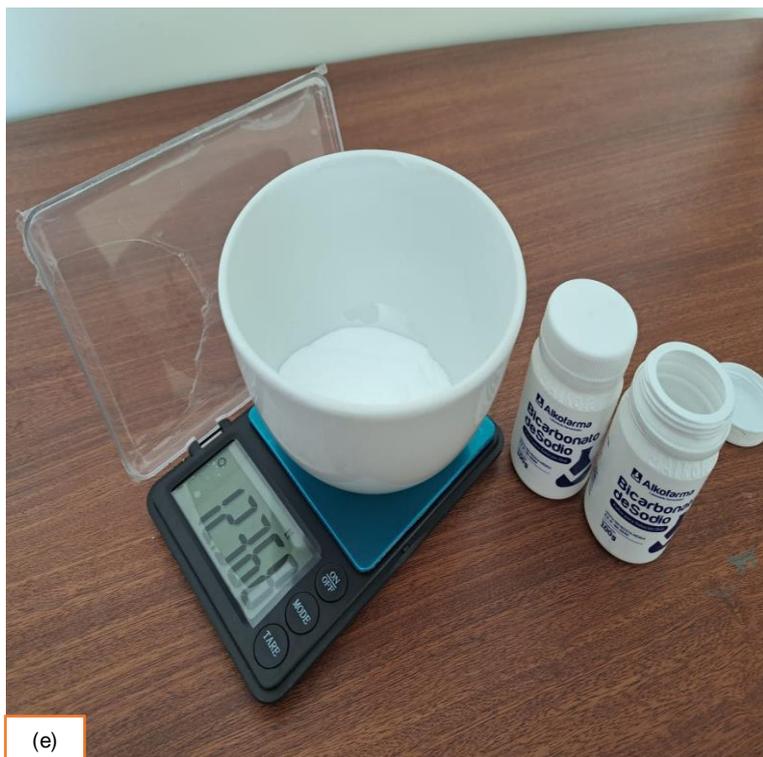
La urbanización Santa Margarita se encuentra en la zona perimétrica del distrito de la Victoria ver figura 22; al Sur Oeste de la ciudad de Chiclayo, no existiendo en su interior ni alrededor cercano gran circulación vehicular, buses provinciales o interprovinciales, ni plantas industriales u otro contaminante que se pueda evidenciar por lo que en nuestros cálculos despreciaríamos esos valores para la contaminación ambiental.

La evaluación de la corrosión de las varillas de acero al carbono (acero corrugado) se basa fundamentalmente en el método de pérdida de peso y ensayo a la resistencia a la tracción de las varillas de acero corrugado. **(2022)** Para la evaluación por pérdida de peso se inició por el proceso de limpieza mecánica de la muestras extraídas de la parte corroída, para ello se utiliza una mezcla de bicarbonato de sodio con agua para hacer una pasta y esparcirla en todo el área de la muestra extraída dejando 10 minutos para que penetre bien en el óxido y a continuación limpiarlo con un cepillo de dientes viejo, y poder retirar todas las partes oxidas dejando solo la parte sana de la muestra y luego proceder a pesarlo una vez que la muestra se haya secado completamente para obtener la diferencia de pesos y compararlo con el peso de la varilla nueva que se construyó al inicio de la construcción posteriormente embalarlo con cuidado para ser ensayadas en el laboratorio de la UNI al día siguiente.

Figura N° 29:

Procedimiento de peso, limpieza de las muestras extraídas





Nota: (a) Mechas expuestas, (b) Mecha extraída 05, (c) mecha extraída 06, (d) vista frontal mecha extraída 06, (e) Bicarbonato de sodio, (f) Proceso de limpieza de mechas de acero corrugado (g) Pesado de mecha limpiada

4.4.1 Cálculo de la Velocidad de la Corrosión Promedio

La corrosión del acero corrugado se inicia por la presencia de nidos de óxido dispersos sobre la superficie metálica que se extiende rápidamente hasta cubrir toda la superficie, formando una capa de óxido uniforme en toda la varilla del acero expuesto, para la determinación de la velocidad de la corrosión se requiere datos como área expuesta de la muestra, masa inicial (nueva), masa final, pérdida de peso, tiempo de que se construyó esa etapa en la edificación, con ello permite calcular la velocidad de corrosión V_c ($\mu\text{m}/\text{año}$) y la penetración de la corrosión (μm) en el siguiente cuadro se muestra los resultados obtenidos de acuerdo a las fórmulas establecidas. (2022)

$$V_c = \frac{K * W}{A * t * D}$$

En donde:

- $V_c = \text{Velocidad de corrosión } \left(\frac{\text{gr}}{\text{m}^2} * h\right)$
- $K = \text{Constante del Material } 10000 * D$
- $t = \text{tiempo de exposición } (h)$
- $A = \text{Área } (\text{cm}^2)$
- $W = \text{Pérdida de masa } (g)$
- $D = \text{Densidad } \left(\frac{g}{\text{cm}^3}\right) = 7.85$

$$C = \frac{W}{A * D}$$

La velocidad de corrosión también se puede expresar en $\mu\text{m}/\text{año}$ en ese caso la constante K tiene un valor de $8.76\left(\frac{g}{\text{cm}} * \text{m}^2\right)$, y para calcular el espesor que se ha perdido del material oxidado en μm se debe multiplicar el periodo de exposición en años por la velocidad de corrosión anual.

Tabla N° 12:

Corrosión para la zona de estudio

N°	Φ	Φ	Longitud	Área	W	tiempo			Corrosión	Vc	Vc
		(cm)	(cm)	(cm ²)	(g)	(días)	(h)	(años)	(μm)	(μm/año)	(g/m ²)*h)
1	3/8	0.95	69.200	206.529	0.000						
2	1/2	1.27	65.800	262.531	0.000						
3	5/8	1.59	66.900	334.175	0.000						
4	1/2	1.27	63.800	254.551	15.772	461	11075	1.2643	78.8295	62.3498	0.0559
5	1/2	1.27	64.600	257.743	32.624	961	23075	2.6341	161.0377	61.1363	0.0549
6	5/8	1.59	56.200	280.727	75.924	2254	54091	6.1747	344.0901	55.7256	0.0500
7	5/8	1.59	60.600	302.706	17.612	517	12412	1.4169	74.0228	52.2433	0.0469
8	3/8	0.95	63.200	188.622	11.920	349	8370	0.9555	80.4011	84.1432	0.0755
9	3/8	0.95	65.000	193.994	29.300	863	20723	2.3657	192.1574	81.2266	0.0729
10	5/8	1.59	67.000	334.675	52.000	1538	36912	4.2137	197.6778	46.9129	0.0421
11	1/2	1.27	62.300	248.567	58.852	1747	41928	4.7863	301.2285	62.9356	0.0565
12	5/8	1.59	67.200	335.674	41.314	1222	29327	3.3478	156.5876	46.7733	0.0420

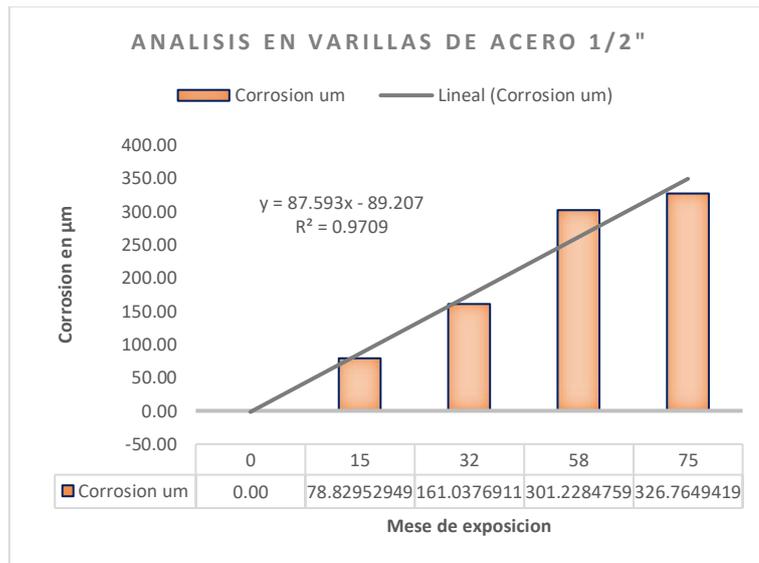
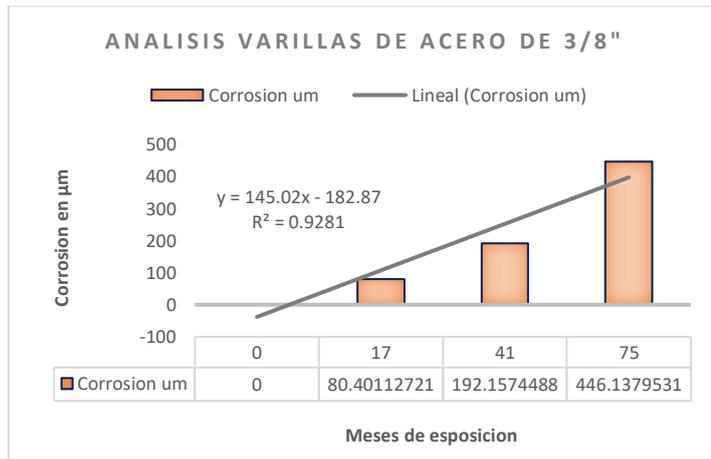
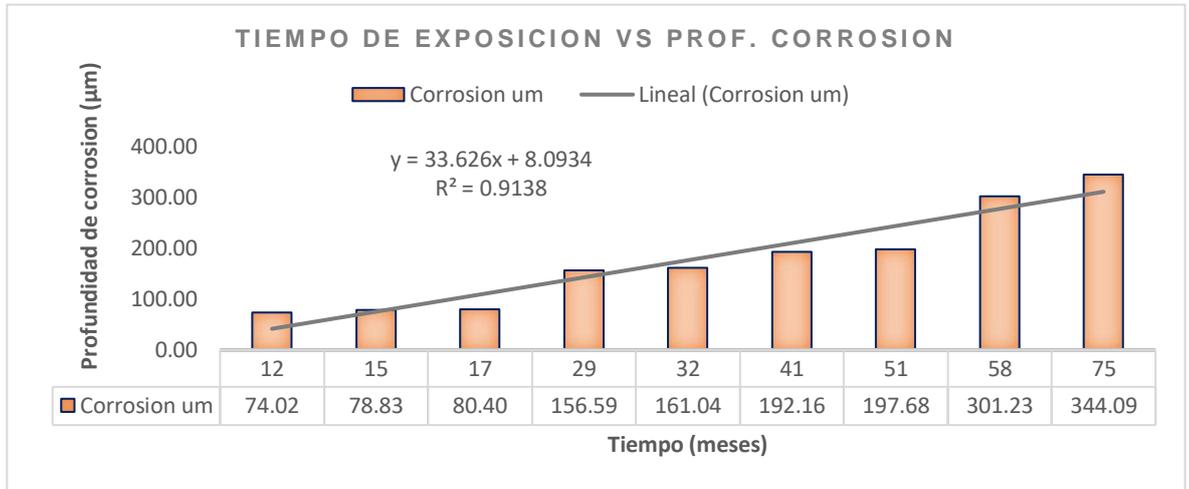
Tabla N° 13:

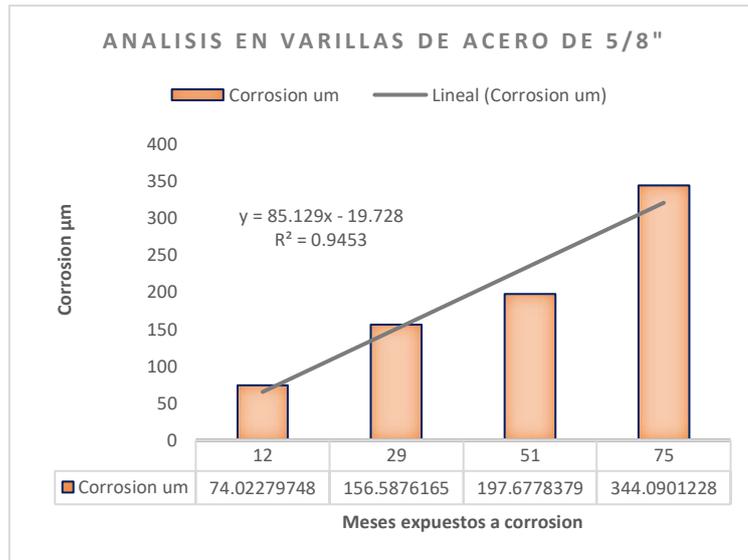
Valores de la Cinética de la corrosión según ISO 9223

N° Orden Por Edad	Para el Grafico	t	Corrosión	Logaritmo	Logaritmo
		(años)	(μm)	tiempo	Corrosión
0		0.00	0.0000		
0		0.00	0.0000		
0		0.00	0.0000		
8	4	0.96	80.4011	-0.0198	1.9053
4	5	1.26	78.8295	0.1019	1.8967
7	6	1.41	74.0228	0.1498	1.8694
9	7	2.37	192.1574	0.3740	2.2837
5	8	2.63	161.0377	0.4206	2.2069
12	9	3.35	156.5876	0.5248	2.1948
10	10	4.21	197.6778	0.6247	2.2960
11	11	4.79	301.2285	0.6800	2.4789
6	12	6.17	344.0901	0.7906	2.5367

Tabla N° 14:

Tiempo de exposición vs profundidad de corrosión en mechas corrugadas





Nota: Se graficó por diámetro de mechas extraídas para mejor análisis

Calculo de la cinética de la corrosión del acero corrugado

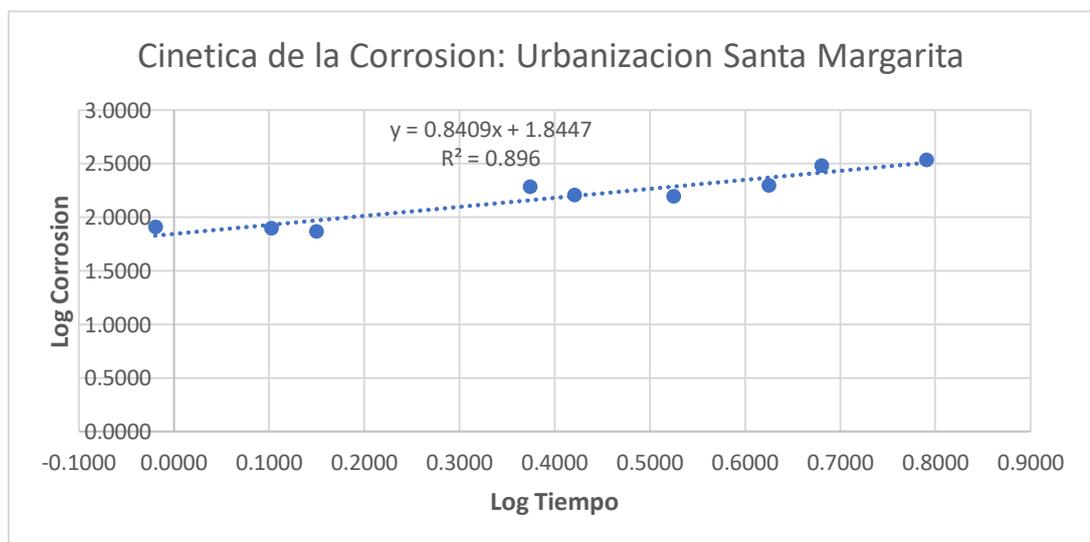
La fórmula que representa el mecanismo se da por la siguiente expresión:

$$C = a * t^n$$

En el cual el valor de a representa la reactividad del acero corrugado frente a un material que lo rodea, y el valor de n representa el nivel de difusión de los óxidos formados sobre la superficie del acero corrugado. **(2022)**

Tabla N° 15:

Cinética de la Corrosión de la urbanización Santa Margarita



Entonces de los gráficos podemos concluir que:

La cinética de la corrosión de la Urbanización Santa margarita estará expresa por:

$$C = a * t^n$$

$$\text{Log}C = \text{Log}a + n\text{Log}t$$

Regresión Lineal:

$$y = 0.8409x + 1.8447$$

$$R^2 = 0.896$$

$$\text{Log} a = 1.8447$$

$$a = 69.935873$$

$$n = 0.8409$$

$$C = 69.935873 * t^{0.8409}$$

Así mismo podemos realizar un análisis de las propiedades mecánicas del acero corrugado en la Marca Sider Perú.

