



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA

**ANÁLISIS DE SOLUCIONES TÉCNICAS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN
ARMADO CORROÍDAS POR CLORURO DE SODIO EN EL MALECÓN DEL
BALNEARIO BALLENETA DEL CANTÓN SANTA ELENA**

TUTOR:

MSC. ING. EDGAR CALDERÓN CAÑAR

AUTORES:

**JOSÉ GONZALO CEDEÑO REBUTTI
OTTÓN ALFREDO ORDÓÑEZ ORDÓÑEZ**

GUAYAQUIL

2019



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Análisis de soluciones técnicas de estructuras de hormigón armado corroídas por cloruro de sodio en el malecón del balneario Ballenita del cantón Santa Elena	
AUTOR/ES: CEDEÑO REBUTTI, JOSÉ GONZALO ORDÓÑEZ ORDÓÑEZ, OTTON ALFREDO	REVISORES O TUTORES: Msc. ING. CALDERON CAÑAR EDGAR MIGUEL
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PAGS: 119
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.	
PALABRAS CLAVE: Hormigón armado; cloruro de sodio; estructuras.	
RESUMEN: Se realizó ensayos de laboratorio de muestras extraídas de las estructuras atacadas por el cloruro de sodio, obteniendo datos del desgaste y deterioro de las mismas. Para analizar y obtener la mejor solución técnica y poder aplicar en las construcciones del balneario Ballenita del cantón Santa Elena.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="checked" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: CEDEÑO REBUTTI, JOSÉ GONZALO ORDÓÑEZ ORDÓÑEZ, OTTON ALFREDO	Teléfono: 0960998971 0991001618	E-mail: josecedenorebutti@hotmail.com ordonez.otton@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Álex Salvatierra, Mg. DECANO E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec Teléfono: 2596500 ext. 241	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: REVISION TESIS CEDEÑO ORDÓÑEZ.docx (D50437010)
Submitted: 4/9/2019 10:58:00 PM
Submitted By: ecalderonc@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

16055--Verano Porta, Victor Raul.pdf (D49019061)
Wiston Arteman Quezada Amaya.docx (D16364561)
<https://www.lifeder.com/observacion-directa/>

Instances where selected sources appear:

7

Firma: 

Msc. ING EDGAR MIGUEL CALDERÓN CAÑAR

CI#1706454350

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de investigación ANÁLISIS DE SOLUCIONES TÉCNICAS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CORROÍDAS POR CLORURO DE SODIO EN EL MALECÓN DEL BALNEARIO BALLEENITA DEL CANTÓN SANTA ELENA, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “ANÁLISIS DE SOLUCIONES TÉCNICAS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CORROÍDAS POR CLORURO DE SODIO EN EL MALECÓN DEL BALNEARIO BALLEENITA DEL CANTÓN SANTA ELENA”, presentado por los estudiantes José Gonzalo Cedeño Rebutti y Ottón Alfredo Ordóñez Ordóñez como requisito previo, para optar al Título de INGENIERÍA CIVIL, encontrándose apto para su sustentación

Firma: _____

Msc. ING. EDGAR MIGUEL CALDERÓN CAÑAR

C.I.1706454350

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los/as estudiantes/egresados/as José Gonzalo Cedeño Rebutti, Ottón Alfredo Ordoñez Ordoñez, declaro (amos) bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los/as suscritos/as y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar ANÁLISIS DE SOLUCIONES TÉCNICAS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CORROÍDAS POR CLORURO DE SODIO EN EL MALECÓN DEL BALNEARIO BALENITA DEL CANTÓN SANTA ELENA.

Autor(es)

Firma:

JOSÉ GONZALO CEDEÑO REBUTTI

C.I. 0927662395

Firma:

OTTÓN ALFREDO ORDOÑEZ ORDOÑEZ

C.I. 0929018299

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, a mi madre por ser la principal promotora de mis sueños, gracias a ella por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida. Gracias a mi pareja por entenderme en todo, gracias a ella porque en todo momento fue un apoyo incondicional en mi vida, gracias a mi compañero de tesis por el apoyo constante, gracias a mi tutor de tesis que siempre nos brindó su ayuda para aclarar cualquier tipo de duda, gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

José Gonzalo Cedeño Rebutti

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecido de Dios que me ha permitido llegar hasta aquí, brindándome sabiduría y fortaleza, a mis padres Ab. Ottón Ordóñez y Lcda. Roxanna Ordóñez que me brindaron respaldo y motivación desde el momento que decidí decantarme por tan maravillosa profesión, a mis hermanos David y Armando Ordóñez por estar ahí cuando más los he necesitado, a nuestro tutor MSc. Ing. Edgar Calderón Cañar por su guía y ayuda, a mi compañero de tesis José Cedeño Rebutti por su apoyo durante este proceso de titulación.

Ottón Alfredo Ordoñez Ordoñez

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi madre Tania Rebutti, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste, a mi pareja que siempre ha estado a mi lado en todo momento, a mis futuros hijos, a mi tía que siempre me brindó su ayuda sin nada a cambio y a todos mis familiares que han sido apoyo durante mi carrera.

José Gonzalo Cedeño Rebutti

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi madre Lcda. Roxanna Ordóñez una mujer de valía, luchadora y un ejemplo a seguir sobre todo en estos años que le ha tocado ser padre y madre para mí y mis hermanos. A mi papá quien en vida fue Ab. Ottón Ordóñez González esperando que este orgulloso y siga guiando mi camino desde el cielo, a mis hermanos David y Armando que son quienes aportan alegría a mi vida.

Ottón Alfredo Ordoñez Ordoñez

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	IX
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS	XV
CAPÍTULO I	1
El Problema.....	1
1.1. Tema	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Formulación del problema	2
1.4. Sistematización del problema	2
1.5. Objetivos de la investigación	2
1.5.1. Objetivo General	2
1.5.2. Objetivos Específicos	2
1.6. Justificación	3
1.7. Delimitación o Alcance.....	3
1.8. Hipótesis	4
1.8.1. Variable independiente	4
1.8.2. Variable dependiente	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco Teórico Técnico.....	7

2.2.1. Acero Estructural	7
2.2.2. Aditivos	9
2.2.3. Agregados	9
2.2.4. Corrosión	11
2.2.5. Estructuras de hormigón armado	13
2.2.6. Formas de corrosión.	14
2.2.7. Categoría de corrosión.....	16
Fuente: (Sistemas de Pintado y Protección del Acero, 2015).....	16
2.2.3.1. Corrosión C3 media	16
2.2.8. Hormigón.....	25
2.3. Marco contextual	26
2.4. Marco conceptual.....	28
2.5. Marco legal	31
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1. Tipo de investigación	42
3.2. Enfoque de la investigación	43
3.3. Técnicas de investigación	43
3.4. Instrumentos de recolección de datos	44
CAPÍTULO IV.....	46
Análisis e interpretación de resultados.....	46
4.1. Recolección de datos.....	46

4.1.1. Ensayo de tensión del acero	49
4.1.2. Ensayo de desgaste de sulfato.....	60
4.1.3. Prueba de resistencia al hormigón mediante el uso del esclerómetro.....	62
4.1.4. Encuesta aplicada	80
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXO 1 IMÁGENES	94
ANEXO 2 ENCUESTA	96
ANEXO 3 APUs.....	98
ANEXO 4 CUADRO PREGUNTAS ENCUESTA.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Categorías de corrosión atmosférica y ejemplos de ambientes típicos</i>	16
Tabla 2 <i>Contenido Máximo De Iones Cloruro Para La Protección Contra La Corrosión Del Refuerzo.</i>	25
Tabla 3 <i>Características de Varillas Con Resalte De Acero Tradicional</i>	49
Tabla 4 <i>Ensayo de tensión en acero (primer muestra - probeta en buen estado).....</i>	50
Tabla 5 <i>Ensayo de tensión en acero (segunda muestra - probeta en buen estado)</i>	51
Tabla 6 <i>Ensayo de tensión en acero (tercer muestra - probetacorroída)</i>	52
Tabla 7 <i>Ensayo de tensión en acero (cuarta muestra - probetacorroída)</i>	53
Tabla 8 <i>Cuadro De Resumen de Ensayo de tensión en Acero (Probeta de 10mm)</i>	54

Tabla 9 <i>Ensayo de tensión en acero (quinta muestra - probeta en buen estado)</i>	55
Tabla 10 <i>Ensayo de tensión en acero (sexta muestra - probeta en buen estado)</i>	56
Tabla 11 <i>Ensayo de tensión en acero (séptima muestra - probeta corroída)</i>	57
Tabla 12 <i>Ensayo de tensión en acero (octava muestra - probeta corroída)</i>	58
Tabla 13 <i>Cuadro De Resumen de Ensayo de tensión en Acero (Probeta de 12mm)</i>	59
Tabla 14. <i>Ensayo de Desgaste con sulfato de sodios a material nuevo</i>	60
Tabla 15. <i>Ensayo de Desgaste con sulfato de sodio a material extraído de una edificación de antigüedad 18 años</i>	61
Tabla 16. <i>Limites Para La Sustancias Perjudiciales En El Árido Grueso Para El Hormigón (Inen 872-2011)</i>	61
Tabla 17 <i>Prueba esclerométrica muestra N°1 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 10 años)</i>	63
Tabla 18 <i>Prueba esclerométrica muestra N°2 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 8 años)</i>	64
Tabla 19 <i>Prueba esclerométrica muestra N°3 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m en buen estado construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 5 años)</i>	65
Tabla 20. <i>Prueba esclerométrica muestra N°4 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 15 años)</i>	66
Tabla 21. <i>Prueba esclerométrica muestra N°5 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 10 años)</i>	67

Tabla 22. <i>Prueba esclerométrica muestra N°6 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 5 años).....</i>	68
Tabla 23. <i>Prueba esclerométrica muestra N°7 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 20 años).....</i>	69
Tabla 24 <i>Prueba esclerométrica muestra N°8 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m en buen estado construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 8 años).....</i>	70
Tabla 25. <i>Prueba esclerométrica muestra N°9 columna de hormigón armado 0.40m x 0.40m en buen estado construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 6 meses).....</i>	71
Tabla 26. <i>Prueba esclerométrica muestra N°10 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 5 años).....</i>	72
Tabla 27. <i>Prueba esclerométrica muestra N°11 muro de contención de hormigón armado atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 10 años).....</i>	73
Tabla 28. <i>Prueba esclerométrica muestra N°12 muro de contención de hormigón armado atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 15 años).....</i>	74
Tabla 29. <i>Prueba esclerométrica muestra N°13 muro de contención de hormigón armado atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 12 años).....</i>	75

Tabla 30. <i>Prueba esclerométrica muestra N°14 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 7 años)</i>	76
Tabla 31. <i>Prueba esclerométrica muestra N°15 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 20 años)</i>	77
Tabla 32. <i>Prueba esclerométrica muestra N°16 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 12 años)</i>	78
Tabla 33 <i>Factor que causa la corrosión de las varillas de acero</i>	80
Tabla 34. <i>Tratamiento previo a la fundición que se realiza a la varilla de acero.</i>	81
Tabla 35. <i>Productos para evitar la corrosión en varilla de acero en concreto.</i>	82
Tabla 36. <i>Métodos o cuidados que se deben aplicar en concretos utilizados en zonas cálido húmedo</i>	83
Tabla 37 <i>Los agregados utilizados en el balneario ballenita cumplen con las especificaciones técnicas establecidas.</i>	84
Tabla 38 <i>Los mantenimientos de las construcciones con estructura metálica en el balneario ballenita reciben el tratamiento adecuado.</i>	85
Tabla 39 <i>Periodo en el que se aplica el mantenimiento a las construcciones con estructura metálica en zonas de clima cálido húmedo</i>	86
Tabla 40 <i>Conoce usted alguna guía de técnicas anticorrosivas en estructuras de hormigón armado.</i>	87
Tabla 41. <i>Resumen de la encuesta aplicada.</i>	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de varilla embebida corroída en concreto.....	15
Figura 2 Hormigón con manchas de óxido.....	16
Figura 3 Agrietamiento de hormigón.	17
Figura 4 Desprendimiento de hormigón.....	17
Figura 5 Armadura corroída de muro de contención.....	18
Figura 6 Acero de refuerzo expuesto.....	18
Figura 7. Muestra para ensayo de desgaste de sulfatos.	46
Figura 8. Ensayo De La Tensión En Acero.....	47
Figura 9. Ensayo de desgaste de sulfatos.	47
Figura 10. Prueba de resistencia al hormigón mediante el uso del esclerómetro.....	48
Figura 11 Prueba de resistencia al hormigón mediante el uso del esclerómetro.....	48
Figura 12 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	63
Figura 13 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	64
Figura 14 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	65
Figura 15 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	66
Figura 16 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	67
Figura 17 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	68
Figura 18 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	69
Figura 19 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	70
Figura 20 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	71
Figura 21 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	72
Figura 22 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	73
Figura 23 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .	74

Figura 24 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .75	75
Figura 25 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .76	76
Figura 26 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .77	77
Figura 27 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión. .78	78
Figura 28. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	80
Figura 29. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	81
Figura 30. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	82
Figura 31. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	83
Figura 32. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	84
Figura 33. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	85
Figura 34. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	86
Figura 35. Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)	87
Figura 36. . Estructura Corroída.	94
Figura 37. .Acero de refuerzo Corroído.	94
Figura 38. Cerramiento Corroído.	95
Figura 39. Vivienda de construcción tradicional.....	95

CAPÍTULO I

El Problema

1.1. Tema

Análisis de soluciones técnicas de estructuras de hormigón armado corroídas por cloruro de sodio en el malecón del balneario Ballenita del cantón Santa Elena.

1.2. Planteamiento del problema

El ambiente salino de la costa ecuatoriana es el generador del progresivo deterioro de las construcciones del balneario Ballenita del cantón Santa Elena, el efecto es el desgaste de los elementos estructurales si no se toman las debidas precauciones, restando el tiempo de vida útil de las mismas, esto puede prevenirse para evitar gastos adicionales mediante mantenimiento o rehabilitación de elementos estructurales.

Los malos diseños del hormigón, la falta de control de obra y de información adecuada de métodos constructivos que contrarreste el ataque de cloruro de sodio en la estructura hace que se presente variación en la resistencia de elementos estructurales, siendo necesaria la evaluación, restauración, reparación, rehabilitación y reforzamiento de la armadura en los elementos estructurales, ocasionando pérdidas económicas por mantenimiento y también que el tiempo de vida útil de la obra sea menor a la originalmente estimada. La corrosión de las armaduras es reconocida como uno de los mayores problemas en estructuras de concreto armado convirtiéndose en un tema que requiere la atención de los ingenieros de la construcción, este fenómeno de corrosión del refuerzo metálico afecta significativamente las características funcionales del concreto armado tales como la adherencia, formación de agrietamientos y desprendimientos de trozos de concreto, lo que compromete la integridad estructural.

1.3. Formulación del problema

¿Es necesario analizar las soluciones técnicas aplicadas a la corrosión de armaduras de elementos estructurales atacados por cloruro de sodio en Ballenita, Santa Elena?

1.4. Sistematización del problema

¿En qué tipo de construcciones se presenta con mayor incidencia la corrosión por cloruro de sodio?

¿De qué manera se puede prevenir la corrosión por cloruro de sodio que afecta el estado de las armaduras?

¿Qué soluciones técnicas se perfilan como las adecuadas para aplicarse en obra?

¿Es adecuado el nivel de conocimientos de construcción que poseen el personal técnico y obrero que ejecutan proyectos constructivos en Ballenita, Santa Elena?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General

Analizar los resultados de las técnicas anticorrosivas en la ejecución de estructuras de hormigón armado, de una obra mediante una lista de soluciones, para un óptimo desempeño de la armadura dispuesta en las construcciones del balneario Ballenita del cantón Santa Elena.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Examinar mediante fundamentos teóricos como agrede el cloruro de sodio a las estructuras de concreto reforzadas de acero, ubicadas en el balneario Ballenita.
- Identificar el nivel de deterioro que causa el cloruro de sodio en las varillas de acero que refuerzan las estructuras de concreto, mediante ensayos de laboratorio.

- Analizar los resultados recolectados por medio de los ensayos de laboratorio que permitan para orientar un mejor cuidado de los componentes que conforman las estructuras en zonas altamente húmedas.
- Dar a conocer los tipos de soluciones técnicas que beneficien a las construcciones con estructuras de hormigón armado en el balneario Ballenita del cantón Santa Elena.

1.6. Justificación

El deterioro de las edificaciones y viviendas que se encuentran en Ballenita, cantón Santa Elena, por patógenos de corrosión de estructuras de hormigón armado debido al ataque de cloruro de sodio, que afecta la durabilidad y resistencia de la estructura antes mencionada; además considerando eventos como sismos los deja vulnerables ante un posible colapso y fatales consecuencias como pérdidas materiales y vidas humanas.

La investigación se justifique porque se considera de suma importancia analizar de manera técnica las soluciones probables y posibles a la corrosión de elementos estructurales atacados por el cloruro de sodio en Ballenita, Santa Elena. Para así generar un listado basado en técnicas de aplicación que, permita brindar soluciones técnicas efectivas para inhibir esta problemática.

1.7. Delimitación o Alcance

El alcance del análisis de soluciones técnicas a la corrosión de armaduras de elementos estructurales atacados por cloruro de sodio, es que el listado dé la solución adecuada a cada posibilidad de agresión de este fenómeno que ataca a las construcciones en este sector, la cual se realizara en el balneario Ballenita del cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena.

Campo: Análisis de soluciones técnicas

Área: Ingeniería Civil

Aspecto: Investigación descriptiva.

Tema: análisis de soluciones técnicas de estructuras de hormigón armado corroídas por cloruro de sodio en el malecón del balneario Ballenita del cantón Santa Elena.

Delimitación espacial: Malecón del balneario Ballenita, Cantón Santa Elena.

Delimitación temporal: 6 meses

1.8. Hipótesis

Las técnicas anticorrosivas empleadas en la ejecución de edificaciones con estructuras de hormigón armado, beneficiarán a las construcciones del balneario Ballenita del cantón Santa Elena obteniéndose un óptimo desempeño de la armadura.

1.8.1. Variable independiente

Soluciones técnicas de estructuras de hormigón armado corroídas.

1.8.2. Variable dependiente

Estructura de acero de refuerzo, hormigón, cloruro de sodio

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La elaboración del hormigón se originó en los principios de la historia, más básicamente para la era romana, seguidamente toma fuerza al momento de conocer los comportamientos y/o propiedades que el hormigón posee, parte de eso es el comportamiento hidráulico, ya para finales del siglo XVIII se inició un periodo de recuperación del hormigón con lo que se denominó aglomerantes modernos, ya para el siglo XIX se empieza investigar el hormigón armado, teniendo en consideración la información del secreto del hormigón romano, luego de tanto análisis e investigación se establece para el año 1910 se entra en el derecho de denominar la nueva etapa como clásica del hormigón armado.

La utilización del hormigón armado se dio lugar por primera vez en el año 1848, gracias a Joseph-Louis Lambot, quien se basó en los conocimientos del “inventor del hormigón armado” Joseph Monier en el año 1849, para esto utilizó una malla metálica, a partir de ese momento se pudo aplicar el hormigón reforzado con varilla, siendo Francois Coignet en el año 1853, quien contribuyó en la construcción del primer inmueble con estructura de hormigón reforzado con varilla de hierro y es él mismo quién patenta métodos de hormigón económico, hormigón hidráulico, y hormigón plástico, al construir 300km de alcantarillas inicia la construcción monolítica que le resulto siendo una colaboración importante con arquitectos. Aunque los inicios del hormigón fueron de forma empírica, la certeza de crear algo importante e innovador proporcionó una base importante para el inicio de un futuro creado con lo que para esa época se denominó hierro con cemento.

Para esto, Monier explicó la función que cumplen las varillas de hierro dentro de la masa de hormigón y da a conocer que el hierro tiene como trabajo principal resistir el esfuerzo de tracción que se presenta debido al esfuerzo de la flexión, situación que no es tan

buena en los extremos del elemento cercano a los puntos de apoyo, es de allí donde se comprueba que las zonas que se encuentran muy comprimidas no poseen mucha resistencia ya que resulta dificultoso y desde ese momento parte un conocimiento más profundo donde se identifica que es importante ubicar el hierro según la distribución de esfuerzos para de ese modo conformar la armadura según la sollicitación.

Teniendo claro los inicios del hormigón, se puede conocer qué tipo de elementos químicos que se encuentran en el ambiente puede afectar al hierro, que en la actualidad se denomina acero, un ejemplo claro de esto es lo que le ocurre al hormigón armado al tener contacto con el cloruro de sodio, ya que a pesar de los avances y mejoramiento significativos que ha sufrido el hormigón se conoce que le perjudica, por eso es importante saber que la protección catódica, sin tener en cuenta que es un término y una acción que esta de la mano con la corrosión, este tipo de técnica como realmente se denomina se aplica en la superficie de un metal donde se convierte en cátodo de una celda electroquímica, es por esto que resulta fundamental conocer que se puede aplicar para solventar este tipo de inconveniente.

El hormigón desde sus inicios se ha considerado como un material inerte, que posee propiedades similares a las piedras, por tanto, es importante reconocer que la piedra o mineral duro y compacto no es indestructible, del mismo modo ocurre con el hormigón. Hidráulica, construcción y conservación (2018), indica que “La corrosión del armado del hormigón es un fenómeno complejo que puede tomar una o varias formas. Por lo común, se limita a la superficie del metal y esto se conoce como corrosión general; pero en otras ocasiones, ocurre corrosión por picaduras desarrollándose en zonas muy localizadas, esto da como resultado la formación de cavidades y agujeros que pondrán en riesgo la estabilidad mecánica de la estructura”(pág. 1).

Es importante conocer que en su mayoría los sistemas acuáticos se prestan para presentar corrosión, esta se refleja de dos modos, una en porción anódica y la otra en porción catódica. Estos se presentan de forma simultánea en lugares prudentes que se desarrollan en forma de celdas locales, en superficies simples o dentro de metales diferentes. Para esto se denomina como corrosión metálica, ya que tiene como característica relevante la formación de una pila electroquímica por ello la humedad producida de las sales o el cloruro de sodio sumado a un potencial eléctrico crea en estos un proceso de corrosión.

2.2. Marco Teórico Técnico

2.2.1. Acero Estructural

Se define esto a lo que se obtiene al combinar el hierro, carbono y pequeñas proporciones de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le contribuyen un conjunto de propiedades determinadas. El acero laminado en caliente, elaborado con fines estructurales, se le nombra como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 250 mega pascales, eso es igual a 2.549Kg/cm². Es el resultado de la aleación del hierro y carbono. En los aceros al carbono comunes, el hierro constituye más del 95%. Pueden estar presentes en pequeñas cantidades; azufre, oxígeno, silicio, nitrógeno, fósforo, manganeso, aluminio, cobre y níquel.

De acuerdo a Course Hero [CH](2016). La clasificación según su composición, es la siguiente:

- **Acero carbonizado:** es la aplicación de un recubrimiento de zinc a una lámina, solera, alambre o productos metálicos prefabricados de hierro o acero, para protegerlo contra muchos tipos de corrosión.

- **Acero inoxidable:** son acero de alta aleación que contiene más del 10% de cromo. Se caracteriza por su resistencia al calor, a la oxidación y la corrosión. Resistencia a tensión, o límite de fluencia de los aceros usados en nuestro país.

De acuerdo a las ventajas del acero como material estructural, es la siguiente:

- **Tiene una gran firmeza:** La gran firmeza del acero por la unidad de peso significa que el peso de la estructura se hallará al mínimo, esto es de mucha eficacia en puentes de amplios claros.
- **Semejanza:** Las propiedades del acero no cambian perceptiblemente con el tiempo.
- **Durabilidad:** Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran unos tiempos indefinidos.
- **Ductilidad:** La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras.
- **Tenacidad:** Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.

De acuerdo a los tipos aceros para Hormigón:

- Acero de refuerzo para armaduras
- Barras corrugadas
- Alambrón
- Alambres trefilados (lisos y corrugados)
- Mallas electro soldables de acero – Mallazo
- Armaduras básicas en celosía.

- Alambres, torzales y cordones para hormigón pretensado.
- Armaduras pasivas de acero
- Redondo liso para Hormigón Armado
- Aceros para estructuras en zonas de alto riesgo sísmico.

2.2.2. Aditivos

Se utilizan como ingredientes del hormigón y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción. Se presentan en forma de polvo, líquido o pasta y la dosis varía según el producto y efecto deseado, entre un 0.1% y 5% del peso del cemento utilizado. Los aditivos pueden ser entre otros:

- Acelerantes de fraguado y endurecimiento: permite desencofrar más rápido.
- Plastificante: permite una mejor trabajabilidad sin bajar resistencia al hormigón.
- Plastificante-Acelerante: combina los dos efectos descritos.
- Impermeabilizante: para mejorar esta característica del hormigón.
- Incorporador de aire: permite obtener hormigones de menor peso, sacrificando resistencia.
- Inhibidores de corrosión: protege el acero de refuerzo en ambientes agresivos.

2.2.3. Agregados

Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos componentes inertes que poseen resistencia propia y suficiente que no afecta el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida. Los agregados son las gravas naturales o piedra triturada, que constituyen los agregados gruesos y las arenas, que pueden ser naturales o producto de la trituración, que constituyen los agregados finos. Los agregados o áridos constituyen las tres cuartas partes en volumen de una

mezcla típica de concreto, de ahí que tenemos que considerar su enorme importancia en la calidad y economía de una construcción. Según su procedencia los áridos pueden ser:

- **Áridos naturales:** pueden ser usados tal como se encuentra en la naturaleza, como la piedra laja, de origen sedimentario, que tienen baja resistencia a la compresión y poca resistencia al desgaste. Se presentan en forma de capas o estratos que fácilmente se pueden separar. Sirven como enchapes de muros o fachadas, pero no debe usarse para hacer un buen hormigón o como base de un pavimento. Dentro de esta clasificación encontramos también la grava de río o canto rodado, que se utiliza en elaboración de concretos de baja resistencia, para filtros o para pisos. Los cantos rodados más grandes (mayores a 30 cm.) generalmente tienen mayor resistencia, pero por su tamaño se dificulta usarlo en construcciones, de modo que se golpea y se tiene lo que se llama la piedra rajada, que se adhiere mejor a la lechada de cemento. Pero el árido natural también se puede usar después de haber sufrido una modificación de su tamaño para adaptarse a las exigencias de la fabricación de un hormigón, son los áridos de machaqueo o de trituración que se obtienen de la molienda de las rocas. De las experiencias de diferentes investigadores es esta la que más se adapta a la obtención de un buen hormigón, dado que la forma angular y mayor superficie de exposición de los agregados, permite una mayor adherencia.
- **Áridos artificiales:** Son subproductos de procesos industriales, tales como escorias o también pueden ser materiales reciclados.
- **Áridos ligeros, naturales o artificiales:** Se usan para la elaboración de elementos de bajo peso.

2.2.3.1. Resistencia de los agregados.

Generalmente esta es mayor que la de los hormigones. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que también existen algunos agregados cuya resistencia resulta ser más baja que la resistencia nominal de la pasta. Esto se observa cuando se rompe un cilindro de hormigón en la prueba a la compresión en el laboratorio de materiales y se presenta fracturas en los agregados. Esos agregados solo deben usarse en hormigones de baja resistencia. En cuanto a la variedad del tamaño de las partículas, es decir su granulometría, estas no deben ser uniformes. Esto es muy importante porque al haber variedad de tamaños, las partículas de tamaño medio y las pequeñas ocupan espacios vacíos dejados por las partículas grandes produciéndose una mezcla que deja menos espacios vacíos. En cuanto a la forma de las partículas se ha demostrado que a una misma relación agua/cemento, las menores resistencias se producen con los agregados redondeados, un poco mayores para los de forma irregular y las mayores resistencias para los angulosos.

2.2.4. Corrosión

La corrosión es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. La característica fundamental de este fenómeno, es que solo ocurre en presencia de un electrolito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas anódicas y catódicas. Rojas Moyaindica:

El concreto debe ser sólido, homogéneo, compacto, resistente y poco poroso. Entre los aspectos que se deben garantizar para lograr las condiciones anteriores están: la manera de proporcionar los agregados y su calidad, de tal manera que se asegure el menor volumen de vacíos; la influencia del agua en la consistencia del concreto fresco, la influencia de la relación agua-cemento, el grado de hidratación del cemento y la incorporación de aditivos en el cemento (pág. 71).

La corrosión puede ser mediante una reacción química (oxido – reducción) en la que intervienen la pieza manufacturada, el ambiente y el agua o por medio de una reacción electroquímica.

2.2.4.1. Tipos de corrosión en las armaduras.

La corrosión puede adoptar formas diversas, según la localización de las zonas anódicas y catódicas, y la posible existencia de tensiones mecánicas importantes, algunas de estas son como se describen a continuación:

- **Corrosión generalizada:** cuando el ataque afecta a toda la superficie del metal (puede ser corrosión uniforme o corrosión generalizada irregular, según que el ataque sea o no uniforme).
- **Corrosión galvánica:** debido a la heterogeneidad del hormigón y su microambiente, es habitual que los procesos anódico y catódico no se encuentren uniformemente distribuidos, sino que en algunos puntos es más fuerte el proceso catódico, y en otros el anódico.
- **Corrosión bajo tensión, con generación de fisuras:** cuando, además del proceso de corrosión, existe una tensión mecánica elevada, y un metal susceptible a este fenómeno.
- **Corrosión-fatiga:** cuando coexisten un proceso de corrosión y sollicitación clínica importante.
- **Corrosión del acero en el hormigón:** La corrosión del acero en el hormigón es un proceso electroquímico. Los potenciales electroquímicos que forman las pilas de corrosión se pueden generar de dos formas. Las pilas de composición se pueden formar cuando se colocan dos metales diferentes dentro del hormigón, como las armaduras de acero y los conductos de aluminio, o cuando existen

variaciones significativas en las características superficiales del acero. Las pilas de concentración se pueden formar debido a diferencias en la concentración de los iones disueltos cerca del acero, como los álcalis, cloruros o el oxígeno.

2.2.5. Estructuras de hormigón armado

Una estructura de hormigón armado está formada: de hormigón (cemento portland, arena y pedregullo o canto rodado) y de una armadura metálica, que consta de hierros redondos, la que se coloca donde la estructura - debido a la carga que soporta - está expuesta a esfuerzos de tracción. En cambio, se deja el hormigón solo, sin armadura metálica, donde este sufre esfuerzos de compresión.

2.2.5.1. Características del hormigón armado.

- **Complementariedad mecánica de ambos materiales:** Ambos materiales tienen una relación de complementariedad mecánica. Por el principio de Navier-Bernoulli podemos decir que las deformaciones del acero son similares a las del Hormigón que lo circunda, ya que, para fines prácticos, las secciones de la deformada siguen considerándose planas. Sin embargo, el Hormigón se encarga de soportar los esfuerzos a compresión, mientras que el acero lo hace con la tracción. Esta “simbiosis” de los materiales, es la idea fundamental en que se basa la filosofía del hormigón armado.
- **Casi Uniformidad de Coeficientes de Dilatación Térmica:** Esta cualidad (con un valor de alrededor de $11.0 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ para el acero y de $10.8 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ para el concreto) es la que posibilita la construcción de grandes volúmenes de concreto sin que se produzcan agrietamientos, ya que como se sabe el hormigón o concreto, es muy mal material en lo que respecta a las fuerzas de tensión inducidas por la dilatación.