El grado de corrosión (Q), se determinó por la pérdida gravimétrica, pesando las barras según la siguiente ecuación:

$$Q_{corr} = \frac{w_o - w_s}{w_o}$$

Donde:

- Q_{corr} es la cantidad de corrosion de la armadura (%)
- Q_o es el peso de la armadura antes del proceso de corrosion
- Q_s es el peso de la misma armadura despues del proceso de corrosion y despues de haber sido sometida a un decapado quimico

Para determinar la sección residual de la armadura, se utiliza el peso específico convencional del acero y se determina siguiendo la definición de sección equivalente:

$$S_{eq} = \frac{w_s}{7.85L_s}$$

Donde:

- w_s es peso de la parte corroida en gramos
- L_s Longitud corroida
- 7.85 el peso especifico del acero en g/cm^3

Por lo que el diámetro residual de las barras corroidas será:

$$\phi_{res} = \sqrt{\frac{4w_s}{\pi * 7.85 * L_s}}$$

Tabla N° 16:

Característica mecánicas de las mechas corrugadas sin exponer a corrosión vs las corroídas

MESES DE EXPOSICION DE LAS BARRAS CORRUGADAS (meses)	N° DE MUESTRA	ESPECIFICACIONES DE LAS BARRAS CORRUGADAS					PESOS DE LAS BARRAS CORRUGADAS					
		DIAMETRO	LONGITUD (m)	CARACTERISTICAS BARRAS NUEVAS			BARRAS EXTRAIDA			MEDIDA BARRAS CORROIDAS		
				GRADO DE CORROSION (%)	DIAMETRO RESIDUAL (Φres cm)	SECCION RESIDUAL Seq (mm)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA PESO (g)	GRADO DE CORROSION (%)	SECCION RESIDUAL Seq (cm2)	DIAMETRO RESIDUAL (Φres cm)
0	1	3//8	69.20	0.00	9.50	71.00	387.52	387.52	0.00	0.00%	71.34	9.53
0	2	1//2	65.80	0.00	12.70	129.00	654.05	654.05	0.00	0.00%	126.62	12.70
0	3	5//8	66.90	0.00	15.90	199.00	1038.29	1038.29	0.00	0.00%	197.71	15.87
12	4	5//8	60.60	0.00	15.90	199.00	940.51	922.90	17.61	1.87%	194.00	15.72
15	5	1//2	63.80	0.00	12.70	129.00	634.17	618.40	15.77	2.49%	123.48	12.54
17	6	3//8	63.20	0.00	9.50	71.00	353.92	342.00	11.92	3.37%	68.93	9.37
29	7	5//8	67.20	0.00	15.90	199.00	1042.94	1001.63	41.31	3.96%	189.88	15.55
32	8	1//2	64.60	0.00	12.70	129.00	642.12	609.50	32.62	5.08%	120.19	12.37
41	9	3//8	65.00	0.00	9.50	71.00	364.00	334.70	29.30	8.05%	65.60	9.14
51	10	5//8	67.00	0.00	15.90	199.00	1039.84	986.50	53.34	5.13%	187.57	15.45
58	11	1//2	62.30	0.00	12.70	129.00	619.26	560.41	58.85	9.50%	114.59	12.08
75	12	5//8	56.20	0.00	15.90	199.00	872.22	796.30	75.92	8.70%	180.50	15.16
75	13	3//8	62.30	0.00	9.50	71.00	348.88	283.68	65.20	18.69%	58.01	8.59
75	14	1//2	68.56	0.00	12.70	129.00	681.49	611.23	70.26	10.31%	113.57	12.03
58	15	3//8	65.56	0.00	9.50	71.00	367.14	313.88	53.26	14.51%	60.99	8.81

Tabla N° 17:

Grado de corrosión de las mechas extraídas con respecto a tiempo de exposición

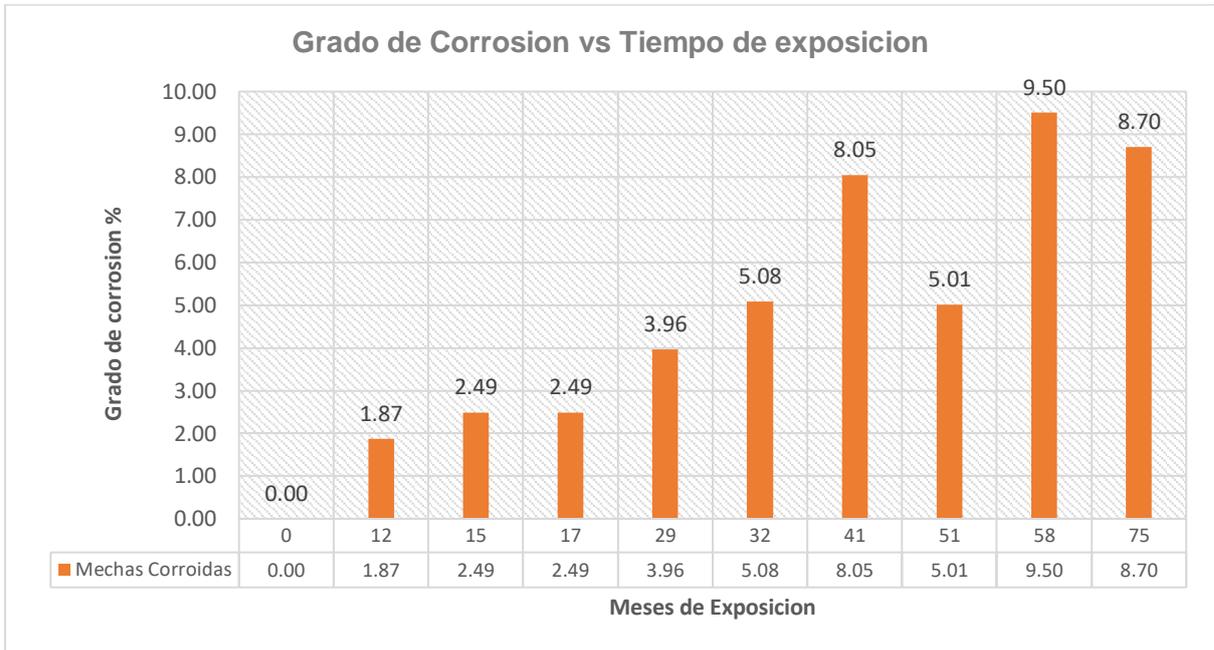
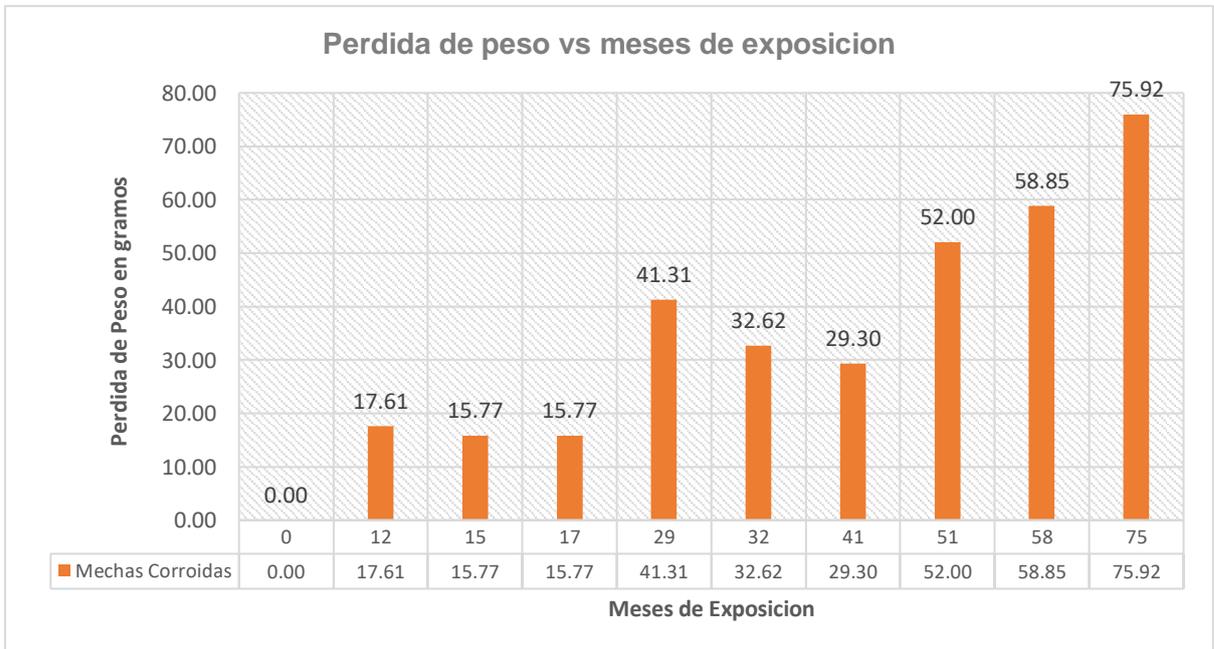


Tabla N° 18:

Pérdida de Peso de las mechas extraídas vs tiempo de exposición



4.4.2 Ensayo de tracción de mechas corrugadas

Los ensayos de tracción se han realizado a las barras de los diámetros $\varnothing 3/8$, $\varnothing 1/2$, $\varnothing 5/8$, en un total de 12 (03 barras de acero corrugado nuevos de $\varnothing 3/8$, $\varnothing 1/2$, $\varnothing 5/8$ y 09 barras de acero extraídas de las viviendas en total 01 por vivienda) con distintos grados de corrosión una vez realizado el cálculo de pérdida de peso. Estos ensayos se han realizado en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Ingeniería en la ciudad de Lima, utilizando una Máquina de Ensayo Uniaxial y servo controlada de la marca ZWICK ROELL con serie 204157 de modelo SP1000, de procedencia Alemana la cual cuenta con certificado de calibración internacional LF-B-092-2023 de fecha 29 de agosto del 2023, dicha máquina cuenta con mordazas hidráulicas de presión regulable modelo MIB-40-MOD-AM con capacidad de carga de Máxima de 1000 kN y resolución de 0.01 kN

Figura N° 30:

Muestras después del ensayo a la tracción



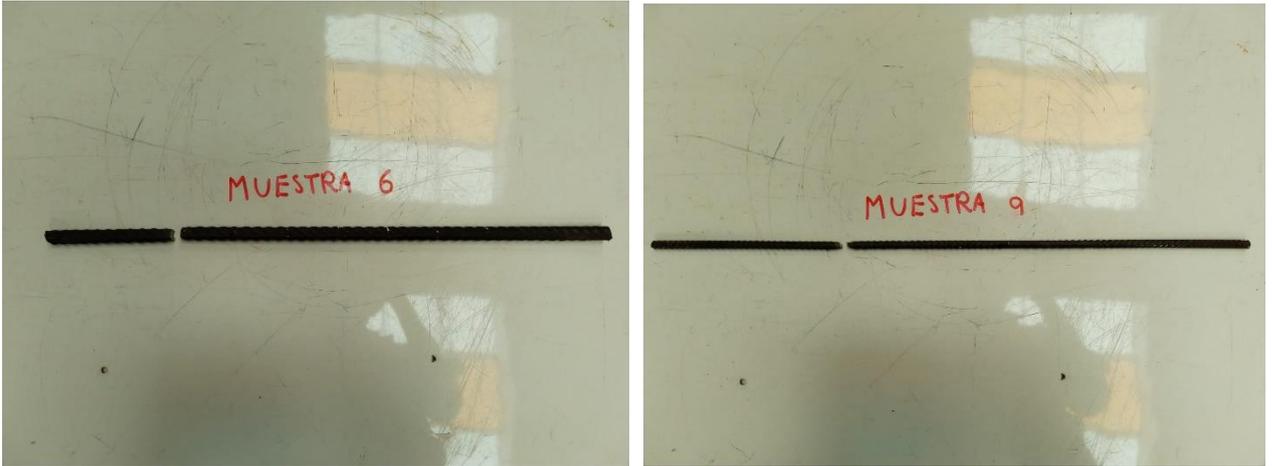


Figura N° 31:

Maquina con la que se realizó el ensayo a la tracción



Las varillas se enumeran como se muestra en las tablas, luego se procede a medir y pesar para estimar la pérdida de masa en comparación con el peso de las varillas en perfecto estado. Para comprender la variación del alargamiento final en base a 3 diámetros, se realizan marcas distanciadas 50 mm con el objeto facilitar el cálculo de elongación del acero una vez producida la rotura.

Figura N° 32:

Muestras realización del ensayo a la tracción



Las barras se sometieron a los ensayos de tracción de acuerdo a las normas NTP 350.405:2019. PRODUCTOS DE ACERO. Métodos de ensayo normalizados y definiciones para ensayos mecánicos. Con una precarga de 1 kN, para el control de carga del tramo elástico y una velocidad de 15MPa/s y extensómetro hasta la deformación del 2%. Una vez terminado el ensayo se juntaron los dos trozos de la probeta y se mide el L_f para calcular Δl (5Φ) medida que se toma como alargamiento último del acero. En la figura 23, se muestra algunos de las varillas después del ensayo en la que se observa la estricción en la zona de rotura en los tipos de varillas.

Figura N° 33:

Muestras realización del ensayo a la tracción



Una vez terminada con los ensayos a tracción de las barras, se obtienen los datos y se procede a realizar los diagramas de tensión-deformación (σ - ϵ), para determinar las características mecánicas, obteniendo valores:

f_s o f_{max} , R_m (Mpa): Resistencia máxima de tracción .

f_y , $R_p 0,2$ o $\sigma_{0,2}$ (Mpa) Resistencia en el límite elástico convencional la cual se representa al 0,2 %.

E o E_s (Mpa): el módulo de elasticidad longitudinal del acero, se extrajeron mechas de acero corrugado para el cual se cumple: " x " < $\epsilon_{máx}$, $(0,3.f_s) \leq "y" \leq (0,6.f_s)$ y estos puntos se ajustan a una recta por mínimos cuadrados, cuyo resultado de la pendiente es el módulo de Elasticidad, E_s .

ϵ_y (%): Deformación en el límite elástico.

A_g (%): Alargamiento no proporcional porcentual bajo carga máxima o deformación de rotura.

$$A_g = \left(\frac{m - L_0}{L_0} \right) * 100$$

A_{gt} o $\epsilon_{máx}$ (%): Alargamiento total porcentual bajo carga máxima

$$A_{gt} = A_g + \frac{R_m}{E} * 100$$

Para todos los aceros ensayados se supondrá el valor $E = 200.000 \text{ N/mm}^2$

4.2.1 Resultados del Ensayo de tracción

En la tabla, se muestran los resultados de los ensayos de tracción de las 12 varillas corrugadas, de las cuales se dividen en 2 grupos: varillas nuevas 03 unidades y los aceros corroídos 9 unidades, estos a su vez se subdividen en 3 grupos: aceros de diámetro 3/8 en total 3 unidades, aceros de diámetro 1/2 en total 3 unidades y aceros de diámetro 5/8 en total 3 unidades. En donde la tensión (f_y) se obtiene de la fuerza aplicada en cada ensayo sobre la sección equivalente, y la deformación resulta del alargamiento entre la longitud inicial.

Tabla N° 19:

Resultados de los ensayos de tracción a las mechas de acero corrugado

MESES DE EXPOSICION A CORROSION (meses)	NUMERO DE MUESTRA	PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO CORRUGADO SIDER PERU									RESULTADOS DE ENSAYO DE MATERIALES UNI				
		DIAMETRO	AREA DEL ACERO		CARGA LIMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSION LIMITE DE FLUENCIA (Kg/mm2)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/mm2)	ELONGACION FINAL (%)	CARGA LIMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSION LIMITE DE FLUENCIA (Kg/mm2)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/mm2)	ELONGACION FINAL (%)	DEFORMACION (mm)
			mm2	cm2											
0	Muestra 01	3//8	71.00	0.71	3,038.80	42.80	4,487.20	63.20	14.00	3,109.80	43.80	4,981.36	70.16	18.50	37.00
0	Muestra 02	1//2	129.00	1.29	5,521.20	42.80	8,152.80	63.20	14.00	5,688.90	44.10	9,084.18	70.42	18.30	36.60
0	Muestra 03	5//8	199.00	1.99	8,517.20	42.80	12,576.80	63.20	14.00	8,795.80	44.20	14,013.58	70.42	18.50	37.00
12	Muestra 04	5//8	199.00	1.99	8,517.20	42.80	12,576.80	63.20	14.00	8,795.80	44.20	13,989.70	70.30	19.00	38.00
15	Muestra 05	1//2	129.00	1.29	5,521.20	42.80	8,152.80	63.20	14.00	5,521.20	42.80	8,746.20	67.80	14.50	29.00
17	Muestra 06	3//8	71.00	0.71	3,038.80	42.80	4,487.20	63.20	14.00	3,003.30	42.30	4,920.30	69.30	16.32	32.00
29	Muestra 07	5//8	199.00	1.99	8,517.20	42.80	12,576.80	63.20	14.00	8,487.35	42.65	13,591.70	68.30	16.30	32.00
32	Muestra 08	1//2	129.00	1.29	5,521.20	42.80	8,152.80	63.20	14.00	5,392.20	41.80	8,397.90	65.10	16.50	33.00
41	Muestra 09	3//8	71.00	0.71	3,038.80	42.80	4,487.20	63.20	14.00	2,925.20	41.20	4,721.50	66.50	15.00	30.00
51	Muestra 10	5//8	199.00	1.99	8,517.20	42.80	12,576.80	63.20	14.00	8,457.50	42.50	13,114.10	65.90	16.30	32.60
58	Muestra 11	1//2	129.00	1.29	5,521.20	42.80	8,152.80	63.20	14.00	5,290.29	41.01	8,565.60	66.40	18.36	34.00
75	Muestra 12	5//8	199.00	1.99	8,517.20	42.80	12,576.80	63.20	14.00	8,178.90	41.10	12,994.70	65.30	16.50	33.00

Tabla N° 20:

Tendencia Lineal de la resistencia a la tracción Kg/mm² en función de los meses de exposición de las mechas corrugadas en las viviendas construidas por etapas.

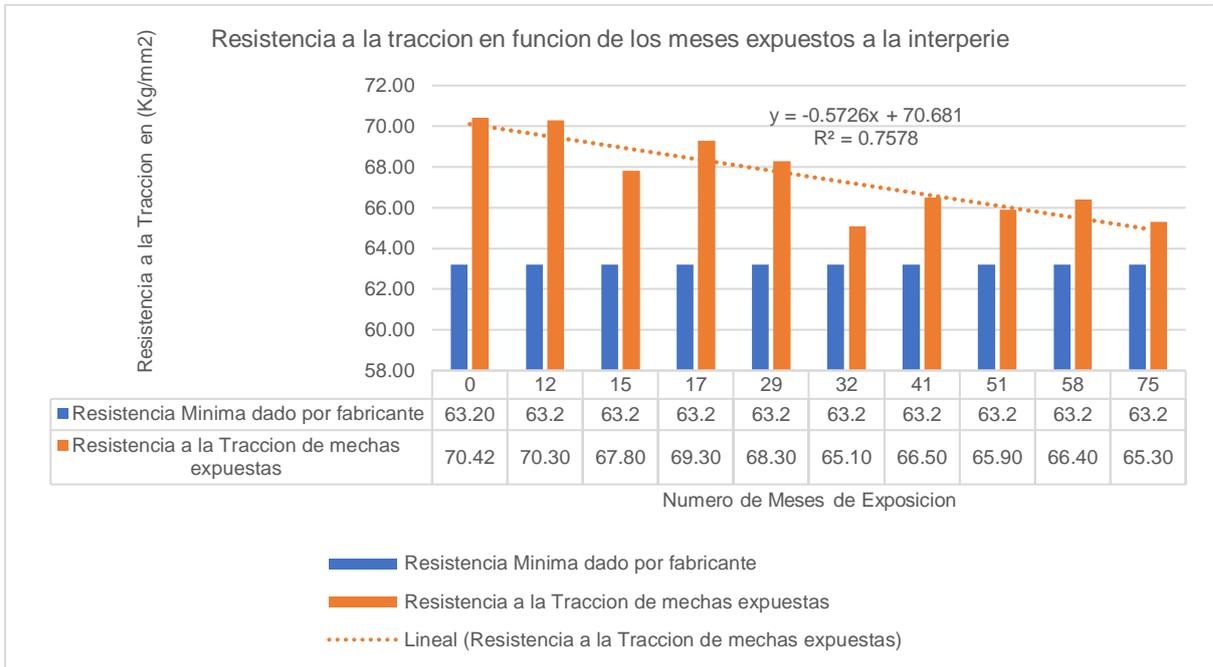


Tabla N° 21:

Diagrama de Limite de Fluencia a la tracción de acuerdo a su edad de las muestras.

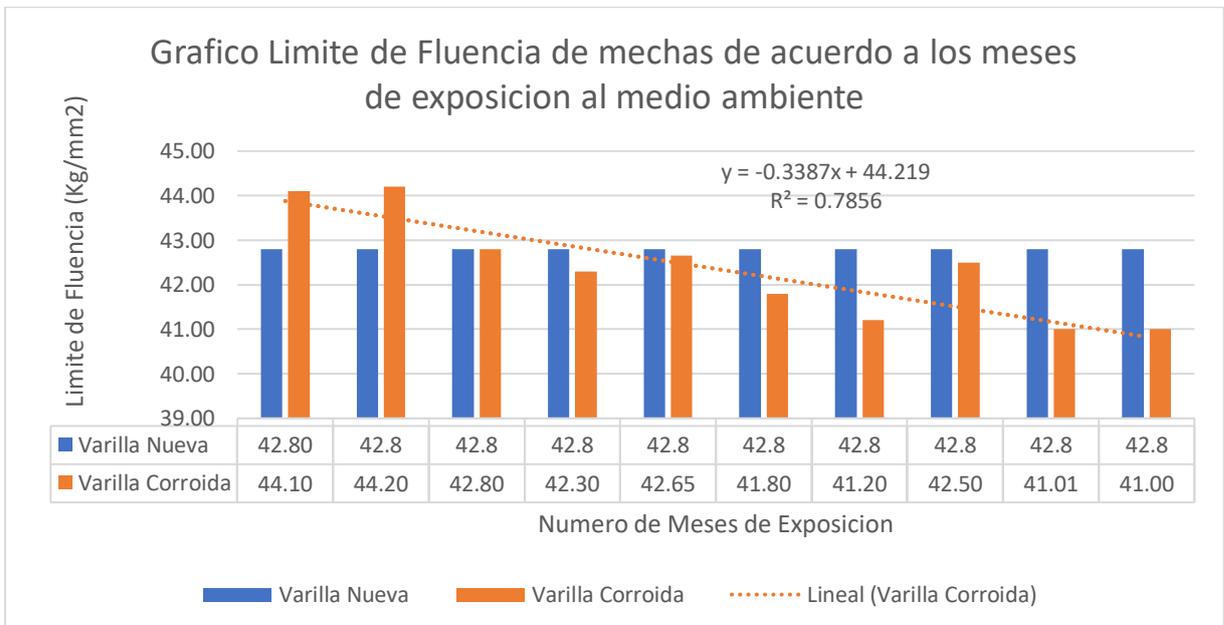
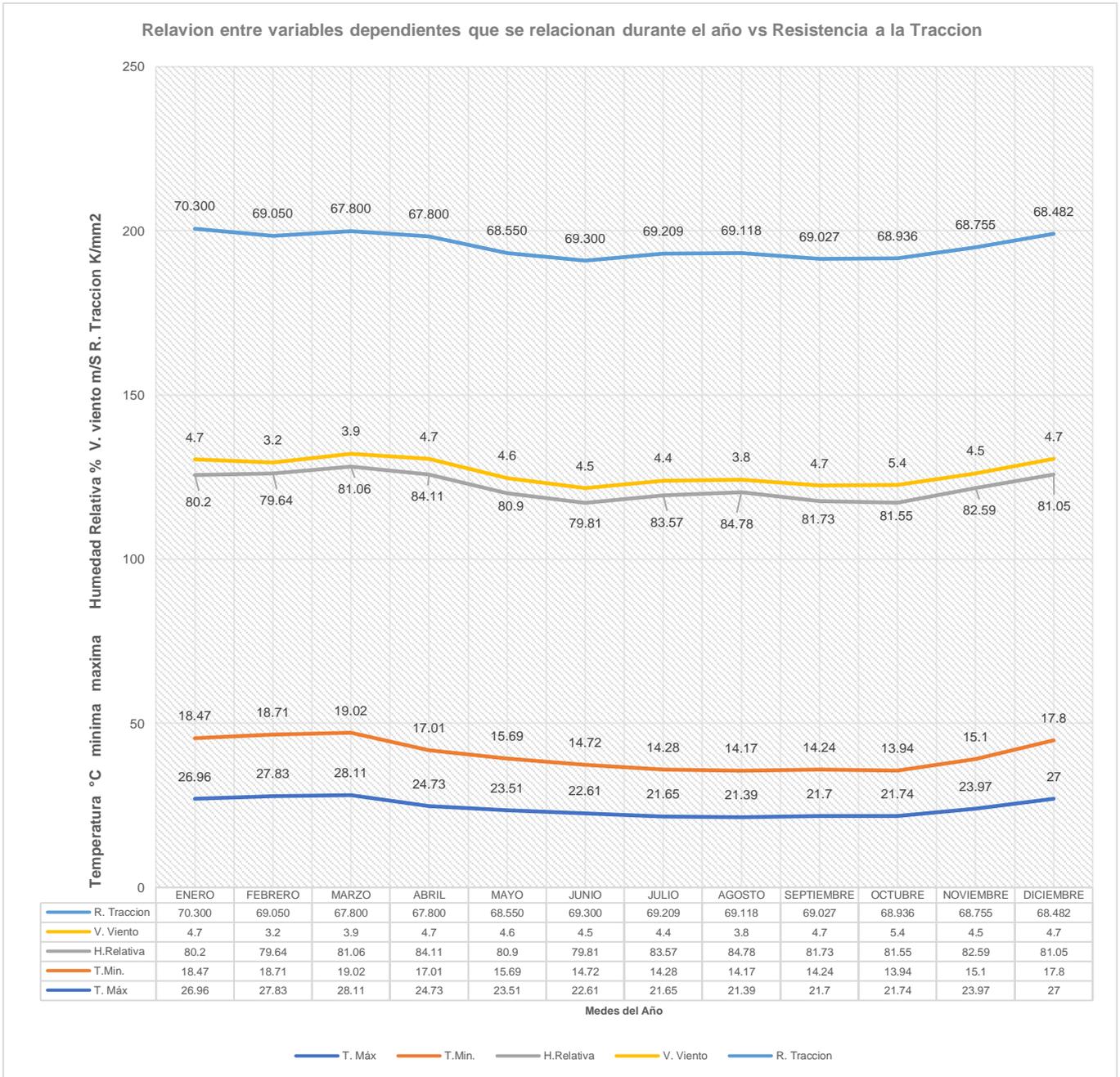


Tabla N° 22:

Diagrama de comparación entre variables independientes que se relacionan vs resistencia a la tracción

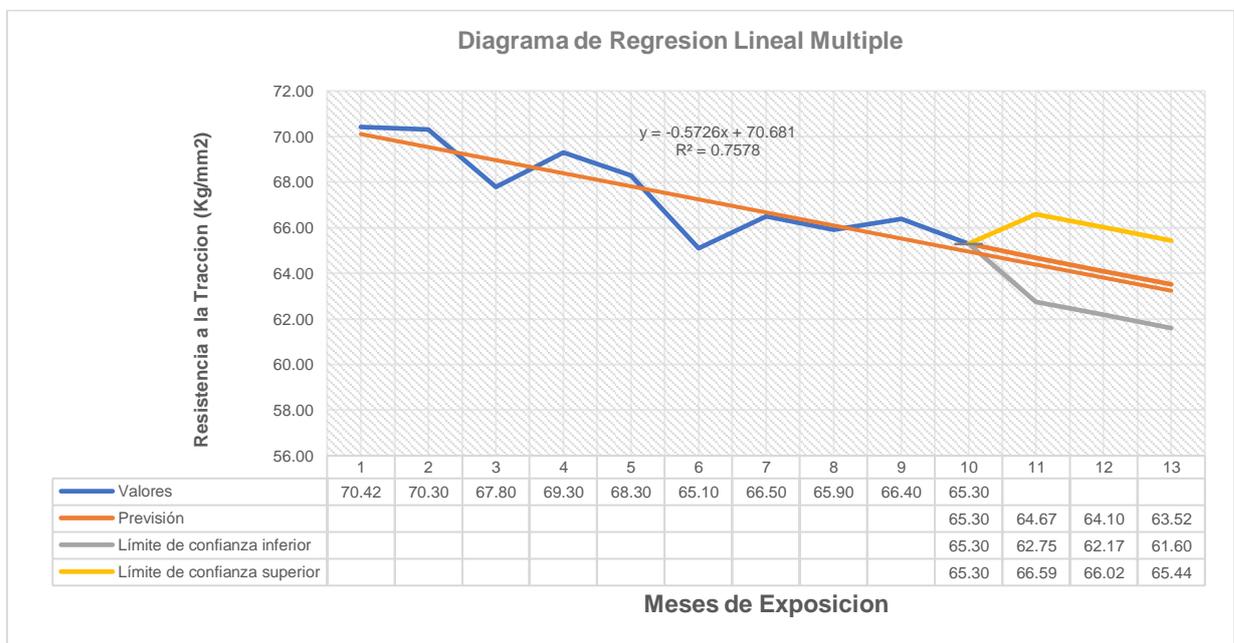


Nota: del tabla N° 22 mencionamos que el mes de agosto se registra una temperatura mínima de 14.17 °C y una máxima de 21.65 °C y una humedad relativa de 84.78 % mientras que en febrero se registra una mínima de 18.71 °C y máxima de 27.83 °C verificándose una humedad de 79.64 % demostrándose que cuando la temperatura disminuye la humedad relativa aumenta y cuando la temperatura

aumenta la humedad relativa disminuye, esto se evidencia mejor en los datos diarios donde las mañanas la humedad relativa aumenta considerablemente por las noches y disminuye considerablemente a medio día q aumenta la temperatura hay q mencionar también que la velocidad del viento diario se registra mayor viento por las tardes que por las mañanas.

Tabla N° 23:

Diagrama de Regresión Lineal Múltiple para las variables independientes vs la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado para la urbanización Santa Margarita



Análisis de la regresión múltiple entre variables independientes y resistencia a la tracción

Tabla N° 24:

Prueba global de validez del modelo lineal múltiple de la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas medidas en kg/mm² en función del tiempo en meses, de las precipitaciones pluviales en mm/h, de la velocidad del viento en m/s de la corrosión en μm , de la temperatura en °C y de la humedad relativa en % (ANVA.)

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	F critico	Sig.
Regresión	41,502	6	6,917	5,008	4,950	,049 ^b
Residuo	6,905	5	1,381			
Total	48,408	11				
a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm ² "						
b. Predictores: (Constante, Tiempo en meses, "Precipitaciones Pluviales (mm/h)", "Velocidad del viento m/s", Corrosión en μm , variación de la Temperatura (°C), "Humedad relativa (%)")						

En la Tabla 24, se observa la prueba global de validación del modelo lineal múltiple, con $p - \text{valor} = 0.0049 < \alpha = 0.05$, también observando el F crítico=4.95 y comparando con el F calculado=5.008 que pertenece a la región crítica del punto crítico =4.95, entonces rechazamos la hipótesis nula $H_0: \beta_i=0, i= 1, 2, 3, 4$, lo que significa que el modelo lineal múltiple tiene al menos un $\beta_i \neq 0$.

Tabla N° 25:

Estimación del modelo de regresión lineal de la resistencia a la tracción final en kg/mm² en función del tiempo en meses, de las precipitaciones pluviales en mm/h, de la velocidad del viento en m/s de la corrosión en μm , de la temperatura en °C y de la humedad relativa en %.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Estadísticas de colinealidad	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior	Tolerancia	VIF
(Constante)	70,340	0,678		103,672	0,000	68,596	72,084		
Velocidad del viento m/s	-3,705	16,055	-3,519	-0,231	0,827	-44,974	37,565	0,000	8151,625
variación de la Temperatura (°C)	2,461	2,044	4,345	1,204	0,282	-2,792	7,714	0,002	456,178
Humedad relativa (%)	-0,007	0,824	-0,122	-0,008	0,994	-2,125	2,112	0,000	7410,885
Precipitaciones Pluviales (mm/h)	-2,358	1,556	-1,146	-1,516	0,190	-6,358	1,641	0,050	20,033
Corrosión en μm	0,000	0,024	0,024	0,019	0,986	-0,061	0,062	0,017	59,389
Tiempo en meses	-0,036	0,124	-0,420	-0,288	0,785	-0,354	0,282	0,013	74,417

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

En la Tabla 25, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.34 - 3.7056x_1 + 2.461x_2 - 0.007x_3 - 2.358x_4 - 0.00x_5 - 0.036x_6$, el cual indica: Como se observa en la Tabla la inferencia estadística de prueba de hipótesis los seis parámetros que acompañan cada una de las variables predictoras sus p-valores son mayores que 0.05 que es el nivel de significación (α), en los intervalos de confianza para cada uno de los parámetros que acompañan a las variables predictoras están incluidas el cero, entonces los parámetros todos los que acompañan a los x con ceros al 95% de confianza, implica que los parámetros, como $\beta_i = 0$ ($i=1,2,3,4,5$), lo que significa que el modelo múltiple no predice nada.