- **La adherencia que se desarrolla entre las varillas de acero y el concreto:** Si no existiera la adherencia, las varillas saldrían disparadas con una aceleración proporcional a las fuerzas de tensión inducido por las diferentes sollicitaciones al material. Este fenómeno se produce gracias a la fricción entre las corrugaciones de las varillas de acero y los áridos que componen el concreto. Esto permite que ambos materiales se comporten como uno sólo.
- **El confinamiento del concreto por el refuerzo transversal:** El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya sobre el refuerzo transversal, el cual proporciona un apoyo pasivo que confina al concreto en el núcleo.
- **El recubrimiento:** El recubrimiento de las varillas de acero tiene como finalidad fundamental proteger a las varillas de acero de la humedad y del ataque químico de otras sustancias corrosivas que se hallen presentes en el ambiente. No colabora directamente al confinamiento del núcleo, ya que el desconchamiento se produce generalmente cuando el concreto alcanza la resistencia de confinación, pero si ayuda en el desarrollo de la adherencia.

2.2.6. Formas de corrosión.

La corrosión puede desarrollarse según dos mecanismos diferentes:

- Oxidación directa (o corrosión seca), que ocurre cuando el metal sufre una temperatura elevada, en ausencia de agua.
- Corrosión con intervención de una solución acuosa (corrosión húmeda), que es la más habitual.

2.2.6.1. Causas de desprotección.

La corrosión tiene un periodo de iniciación, en el que se produce la desprotección del acero, y un periodo de propagación, en el que se produce la corrosión del acero. Moreno, Pérez, & Martínez expresan:

Cuando se utiliza agua de amasado con cloruros, cierta cantidad reacciona con los compuestos hidratados del concreto para formar las sales de Friedel, otra cantidad se adsorbe en la superficie de las paredes de los poros y sólo una parte queda disuelta. Esta distribución depende del tipo y la cantidad de cemento con que se dosifique al concreto(pág. 41).

El concepto de durabilidad del hormigón armado se fundamenta en evitar que se alcance al periodo de propagación durante la vida de servicio de la estructura, poniendo los medios necesarios para dilatar lo máximo posible el periodo de iniciación.

2.2.6.2. Proceso de la corrosión.

En la corrosión del acero dentro del hormigón, el proceso anódico no puede producirse hasta que la capa protectora del acero se elimina en un ambiente ácido (por ejemplo, por carbonatación del hormigón) o se hace permeable por acción de los iones Cl. El proceso catódico no se produce hasta que en la superficie del acero se dispone de una cantidad suficiente de oxígeno y agua.

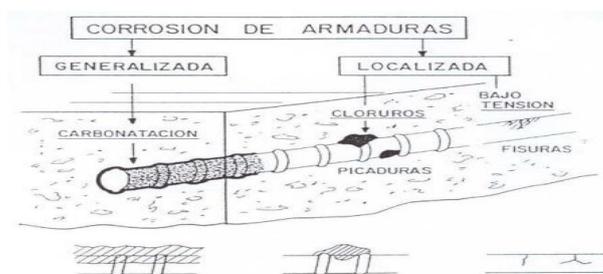


Figura 1 Esquema de varilla embebida corroída en concreto.

Fuente: (CONTECVET, 2001)

2.2.7. Categoría de corrosión

Tabla 1 Categorías de corrosión atmosférica y ejemplos de ambientes típicos

Categoría de Corrosión	Tipo de Ambiente	
	Exterior	Interior
C1 Muy baja	-	Edificios con calefacción y atmósferas limpias
C2 Baja	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales.	Edificios sin calefacción con posibles condensaciones.
C3 Media	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de SO ₂ . Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con alguna contaminación.
C4 Alta	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Industrias químicas y piscinas.
C5-I Muy alta (industrial)	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes y contaminación elevada.
C5-M Muy alta (marítima)	Áreas costeras y marítimas con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensaciones permanentes y contaminación elevada.

Fuente: (Sistemas de Pintado y Protección del Acero, 2015)

2.2.8 Clasificación por categoría de corrosión en estructuras de hormigón armado en el balneario Ballenita

2.2.8.1 Corrosión C3 media

Periodo donde se muestra la corrosión, se presenta con manchas superficiales en el elemento estructural de color marrón.



Figura 2 Hormigón con manchas de óxido.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

2.2.8.2 Corrosión C4 alta

En la estructura se observa que existen elementos estructurales afectados, se produce la rotura del recubrimiento debido al aumento de tensiones que ha tenido que soportar el hormigón. Tensiones ejercidas por los productos de la corrosión, afecta la adherencia y el anclaje de la armadura.



Figura 3 Agrietamiento de hormigón.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 4 Desprendimiento de hormigón.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

2.2.8.3 Corrosión C5 M muy alta

Corrosión de la armadura con caída del recubrimiento, Se aprecia una pérdida evidente de sección de las armaduras afectadas de corrosión. Manchas de óxido en las proximidades de las barras afectadas.



Figura 5 Armadura corroída de muro de contención.
Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 6 Acero de refuerzo expuesto.
Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

2.2.8.4 Intervención en estructuras afectadas.

Una intervención estructural debe cumplir:

- Que tenga estabilidad y que aguante sin desprenderse.
- Que la solución sea eficaz y resistente
- Que sea durable

Una vez conocido el ataque producido, es cuando hay que hacer un estudio de qué intervención realizar y su importancia. En este caso, el estudio debe de llevar tres fases:

- Estudio de las reparaciones a efectuar, la ubicación y el daño.
- Refuerzos en el caso de que sea necesario. Muchas veces la corrosión ha producido grandes daños en las armaduras, también daños en el hormigón, bajando su resistencia, con lo que es necesario devolver esa resistencia al elemento.
- Protección para mejorar la durabilidad.

2.2.8.5 Diagnóstico y soluciones a la corrosión en estructuras de hormigón armado en el balneario Ballenita.

2.2.8.5.1. Corrosión C3 media

- Diagnostico.- agentes agresivos del ambiente impregnados en la estructura (cloruros), agentes agresivos incorporados involuntariamente al concreto durante el mezclado.
- Solución.- después de analizar adecuadamente el elemento estructural es necesario:
- Eliminar el concreto segregado hasta llegar al concreto sano y limpiar bien las superficies.

- en caso de inicio de la corrosión sin daños importantes del concreto y de las varillas de acero, recuperar el elemento estructural, manteniendo las dimensiones originales
- En la reparación superficial podemos usar: mortero polimérico de base cemento, mortero de base epóxica o mortero de base poliéster.
- Aplicar revestimiento de protección como: pinturas hidrofugantes y pinturas impermeabilizantes.

2.2.8.5.2. Corrosión C4 alta

- Diagnostico.- agentes agresivos del ambiente impregnados en la estructura (cloruros), agentes agresivos incorporados involuntariamente al concreto durante el mezclado.
- Solución.- después de analizar adecuadamente el elemento estructural es necesario:
- remover cuidadosamente el concreto afectado y los productos de la corrosión, limpiando bien las superficies
- Lijado en las barras de acero, pasar la lija en movimientos circulares y enérgicos sobre la superficie, intentar obtener un color metálico.
- ante la presencia de agentes agresivos, efectuar la corrección con primer rico en zinc y colocar una barrera de resina epóxica entre el concreto contaminado y el mortero de reparación
- En la reparación superficial podemos usar: mortero polimérico de base cemento, mortero de base epóxica o mortero de base poliéster.
- aplicar revestimiento de protección como: pinturas hidrofugantes y pinturas impermeabilizantes.

2.2.8.5.3. Corrosión C5 M

- Diagnostico.- Recubrimiento insuficiente en el acero de refuerzo, acero totalmente destruido por la corrosión.
- Solución.- Después de analizar adecuadamente el elemento estructural y establecer el diagnóstico y las consecuencias del problema, se debe:
- Demoler y reconstruir la estructura.

2.2.8.6 Efectos de la corrosión en el hormigón

Debido a la formación de productos derivados durante el proceso de corrosión de armaduras dentro de un elemento estructural, ocurre un fenómeno de expansión volumétrica, esta expansión a su vez provoca tensiones radiales que generan esfuerzos de tracción al hormigón. Cuando la generación de estos productos de corrosión es excedida por la capacidad de migración de los mismos a través de los poros del hormigón, en algún punto los esfuerzos de tracción del hormigón son superados por los esfuerzos de tracción producidos por los productos derivados de la corrosión. Esto provoca fisuración y desprendimiento del recubrimiento. Cuando se trata de un elemento sometido principalmente a compresión (por ejemplo, las columnas) y se llega a desprender el hormigón, la consecuencia es la pérdida de sección resistente, lo cual disminuye la rigidez del elemento. Cuando se trata de un elemento sometido principalmente a flexión, como las vigas, se produce las pérdidas de resistencia a la compresión del hormigón circundante a la armadura corroída, lo cual disminuye la ductilidad y aumenta la presencia de grietas.

- **Efectos en el acero:** La reducción de la sección transversal de la armadura de refuerzo es el efecto más inmediato de la corrosión, debido a la disolución del metal en las zonas anódicas. Esto implica la pérdida de capacidad resistente de forma progresiva y afecta la seguridad y la funcionalidad de la estructura. La corrosión puede producirse de manera uniforme a lo ancho de sección de la

armadura, en estos casos la pérdida de resistencia es aproximadamente proporcional a la pérdida de sección. Distinto caso supone la presencia de picadura, la cuales suponen una concentración de esfuerzo de tensión triaxiales que producen un comportamiento mecánico frágil en el material. Bajo la acción de cloruros se produce un corrosión localizada o corrosión con picadura, que reducen asimétricamente la sección transversal. Bajo la acción de carbonatación la penetración de ataque y la reducción de las secciones de la armadura de acero son homogéneas.

- **Efecto en el hormigón armado:** Una de las características que permiten que el acero y el hormigón trabajen conjuntamente es la adherencia junto con el anclaje entre ambos, durante el proceso de corrosión aparecen productos que quedan expuestos al contacto con el hormigón, por lo tanto, la naturaleza de la frontera entre el acero y el hormigón es variable, y se pierde la adherencia con el acero. Al incrementarse las tensiones radiales ejercidas por los productos de la corrosión, se producen en mayor medida las fisuras en el hormigón. A niveles pequeños de corrosión se aumenta la adherencia entre el acero y el hormigón, pero con niveles de corrosión que producen las primeras fisuras, la adherencia entre ambos materiales disminuye súbitamente. Una varilla corroída, presenta mayores afectaciones, como es lógico, en la corruga que en la sección en sí. En barras de refuerzo en las que se ha perdido el 3% de la sección transversal, puede haberse perdido hasta un 20% de la corruga, lo cual perjudica el acunamiento entre el acero y el hormigón.

2.2.8.7 Prevención de la corrosión.

Para prevenir que exista la posibilidad de que en un futuro la corrosión provoque un deterioro en las estructuras de hormigón armado, se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Que el recubrimiento tenga el espesor suficiente.
- Que el hormigón tenga una estructura de poros adecuada.
- Que el hormigón esté libre de cloruros.
- A partir de los parámetros anteriores, es importante tener en cuenta:
 - Los procesos de difusión de los ataques por la presencia de iones de cloruro.
 - La humedad.
 - La temperatura.

Estos parámetros indicados nos ayudaran de una u otra forma para poder prevenir la corrosión y que esta no cause daño en la estructura de hormigón armado.

2.2.8.8 Métodos electroquímicos de rehabilitación.

Los procedimientos más utilizados para la rehabilitación de Estructuras de Hormigón Armado mediante métodos electroquímicos se basan en la polarización catódica del acero y son:

- Protección catódica PC.
- Extracción electroquímica de cloruros EEC.
- La realcalinización electroquímica RAE.

La protección catódica es uno de los métodos electroquímicos que más se utiliza para evitar que exista corrosión en las estructuras, puede ser por ánodo de sacrificio el cual consiste en utilizar un elemento con una electronegatividad menor el cual actuara como ánodo mientras que el elemento a proteger actuara como cátodo produciendo así que el flujo de

electrones vaya de cátodo a ánodo haciendo que el ánodo de sacrificio sufra el proceso de corrosión, otra forma de protección catódica es por corriente impresa el cual consiste en proporcionar corriente continua, el terminal positivo de la fuente debe conectarse a un ánodo auxiliar, mientras que el negativo se conecta a la armadura a proteger produciendo así que el elemento a proteger actúe como cátodo y así evitar la corrosión.

2.2.8.9 Inhibidores de corrosión.

Los aditivos inhibidores de la corrosión son sustancias químicas que, añadidas al agua de amasado, mantienen pasivo al acero de la armadura en presencia de los factores agresivos, por lo que pueden resultar eficaces para prevenir el efecto de la carbonatación o de los iones cloruros en las estructuras de hormigón armado, la acción de los inhibidores no son definitivas, simplemente retrasan el proceso de la corrosión. La aplicación de inhibidores en la protección de estructuras ya construidas se lleva a cabo directamente sobre la superficie del hormigón. El compuesto orgánico migra a través de la estructura porosa endurecida del hormigón llegando a la armadura por fenómeno de acción capilar, difusión de vapor y atracción iónica.

Una vez ha alcanzado la armadura, forma una capa debido a un triple efecto: la separación en iones de las sales, reacción y enlace con la superficie del metal y, por último, fijación de la capa por adsorción física. Como consecuencia, se produce una drástica reducción de la corrosión al producirse un cambio de potencial en las áreas anódicas y catódicas, por formación de una capa hidrofóbica que impide la penetración de iones cloruros y desplazando los que puedan estar presentes en la superficie del acero. En estructura de nueva construcción, la aplicación de este sistema se lleva a cabo mediante la adición de inhibidores directamente durante el amasado del hormigón.

2.2.8.10 Protección del refuerzo contra la corrosión.

Para la protección contra la corrosión del refuerzo en el concreto, las concentraciones máximas de iones cloruro acuosolubles en concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes, incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos, no deben exceder los límites de la Tabla 4.4.1. Cuando se lleven a cabo ensayos para determinar el contenido de iones cloruro soluble en agua, los procedimientos de ensayo deben cumplir los requisitos establecidos en ASTM C1218.

Tabla 2 Contenido Máximo De Iones Cloruro Para La Protección Contra La Corrosión Del Refuerzo.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro (Cl^-) solubles en agua en el concreto, porcentaje en peso de cemento
Concreto preesforzado	0.06
Concreto reforzado que en servicio estará expuesto a cloruros	0.15
Concreto reforzado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1.00
Otras construcciones de concreto reforzado	0.30

Fuente: (Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI318SR-05) y Comentario (ACI 318S-05), 2005)

2.2.9 Hormigón

El hormigón o concreto se denomina como un material pétreo de naturaleza artificial que se deriva de la mezcla en proporciones calculadas como cemento, agregados finos, gruesos e inclusive el agua. Perepérez Ventura, Barberá Ortega, & Andrade Perdrinx señalan:

Los suelos constituyen un medio extraordinariamente complejo. En relación a la posible corrosión de las armaduras lo que hay que tener en cuenta es: a) la existencia o no de humedad o agua en circulación en contacto con la estructura; b) el contenido en oxígeno del terreno, y c) la existencia de corrientes erráticas que puedan dar lugar a fenómenos de corrosión por electrólisis(pág. 23).

De acuerdo al tipo de diseño se le añaden aditivos que funcionan para acelerar el fraguado o resistencia del hormigón, entre otras propiedades.

2.2.9.1. Propiedades del hormigón

- **Trabajabilidad:** cualidad que tiene el hormigón para ser manejado durante la elaboración, el transporte, la colocación, la compactación y finalmente el acabado del mismo
- **Impermeabilidad:** capacidad de obstaculizarlos líquidos, incluso humedad, del cual se deriva los vacíos que posee el material, siendo esto por la cantidad de agua en la mezcla.
- **Durabilidad:** capacidad que posee el hormigón para resistir a los distintos factores ambientales, tales como los agentes químicos o biológicos, además de los físicos, tomando en consideración el desgaste y deterioro.
- **Resistencia:** esta propiedad depende de las proporciones en que se encuentren sus componentes en la mezcla. Generalmente se diseña y determina en el laboratorio, esta se evalúa para varios tipos de resistencia se acuerdo a lo que se empleará, para conocer cómo será el comportamiento se lleva a cabo la rotura de una probeta que se somete a compresión o a flexión, según sea el caso. Es allí donde se evalúa el diseño del concreto tomando en consideración que su resistencia verdadera y final será a los 28 días.