Figura N° 34:

Tendencia Lineal de la Resistencia a la tracción final en kg/mm² en función de la regresión múltiple de las variables independiente: V. Viento m/s, V. Temperatura °C, H. Relativa %, P. Pluviales mm/h, P. Corrosión um, Tiempo de exposición meses.

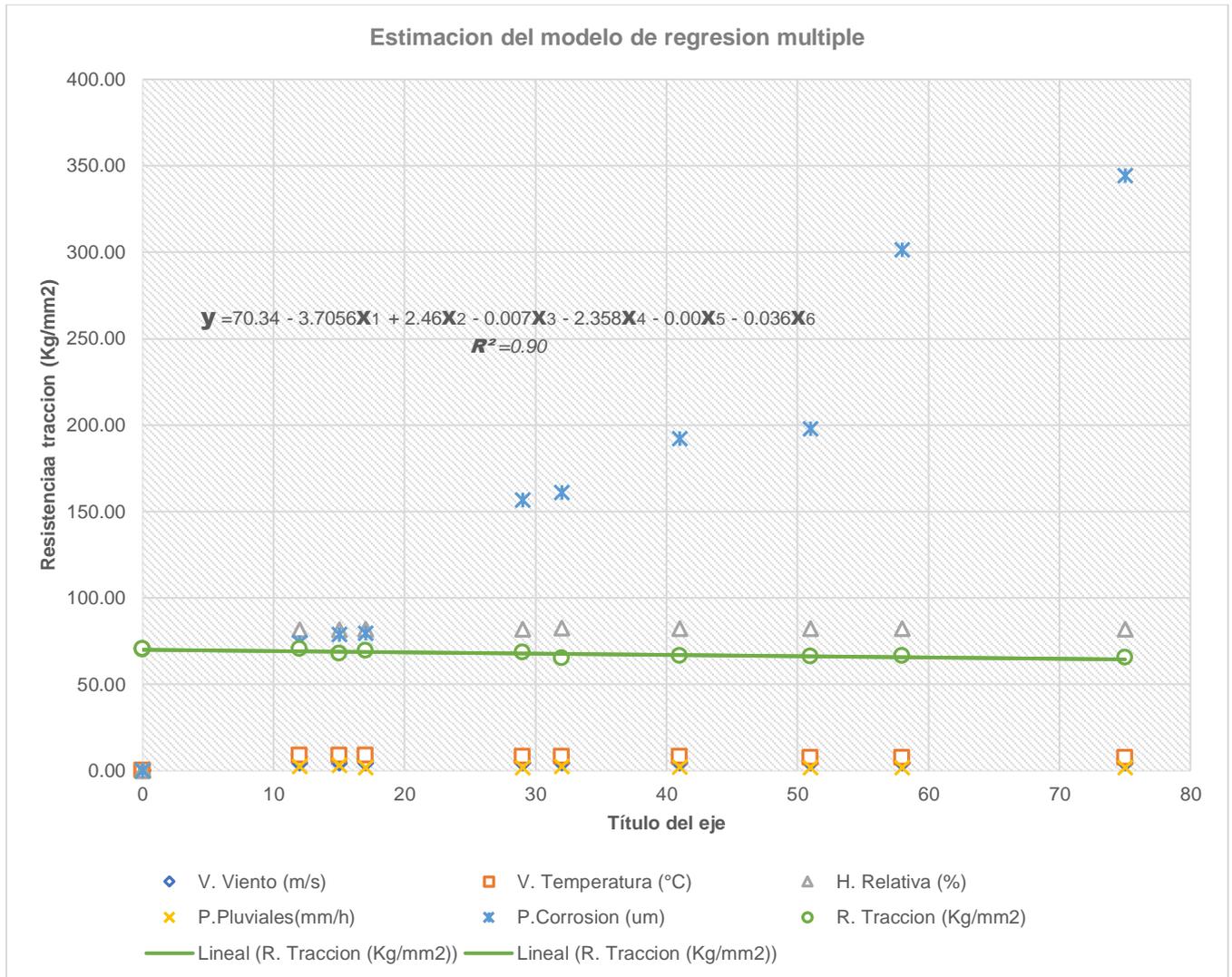
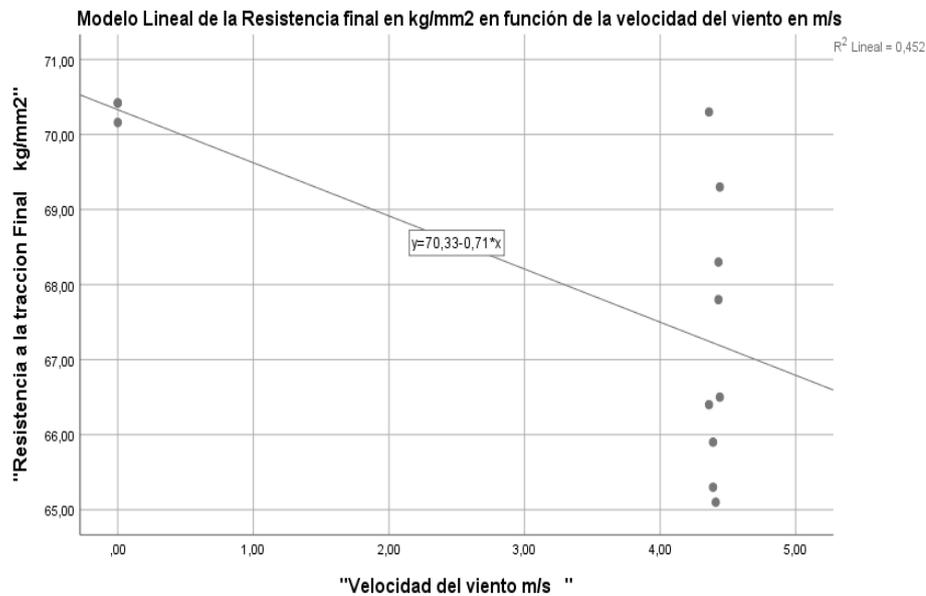


Figura N° 35:

Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm² en función de la velocidad del viento en m/s

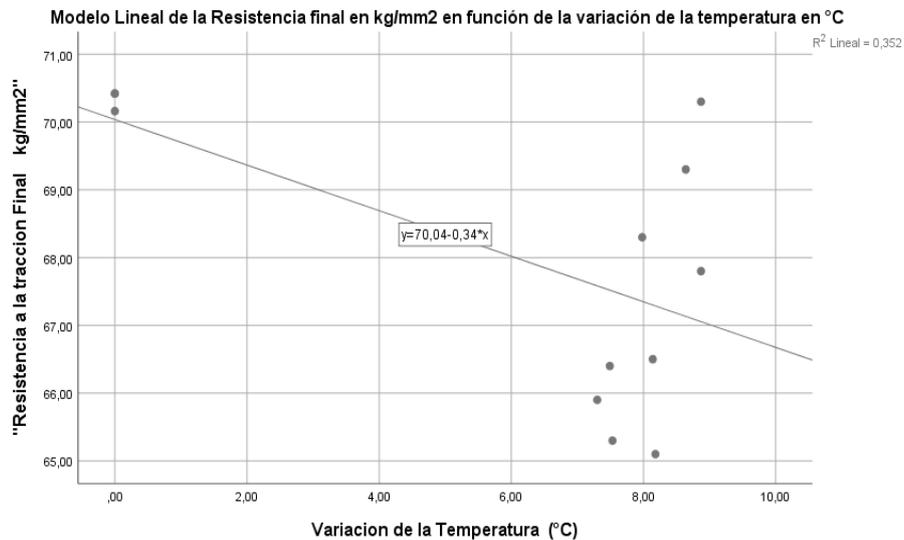
$R^2 = 0.452$; El 45.2% de las variaciones de la resistencia final en kg/mm² son explicados por los cambios de la velocidad del viento en m/s.



$\hat{y} = 70.33 - 0.71x_1$; Cuando se incrementa la velocidad del viento en un metro por segundo, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.71 kg/mm² en promedio.

Figura N° 36:

Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm² en función de la variación de la temperatura en °C

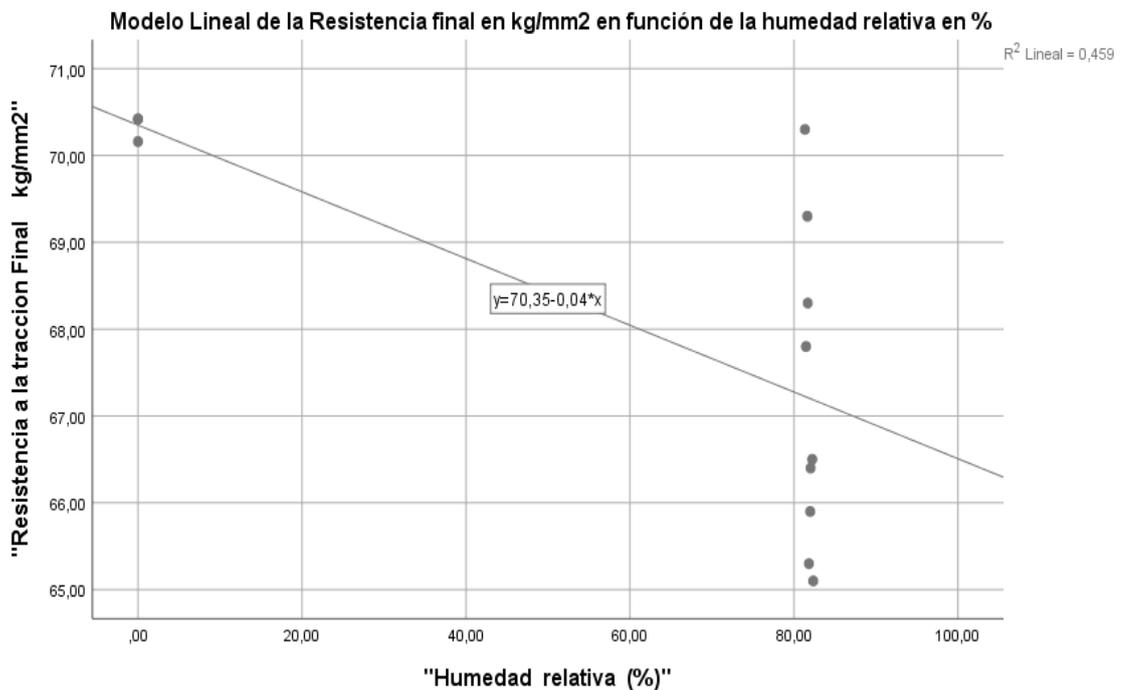


$R^2 = 0.352$; El 35.2% de las variaciones de la resistencia final en kg/mm^2 son explicados por los cambios de la variación de la temperatura en $^{\circ}\text{C}$.

$\hat{y} = 70.04 - 0.34x_2$; Cuando se incrementa la temperatura en un grado $^{\circ}\text{C}$, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.34 kg/mm^2 en promedio.

Figura N° 37:

Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm^2 en función de la humedad relativa en %.

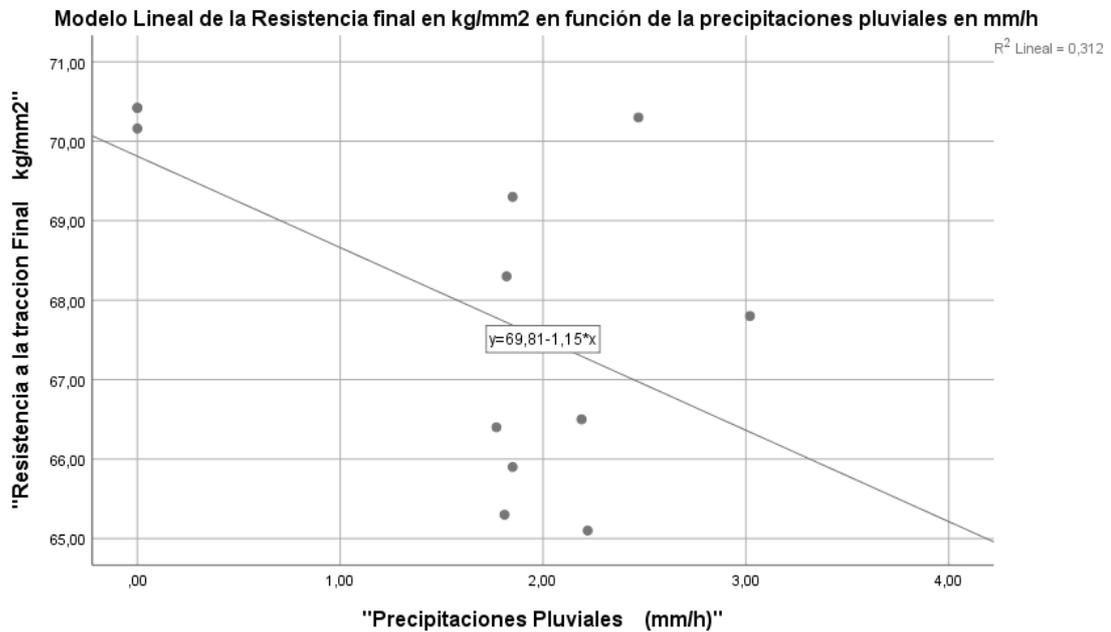


$R^2 = 0.459$; El 45.9% de las variaciones de la resistencia final en kg/mm^2 son explicados por los cambios de la humedad relativa en %.

$\hat{y} = 70.35 - 0.04x_3$; Cuando se incrementa la humedad relativa en una unidad porcentual, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.04 kg/mm^2 en promedio.

Figura N° 38:

Tendencia Lineal de la Resistencia final en kg/mm² en función de las precipitaciones pluviales en mm/h



$R^2 = 0.312$; El 31.2% de las variaciones de la resistencia final en kg/mm² son explicados por los cambios de las precipitaciones pluviales en mm/h

$\hat{y} = 69.81 - 1.15x_4$; Cuando se incrementa las precipitaciones pluviales en una unidad medida en mm/h, la resistencia a la tracción final disminuye en 1.15 kg/mm² en promedio.

4.2.2 Contratación de Hipótesis método estadístico

OBJETIVO GENERAL

Determinar cuánto afecta la corrosión a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023

Tabla N° 26:

Prueba global de validez del modelo lineal de la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas medidas en kg/mm² en función de la corrosión en μm (ANVA)

Suma de cuadrados	gl	Medio cuadrática	F	F _k	Sig.
Regresión 35,521	1	35,521	27,563	4,96	,000 ^b
Residuo 12,887	10	1,289			
Total 48,408	11				
a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm ²					
b. Predictores: (Constante), Corrosión en μm					

En la Tabla 24, se observa la prueba global de validación del modelo lineal, con $p - \text{valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$, entonces rechazamos la hipótesis nula $H_0: \beta_1=0$ (El parámetro tangencial es cero), lo que significa que el modelo lineal sirve para medir la resistencia a la tracción final medido en kg/mm², en función de la profundidad de la corrosión medida en μm .

Se probaron las hipótesis: $H_0: \beta_1 = 0$ (Hipotesis Nula) contra $H_1: \beta_1 \neq 0$ (Hipótesis alternativa). Como se rechazó la Hipótesis nula, significa que la corrosión afecta en forma significativa a la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en la construcción por etapas diferidas en la ciudad de Chiclayo.

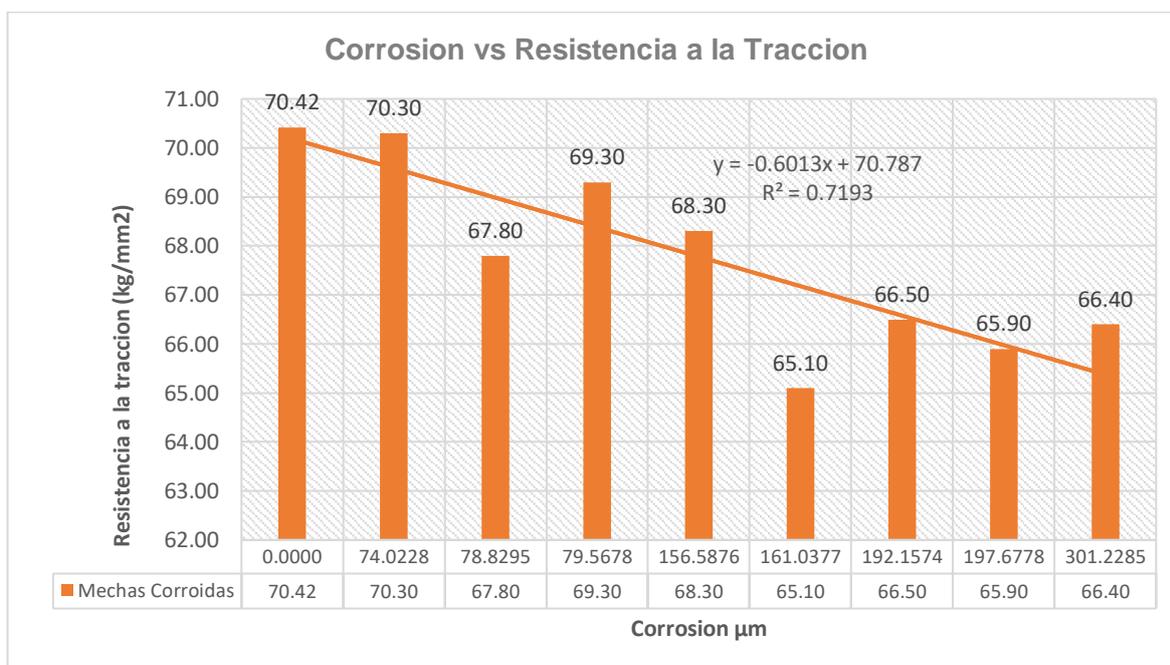
Tabla N° 27:

Estimación del modelo de regresión lineal de la resistencia a la tracción final en kg/mm² en función de la profundidad de la corrosión en μm.

En la Tabla 27, se observa la correlación de la corrosión y la resistencia a la tracción final es -0.857 es altamente significativa inversa, es decir a mayor profundidad de corrosión en μm, menor será la resistencia a la tracción final en kg/mm².

Tabla N° 28:

Tendencia Lineal de la resistencia a la tracción final medida en kg/mm² en función de la corrosión medida en μm



En la tabla 28 se observa la tendencia final del modelo de regresión de la resistencia a la tracción final en kg/mm², en función de la corrosión medida en μm, también se observa R²= 0.7193, significa que el 71.9% de las variaciones de la resistencia a la tracción final en kg/mm² son explicados por los cambios de la corrosión en μm.

Tabla N° 29:

Prueba global de validez del modelo lineal de la corrosión medida en μm en función del tiempo medido en meses (ANVA).

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	F _k	Sig.
Regresión	140847,061	1	140847,061	418,6	4,96	0,000 ^b
Residuo	3364,490	10	336,449			
Total	144211,551	11				

a. Variable dependiente: Corrosión en μm

b. Predictores: (Constante), Tiempo en meses

En la Tabla 29, se observa la prueba global de validación del modelo lineal, con $p - \text{valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$, entonces rechazamos la hipótesis nula $H_0: \beta_1=0$ (El parámetro tangencial es cero), lo que significa que el modelo lineal sirve para medir la corrosión en función del tiempo.

Se probaron las hipótesis: $H_0: \beta_1 = 0$ (Hipotesis Nula) contra $H_1: \beta_1 \neq 0$ (Hipótesis alternativa). Como se rechazó la Hipótesis nula, significa que el tiempo afecta en forma significativa a la corrosión.

Tabla N° 30:

Estimación del modelo de regresión lineal de la corrosión en μm en función del tiempo en meses

Modelo	Coeficientes no estandarizados B	s Desv. Error	Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B Límite inferior superior
(Constante)	6,193	8,118		0,763	0,463	-11,896 24,281
Tiempo en meses	4,578	0,224	0,988	20,460	0,000	4,080 5,077

a. Variable dependiente: Corrosión en μm

En la Tabla 30, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 6.193 + 4.578X$, el cual indica: Cuando se incrementa en un mes el tiempo, la corrosión se incrementa en 4.578 μm en promedio, en la inferencia estadística de prueba de hipótesis y en los intervalos de confianza solo el parámetro tangencial es diferente de cero; en la prueba de hipótesis para $\beta_0 = 0$, porque el $p - \text{valor} = 0.463 > \alpha = 0.05$, para el parámetro tangencial $\beta_1 \neq$

0 porque su p-valor = 0.000 < que 0.05 (nivel de significación); el intervalo de confianza para β_0 contiene al cero al 95% de confianza, como $\beta_1 \neq 0$ (positivo), significa que el tiempo afecta a la corrosión en forma significativa y directa.

Se tendrá que corregir el modelo sin incluir la constante:

Tabla N° 31:

Estimación del modelo de regresión lineal de la corrosión en μm en función del tiempo en meses si incluir la constante (pasa por el origen)

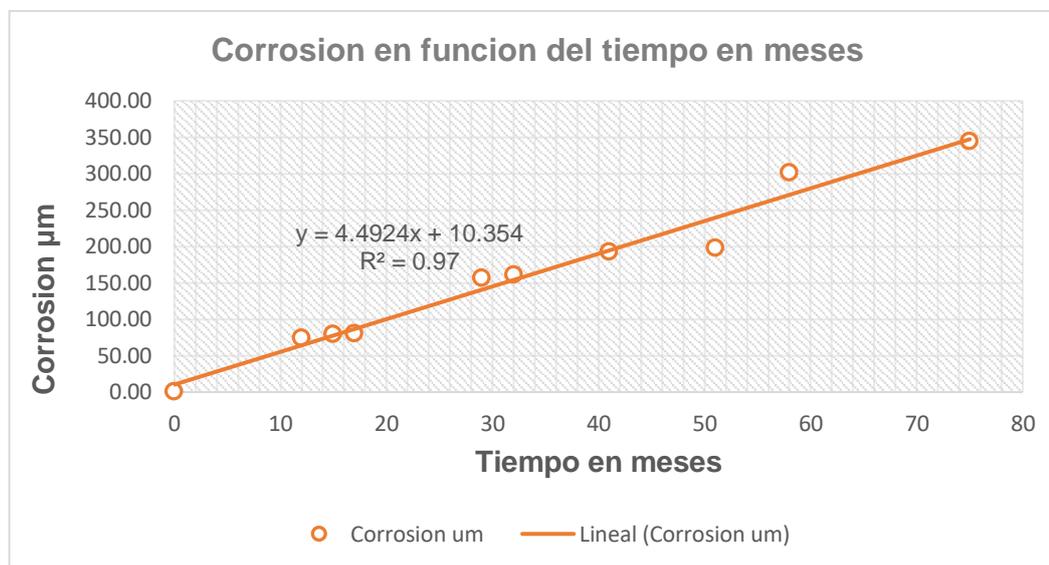
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 tiempo en meses	4,708	0,143	0,995	32,887	0,000	4,393	5,023

- a. Variable dependiente: Corrosión en μm
- b. Regresión lineal a través del origen

En la Tabla 31, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 4.708X$, el cual indica: Cuando se incrementa en un mes el tiempo, la corrosión se incrementa en 4.708 μm en promedio, en la inferencia estadística de prueba de hipótesis y en el intervalo de confianza el parámetro tangencial $\beta_1 \neq 0$ porque su p-valor = 0.000 < que 0.05 (nivel de significación), como $\beta_1 \neq 0$ (positivo), significa que el tiempo afecta a la corrosión en forma significativa y directa.

Figura N° 39:

La Tendencia Lineal de la corrosión medida en μm en función del tiempo en meses



En la Figura 39 se observa la tendencia final del modelo de regresión de la corrosión medida en μm en función del tiempo en meses, también se observa $R^2 = 0.97$, significa que el 97.0% de las variaciones de la corrosión son explicados por los cambios del tiempo en meses.

Tabla N° 32:

Correlación simple de la corrosión en μm con la variable tiempo en meses.

		Corrosión en μm	Tiempo en meses
Corrosión en μm	Correlación de Pearson		0,988**
	Sig. (bilateral)		0,000
	n	12	12

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la Tabla 32, se observa la correlación de la corrosión en μm y el tiempo en meses es 0.857 es altamente significativa directo, es decir a mayor tiempo en meses mayor será la profundidad de la corrosión en μm

Objetivo específico 01.- Determinar cuánto afecta la velocidad del viento al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023

Tabla N° 33:

Prueba global de validez del modelo lineal de la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de la velocidad del viento (ANVA)

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	F _k	Sig.
Regresión	21,893	1	21,893	8,257	4.96	,017 ^b
Residuo	26,514	10	2,651			
Total	48,408	11				

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

b. Predictores: (Constante), "Velocidad del viento m/s "

En la Tabla 33, se observa la prueba global de validación del modelo lineal, con $p - valor = 0.017 < \alpha = 0.05$, entonces rechazamos la hipótesis nula ($H_0: \beta_1=0$), lo que significa que el modelo lineal sirve para medir la resistencia a la tracción final medido en kg/mm², en función de la velocidad del viento medido en m/s.

Para probar las siguientes hipótesis: $H_0: \beta_1 = 0$ contra $H_1: \beta_1 \neq 0$. Como se rechazó la Hipótesis nula, significa que el viento afecta en forma significativa a la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en la construcción por etapas diferidas en la ciudad de Chiclayo.

Tabla N° 34:

Estimación del modelo de regresión lineal de la resistencia a la tracción final en kg/mm² en función de la velocidad del viento en m/s y sus pruebas respectivas

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	70,331	0,940		74,817	0,000	68,236	72,426
Velocidad del viento m/s	-0,708	0,246	-0,673	-2,874	0,017	-1,257	-0,159

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

b. Predictores: (Constante), "Velocidad del viento m/s "

En la Tabla 34, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.331 - 0.708X_1$, el cual indica: Cuando se incrementa una unidad en m/s en la velocidad del viento, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.708 kg/mm² en promedio, en la inferencia estadística de prueba de hipótesis los dos parámetros son diferentes de cero ya que los p-valores son menores que 0.05 (nivel de significación); los intervalos de confianza no contienen al cero al 95% de confianza, implica que los parámetros son diferentes de cero, como $\beta_1 \neq 0$ (negativo), significa que la velocidad del viento en m/s afecta a la resistencia a la tracción de las mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas en forma significativa y negativamente.

Objetivo específico 02 Determinar cuánto afecta la variación de la temperatura al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023

Tabla N° 35:

Prueba global de validez del modelo lineal del esfuerzo a la tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de la variación de la temperatura (ANVA)

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Fk	Sig.
Regresión	17,049	1	17,049	5,437	4,96	,042 ^b
Residuo	31,359	10	3,136			
Total	48,408	11				

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

b. Predictores: (Constante), Variación de la Temperatura (°C)

En la Tabla 35, se observa la prueba global de validación del modelo lineal, con $p - valor = 0.042 < \alpha = 0.05$, entonces rechazamos la hipótesis nula ($H_0: \beta_1=0$), lo que significa que el modelo lineal sirve para medir la resistencia a la tracción final medido en kg/mm², en función de la variación de la temperatura medido en °C.

Para probar las siguientes hipótesis: $H_0: \beta_1 = 0$ contra $H_1: \beta_1 \neq 0$. Como se rechazó la Hipótesis nula, significa que la variación de la temperatura en °C afecta en forma significativa a la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en la construcción por etapas diferidas en la ciudad de Chiclayo.

Tabla N° 36:

Estimación del modelo de regresión lineal de la Resistencia a la tracción final en kg/mm² en función de la temperatura en °C y sus pruebas respectivas.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	70,037	1,015		68,991	0,000	67,775	72,299
Variación de la Temperatura (°C)	-0,336	0,144	-0,593	-2,332	0,042	-0,657	-0,015

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

En la Tabla 36, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.037 - 0.336X_2$, el cual indica: Cuando se incrementa una unidad en °C en la temperatura, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.336 kg/mm² en promedio, en la inferencia estadística de prueba de hipótesis los dos parámetros son diferentes de cero ya que los p-valores son menores que 0.05 (nivel de significación); los intervalos de confianza no contienen al cero al 95% de confianza, implica que los parámetros son diferentes de cero, como $\beta_1 \neq 0$ (negativo), significa que la temperatura en °C afecta en forma significativa

al esfuerzo de tracción de las mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas negativamente.

Objetivo específico 03 Determinar cuánto afecta la humedad relativa al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023

Tabla N° 37:

Prueba global de validez del modelo lineal del esfuerzo a la tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de la humedad relativa (ANVA)

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	F _k	Sig.
Regresión	22,239	1	22,239	8,49	4.96	,015 ^b
Residuo	26,169	10	2,617			
Total	48,408	11				

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

b. Predictores: (Constante), "Humedad relativa (%)"

En la Tabla 37, se observa la prueba global de validación del modelo lineal, con $p - valor = 0.015 < \alpha = 0.05$, entonces rechazamos la hipótesis nula ($H_0: \beta_1=0$), lo que significa que el modelo lineal sirve para medir el esfuerzo a la tracción final medido en kg/mm², en función de la humedad relativa medida en %.

Para probar las siguientes hipótesis: $H_0: \beta_1 = 0$ contra $H_1: \beta_1 \neq 0$. Como se rechazó la Hipótesis nula, significa que la humedad relativa afecta en forma significativa y negativa al esfuerzo a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en la construcción por etapas diferidas en la ciudad de Chiclayo.

Tabla N° 38:

Estimación del modelo de regresión lineal del esfuerzo a la tracción final en kg/mm² en función de la humedad relativa en % y sus pruebas respectivas.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	70,349	0,934		75,325	0,000	68,269	72,430
Humedad relativa (%)	-0,038	0,013	-0,678	-2,915	0,015	-0,068	-0,009

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

En la Tabla 38, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.349 - 0.038X_3$, el cual indica: Cuando se incrementa en una unidad (%) la humedad relativa, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.038 kg/mm² en promedio, en la inferencia

estadística de prueba de hipótesis los dos parámetros son diferentes de cero ya que los p-valores son menores que 0.05 (nivel de significación); los intervalos de confianza no contienen al cero al 95% de confianza, implica que los parámetros son diferentes de cero, como $\beta_1 \neq 0$ (negativo), significa que la humedad relativa afecta significativamente al esfuerzo de tracción de las mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas en forma negativa.

Objetivo específico 04 Determinar cuánto afecta la cantidad de precipitaciones pluviales al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023

Tabla N° 39:

Prueba global de validez del modelo lineal del esfuerzo a la tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas en función de las precipitaciones pluviales (ANVA)

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	F _k	Sig.
Regresión	15,109	1	15,109	4,537	4,96	0,059 ^b
Residuo	33,299	10	3,330			
Total	48,408	11				

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

b. Predictores: (Constante), "Precipitaciones Pluviales (mm/h)"

En la Tabla 39, se observa la prueba global de validación del modelo lineal, con $p - valor = 0.059 > \alpha = 0.05$, entonces No rechazamos la hipótesis nula ($H_0: \beta_1=0$), lo que significa que el modelo lineal No sirve para medir el esfuerzo a la tracción final medido en kg/mm², en función de las precipitaciones pluviales en mm/h.

Para probar las siguientes hipótesis: $H_0: \beta_1 = 0$ contra $H_1: \beta_1 \neq 0$. Como No se rechazó la Hipótesis nula, significa que las precipitaciones pluviales en mm/h No afecta en forma significativa a la resistencia a la tracción final de mechas expuestas de acero corrugado en la construcción por etapas diferidas en la ciudad de Chiclayo.

Tabla N° 40:

Estimación del modelo de regresión lineal del esfuerzo a la tracción final en kg/mm² en función de las precipitaciones pluviales y sus pruebas respectivas.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	69,812	1,004		69,538	0,000	67,575	72,049
Precipitaciones Pluviales (mm/h)	-1,150	0,540	-0,559	-2,130	0,059	-2,352	0,053

a. Variable dependiente: "Resistencia a la tracción Final kg/mm²"

En la Tabla 40, se observa el modelo muestral $\hat{y} = 69.812 - 1.15X_4$, el cual en la inferencia estadística de prueba de hipótesis el $\beta_0 \neq 0$ ya que su p-valor=0.000, el parámetro tangencial $\beta_1 = 0$, por que su p - valor = 0.059 > 0.05 = α , esto significa que las precipitaciones pluviales No afectan en forma significativa al esfuerzo de tracción de las mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, corroborando el intervalo de confianza de β_1 que contiene al cero, entonces este parámetro tangencial es igual a cero.