2.3. Marco contextual

2.3.1. Localización geográfica

El balneario Ballenita se ubica en la parroquia “Ballenita”, provincia y cantón de Santa Elena, en la avenida J. L. Carrera Calva, entre calle 3era y 1era, este balneario posee 1600 metros con una longitud de 200 metros de área rocosa y 300 metros de área y roca.

2.3.2. Componente biótico

El cantón ballenita se caracterizaba por poseer vegetación nativa, que actualmente no se encuentra debido al desarrollo urbano que ha ido desarrollando en el sector, la vegetación actual se caracteriza por ser herbácea, además que en la actualidad se conservan las especies arbustivas, sin embargo, se conoce que existe un nivel de intervención que afecta directamente al sector, por medio del estudio de impacto ambiental se pudo conocer que estas áreas se encuentran degradadas. Respecto a la fauna del lugar esta cuenta con grupos de especies como lo son las aves, entre estas son los pelicanos, el fragata magna, gaviotas, gallinazo negro y los piqueros patas azules, entre los mamíferos y peces se encuentra el pulpo y de peces la lisa.

2.3.3. Componente abiótico

En relación al clima para la temporada de mediados de Diciembre y finales del Mayo, ya para luego de este temporal se desarrolla un clima con disminución de presencia de precipitaciones durante el periodo de Junio a Noviembre así lo indica González Boza(2018) en el estudio de impacto ambiental, la intensidad e incluso la cantidad de la precipitación están ligadas al contenido de humedad y velocidad de la masa de aire, el mayor registro de lluvias es el mes de febrero con 70,6mm, el intervalo más bajo se registra para junio-diciembre, de acuerdo a la clasificación climática, el cantón Santa Elena posee tres zonas climáticas, que son: el clima tropical húmedo para la cordillera Chongón Colonche, el clima tropical seco que se halla en la faja costera y por último el clima tropical de sabana que cubre la mayor parte de las zonas bajas y valles del cantón, contando en consideración la temperatura este es un factor que determina el tipo de clima, para el mes de Marzo se registra la mayor temperatura con el valor de 26,6 °C y la menor desde agosto hasta octubre con 21,3°C.

2.4. Marco conceptual

Abrasión: desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.

Agua: Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

Cátodo: es un electrodo que sufre una reacción de reducción, mediante la cual un material reduce su estado de oxidación al recibir electrones.

Cedencia: es la deformación irrecuperable de la probeta, a partir de la cual solo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica, quedando una deformación irreversible.

Celda electroquímica: es un dispositivo capaz de obtener energía eléctrica a partir de reacciones químicas (o bien, de producir reacciones químicas a través de la introducción de energía eléctrica, cuando se esté cargando la celda).

Cemento: Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. El tipo de cemento más usado para estructuras es el cemento Portland Tipo I.

Componentes: se le determina a los materiales que conforman el concreto, el mismo se está compuesto de piedra que se conoce como agregado grueso, arena conocido como agregado fino, cemento, agua, aditivos, este último puede ser opcional.

Enchapes: son recubrimientos o revestimientos que se aplican a diferentes elementos constructivos, como muros, escaleras, columnas, vigas etc. para dar durabilidad y resistencia.

Ellos se pueden construir de diferentes materiales tales como piedras naturales y artificiales, maderas, materiales vítreos, plásticos, etc.

Esclerómetro: El esclerómetro es un instrumento de medición empleado, generalmente, para la determinación de la resistencia a compresión en hormigones ya sea en pilares, muros, pavimentos, etc.

Grava: se forma por fragmentos de roca no consolidada de 2 a 6 mm de dimensión, mayormente se compone de roca sana y dura, además de formar parte del concreto, este tipo de grava llega a soportar una carga de 10 toneladas por pie cuadrado.

Hidrófugos: son sustancias o compuestos químicos que tienen como objetivo detener el agua, impidiendo su paso, y son muy utilizados en el revestimiento de piezas y objetos que deben ser mantenidos secos. Funcionan eliminando o reduciendo la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad del medio. Pueden tener origen natural o sintético, orgánico o inorgánico. Dentro de los naturales destaca el aceite de ricino y, dentro de los sintéticos, el petróleo.

Impurezas: Las impurezas orgánicas son las más temibles y las que más frecuentemente se encuentran en los agregados. Son los residuos de plantas, partículas de turba y carbón, productos de aguas servidas y el humus, este por resultar de microorganismos crea una acción química celular complicada. El ácido tánico es otro agente que proviene de las plantas, específicamente de los árboles de madera dura y es uno de los más peligrosos para el concreto.

Investigación: es considerada una actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico.

Pilas: son columnas subterráneas construidas en sitio, es decir, se necesita hacer una excavación de las dimensiones deseadas, y después colar concreto para formar la pila.

Pila electroquímica: es un dispositivo que convierte la energía libre de un proceso redox espontáneo (energía química) en energía eléctrica.

Pilotes: son columnas esbeltas subterráneas, generalmente colocados en grupos, comúnmente usados en cimentaciones para grandes edificaciones, o edificios donde el suelo no soporta grandes cargas y se necesite apoyar en roca a muchos metros bajo tierra, hay de dos tipos: Pilotes de Fricción y Pilotes de Punta.

Potencial eléctrico: en un punto, es el trabajo a realizar por unidad de carga para mover dicha carga dentro de un campo electrostático desde el punto de referencia hasta el punto considerado, ignorando el componente irrotacional del campo eléctrico.

Proceso electroquímico: Son reacciones mediante las cuales se relacionan la energía eléctrica con la energía química.

Protección catódica: es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica.

Tensión mecánica: Es la magnitud física que representa la fuerza por unidad de área en el entorno de un punto material sobre una superficie real o imaginaria de un medio continuo. Es decir posee unidades físicas de presión.

Varilla: elementos de acero que se utilizan como refuerzo en la construcción de elementos de concreto tales como trabes, losas, columnas, zapatas, etc., las varillas resisten fuerzas de tensión, y es ésta característica la que les permite ser usadas para reforzar el concreto.

Vigas: Elemento estructural alargado que se coloca en forma horizontal, se apoya en traves y la dimensión varía dependiendo de la separación entre las traves de apoyo.

2.5. Marco legal

En este aspecto se ubica el sustento legal por medio de leyes, normas e incluso reglamentos, que tengan relación con la investigación, respecto a esto se tomara a consideración todos los artículos que se relacionen con el ambiente.

Constitución de la República de Ecuador

Art 10.-Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 72.-La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art 267.- Los gobiernos parroquiales rurales ejercerán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las adicionales que determine la ley.

En su numeral 4, establece: Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente.

Art. 276.- Este artículo establece un régimen de desarrollo, que plantea diferentes objetivos, entre ellos el cuarto objetivo que indica la recuperación y conservación de la naturaleza, manteniendo un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso permanente, inclusive la calidad del agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Art. 389.-El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Para el capítulo segundo de biodiversidad y recursos naturales de acuerdo a la sección primera que refiere sobre la naturaleza y ambiente.

Art. 395.- La constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Ley de gestión del ambiente

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: 1. La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respeto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades; 2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros; 3. La intangibilidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en los términos establecidos en la Constitución y la ley; 4. La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados

al ciclo hidrológico; 5. La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración; 6. La prevención, control y reparación integral de los daños ambientales; 7. La obligación de toda obra, proyecto o actividad, en todas sus fases, de sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental; 8. El desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías alternativas no contaminantes, renovables, diversificadas y de bajo impacto ambiental; 9. El uso, experimentación y el desarrollo de la biotecnología y la comercialización de sus productos, bajo estrictas normas de bioseguridad, con sujeción a las prohibiciones establecidas en la Constitución y demás normativa vigente; 10. La participación en el marco de la ley de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en toda actividad o decisión que pueda producir o que produzca impactos o daños ambientales; 11. La adopción de políticas públicas, medidas administrativas, normativas y jurisdiccionales que garanticen el ejercicio de este derecho; y, 12. La implementación de planes, programas, acciones y medidas de adaptación para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ambiental, social y económica frente a la variabilidad climática y a los impactos del cambio climático, así como la implementación de los mismos para mitigar sus causas.

Art. 259.- Criterios de las medidas de mitigación. Para el desarrollo de las medidas de mitigación del cambio climático se tomarán en cuenta los siguientes criterios: 1. Promover patrones de producción y consumo que disminuyan y estabilicen las emisiones de gases de efecto invernadero; 2. Contribuir a mejorar la calidad ambiental para fortalecer la protección y preservación de la biodiversidad, los ecosistemas, la salud humana y asentamientos humanos; 3. Incentivar e impulsar a las empresas del sector público y privado para que reduzcan sus emisiones; 4. Incentivar la implementación de medidas y acciones que permitan

evitar la deforestación y degradación de los bosques naturales y degradación de ecosistemas; y, 5. Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 265.- De la playa de mar. La playa de mar es un bien nacional de acceso público, en consecuencia, ninguna persona podrá atribuirse la propiedad de la misma. El acceso y utilización de la playa es libre y gratuita para los usos comunes, acorde con su naturaleza. La utilización de la playa de mar estará sujeta a las restricciones y prohibiciones constantes en este Código y otras leyes, de conformidad con la planificación nacional del espacio marino costero. Se prohíbe la construcción, con carácter permanente, de edificaciones en la playa. Se exceptúan de esta prohibición las obras que el Estado construya por razones de defensa, seguridad u otras, mismas que deberán cumplir con la normativa ambiental vigente. Se respetarán los derechos reales concedidos a favor de particulares, con anterioridad a la expedición de esta norma siempre y cuando no se encuentren ubicados en zonas de riesgo determinadas por la Autoridad Nacional a cargo de la Gestión de Riesgos. Las acciones que fueran necesarias para precautelar las vidas humanas deberán ser planificadas y ejecutadas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Art. 289.- Determinación del daño ambiental. La Autoridad Ambiental Nacional determinará los lineamientos y criterios para caracterizar, evaluar y valorar el daño ambiental, así como las diferentes medidas de prevención y restauración. Para ello, podrá solicitar o recibir el apoyo y colaboración de las instituciones públicas o privadas, así como de instituciones científicas y académicas. La Autoridad Ambiental Nacional validará la metodología para la valoración del daño ambiental. Entre los criterios básicos para la determinación del daño ambiental, se considerará el estado de conservación de los ecosistemas y su integridad física, la riqueza, sensibilidad y amenaza de las especies, la provisión de servicios ambientales, los riesgos para la salud humana asociados al recurso afectado y los demás que establezca la Autoridad Ambiental Nacional.

Gobierno autónomo descentralizado (GAD)

Art 12.- Biodiversidad amazónica. - Con la finalidad de precautelar la biodiversidad del territorio amazónico el gobierno central y los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente, adoptará políticas para el desarrollo sustentable y medidas de compensación para corregir las inequidades. En el ámbito de su gestión ambiental, se aplicarán políticas de preservación, conservación y remediación acordes con su diversidad ecológica.

Art. 65.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural.- Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales ejercerán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen: a) Planificar junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad el desarrollo parroquial y su correspondiente ordenamiento territorial, en coordinación con el gobierno cantonal y provincial en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad. b) Planificar, construir y mantener la infraestructura física, los equipamientos y los espacios públicos de la parroquia, contenidos en los planes de desarrollo e incluidos en los presupuestos participativos anuales. c) Planificar y mantener, en coordinación con los gobiernos provinciales, la vialidad parroquial rural. d) Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente. e) Gestionar, coordinar y administrar los servicios públicos que le sean delegados o descentralizados por otros niveles de gobierno. f) Promover la organización de los ciudadanos de las comunas, recintos y demás asentamientos rurales con el carácter de organizaciones territoriales de base. g) Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias; y, h) Vigilar la ejecución de obras y la calidad de los servicios públicos.

Art. 135.- Ejercicio de la competencia de fomento de las actividades productivas y agropecuarias.- Para el ejercicio de la competencia de fomento de las actividades productivas

y agropecuarias que la Constitución asigna a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, provinciales y parroquiales rurales, se ejecutarán de manera coordinada y compartida, observando las políticas emanadas de las entidades rectoras en materia productiva y agropecuaria, y se ajustarán a las características y vocaciones productivas territoriales, sin perjuicio de las competencias del gobierno central para incentivar estas actividades. A los gobiernos autónomos descentralizados regionales, provinciales y parroquiales rurales les corresponde de manera concurrente la definición de estrategias participativas de apoyo a la producción; el fortalecimiento de las cadenas productivas con un enfoque de equidad; la generación y democratización de los servicios técnicos y financieros a la producción; la transferencia de tecnología, desarrollo del conocimiento y preservación de los saberes ancestrales orientados a la producción; la agregación de valor para lo cual se promoverá la investigación científica y tecnológica; la construcción de infraestructura de apoyo a la producción; el impulso de organizaciones económicas de los productores e impulso de emprendimientos económicos y empresas comunitarias; la generación de redes de comercialización; y, la participación ciudadana en el control de la ejecución y resultados de las estrategias productivas. Para el cumplimiento de sus competencias establecerán programas y proyectos orientados al incremento de la productividad, optimización del riego, asistencia técnica, suministro de insumos, agropecuarios y transferencia de tecnología, en el marco de la soberanía alimentaria, dirigidos principalmente a los pequeños productores. Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales podrán delegar el ejercicio de esta competencia a los gobiernos autónomos descentralizados municipales cuyos territorios sean de vocación agropecuaria. Adicionalmente, éstos podrán implementar programas y actividades productivas en las áreas urbanas y de apoyo a la producción y comercialización de bienes rurales, en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales. El fomento de la actividad productiva y agropecuaria debe estar orientada al acceso equitativo

a los factores de producción, para lo cual los diferentes niveles de gobierno evitarán la concentración o acaparamiento de estos recursos productivos; impulsarán la eliminación de privilegios o desigualdades en el acceso a ellos; y, desarrollarán políticas específicas para erradicar la desigualdad, y discriminación hacia las mujeres productoras. El turismo es una actividad productiva que puede ser gestionada concurrentemente por todos los niveles de gobierno.

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley. Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio; estas acciones se realizarán en el marco del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental y en concordancia con las políticas emitidas por la autoridad ambiental nacional. Para el otorgamiento de licencias ambientales deberán acreditarse obligatoriamente como autoridad ambiental de aplicación responsable en su circunscripción. Para otorgar licencias ambientales, los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán calificarse como autoridades ambientales de aplicación responsable en su cantón. En los cantones en los que el gobierno autónomo descentralizado municipal no se haya calificado, esta facultad le corresponderá al gobierno provincial. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales

provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado. En el caso de proyectos de carácter estratégico la emisión de la licencia ambiental será responsabilidad de la autoridad nacional ambiental. Cuando un municipio ejecute por administración directa obras que requieran de licencia ambiental, no podrá ejercer como entidad ambiental de control sobre esa obra; el gobierno autónomo descentralizado provincial correspondiente será, entonces, la entidad ambiental de control y además realizará auditorías sobre las licencias otorgadas a las obras por contrato por los gobiernos municipales. Las obras o proyectos que deberán obtener licencia ambiental son aquellas que causan graves impactos al ambiente, que entrañan riesgo ambiental y/o que atentan contra la salud y el bienestar de los seres humanos de conformidad con la ley. Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales. Los gobiernos autónomos descentralizados regionales y provinciales, en coordinación con los consejos de cuencas hidrográficas podrán establecer tasas vinculadas a la obtención de recursos destinados a la conservación de las cuencas hidrográficas y la gestión ambiental; cuyos recursos se utilizarán, con la participación de los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales y las

comunidades rurales, para la conservación y recuperación de los ecosistemas donde se encuentran las fuentes y cursos de agua.