Complementa pruebas adicionales para estas relaciones funcionales de las cuatro variables predictoras y la variable respuesta (esfuerzo a la tracción final en kg/mm²)

Tabla N° 41:

Correlaciones simples de cada variable predictora con la variable respuesta con el 95% de confianza

		X ₁ : Velocidad del viento m/s	X ₂ : Variación de la Temperatura (°C)	X ₃ : Humedad relativa (%)	X ₄ : Precipitaciones Pluviales (mm/h)
Y: "Resistencia a la tracción Final kg/mm ² "	Correlación de Pearson	-0,673*	-0,593*	-0,678*	-0,559
	Sig. (bilateral)	0,017	0,042	0,015	0,059
	n	12	12	12	12

*Correlaciones significativas al 0.05

En la Tabla 41, se observan las correlaciones simples con un asterisco en la parte superior derecha, excepto las precipitaciones pluviales que no tiene el asterisco de significación:

Esta característica es X_4 , confirma que no existe correlación significativa entre las precipitaciones pluviales y la resistencia a la tracción final, cada una de las tres variables si se relaciona en forma significativa y negativamente con la resistencia a la tracción final.

Tabla N° 42:

Coefficiente de determinación de cada variable predictora con la variable respuesta

	X₁: Velocidad del viento m/s R²	X₂: Variación de la Temperatura (°C) R²	X₃: Humedad relativa (%) R²	X₄: Precipitaciones Pluviales (mm/h)" R²
Y: Resistencia a la tracción	0.453	0.352	0.46	0.312
Final kg/mm²	12	12	12	12

En la Tabla 42, se observa: $R_{X_1Y}^2 = 0.453$, significa que el 45.3% de las variaciones del esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado de construcciones por etapas diferidas, son explicados por los cambios de la velocidad del viento en m/s. De la misma forma $R_{X_2Y}^2 = 0.352$, significa que el 35.2% de las variaciones del esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado de construcciones por etapas diferidas, son explicadas por los cambios de la variación de la temperatura en °C; $R_{X_3Y}^2 = 0.46$, significa que el 46% de las variaciones del esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado de construcciones por etapas diferidas, son explicados por los cambios de la humedad relativa.

V. DISCUSIÓN

Discusión N° 1

De los datos obtenidos de las mechas de acero corrugado se ha determinado su área, masa inicial, final pérdida de peso de cada una de las mechas extraídas las que nos permiten calcular el valor de la corrosión sea su velocidad de corrosión en (V_c en mm/año) o la profundidad de la corrosión en (C en $\mu\text{m}\cdot\text{año}$) así mismo de los de los resultados del Laboratorio 01 de la UNI Ensayo de tracción de aceros podemos mencionar que la muestra 02 según su especificación en su ficha técnica de aceros Sider Perú su resistencia a la tracción debería ser 63.2 Kg/mm² sin embargo al ser ensayada con 0 meses de exposición el resultado fue 70.42 Kg/mm² superando el valor mínimo exigido, también podemos mencionar que la muestra más desfavorable ha sido la muestra N° 06 que presento 75 meses de exposición la cual presenta una resistencia de 65.30 Kg/mm² superior al mínimo exigido en su cartilla de especificaciones técnicas.

Así mismo según el análisis estadístico la afectación de la corrosión a las mechas de acero corrugado se puede verificar en la curva de disminución de la resistencia esta expresada en $Y = -0.526x + 70.681$ con un $R^2 = 0.7578$

Por otro lado, la Escuela Politécnica Nacional calcula para la localidad de Santo Domingo de los colorados una velocidad de corrosión de $V_c = 23.5820$ (mm/año) que es menor al estudiado de la Urbanización santa margarita que en promedio es de $V_c = 62.0062$ (mm/año) pero menor que la localidad de esmeraldas que tiene una $V_c = 82.5832$ (mm/año) esto debido a que la localidad de la esmeralda se encuentra más próximo al mar.

Discusión N° 2

La velocidad del viento es una variable de gran importancia debido a la velocidad y dirección del viento como se registra en la estación meteorológica Lambayeque la velocidad del viento es de Sur a Norte, sabiendo que el viento es un vehículo transportador de contaminantes por lo que es muy importante porque arroja pequeñas cantidades de partículas sobre el acero corrugado a modo de granalla. Así mismo se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.331 - 0.708X_1$, el cual indica: Cuando se incrementa

una unidad en m/s en la velocidad del viento, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.708 kg/mm² en promedio

Así mismo la Universidad Técnica Nacional de Atenas (2020) realizó el estudio a 0.2 km del mar de Atenas considerando una velocidad media anual de 11.22 km/h generó una pérdida de peso de 149 g/m² para verano y de 126.5 g/m² para invierno haciendo una suma anual de 257 g/m²*año, encontrándose de acuerdo a la categorización de ISO 9223 en la categoría C3 y comparado con la urbanización Santa Margarita donde para un año de evaluación con una velocidad de viento promedio de 15.12 km/h se ha generado una pérdida de peso de 589.91 g/m²*año encontrándose en la Categoría C4.

Discusión N° 3

se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.037 - 0.336X_2$, el cual indica: Cuando se incrementa una unidad en °C en la temperatura, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.336 kg/mm² en promedio, en la inferencia estadística de prueba de hipótesis los dos parámetros son diferentes de cero ya que los p-valores son menores que 0.05 (nivel de significación); los intervalos de confianza no contienen al cero al 95% de confianza, implica que los parámetros son diferentes de cero, como $\beta_1 \neq 0$ (negativo), significa que la temperatura en °C afecta en forma significativamente a la corrosión y resistencia a la tracción.

Por otro lado, la Escuela Politécnica Nacional (2022) en su estudio presenta una temperatura promedio anual de la ciudad de Esmeraldas en Ecuador de 25.00 °C en promedio, para lo cual presenta una velocidad de corrosión de 0.074 (g/m²)*h) mientras que la urbanización Santa Margarita con una temperatura promedio anual de 24.58 °C presenta una velocidad de corrosión de 0.0673 (g/m²)*h).

Discusión N° 4

En esta investigación, se observó que la medición de la afectación de la humedad relativa a la corrosión se realiza por el tiempo de humectación, TDH que hemos definido como el número de horas al año durante las cuales

el HR es superior al 80% y la temperatura mayor a 0°C, de ello podemos indicar que el total de horas TDH son **4992** horas al año por lo tanto según la categorización la urbanización Santa margarita se encuentra en la Categoría C4 según la clasificación ISO 9223 que se determina por corrosión atmosférica alta.

Por otro lado, Escuela Politécnica Nacional (2022) para la localidad de esmeraldas para 8 meses encuentra un tiempo de humectación de **4 053** h/año este valor cae en el rango de clasificación TH ($2500 < TH \leq 5000$) el cual si bien es cierto el valor de tiempo de humectación es diferente se encuentra en la misma clasificación que la urbanización Santa Margarita que es la C4.

Discusión N° 5

En esta investigación en su método estadístico se observa el modelo muestral $\hat{y} = 69.812 - 1.15X_4$, el cual en la inferencia estadística de prueba de hipótesis el $\beta_0 \neq 0$ ya que su p-valor=0.000, el parámetro tangencial $\beta_1 = 0$, *por que su p – valor = 0.059 > 0.05 = α* , lo cual significa que las precipitaciones pluviales No afectan en forma significativa al esfuerzo de tracción de las mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas.

Por otro lado, la Escuela Politécnica Nacional (2022) en su estudio presenta una precipitación total anual de 700 mm al año y una velocidad de corrosión de 0.074 (g/m2)*h) mientras que la urbanización Santa Margarita presenta una precipitación anual de 45 mm al año y una velocidad de corrosión 0.0673 (g/m2)*h).

VI. CONCLUSIONES

Conclusión N° 01

Se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.065 - 0.016X$, el cual indica: Cuando se incrementa en una unidad la profundidad de la corrosión en μm , la resistencia a la tracción final disminuye en 0.016 kg/mm^2 en promedio, por lo que mientras la corrosión aumenta la resistencia a la tracción disminuye.

Conclusión N° 02

La velocidad del viento es una variable de gran importancia debido a la velocidad y dirección del viento que presenta la urbanización Santa Margarita como se registra en la estación meteorológica Lambayeque la velocidad del viento es de Sur a Norte, sabiendo que el viento es un vehículo transportador de contaminantes por lo que es muy importante su evaluación ya que arroja pequeñas cantidades de partículas sobre el acero corrugado a modo de granalla. Así mismo se observa el modelo muestral $\hat{y} = 70.331 - 0.708X_1$, el cual indica: Cuando se incrementa una unidad en m/s en la velocidad del viento, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.708 kg/mm^2 en promedio, así mismo podemos mencionar que la corrosión mayor en la varilla de acero se produce en la parte que golpea directamente la dirección del viento.

Conclusión N° 03

La variación de la temperatura si afecta significativamente al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas según el Análisis de varianza para la urbanización santa margarita se presenta el modelo muestral lineal expresado de la siguiente forma: $\hat{y} = 70.037 - 0.336X_2$ lo que significa que cuando se incrementa una unidad en $^{\circ}\text{C}$ en la temperatura, la resistencia a la tracción final disminuye en 0.336 kg/mm^2 en promedio.

Conclusión N° 04

La humedad relativa es la que más afectación genera dentro de la evaluación a la resistencia a la tracción ya que de los datos meteorológicos se evidencia

que en promedio diario y mensual esta sobre los 80 % lo que nos indica que mas de 12 horas diarias presenta tiempo de Humectación lo que genera mayor corrosión y de acuerdo a la Norma ISO 9293 categoriza la atmosfera de Santa Margarita como C4 Altamente Corrosiva.

Conclusión N° 05

La cantidad de precipitación pluvial No afecta al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas según el Análisis de Varianza el cual presenta la ecuación $\hat{y} = 69.812 - 1.15X_4$, el cual demuestra que su incidencia es mínima o nula esto debido a que Chiclayo solo en fenómenos del niño presenta una considerable precipitación pluvial y los demás meses solo presenta un mínimo o nulas precipitaciones pluviales.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación N° 01

La corrosión afecta significativamente a la resistencia a la tracción por lo que recomendamos que se proteja de los agentes medio ambientales realizando la aplicación de epóxidos, resinas o encofrados con concreto pobre para que los agentes ambientales no perjudiquen las mechas de acero corrugado; así mismo para los estudios posteriores se recomienda realizar mediciones mas exactas sobre la antigüedad de las viviendas construidas o remplazar las mechas por aceros nuevos y llevarlo un control estacional para obtener tener mejores resultados y ver la variación en las estaciones del año y su afectación a la corrosión.

Recomendación N° 02

La velocidad del viento afecta significativamente y más en los lados que el viento golpea de forma directa, por lo que se recomienda levantar paredes de mampostería o protegerlo con cemento pobre para que las partículas suspendidas en el viento no perjudiquen a las mechas de acero corrugado; así mismo para verificar mejor la afectación del viento se recomienda medir el viento de acuerdo a la altura de la construcción debido a que varía de acuerdo a la altura su velocidad.

Recomendación N° 03

Chiclayo por ser una ciudad costera y estar cerca de la línea ecuatorial presente fuerte variación de temperatura en las estaciones anuales por lo que se recomienda proteger con tubería de PVC SAP para proteger de la radiación directa y aumento y disminución bruscos de la temperatura en las mechas de acero corrugado, se recomienda tomar las medidas de temperatura en horarios más amplios durante el día ya que depende mucho de ello la variación de la humedad relativa.

Recomendación N° 04

La humedad relativa es uno de los factores más influyentes en la corrosión de las mechas de acero corrugado por lo que debemos protegerlo aplicando

epóxidos a las mechas expuestas; Así mismo para otro estudio similar se recomienda la medición de tiempo de humectación exactamente cuándo supera el 80 % para tener una mayor exactitud en el tiempo de humectación.

Recomendación N° 05

Las precipitaciones pluviales de acuerdo al análisis estadístico tienen una influencia mínima en la corrosión pero no debemos descuidar proteger de las lluvias a los aceros ya que en tiempos de fenómeno del niño se incrementa notoriamente la corrosión por lo que se debe proteger colocando botellas de plástico, aplicarlo alguna resina o protegerlo con tubería PVC SAP a las mechas que se encuentran a la intemperie; así mismo para estudios posteriores se recomienda tomar especial consideración en los tiempo de fenómeno del niño u otros fenómenos ya que en esos tiempos la afectación aparentemente.

REFERENCIAS

- Application of New Type Green Corrosion Inhibitors for Iron Metal. Inorg. Revista CENIC. Ciencias Químicas ISSN:1015-8553
- Ben Harb, M.; Abubshait, S.; Etteyeb, N.; Kamoun, M.; Dhouib, A. Olive Leaf Extract as a Green Corrosion Inhibitor of Reinforced Concrete
- Bentrach, H.; Rahali, Y.; Chala, A. Gum Arabic as an Eco-Friendly Inhibitor for API 5L X42 Pipeline Steel in HCl Medium. Corros. Sci. 2019, 82, 426–431.
- Cazco Patricia, Recalde Patricia 202, “Determinación de la corrosividad atmosférica en la ciudad de Quito”
- Chem. Commun. 2022, 142, 109650
- Chloride-Induced Corrosion of Carbon Steel in Simulated Concrete Pore Solutions. J. Clean. Prod. 2019, 214, 298–307.
- Contaminated with Seawater. Arab. J. Chem. 2020, 13, 4846–4856.
- Corrosión atmosférica del acero bajo en carbono en un ambiente marino polar. Estudio del efecto del régimen de vientos, revista de metalurgia, 43(5) ISSN:0034-8570
- Corrosión Marina ASM Manual.
- Ghoreishiamiri, S.; Raja, P.B.; Ismail, M.; Karouei, S.F.H.; Forouzani, P. Areca Catechu: An Eco-Friendly Corrosion Inhibitor for Reinforced Concrete Structures in Corrosive Mediums. J. Bio-Tribo-Corros. 2021, 7, 1–5.
- Haddadi, S.A.; Alibakhshi, E.; Bahlakeh, G.; Ramezanzadeh, B.; Mahdavian, M. A Detailed Atomic Level Computational and Electrochemical Exploration of the Juglans Regia Green Fruit Shell Extract as a Sustainable and Highly Efficient Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 3.5 wt% NaCl Solution. J. Mol. Liq. 2019, 284, 682–699.
- Haque, J.; Srivastava, V.; Quraishi, M.A.; Chauhan, D.S.; Lgaz, H.; Chung, I.-M. Polar Group Substituted Imidazolium Zwitterion as Eco-Friendly Corrosion Inhibitors for Mild Steel in Acid Solution. Corros. Sci. 2020, 172, 108665.

- Hassan, R.M.; Zaafarany, I.A. Kinetics of Corrosion Inhibition of Aluminum in Acidic Media by Water-Soluble Natural Polymeric Pectates as Anionic Polyelectrolyte Inhibitors. *Materials* 2013, 6, 2436–2451.
- Majd, M.T.; Ramezanzadeh, M.; Bahlakeh, G.; Ramezanzadeh, B. Steel Corrosion Lowering in Front of the Saline Solution by a Nitrogen-Rich Source of Green Inhibitors: Detailed Surface, Electrochemical and Computational Studies. *Constr. Build. Mater.* 2020, 254, 119266.
- National Association Of Corrosion Engineers, 1984, “*Corrosion Basics*” Houston Texas, pp5,11,12,99,221-223
- Oguntade, T.I.; Ita, C.S.; Oyekunle, D.T.; Oni, T.P.; Ojo, T.; Ekere, I.E. Inhibition of Mild Steel Corrosion Using Binary Mixture of Sesame and Castor Oil. *J. Phys. Conf. Ser.* 2019, 1378, 042009. Nie, Y.; Gao, J.; Wang, E.; Jiang, L.; An, L.; Wang, X. An Effective Hybrid Organic/Inorganic Inhibitor for Alkaline Aluminum-Air Fuel Cells. *Electrochim. Acta* 2017, 248, 478–485.
- Pradipta, I.; Kong, D.; Tan, J.B.L. Natural Organic Antioxidants from Green Tea Inhibit Corrosion of Steel Reinforcing Bars
- Sajedi, S.; Huang, Q. Reliability-Based Life-Cycle-Cost Comparison of Different Corrosion Management Strategies. *Eng. Struct.* 2019, 186, 52–63.
- Solomon, M.M.; Umoren, S.A.; Udosoro, I.I.; Udoh, A.P. Inhibitive and Adsorption Behaviour of Carboxymethyl Cellulose on Mild Steel Corrosion in Sulphuric Acid Solution. *Corros. Sci.* 2010, 52, 1317–1325.
- Subbiah, K.; Lee, H.S.; Mandal, S.; Park, T. Conifer Cone (*Pinus Resinosa*) as a Green Corrosion Inhibitor for Steel Rebar in Chloride-Contaminated Synthetic Concrete Pore Solutions. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2021, 13, 43676–43695.
- Sun, C.; Chen, M.; Zheng, H.; Zhang, P.; Li, Y.; Hou, B. The Effect of Amino-Alcohol-Based Corrosion Inhibitors on Concrete Durability. *Can. J. Civ. Eng.* 2019, 46, 771–776.
- Talbot David, Talbot James, 1998, “*Corrosion Science and Technology*”, USA pp 1-13, 71-102.

- Tang, Z. A Review of Corrosion Inhibitors for Rust Preventative Fluids. *Curr. Opin. Solid State Mater. Sci.* 2019, 23, 100759.
- Wang, C.; Chen, J.; Hu, B.; Liu, Z.; Wang, C.; Han, J.; Su, M.; Li, Y.; Li, C. Modified Chitosan-Oligosaccharide and Sodium Silicate as Efficient Sustainable Inhibitor for Carbon Steel against Chloride-Induced Corrosion. *J. Clean. Prod.* 2019, 238, 117823.
- Zhang, Z.; Ba, H.; Wu, Z. Sustainable Corrosion Inhibitor for Steel in Simulated Concrete Pore Solution by Maize Gluten Meal Extract: Electrochemical and Adsorption Behavior Studies. *Constr. Build. Mater.* 2019, 227, 117080.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Operacionalización

"Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas a corrosión en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023"					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVELES
V1: Corrosión en mechas expuestas	La corrosión es el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, humedad relativa, presencia de lluvias y de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión". Según (Sánchez, 2014)	La corrosión del acero corrugado se evalúa tomando en cuenta, la presencia de humedad relativa, temperatura, velocidad del viento y lluvias en diferentes procesos las cuales van hacer medibles mediante, fichas y muestras sometidas a ensayo por pérdida de peso y líquidos penetrantes.	D1: Velocidad del viento	I1: Moderados: (velocidad media entre 21 y 40 k m/h) I2: Fuertes: (velocidad media entre 41 y 70 K m/h) I3: Muy fuertes : (velocidad media entre 71 y 120 k m/h) I4: Huracanados : (velocidad media mayor de 120 k m/h).	Alto Bajo Medio
			D2: Variación de la temperatura	I1: Muy frío: temperatura media anual inferior a 0 °C I2: Frío: Temperatura media anual entre 0 y 10°C I3: Templado: Temperatura media anual entre 10 y 20°C I4: Cálido: Temperatura media anual entre 20 y 25°C I5: Muy Cálido: Temperatura media anual superior a 25°C	
			D3: Humedad relativa	I1: humedad relativa baja entre 0 y 40 % I2: humedad relativa Media entre 40 y 70 % I1: humedad relativa alta entre 70 y 100 %	
			D4: Precipitaciones Pluviales	I1: Desértico: Cantidad anual de precipitación inferior a 250 mm I2: Árido: Cantidad anual de precipitación entre 250 y 500 mm. I3: Lluvioso: Cantidad anual de precipitación entre 500 y 2000 mm I4: Muy Lluvioso Cantidad anual de superior a 2000 mm.	
V2: Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado	En cuanto a su resistencia existen tres cualidades diferentes de acero corrugado conocidos como: grado 40, grado 60 y grado 75, aunque en la construcción se utiliza el grado 60 cuyo esfuerzo de fluencia es de 4200 kg/cm2 y su resistencia mínima a la tracción a la rotura es de 6300 kg/cm2. según ISO 15630-1	La integridad del acero corrugado se evalúa teniendo en cuenta la resistencia a la tracción, doblado y fatiga Características definidas desde la Resistencia	D1: Esfuerzo de tracción de mechas expuestas	I1: Esfuerzo de fluencia es de 4200 kg/cm2 I2: Esfuerzo máximo de rotura es de 6300 kg/cm2	

Anexo 02: Matriz de Consistencia

TITULO:		RESISTENCIA A LA TRACCION DE MECHAS DE ACERO CORRUGADO EXPUESTAS A CORROSION EN CONSTRUCCIONES POR ETAPAS DIFERIDAS, CHICLAYO 2023				
PROBLEMA	OBJETIVOS	*HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuánto afecta la corrosión a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</p> <p>¿Cómo afecta la velocidad del viento al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023?</p> <p>¿Cómo afecta la variación de la temperatura al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023?</p> <p>¿Cómo afecta la humedad relativa al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023?</p> <p>¿Cómo afecta la cantidad de precipitaciones pluviales al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar cuánto afecta la corrosión a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <p>Determinar cuánto afecta la velocidad del viento al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>Determinar cuánto afecta la variación de la temperatura al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>Determinar cuánto afecta la humedad relativa al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>Determinar cuánto afecta la cantidad de precipitaciones pluviales al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL:</p> <p>La corrosión afecta significativamente a la resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICOS:</p> <p>La velocidad del viento afecta significativamente al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>La variación de la temperatura afecta significativamente al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>La humedad relativa afecta al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p> <p>afecta la cantidad de precipitaciones pluviales afecta significativamente al esfuerzo de tracción de mechas expuestas de acero corrugado en construcciones por etapas diferidas, Chiclayo 2023</p>	<p>V1: Corrosión en mechas expuestas de acero corrugado</p> <p>V2: Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado</p>	<p>D1: Velocidad del viento</p> <p>D2: Variación de la temperatura</p> <p>D3: Humedad relativa</p> <p>D4: Pprecipitaciones pluviales</p> <p>D1: Esfuerzo de tracción de mechas expuestas</p>	<p>aumentar la velocidad de flujo, aumento de la oxidación (<u>Charng y Lansing, 1982</u>)</p> <p>Aumento en la temperatura de 2° C duplica la corrosión (<u>Charng y Lansing, 1982</u>)</p> <p>Media 80 %</p> <p>6,320 kg/cm2 <u>mínimo (ASTM A615-GRADO 60)</u></p>	<p>Método: Deductivo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: Todas las viviendas de la urbanización Santa Margarita de la victoria Chiclayo</p> <p>Muestra: 09 viviendas Muestreo: No probabilístico de tipo intencional</p>

Anexo :03 Datos Meteorológicos

Tabla N° 43:

Datos Meteorológicos SENAMHI

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL REQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	29.42	30.87	31.27	28.15	26.39	24.01	22.86	22.2	21.78	21.4	22.61	24.8
2018	27.06	28.24	26.64	26.43	23.48	21.94	22.03	21.9	21.96	23.27	24.43	26.41
2019	28.82	30.59	28.92	26.62	25.99	23.23	21.15	20.61	21.28	22.11	23.75	26.03
2020	28.14	28.73	30.29								22.62	24.76
2021	26.06	27.81	28.16	24.79	22.95	22.73	22.41	21.71	20.85	21.09	22.65	24.1
2022	26.1	26.73	27.59	23.81	22.34	21.52	20.41	20.37	20.5	20.46	22.64	25.49
2023	26.28	29.03	30.5	30.73	28.56	26.82	26.16	25.95	25.44	24.98		

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL REQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	21.17	23.9	24.56	21.07	19.62	17.89	16.68	16.25	15.77	15.62	15.58	17.53
2018	18.85	19.75	18.94	18.74	17.48	16.87	16.76	16.32	15.96	16.43	18.23	19.4
2019	21.52	23.2	21.13	19.65	18.99	17.12	16.03	15.41	15.72	16.05	17.69	19.67
2020	20.72	21.2	22.07								15.95	17.77
2021	18.84	19.96	21.01	17.94	17.77	17.96	17.06	15.84	15.32	15.25	16.04	17.19
2022	18.5	18.91	19.59	17.62	16.23	15.48	15.22	14.96	14.93	14.74	16.01	18.16
2023	18.3	21.98	23.74	24.19	22.46	21.19	20.51	19.93	18.68	18.53		

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL LAMBAYEQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	30.48	31.66	31.58	28.34	26.95	24.68	23.2	22.95	23.29	23.06	23.52	26.51
2018	27.8	28.53	27.13	27.12	24.37	22.37	22.72	22.56	22.95	24.16	25.61	27.61
2019	29.89	30.35	29.02	27.17	26.91	24.54	22.31	21.49	22.35	23.23	24.5	26.95
2020	28.46	28.83	30.51				21.74	21.59	22.16	23.1	23.89	26.12
2021	27.48	28.94	29.08	25.96	23.73	23.15	23.11	22.74	22.24	22.13	23.7	25.09
2022	26.96	27.83	28.11	24.73	23.51	22.61	21.65	21.39	21.7	21.74	23.97	27
2023	27.7	29.85	31.06	31.61	29.81	28.36	27.31	27.32	27.25	26.64		

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL LAMBAYEQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	21.04	22.77	23.53	20.62	18.84	17.71	16.32	16	15.73	15.54	14.93	16.46
2018	18.66	20.24	19.21	18.85	17.44	16.69	16.34	16.01	15.87	16.51	18.33	19.66
2019	21.84	23.16	21.23	19.81	19.13	17.07	15.91	15.22	15.59	16.02	17.67	19.82
2020	20.9	21.49	22.26				15.1	14.27	14.95	15.78	15.79	18.09
2021	18.98	19.95	20.65	17.88	17.4	17.33	16.36	15.17	14.8	14.76	15.68	17
2022	18.47	18.71	19.02	17.01	15.69	14.72	14.28	14.17	14.24	13.94	15.1	17.8
2023	17.83	21.09	22.42	22.78	21.27	19.85	19.25	18.67	17.76	17.9		

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL PROMEDIO REQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	4.9	4.5	4.3	6.3	6.2	5.6	4.8	6.1	6.7	6.5	6	6.4
2018	5.9	5.7	6	6	6.5	4.8	5.2	5.8	6.3	6.2	6.8	6.2
2019	6.2	5.2	6.2	6.8	6.8	6.4	6.3	5.8	6.9	6.7	6.2	6.5

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL PROMEDIO LAMBAYEQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	4.3	3.4	2.6	4.7	5	3.9	3.3	4.9	5.2	5.1	4.7	5.2
2018	3.8	3.6	4.3	4.3	4.6	3.7	3.9	4.4	4.9	4.3	5.4	4.5
2019	4.7	3.2	3.9	4.7	4.6	4.5	4.4	3.8	4.7	5.4	4.5	4.7

PRECIPITACIONES PLUVIALES MAXIMA MENSUAL ESTACION REQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	1.2	66.6	61.1	2.2	0.2	0	0	0	0	0.5	0	0.1
2018	3	2.5	2	4.7	0.3	0	0	0	0	1.2	0	4.6
2019	2.8	9.7	11.4	11.9	0	1.5	0.5	0	0	1	0	1.9
2020	1.1	0.1										6.7
2021		0	1.1	7.6	4.8	1.4		0	0.2	3.6	0	5
2022	1.2	5.2	9.8	0.3	0	0.4	0	0.7	0	0	1.7	3.2
2023	4.7	3.5	75.4	6.2	0	0	0	0	0	8.6		

PRECIPITACIONES PLUVIALES MAXIMA MENSUAL LAMBAYEQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	2.2	69.5	124.6	0	0	0.3	0	0	5.4	0.3	0	0.3
2018	4.9	0.3	1.3	2.3	0.5	0	0	0	0	0.5	1	5.4
2019	0	19.7	3.1	1.6	0.1	0	0.3	0	0	0.9	0	2.1
2020	0	0.2					1.6				3.2	
2021	3.7	0	11.6		4	0.3	0	0		8.4	2.5	4.8
2022		2.1	16.1	0	0.9	0.2	0.4	1.5	0.3	0	0	
2023	1	6.3		22.3	0		0	0	0			

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL ESTACION REQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	79.32	78.94	78.14	77.05	78.49	79.76	82.12	80.87	81.87	83.04	80.56	81.66
2018	81	79.22	84.21	81.68	83.26	85.31	83.86	82.09	82.4	80.71	81.22	80.98
2019	78.9	77.57	76.05	79.87	79.12	81.58	84.36	84.96		83.92	83.03	80.5
2020	78.48	80.67	78.88								84.77	82.36
2021	83.38	79.43	81.65	83.19	87	85.2	82.93	82.58	85.91	83.81	83.91	83.08
2022	83.62	82.41	81.44	84.65	83.78	82.4	84.97	84.86	83.34	82.17	81.89	81.11
2023	82.89	81.63	83.22	81.64	81.84	81.25	82.36	82.95	81.93	84.71		

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL ESTACION LAMBAYEQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	78.35	79.94	82.41	83.23	81.55	80.58	81.97	80.31	80.53	79.6	79.08	77.92
2018	81.31	80.48	84.17	82.86	83.95	85.04	83.37	83.11	81.99	80.3	78.48	79.27
2019	77.09	81.9	80.12	86.94	81.07	80.59	82.87	83.88	81.32	80.21	81.45	80.23
2020	80.05	82.06	75.95				83.32	85.64	83.81	82.52	79.2	80.87
2021	79.91	78.38	81.94	83.6	85.51	85.59	86.52	86.93	87.61	84.35	80.73	80.97
2022	80.2	79.64	81.06	84.11	80.9	79.81	83.57	84.78	81.73	81.55	82.59	81.05
2023	82.21	82.37	84.45	81.71	80.15	79.83	82.22	82.71	79.68	80.53		

Tabla N° 44:

Datos de muestras extraídas de la urb. Santa Margarita

MUESTRA	DIAMTERO MUESRA	FECHA DE RETIRO	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	MASA PERDIDA (g)	NUMERO DE LOTE
1	3//8	19 de diciembre 2023	387.52	379.90	379.90	0
2	1//2	19 de diciembre 2023	654.05	652.40	652.40	0
3	5//8	19 de diciembre 2023	1038.29	1034.70	1034.70	0
4	1//2	19 de diciembre 2023	634.17	618.40	618.40	Lote 01
5	1//2	19 de diciembre 2023	642.12	609.50	609.50	Lote 02
6	5//8	19 de diciembre 2023	872.22	796.30	796.30	Lote 03
7	5//8	19 de diciembre 2023	940.51	922.90	922.90	Lote 04
8	3//8	19 de diciembre 2023	353.92	342.00	342.00	Lote 05
9	3//8	19 de diciembre 2023	364.00	334.70	334.70	Lote 06
10	5//8	19 de diciembre 2023	1038.50	986.50	986.50	Lote 07
11	1//2	19 de diciembre 2023	619.26	560.41	560.41	Lote 08
12	5//8	19 de diciembre 2023	1042.94	1001.63	1001.63	Lote 09
13	3//8	15 de enero 2024	348.88	283.68	283.68	Lote 06
14	1//2	15 de enero 2024	681.49	611.23	611.23	Lote 06
15	3//8	15 de enero 2024	367.14	313.88	313.88	Lote 08

Anexo 04

Tabla N° 45:

Datos Meteorológicos SENAMHI

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL REQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	29.42	30.87	31.27	28.15	26.39	24.01	22.86	22.2	21.78	21.4	22.61	24.8
2018	27.06	28.24	26.64	26.43	23.48	21.94	22.03	21.9	21.96	23.27	24.43	26.41
2019	28.82	30.59	28.92	26.62	25.99	23.23	21.15	20.61	21.28	22.11	23.75	26.03
2020	28.14	28.73	30.29								22.62	24.76
2021	26.06	27.81	28.16	24.79	22.95	22.73	22.41	21.71	20.85	21.09	22.65	24.1
2022	26.1	26.73	27.59	23.81	22.34	21.52	20.41	20.37	20.5	20.46	22.64	25.49
2023	26.28	29.03	30.5	30.73	28.56	26.82	26.16	25.95	25.44	24.98		

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL REQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	21.17	23.9	24.56	21.07	19.62	17.89	16.68	16.25	15.77	15.62	15.58	17.53
2018	18.85	19.75	18.94	18.74	17.48	16.87	16.76	16.32	15.96	16.43	18.23	19.4
2019	21.52	23.2	21.13	19.65	18.99	17.12	16.03	15.41	15.72	16.05	17.69	19.67
2020	20.72	21.2	22.07								15.95	17.77
2021	18.84	19.96	21.01	17.94	17.77	17.96	17.06	15.84	15.32	15.25	16.04	17.19
2022	18.5	18.91	19.59	17.62	16.23	15.48	15.22	14.96	14.93	14.74	16.01	18.16
2023	18.3	21.98	23.74	24.19	22.46	21.19	20.51	19.93	18.68	18.53		