Art. 296.- Ordenamiento territorial.- El ordenamiento territorial comprende un conjunto de políticas democráticas y participativas de los gobiernos autónomos descentralizados que permiten su apropiado desarrollo territorial, así como una concepción de la planificación con autonomía para la gestión territorial, que parte de lo local a lo regional en la interacción de planes que posibiliten la construcción de un proyecto nacional, basado en el reconocimiento y la valoración de la diversidad cultural y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas y ambientales, proponiendo un nivel adecuado de bienestar a la población en donde prime la preservación del ambiente para las futuras generaciones. La formulación e implementación de los correspondientes planes deberá propender al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y fundamentarse en los principios de la función social y ambiental de la tierra, la prevalencia del interés general sobre el particular y la distribución equitativa de las cargas y los beneficios. La planificación del ordenamiento territorial regional, provincial y parroquial se inscribirá y deberá estar articulada a la planificación del ordenamiento territorial cantonal y distrital. Los instrumentos de planificación complementarios serán definidos y regulados por la ley y la normativa aprobada por los respectivos órganos de legislación de los gobiernos autónomos descentralizados.

Norma técnica ASTM

ASTM G-95: Esta norma aplica para conocer la velocidad de corrosión, esta se aplica realizando técnicas electroquímicas que son resistentes a la polarización, que consiste en aplicar una señal eléctrica al acero de refuerzo empleado, esta señal tiene una amplitud muy pequeña y se determina por medio del cociente entre la variación de la corriente emitida y el potencial que desarrolla.

ASTM C-805: En esta norma se evalúa la dureza superficial del concreto, lo que se toma como una correlación entre la resistencia y compresión axial, debido a que este es un indicador de la calidad del material, normalmente esta característica se determina in situ por medio de la prueba de martillo de rebote o esclerómetro, este ensayo tiene el fin de conocer la estructura del concreto a su diferente edad y poder ser comparada.

ASTM C-1218: Se basa en conocer la concentración de cloruros, se aplica diluyendo una muestra del concreto en polvo en un líquido, esto por el método de ión selectivo de cloruros, se aplica utilizando un electrodo de plata o bien se de cloruro de plata.

ASTM C-114: Se realiza con una disolución de polvo de concreto en ácido clorhídrico, posteriormente de una reacción de cloruro de bario, siendo suficiente para conocer la cantidad del sulfato y la desintegración del reactivo pasada la calcinación.

ASTM C-642: Esta norma se aplica bajo la medición de densidad y porosidad del concreto, se aplica desde lo que se denomina masa seca en dos estados, saturada y sumergida de las mismas muestras que se extrajeron del concreto a estudiar.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La metodología de esta investigación se basa en conocer lo que contiene el problema subyacente y más aún sobre qué hacer para solventarlo, para esto será necesario conocer el tipo de investigación y el enfoque a utilizar, además de esto identificar las técnicas para recolectar información aplicando distintas herramientas. En este trabajo el tipo de investigación a emplear será de campo y descriptiva.

3.1.1. Investigación de campo

De acuerdo a esto la investigación de campo se realiza para con el fin de conocer información de primera mano, que sea esencial para el trabajo de investigación a realizar y así poder evidenciar el inconveniente que se desea mejorar, de acuerdo al autor Rojas (2015) determina que:

La investigación de campo es la que permite recopilar datos desde donde se desencadena el problema. Por ello, es importante que el investigador sea un observador de todas las acciones para que pueda extraer conclusiones relevantes y alcanzar los objetivos establecidos (pág. 115).

Esta investigación de campo se realizará para identificar cual es la causa que afecta las estructuras de hormigón en el balneario Ballenita del cantón Santa Elena y de ese modo indicar por medio de un análisis la solución exacta e idónea.

3.1.2. Investigación descriptiva

La investigación descriptiva se emplea para conocer a detalle datos importantes y relevantes sobre el tema de estudio, lo que permite ampliar de forma más completa lo

necesario para desarrollar una solución según la falencia hallada, según el autor Martínez (2013) detalla lo siguiente:

Una investigación descriptiva es un procedimiento usado para determinar la características de un fenómeno, sujeto o población que se desea estudiar, como también se puede decir que consiste en establecer conocimiento acerca de las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción (pág. 1).

En este trabajo investigativo se toma en consideración aplicar este tipo de investigación para conocer a fondo cada detalle de la anomalía observada, en ese caso en particular se describirá por medio de observación directa e indirecta lo ocurrido a las estructuras de hormigón armado por estar en continuo contacto con el cloruro de sodio del balneario Ballenita del catón Santa Elena.

3.2. Enfoque de la investigación

De acuerdo a la investigación el enfoque utilizado será de carácter cualitativo y cuantitativo, teniendo los distintos instrumentos que permitan obtener la información indicada para el trabajo realizado, para esto será necesario conocer cada característica y se conocerá por medio de observaciones, como lo son la observación directa e indirecta.

3.3. Técnicas de investigación

Según las técnicas empleadas para obtener información, serán las pertinentes para identificar cualidades que sean de interés e importancia a la investigación pertinente, la observación indirecta y directa será las técnicas aplicadas.

3.3.1. Observación indirecta

Esto se aplica para conocer por medio de información ya plasmada en documentación y de ese modo identificar el verdadero problema para poder abordarlo como debe ser, así mismo lo expresa Martínez (2017) diciendo:

La observación indirecta es un instrumento de recolección de datos cualitativo. Esto quiere decir que los datos obtenidos son características y propiedades del fenómeno observado. Cuando se emplea la observación indirecta, el investigador debe recurrir a declaraciones y registros recopilados por otros estudiosos del área”(pág. párr. 2).

Conocer los datos que contempla la documentación se le denomina cualitativa ya que se basa en la información registrada, donde se toma cada suceso con detalles que permiten discernir lo más indicado para realizar mejoras.

3.3.2. Observación directa

Este tipo de observación se realiza para conocer datos importantes que son fundamentales en la investigación, lo que permite ayudar a describir lo más importante que conduce a una mejora, Martínez (2017) indica:

La observación directa es un método de recolección de datos que consiste en observar al objeto de estudio dentro de una situación particular. Esto se hace sin intervenir ni alterar el ambiente en el que el objeto se desenvuelve. De lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos”(pág. párr. 1).

Cuando de determinar datos se trata, se lleva a consideración la observación hecha en el lugar, de ese modo se obtiene información más precisa, mejor detallada y más completa, esto de manera que permita veracidad de primera mano y poder conducir las medidas correctivas o preventivas de la mejor manera posible, en pro de una mejora significativa.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Entrevista a expertos

Una de las herramientas de recolección de datos que permite conocer datos de manera más específica es la entrevista, esta se clasifica como una herramienta cualitativa, ya que la misma permite esclarecer de manera más detallada la investigación, sin embargo, es

importante considerar que esta entrevista es guiada por medio de interrogantes establecidas previamente. Izcara Palacios & Andrade Rubio indican:

La entrevista en profundidad es la técnica de investigación más frecuentemente usada en el ámbito de la sociología cualitativa. Esta técnica se caracteriza por un formato flexible, a través del cual se escudriña la singularidad de la experiencia vital de los actores sociales.

El ritmo de la entrevista en profundidad es el de una conversación normal. Sigue el modelo de una conversación entre iguales. Aunque, a diferencia de la conversación cotidiana, es un acto de interacción conversacional asimétrico, que persigue un propósito expreso (Izcara Palacios & Andrade Rubio, 2013).

CAPÍTULO IV

Análisis e interpretación de resultados

4.1. Recolección de datos

Para conocer los distintos datos que se recolectaron de acuerdo a las observaciones del caso de estudio se pudo obtener el daño que ocasiona el cloruro de sodio, para identificar el nivel de daño que causa este proceso a las estructuras de hormigón armado es necesario aplicar ensayos que permitan apreciar el comportamiento del elemento, como lo son el de tensión de acero, desgaste de sulfato de sodio y pruebas esclerométricas.



Figura 7. Muestra para ensayo de desgaste de sulfatos.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 8. Ensayo De La Tensión En Acero.
Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 9. Ensayo de desgaste de sulfatos.
Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 10. Prueba de resistencia al hormigón mediante el uso del esclerómetro.
Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 11 Prueba de resistencia al hormigón mediante el uso del esclerómetro.
Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Para esto se expone a continuación los resultados obtenidos:

4.1.1. Ensayo de tensión del acero

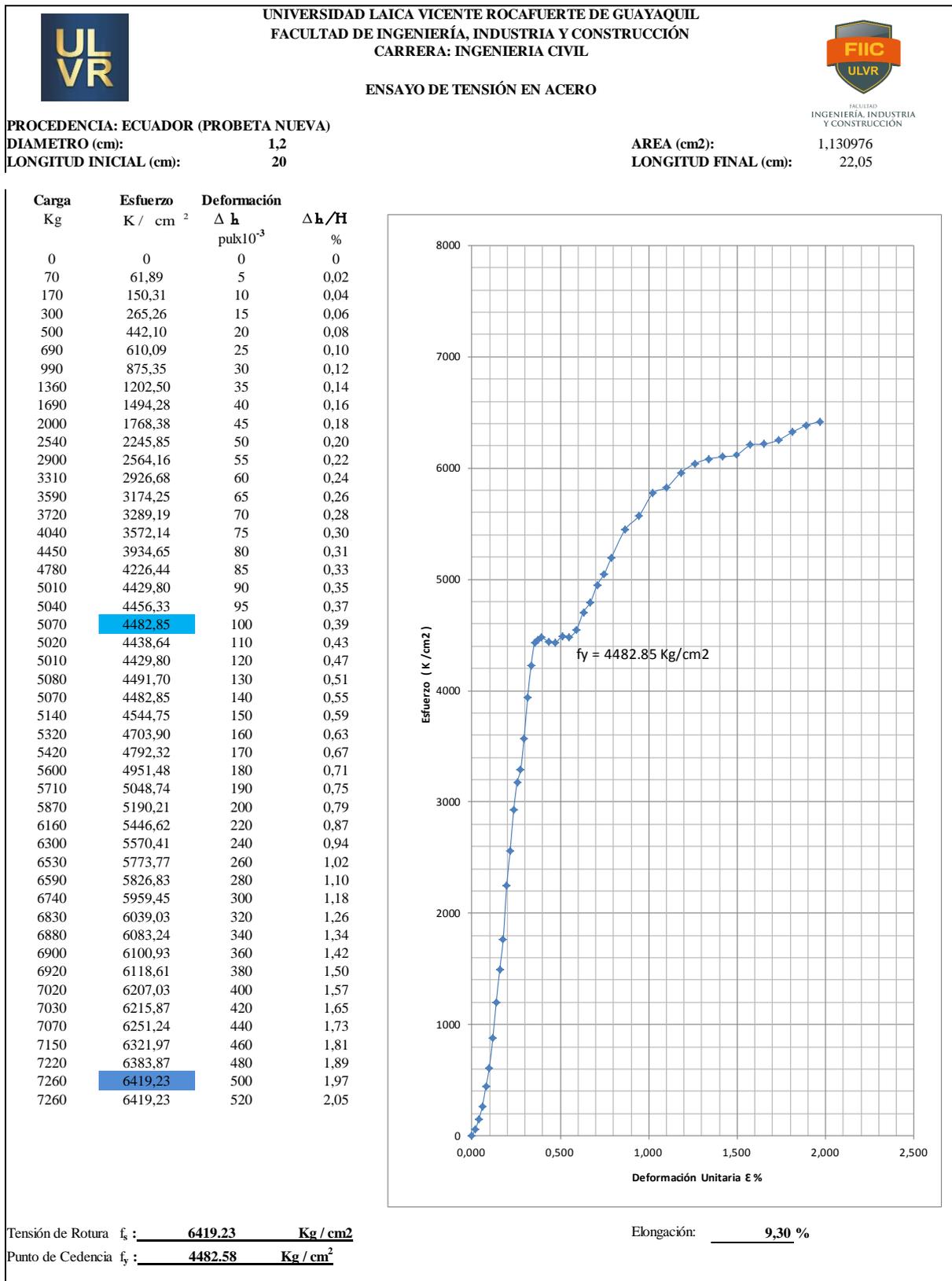
Mediante la aplicación de este ensayo donde se emplea la fuerza estática, se puede conocer que su proceso consiste en expandir una probeta de ensayo por fuerza de tensión que es ejercida gradualmente, con el fin de conocer que propiedades mecánicas materiales posee, como lo son la ductilidad, la rigidez, y la resistencia, de acuerdo a los datos que expreso el ensayo se pudo conocer que a diferencia de las probetas nuevas que cumplían las normas, el punto de cedencia de las probetas oxidadas se encontraba por debajo de los 4200 Kg/cm² y la tensión de rotura de 6200 Kg/cm², lo cual se estipula en la norma INEM-102 ASTM A-615, tal como se observa en la tabla de datos y posterior gráfica.

Tabla 3 Características de Varillas Con Resalte De Acero Tradicional

CARACTERÍSTICAS	VARILLAS CON RESALTES DE ACERO TRADICIONAL	VARILLAS CON RESALTES DE ACERO SOLDABLE
Se producen bajo norma	INEN-102 ASTM A-615	INEN-2167 ASTM A-706
Tolerancia masa	+/- 6%	+/- 6%
Fluencia MPa (Kg/cm ²)	Mín. 420 (4 200) Máx. 545 (5 450)	Mín. 420 (4 200) Máx. 540 (5 400)
Resistencia a la rotura MPa (Kg/cm ²)	Min. 620 (6 200)	Min. 550 (5 500)
Alargamiento (%) Min. L0= 200 mm.	d ≤ 20 mm. 9% 22 ≤ d ≤ 25 8% d > 25mm. 7%	8-20 mm= 14% 22-36 mm= 12% (L0=200mm)

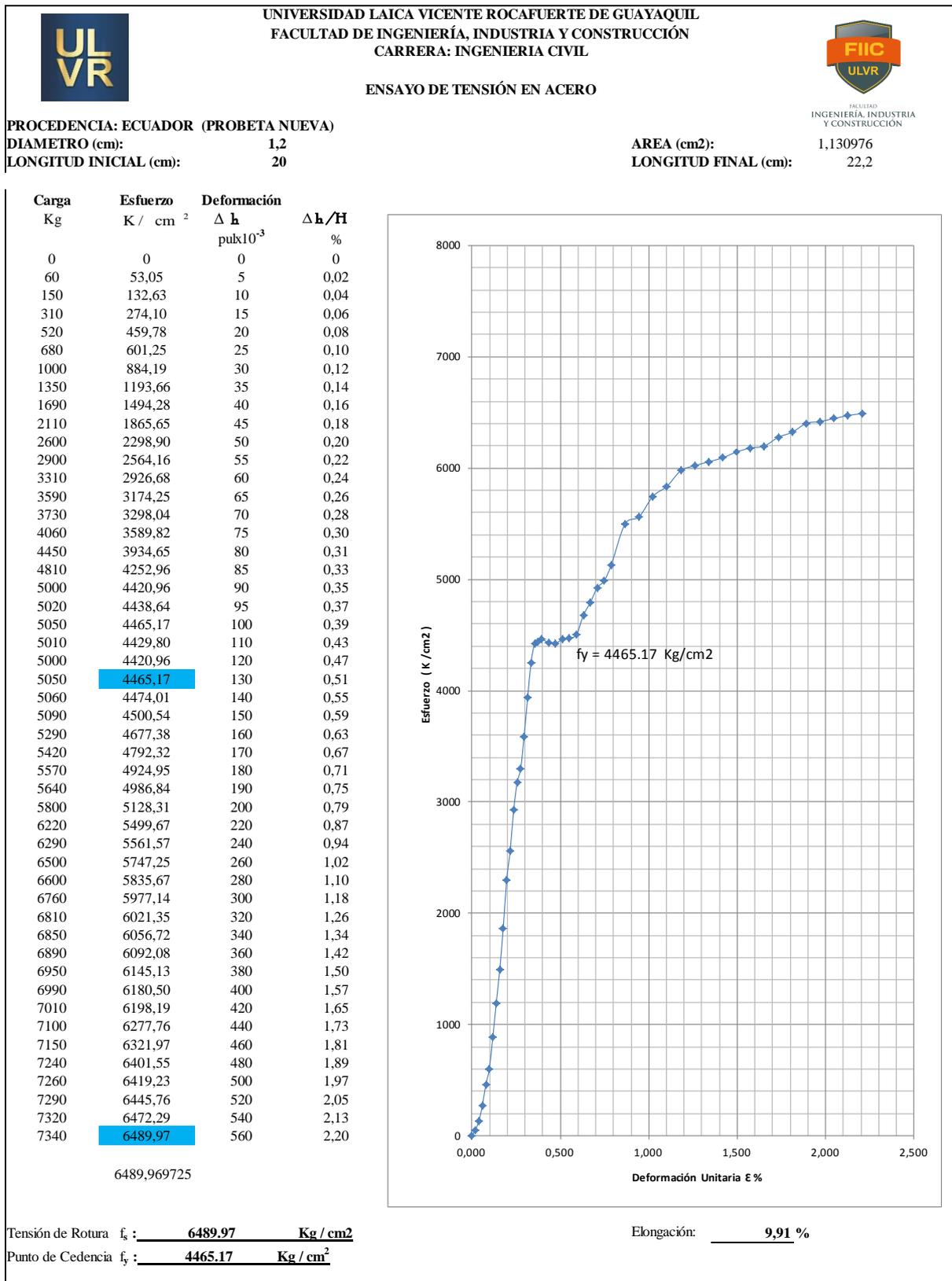
Fuente: (INEM-102 ASTM A-615, 2017)

Tabla 4
 Ensayo de tensión en acero (primer muestra - probeta en buen estado)



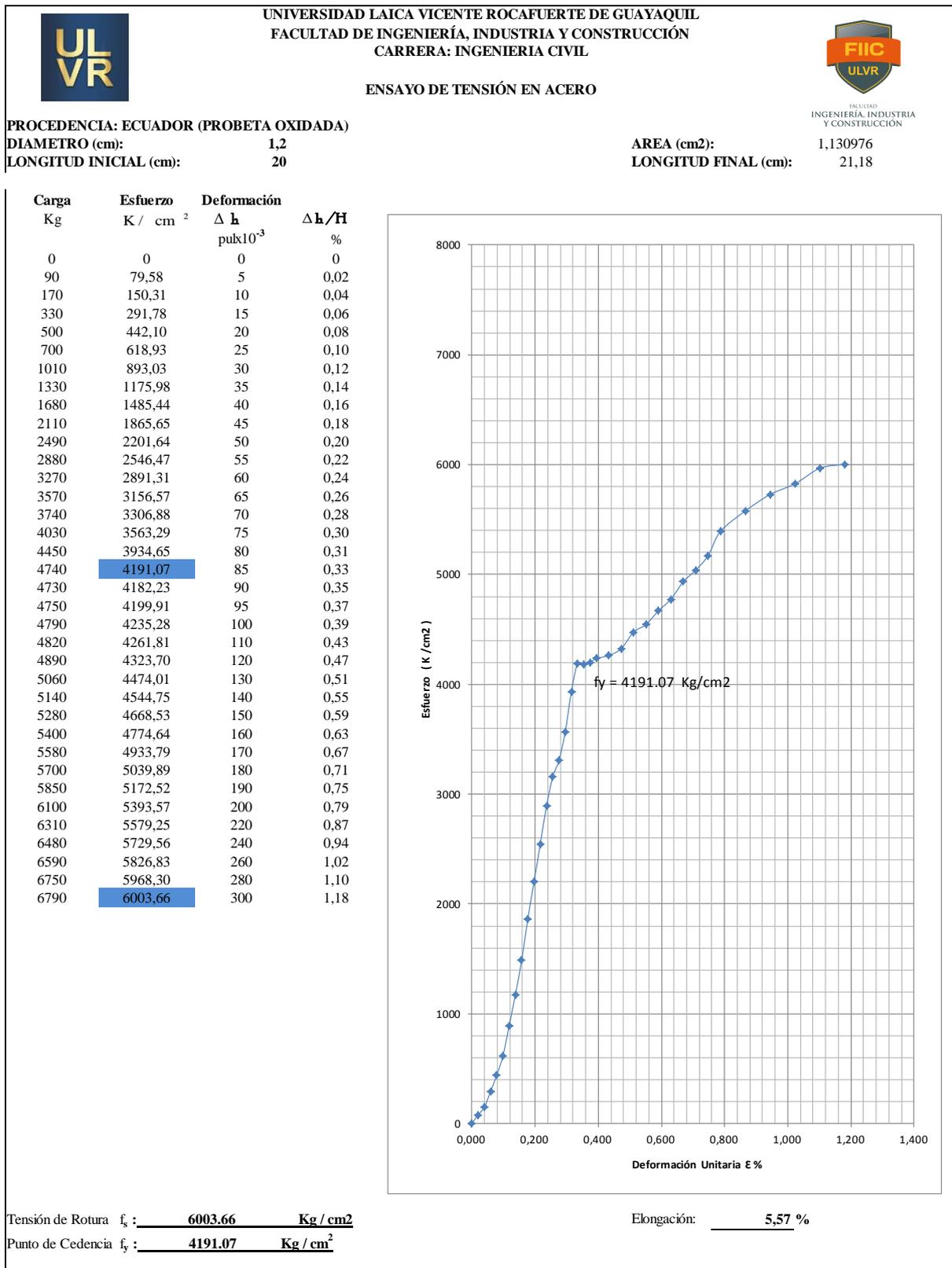
Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 5
 Ensayo de tensión en acero (segunda muestra - probeta en buen estado)



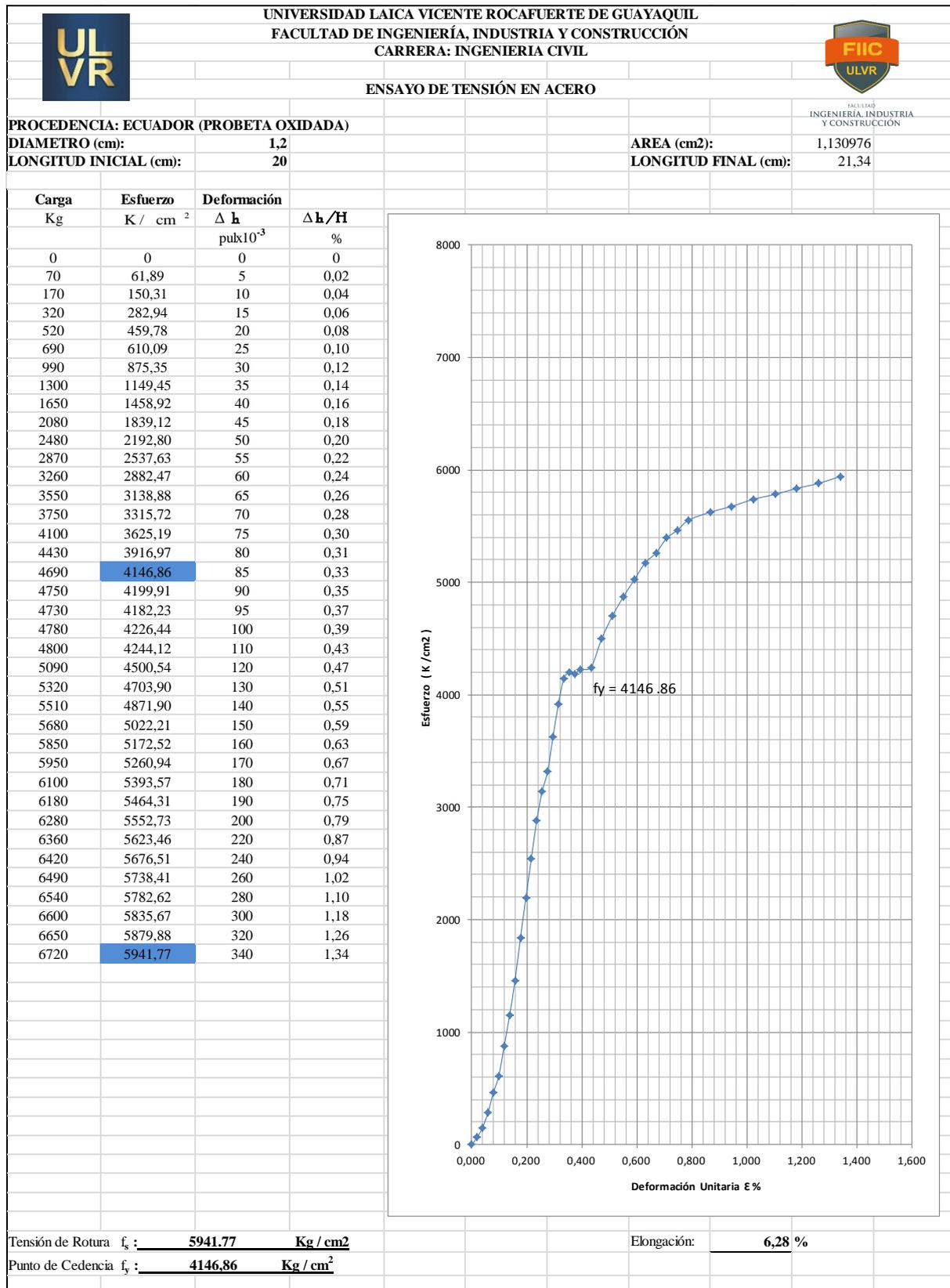
Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 6
 Ensayo de tensión en acero (tercer muestra - probetacorroída)



Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 7
 Ensayo de tensión en acero (cuarta muestra - probetacorroída)



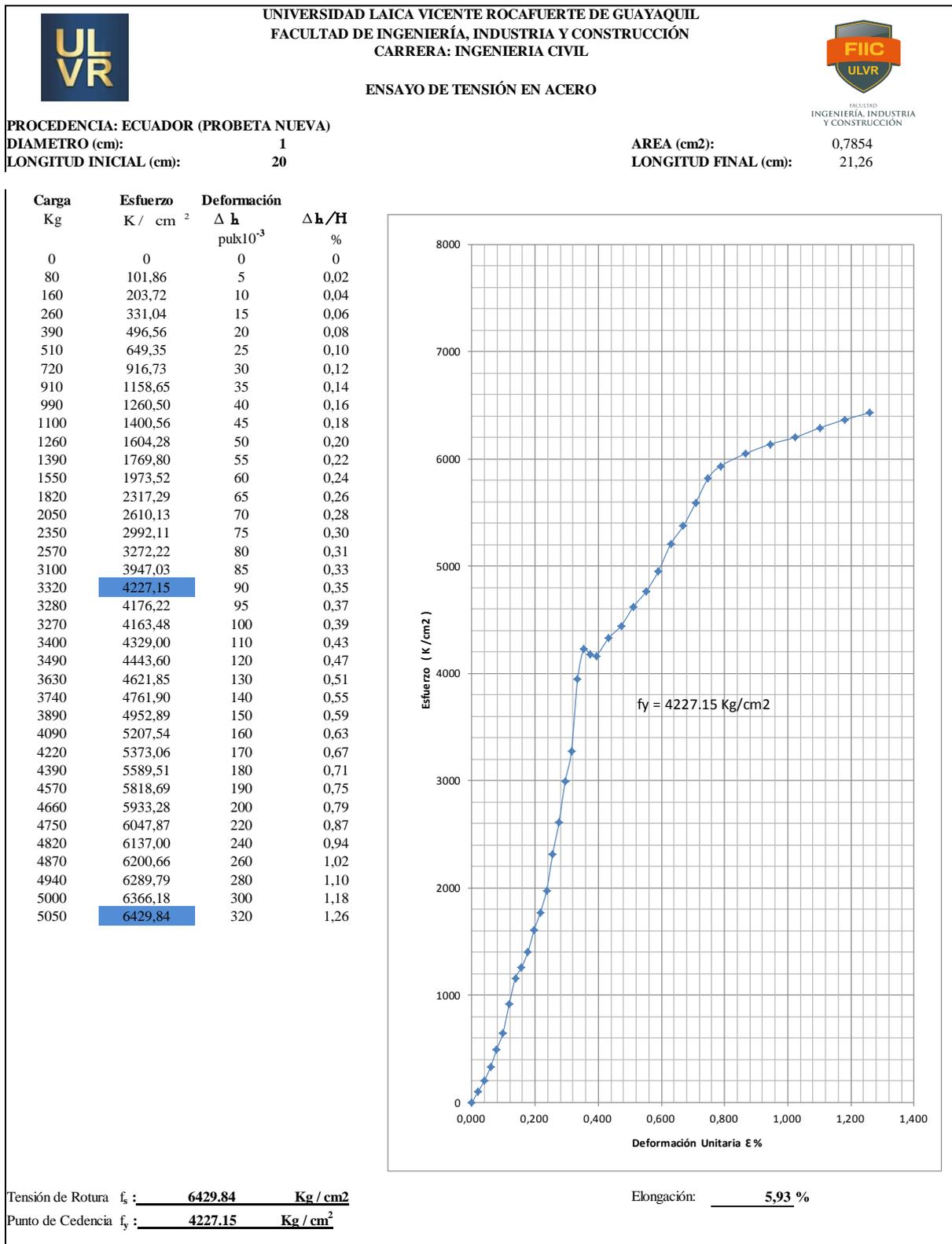
Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 8 Cuadro De Resumen de Ensayo de tensión en Acero (Probeta de 12mm)

ENSAYO DE TENSIÓN EN ACERO			
TESIS: OTTON ORDOÑEZ - JOSE CEDEÑO			
LOCALIZACIÓN: BALLENTA			
DIAMETRO DE LA PROBETA: 12 MM			
CÁLCULO DE DISMINUCIÓN EN PUNTO DE CEDECIA f_y (%)			
PROBETAS NUEVAS		PROBETAS CORROIDAS	
PUNTO DE CEDECIA f_y (KG/CM2)		PUNTO DE CEDECIA f_y (KG/CM2)	
MUESTRA 1	4465,17	MUESTRA 1	4191,07
MUESTRA 2	4482,85	MUESTRA 2	4146,86
PROMEDIO	4474,01	PROMEDIO	4168,97
4474.01 - 4168.97 =		305,05 KG/CM2	
305.05 / 4474.01 =		6,82 %	
CÁLCULO DE DISMINUCIÓN EN TENSIÓN DE ROTURA f_s (%)			
PROBETAS NUEVAS		PROBETAS CORROIDAS	
TENSIÓN DE ROTURA f_s (KG/CM2)		TENSIÓN DE ROTURA f_s (KG/CM2)	
MUESTRA 1	6489,97	MUESTRA 1	6003,66
MUESTRA 2	6419,23	MUESTRA 2	5941,77
PROMEDIO	6454,60	PROMEDIO	5972,72
6454.60 - 5972.72 =		481,88 KG/CM2	
481.88 / 6454.60 =		7,47 %	