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL LAMBAYEQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	30.48	31.66	31.58	28.34	26.95	24.68	23.2	22.95	23.29	23.06	23.52	26.51
2018	27.8	28.53	27.13	27.12	24.37	22.37	22.72	22.56	22.95	24.16	25.61	27.61
2019	29.89	30.35	29.02	27.17	26.91	24.54	22.31	21.49	22.35	23.23	24.5	26.95
2020	28.46	28.83	30.51				21.74	21.59	22.16	23.1	23.89	26.12
2021	27.48	28.94	29.08	25.96	23.73	23.15	23.11	22.74	22.24	22.13	23.7	25.09
2022	26.96	27.83	28.11	24.73	23.51	22.61	21.65	21.39	21.7	21.74	23.97	27
2023	27.7	29.85	31.06	31.61	29.81	28.36	27.31	27.32	27.25	26.64		

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL LAMBAYEQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	21.04	22.77	23.53	20.62	18.84	17.71	16.32	16	15.73	15.54	14.93	16.46
2018	18.66	20.24	19.21	18.85	17.44	16.69	16.34	16.01	15.87	16.51	18.33	19.66
2019	21.84	23.16	21.23	19.81	19.13	17.07	15.91	15.22	15.59	16.02	17.67	19.82
2020	20.9	21.49	22.26				15.1	14.27	14.95	15.78	15.79	18.09
2021	18.98	19.95	20.65	17.88	17.4	17.33	16.36	15.17	14.8	14.76	15.68	17
2022	18.47	18.71	19.02	17.01	15.69	14.72	14.28	14.17	14.24	13.94	15.1	17.8
2023	17.83	21.09	22.42	22.78	21.27	19.85	19.25	18.67	17.76	17.9		

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL PROMEDIO REQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	4.9	4.5	4.3	6.3	6.2	5.6	4.8	6.1	6.7	6.5	6	6.4
2018	5.9	5.7	6	6	6.5	4.8	5.2	5.8	6.3	6.2	6.8	6.2
2019	6.2	5.2	6.2	6.8	6.8	6.4	6.3	5.8	6.9	6.7	6.2	6.5

VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL PROMEDIO LAMBAYEQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	4.3	3.4	2.6	4.7	5	3.9	3.3	4.9	5.2	5.1	4.7	5.2
2018	3.8	3.6	4.3	4.3	4.6	3.7	3.9	4.4	4.9	4.3	5.4	4.5
2019	4.7	3.2	3.9	4.7	4.6	4.5	4.4	3.8	4.7	5.4	4.5	4.7

PRECIPITACIONES PLUVIALES MAXIMA MENSUAL ESTACION REQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	1.2	66.6	61.1	2.2	0.2	0	0	0	0	0.5	0	0.1
2018	3	2.5	2	4.7	0.3	0	0	0	0	1.2	0	4.6
2019	2.8	9.7	11.4	11.9	0	1.5	0.5	0	0	1	0	1.9
2020	1.1	0.1										6.7
2021		0	1.1	7.6	4.8	1.4		0	0.2	3.6	0	5
2022	1.2	5.2	9.8	0.3	0	0.4	0	0.7	0	0	1.7	3.2
2023	4.7	3.5	75.4	6.2	0	0	0	0	0	8.6		

PRECIPITACIONES PLUVIALES MAXIMA MENSUAL LAMBAYEQUE

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	2.2	69.5	124.6	0	0	0.3	0	0	5.4	0.3	0	0.3
2018	4.9	0.3	1.3	2.3	0.5	0	0	0	0	0.5	1	5.4
2019	0	19.7	3.1	1.6	0.1	0	0.3	0	0	0.9	0	2.1
2020	0	0.2					1.6				3.2	
2021	3.7	0	11.6		4	0.3	0	0		8.4	2.5	4.8
2022		2.1	16.1	0	0.9	0.2	0.4	1.5	0.3	0	0	
2023	1	6.3		22.3	0		0	0	0			

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL ESTACION REQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	79.32	78.94	78.14	77.05	78.49	79.76	82.12	80.87	81.87	83.04	80.56	81.66
2018	81	79.22	84.21	81.68	83.26	85.31	83.86	82.09	82.4	80.71	81.22	80.98
2019	78.9	77.57	76.05	79.87	79.12	81.58	84.36	84.96		83.92	83.03	80.5
2020	78.48	80.67	78.88								84.77	82.36
2021	83.38	79.43	81.65	83.19	87	85.2	82.93	82.58	85.91	83.81	83.91	83.08
2022	83.62	82.41	81.44	84.65	83.78	82.4	84.97	84.86	83.34	82.17	81.89	81.11
2023	82.89	81.63	83.22	81.64	81.84	81.25	82.36	82.95	81.93	84.71		

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL ESTACION LAMBAYEQUE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBRE	NOVEIM	DICIE
2017	78.35	79.94	82.41	83.23	81.55	80.58	81.97	80.31	80.53	79.6	79.08	77.92
2018	81.31	80.48	84.17	82.86	83.95	85.04	83.37	83.11	81.99	80.3	78.48	79.27
2019	77.09	81.9	80.12	86.94	81.07	80.59	82.87	83.88	81.32	80.21	81.45	80.23
2020	80.05	82.06	75.95				83.32	85.64	83.81	82.52	79.2	80.87
2021	79.91	78.38	81.94	83.6	85.51	85.59	86.52	86.93	87.61	84.35	80.73	80.97
2022	80.2	79.64	81.06	84.11	80.9	79.81	83.57	84.78	81.73	81.55	82.59	81.05
2023	82.21	82.37	84.45	81.71	80.15	79.83	82.22	82.71	79.68	80.53		

Tabla N° 46:

Datos de muestras extraídas de la urb. Santa Margarita

MUESTRA	DIAMTERO MUESRA	FECHA DE RETIRO	MASA INICIAL (g)	MASA FINAL (g)	MASA PERDIDA (g)	NUMERO DE LOTE
1	3//8	19 de diciembre 2023	387.52	379.90	379.90	0
2	1//2	19 de diciembre 2023	654.05	652.40	652.40	0
3	5//8	19 de diciembre 2023	1038.29	1034.70	1034.70	0
4	1//2	19 de diciembre 2023	634.17	618.40	618.40	Lote 01
5	1//2	19 de diciembre 2023	642.12	609.50	609.50	Lote 02
6	5//8	19 de diciembre 2023	872.22	796.30	796.30	Lote 03
7	5//8	19 de diciembre 2023	940.51	922.90	922.90	Lote 04
8	3//8	19 de diciembre 2023	353.92	342.00	342.00	Lote 05
9	3//8	19 de diciembre 2023	364.00	334.70	334.70	Lote 06
10	5//8	19 de diciembre 2023	1038.50	986.50	986.50	Lote 07
11	1//2	19 de diciembre 2023	619.26	560.41	560.41	Lote 08
12	5//8	19 de diciembre 2023	1042.94	1001.63	1001.63	Lote 09
13	3//8	19 de diciembre 2023	348.88	283.68	283.68	Lote 06
14	1//2	19 de diciembre 2023	681.49	611.23	611.23	Lote 06
15	3//8	19 de diciembre 2023	367.14	313.88	313.88	Lote 08

Anexo 05



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
HERMITANIO BAUTISTA ESPINOZA
Obra : TESIS: RESISTENCIA A LA TRACCION DE MECHAS DE ACERO CORRUGADO
EXPUSTAS A CORROSION EN LA URB. SANTA MARGARITA LA VICTORIA-CHICLAYO-
LAMBAYEQUE

Ubicación : URBANIZACION SANTA MARGARITA
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - PROVINCIA DE CHICLAYO - DISTRITO DE LA
VICTORIA

Asunto Expediente N° Recibo N° Fecha de emisión : Ensayo de Tracción en Aceros
: 23-2467
: 82087
: 22/12/2023

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 06 varillas de acero corrugado de la marca SIDER PERÚ.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ZWICK ROELL
Certificado de calibración LF-B-092-2023

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.405:2019
Procedimiento interno AT-PR-10.

4.0. RESULTADOS : **Fecha de Ensayo: 22/12/2023**

MUESTRA	SECCIÓN TRANSVERSAL NOMINAL	ÁREA (mm²)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSIÓN LÍMITE DE FLUENCIA (Kg/mm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/mm²)	DEFORMACIÓN (mm)	ELONGACIÓN FINAL (%)
MUESTRA 01	3/8"	71	3109	43,8	4984	70,1	37	18,6
MUESTRA 02	1/2"	129	5688	44,1	9084	70,4	36	18,7
MUESTRA 08	3/8"	71	3003	42,30	4920	69,3	32	16,3
MUESTRA 10	5/8"	199	8457	42,5	13114	65,9	32	16,3
MUESTRA 11	1/2"	129	5290	41,01	8565	66,4	34	17,1
MUESTRA 12	5/8"	199	8487	42,65	13591	68,3	32	16,3

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P.
: D.M.F.

J.B.P.  

Ing. Oscar Miranda Hospital 
Jefe (e) del laboratorio 

NOTAS:
1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381 - 3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-B-092-2023

Página 1 de 3

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 - Rímac - Lima
Instrumento de Medición : Máquina de Ensayo Uniaxial
Marca : ZWICK ROELL
Serie : 204157
Modelo : SP1000
Capacidad Máxima : 1 000 kN
Resolución : 0,01 kN
Procedencia : Alemania
Tipo de Indicación : Digital
Fecha de Calibración : 2023-08-29
Fecha de Emisión : 2023-08-31

Este certificado de calibración es trazable a patrones internacionales y/o nacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

CELDA E.I.R.L. recomienda interpretar correctamente el presente documento a fin de evitar resultados o acciones erróneas.

Este certificado de calibración no debe ser reproducido en forma parcial ni modificado sin la autorización de CELDA E.I.R.L.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Los resultados del certificado de calibración sólo son válidos para el objeto calibrado.

Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23,1	23,4


John Oros Fuerte
 Laboratorio de Calibración



Método de Calibración

La calibración se realizó según la PC-032 ed. 01 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" del INACAL.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de HBK (Alemania), en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código	Instrumento patrón	Certificado de Calibración
TF-C04	Transductor de Fuerza Clase 0,5 de 1000 kN	106082 D-K-12029-01-00 2022-08

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru Nro. 210 - Rímac - Lima

Observaciones

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U), la que se obtiene a partir de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k) igual a 2, de modo que la Probabilidad de Cobertura (p) corresponde a un Nivel de Confianza de aproximadamente 95 %.



Resultados de Medición

Dirección de carga: Compresión

Indicación del instrumento a calibrar		Indicación en el transductor de fuerza patrón				Error
		Serie 1	Serie 2	Serie 3	Promedio	
(%)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
10	101,00	100,51	100,26	100,32	100,37	0,63
20	200,00	199,29	199,45	199,03	199,26	0,74
30	300,00	299,38	299,76	299,20	299,44	0,56
40	400,00	399,75	399,83	399,29	399,62	0,38
50	500,00	499,67	499,43	499,51	499,54	0,46
60	600,00	599,65	599,40	599,31	599,45	0,55
70	700,00	698,99	698,79	699,27	699,02	0,98
80	800,00	799,31	799,46	798,90	799,22	0,78

Indicación del instrumento a calibrar		Errores de medición relativos de				Incertidumbre U (k=2)
		Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	
(%)	(kN)	q (%)	b (%)	v (%)	a (%)	(%)
10	101,00	0,63	0,25	---	0,01	0,20
20	200,00	0,37	0,21	---	0,01	0,15
30	300,00	0,19	0,19	---	0,00	0,13
40	400,00	0,09	0,14	---	0,00	0,11
50	500,00	0,09	0,05	---	0,00	0,07
60	600,00	0,09	0,06	---	0,00	0,07
70	700,00	0,14	0,07	---	0,00	0,07
80	800,00	0,10	0,07	---	0,00	0,07
Error relativo de cero f_0		0,00				

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido %				
	Error relativo de				Resolución Relativa a
	Exactitud q	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Cero f_0	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	± 0,05	0,25
1	± 1,0	1,0	± 1,5	± 0,1	0,5
2	± 2,0	2,0	± 3,0	± 0,2	1,0
3	± 3,0	3,0	± 4,5	± 0,3	1,5

FIN DEL DOCUMENTO





Universidad
César Vallejo

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Chiclayo, 26 de diciembre del 2023

CARTA N° 030-2023-UCV-VA-P16-S/CCP

Señor
HUGO PANTOJA TAPIA
Dirección zonal 2 SENAMHI-Perú

Asunto: Datos meteorológicos de las estaciones de Reque y Lambayeque

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

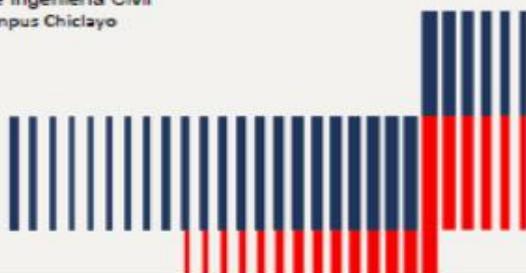
A su vez, la presente tiene como objetivo presentar a nuestro estudiante **HERMITANIO BAUTISTA ESPINOZA, DNI: 41393257**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, afín de que se le pueda brindar información para que pueda desarrollar su investigación titulada: **"RESISTENCIA A LA TRACCION DE MECHAS DE ACERO CORRUGADO EXPUESTAS A CORROSION EN CONSTRUCCIONES POR ETAPAS DIFERIDAS – CHICLAYO, 2023"**, el detalle de la información solicitada es la siguiente: Datos Históricos de la humedad relativa, precipitaciones, temperatura, velocidad del viento de la estación Reque y Lambayeque, desde el año 2017 al 2023, agradeceré su apoyo con las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

Mgtr. Robert Edinson Suclupe Sandoval
Jefe de Programa Académico de Ingeniería Civil
Universidad César Vallejo - Campus Chiclayo

www.ucv.edu.pe



Anexo 08

		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				N° 01
Proyecto:	Resistencia a la tracción de mechas de acero corrugado expuestas a corrosión					
Autor:	Hermitanio Bautista Espinoza					
Ubicación:	Urbanización Santa Margarita; Distrito de la Victoria; Provincia Chiclayo-Peru					
Fecha:	Noviembre del 2023					
I.-INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION						
Dirección: Manzana T, lote 14 Urbanización Santa Margarita			Distancia con referencia al mar: 9945.12 ml			
Region: Lambayeque	Provincia: Chiclayo	Disrito: La Victoria	Año de Construcción: 2018		Licencia N°	
Altitud: 22 msnm	Latitud:	Longitud:	Mes y año de Hizado de Columnas:			
Uso de la Estructura	Vivienda Familiar <input type="checkbox"/>	Multifamiliar <input type="checkbox"/>	Institucional <input type="checkbox"/>	Condominial <input type="checkbox"/>	otros.....	
Tipo de Estructura	Material Noble <input type="checkbox"/>	Tapial <input type="checkbox"/>	Madera <input type="checkbox"/>	Acero <input type="checkbox"/>	otros.....	
II.-DATOS ESTRUCTURALES DE LA CONSTRUCCION						
Características del acero corrugado utilizado y si se le dio Protección Temporal	Sider Peru <input type="checkbox"/>	Aceros Arequi <input type="checkbox"/>	Velgo <input type="checkbox"/>	Acero Liso <input type="checkbox"/>	otros.....	
	Grado 40 <input type="checkbox"/>	Grado 60 <input type="checkbox"/>	Grado 75 <input type="checkbox"/>	A500 <input type="checkbox"/>	otros.....	
	Concreto Pobre <input type="checkbox"/>	Tubos de PVC <input type="checkbox"/>	Pintura Epox. <input type="checkbox"/>	Plastico <input type="checkbox"/>	otros.....	
Tiempo de Protección en meses:						
III.-CONDICIONES AMBIENTALES						
Condiciones Ambientales	Factor Ambiental:	Temperatura	Humedad Relativa	Precip. Pluviales	Velocidad Viento	
	Maximo					
	Minimo					
Promedio						
IV.-CARACTERISTICAS MECHA EXTRAIDA						
Numero de Muestra	Exposición (meses)	Diametro (Ø)	Longitud (m)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	
						
Apellidos y Nombres: Hermitanio Bautista Espinoza						
Profesion: Bach. Ingenieria Civil						
Email: bespozoa_01@hotmail.com						
Telefono: 910402351						
..... Firma del Responsable						