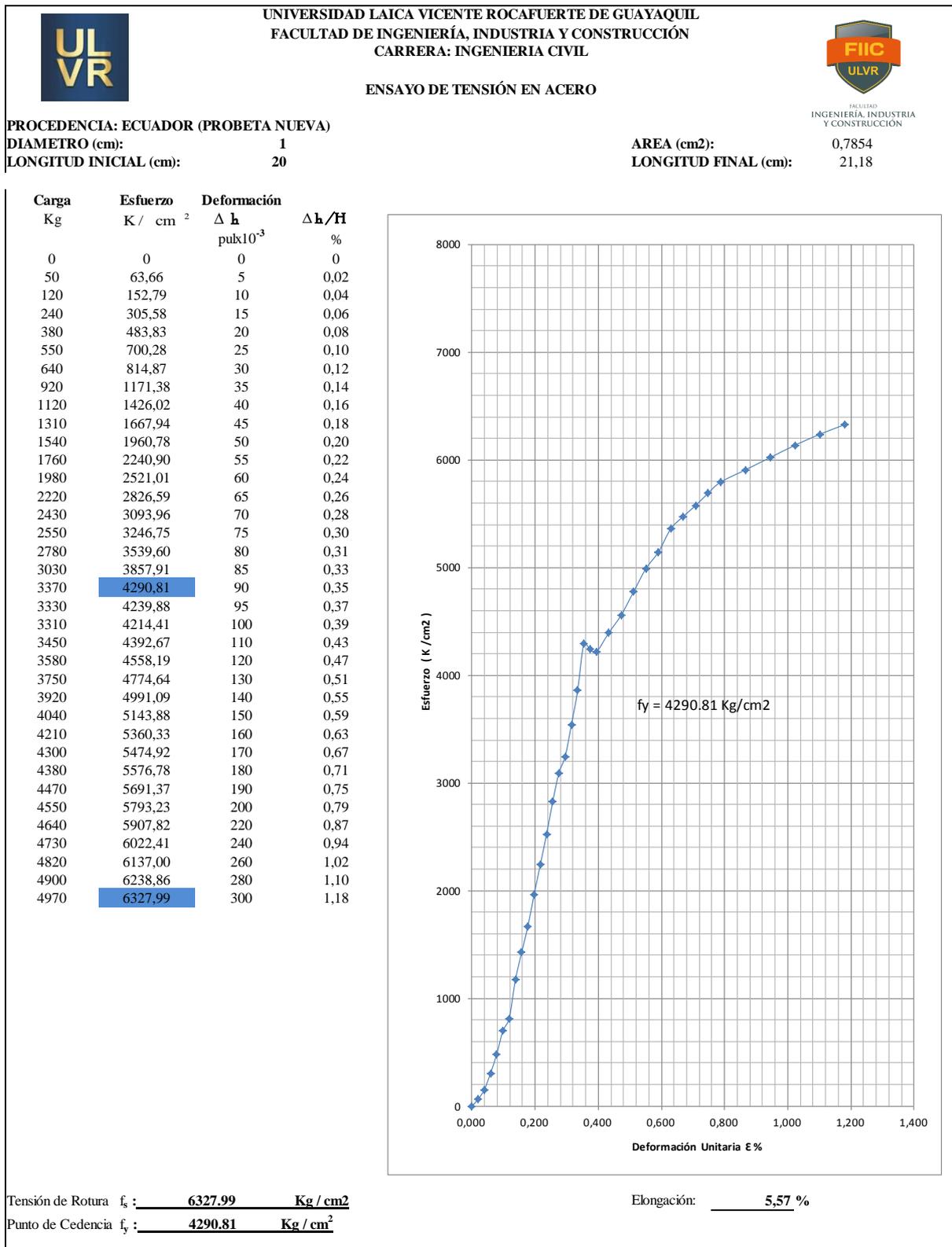
Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 9
 Ensayo de tensión en acero (quinta muestra - probeta en buen estado)



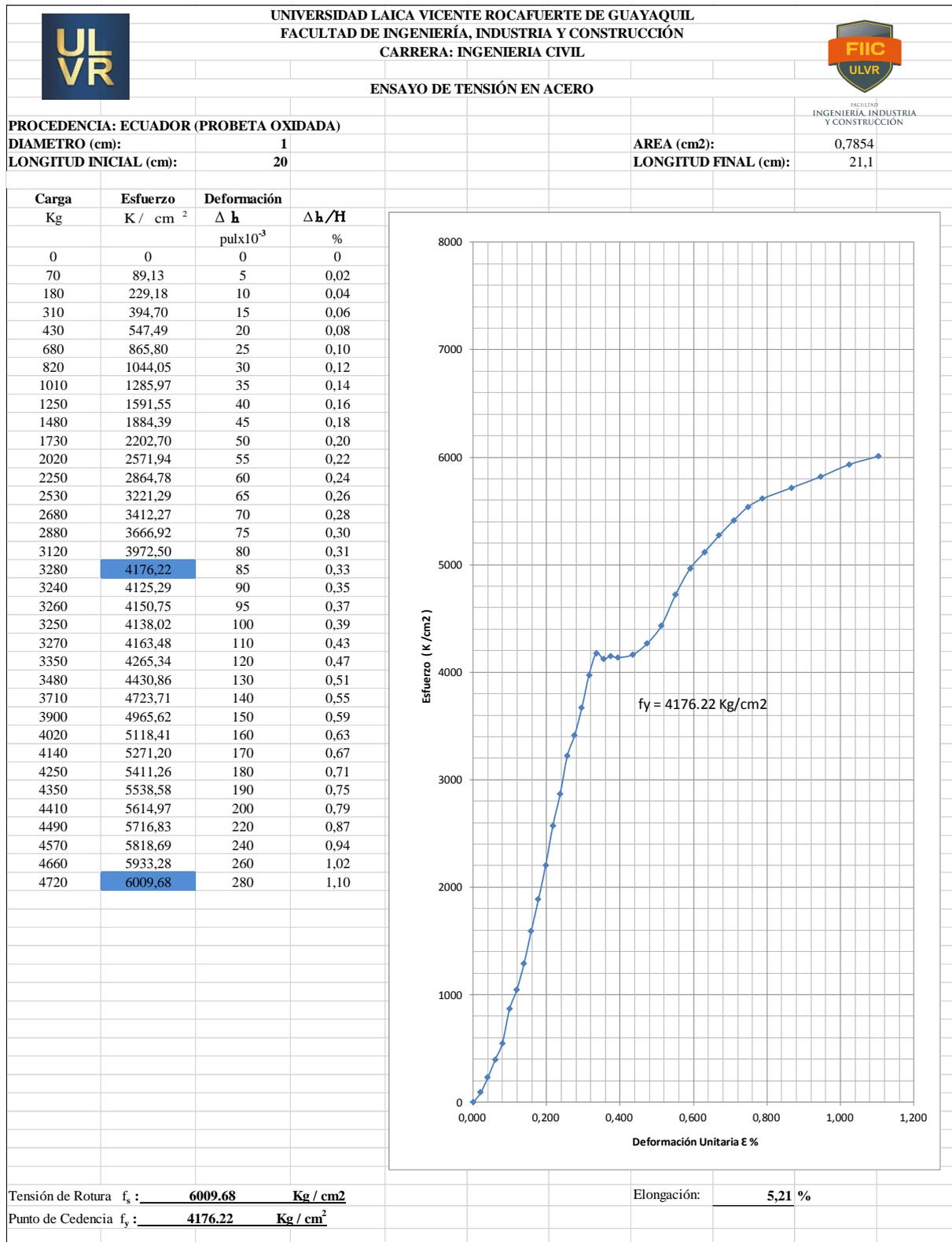
Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 10
 Ensayo de tensión en acero (sexta muestra - probeta en buen estado).



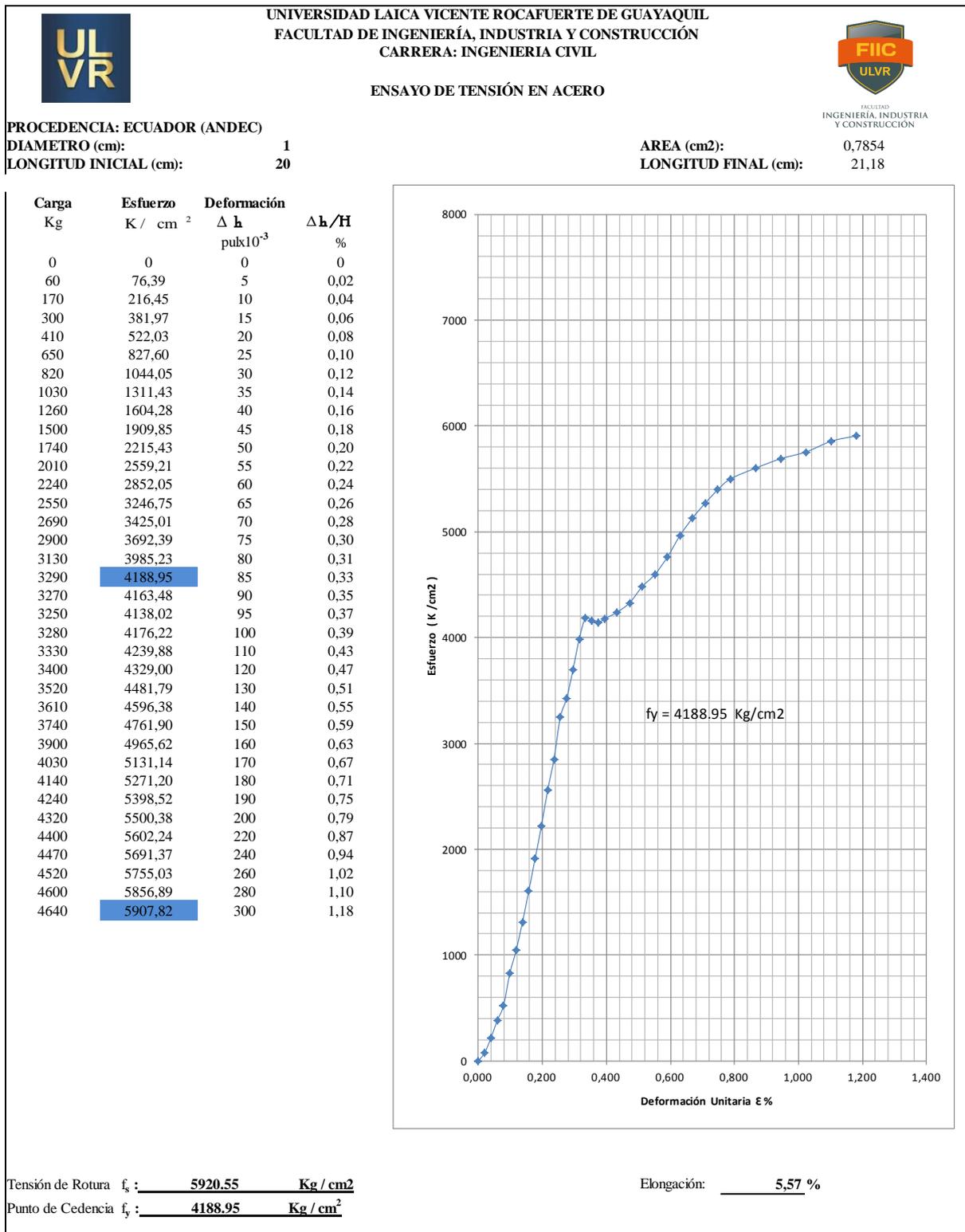
Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 11
 Ensayo de tensión en acero (séptima muestra - probeta corroída)



Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 12
 Ensayo de tensión en acero (octava muestra - probeta corroída)



Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 13 Cuadro De Resumen de Ensayo de tensión en Acero (Probeta de 12mm)

ENSAYO DE TENSIÓN EN ACERO			
TESIS: OTTON ORDOÑEZ - JOSE CEDEÑO			
LOCALIZACIÓN: BALLENTA			
DIAMETRO DE LA PROBETA: 10 MM			
CÁLCULO DE DISMINUCIÓN EN PUNTO DE CEDENCIA f_y (%)			
PROBETAS NUEVAS		PROBETAS CORROIDAS	
PUNTO DE CEDECIA f_y (KG/CM2)		PUNTO DE CEDECIA f_y (KG/CM2)	
MUESTRA 1	4227,15	MUESTRA 1	4176,22
MUESTRA 2	4290,81	MUESTRA 2	4188,95
PROMEDIO	4258,98	PROMEDIO	4182,58
4258.98 - 4182.58 =		76,39 KG/CM2	
76.39 / 4258.98 =		1,79 %	
CÁLCULO DE DISMINUCIÓN EN TENSIÓN DE ROTURA f_s (%)			
PROBETAS NUEVAS		PROBETAS CORROIDAS	
TENSIÓN DE ROTURA f_s (KG/CM2)		TENSIÓN DE ROTURA f_s (KG/CM2)	
MUESTRA 1	6429,84	MUESTRA 1	6009,68
MUESTRA 2	6327,99	MUESTRA 2	5907,82
PROMEDIO	6378,92	PROMEDIO	5958,75
6378.92 - 5958.75 =		420,17 KG/CM2	
420.17 / 6378.92 =		6,59 %	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

4.1.2. Ensayo de desgaste de sulfato

Este ensayo se realiza para conocer el desgaste que tiene un material por medio del uso de sulfato, teniendo claro que las varillas correspondientes al acero, lo que significa que reacciona de forma química, para esto se hizo uso de sulfato de magnesio, utilizando como norma el INEN 693, lo que permitió obtener un 0,76% de desgaste en el agregado de un material nuevo y el 4,73% en un material extraído de una edificación construida hace 18 años. Los valores obtenidos por medio de la realización de los ensayos se observarán en la tabla 13 y 14:

Tabla 14. *Ensayo de Desgaste con sulfato de sodios a material nuevo*

ULVR		UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA: INGENIERIA CIVIL			FIIC ULVR FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	
ENSAYO DE DESGASTE CON SULFATO DE SODIO						
TESIS JOSE CEDEÑO Y OTTON ORDOÑEZ				MUESTRA: 1		
OBRA: BALNEARIO				PROFUNDIDAD: 0 m		
LOCALIZACIÓN: BALLENTA						
FECHA: 11/2/2019						
DATOS EN EL ENSAYO EN AGREGADO GRUESO						
TAMIZ # PASA	RET	MASA INICIAL	MASA FINAL	PERDIDA PARCIAL	GRANUL. MUESTRA	DESGASTE TOTAL
3/8	#4	300	300	0	-	0%
1/2	3/8	330				
3/4	1/2	670				
3/4	3/8	1000	990	10	-	1%
1"	3/4	-				
1 1/2	1"	-				
1 1/2	3/4	-				
		1300	1290	-		0,76%
					% DE DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO	
					0,76%	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Tabla 15. Ensayo de Desgaste con sulfato de sodio a material extraído de una edificación de antigüedad 18 años.

		UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA: INGENIERIA CIVIL			 FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	
		ENSAYO DE DESGASTE CON SULFATO DE SODIO				
TESIS JOSE CEDEÑO Y OTTON ORDOÑEZ				MUESTRA: 2		
OBRA: BALNEARIO				PROFUNDIDAD: 0 m		
LOCALIZACIÓN: BALLENTA						
FECHA: 16/06/2019						
MATERIAL EXTRAIDO DE UNA EDIFICACION DE ANTIGÜEDAD 18 AÑOS						
DATOS EN EL ENSAYO EN AGREGADO GRUESO						
TAMIZ # PASA	RET	MASA INICIAL	MASA FINAL	PERDIDA PARCIAL	GRANUL. MUESTRA	DESGASTE TOTAL
3/4	#4	500	476,35	23,65	-	4,73%
		500	476,35	-	4,73%	
% DE DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO						4,73%

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2019)

Tabla 16. Límites Para Las Sustancias Perjudiciales En El Árido Grueso Para El Hormigón (Inen 872-2011)

SUSTANCIA PERJUDICIAL	PORCENTAJE MAXIMO EN MASA	METODO DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA DISGREGACION (PERDIDA DE MASA DESPUES DE 5 CICLOS DE INMERSION Y SECADO)		INEN 693
a) SI SE UTILIZA SULFATO DE MAGNESIO	18%	
b) SI SE UTILIZA SULFATO DE SODIO	12%	

Fuente:(0872 NTE - INEN, 2011)

4.1.3. Prueba de resistencia al hormigón mediante el uso del esclerómetro.

La prueba esclerométrica es un ensayo no destructivo que se realiza al hormigón para determinar su resistencia a la compresión, donde aparato determina el valor de rebote R, el cual posee una relación directa entre el valor de rigidez y la resistencia que posee el hormigón ensayado.

. Para realizar la prueba se debe asegurar que la muestra esté seca. Posterior a esto realizamos los siguientes pasos.

- Alisar la superficie a ensayar mediante el uso de una piedra amolar.
- Colocar el esclerómetro perpendicular a la superficie a ensayar.
- Disparar el punzón de impacto aplicando presión a contra la muestra a ensayar hasta que se dispare el botón hacia afuera, inmediatamente a esto apretarlo y así obtener la lectura del Rebote R.
- Se deben realizar al menos entre ocho y diez impactos, descartando el valor más alto y bajo para calcular una mediana expresada en número entero del valor de Rebote R.
- Una vez conocido el valor de Rebote R se determina el valor de la resistencia de la muestra mediante una conversión por medio del uso del ábaco proporcionado por el fabricante.

Tabla 17 Prueba esclerométrica muestra N°1 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 10 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	27	23.29	23	147 Kg/cm ²
	2	1	23			
	3	1	24			
	4	1	22			
	5	1	21			
	6	1	25			
	7	1	26			
	8	1	22			
	9	1	20			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

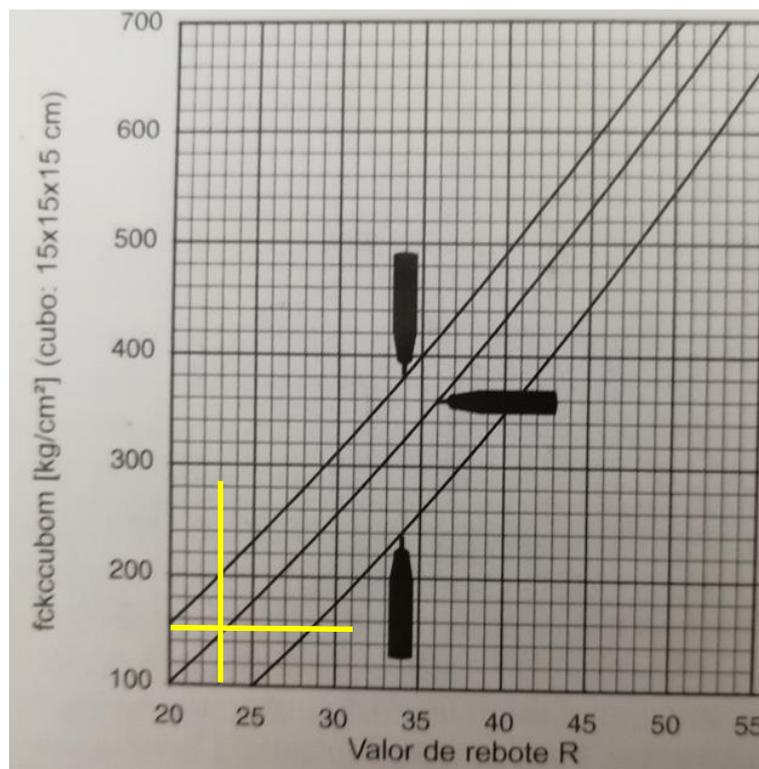


Figura 12 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 18 Prueba esclerométrica muestra N°2 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripió como agregado granular (antigüedad 8 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	22	24.57	25	177 Kg/cm ²
	2	1	25			
	3	1	25			
	4	1	24			
	5	1	25			
	6	1	25			
	7	1	27			
	8	1	23			
	9	1	25			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

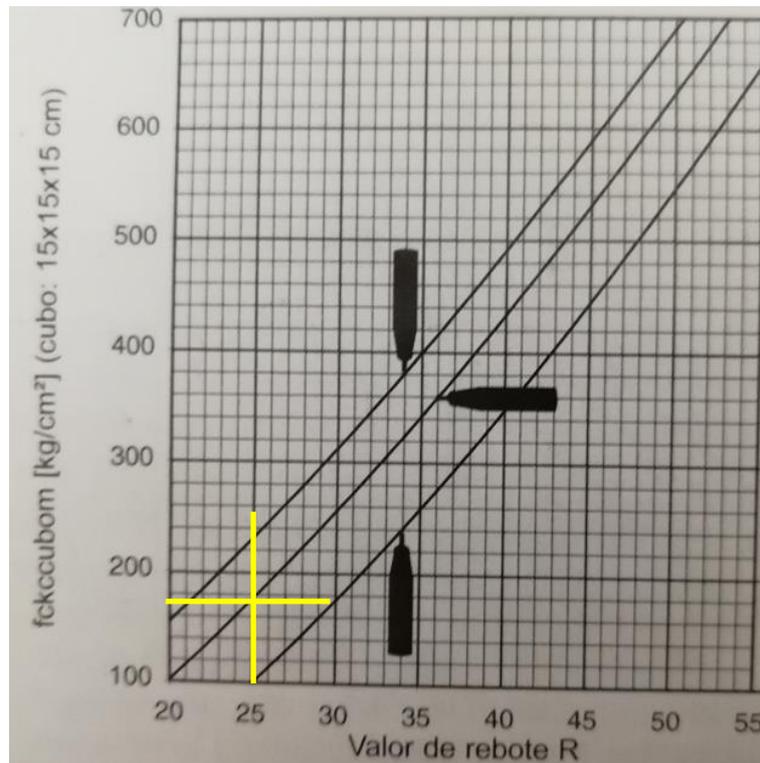


Figura 13 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 19 Prueba esclerométrica muestra N°3 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m en buen estado construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 5 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	26	26.74	27	206 Kg/cm ²
	2	1	25			
	3	1	26			
	4	1	30			
	5	1	27			
	6	1	28			
	7	1	28			
	8	1	27			
	9	1	24			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

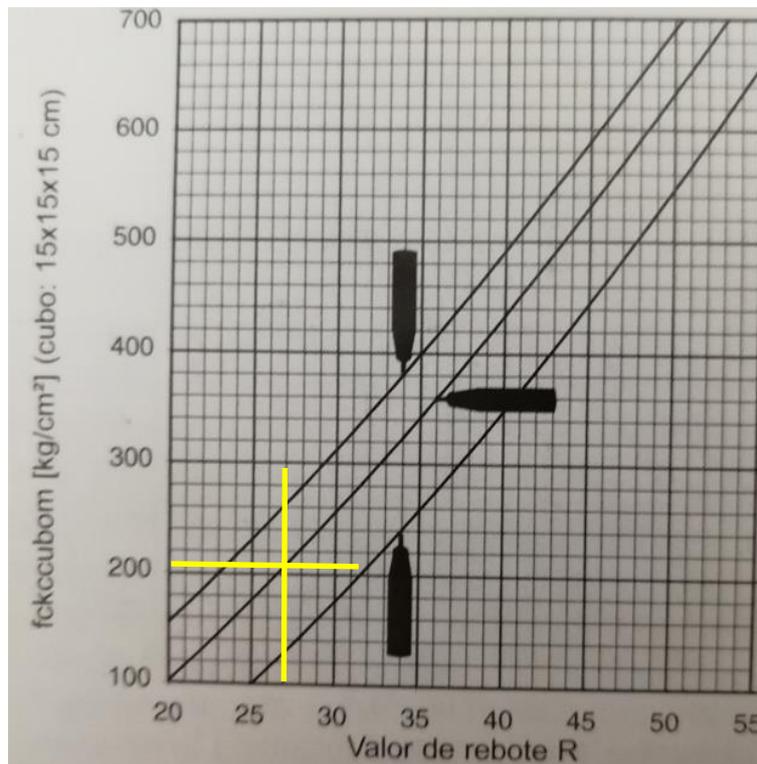


Figura 14 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 20. Prueba esclerométrica muestra N°4 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripió como agregado granular (antigüedad 15 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	28	24.43	24	160 Kg/cm ²
	2	1	25			
	3	1	25			
	4	1	24			
	5	1	24			
	6	1	25			
	7	1	24			
	8	1	22			
	9	1	24			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

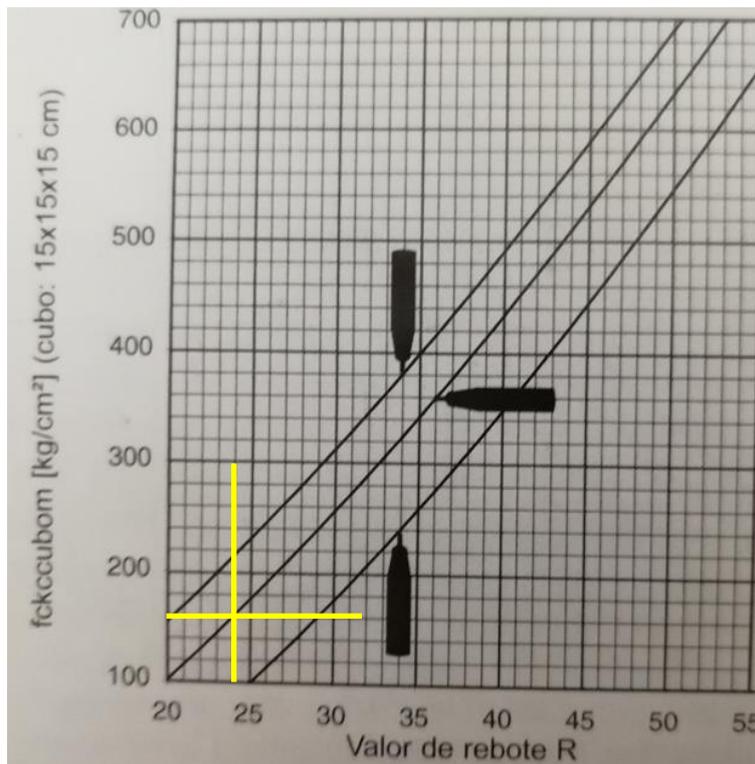


Figura 15 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 21. Prueba esclerométrica muestra N°5 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 10 años)

ELEMENTO	Nº DE TOMA	Nº DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	28	26.14	26	193 Kg/cm ²
	2	1	30			
	3	1	26			
	4	1	25			
	5	1	26			
	6	1	28			
	7	1	26			
	8	1	24			
	9	1	22			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

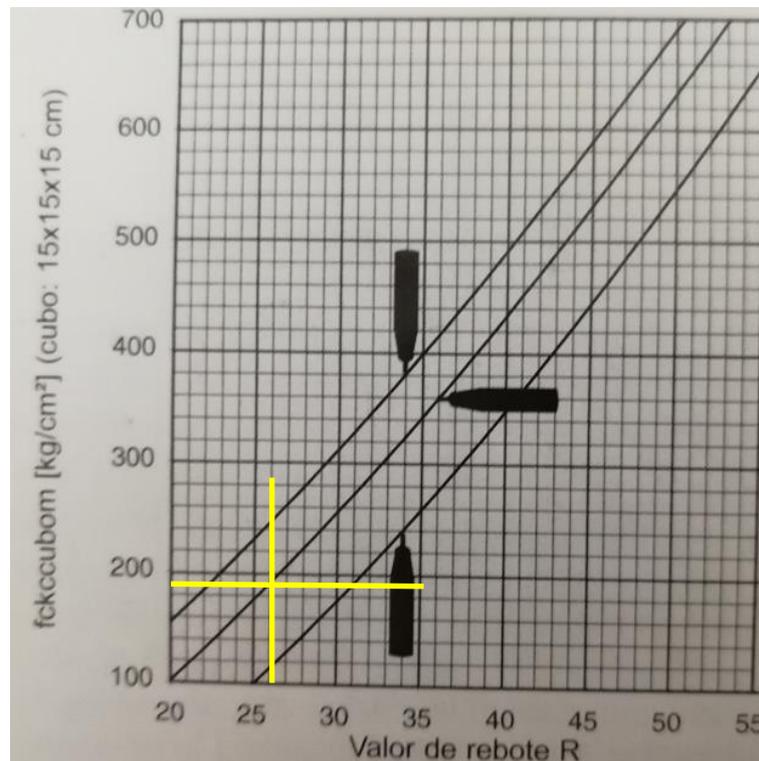


Figura 16 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.

Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 22. Prueba esclerométrica muestra N°6 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripio como agregado granular (antigüedad 5 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	26	25.14	25	177 Kg/cm ²
	2	1	25			
	3	1	23			
	4	1	24			
	5	1	28			
	6	1	25			
	7	1	25			
	8	1	26			
	9	1	25			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

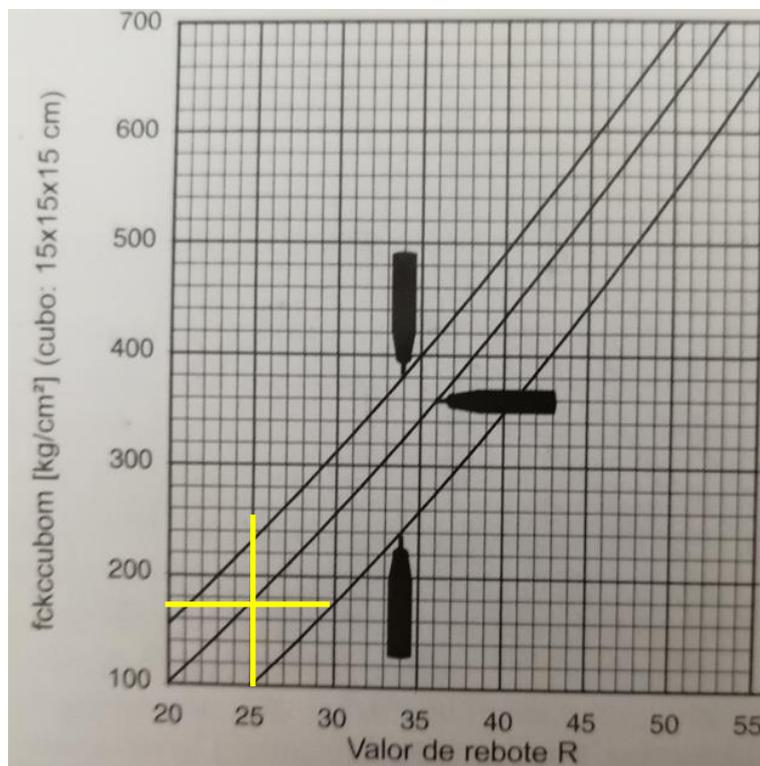


Figura 17 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 23. Prueba esclerométrica muestra N°7 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena-ripió como agregado granular (antigüedad 20 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	24	24.43	24	160 Kg/cm ²
	2	1	24			
	3	1	25			
	4	1	22			
	5	1	26			
	6	1	24			
	7	1	29			
	8	1	25			
	9	1	23			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

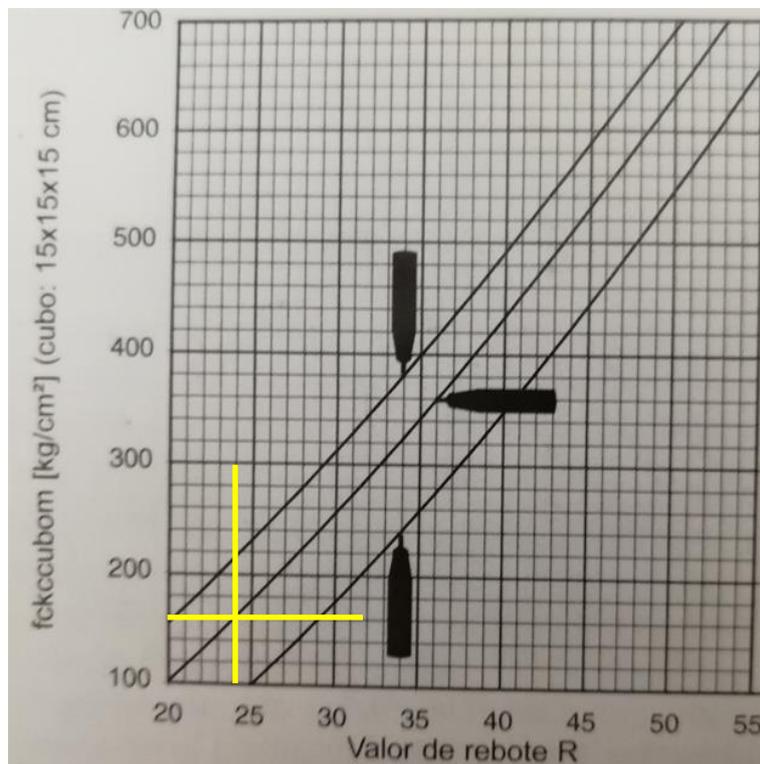


Figura 18 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 24 Prueba esclerométrica muestra N°8 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m en buen estado construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 8 años)

ELEMENTO	Nº DE TOMA	Nº DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	32	28.43	28	223 Kg/cm ²
	2	1	30			
	3	1	28			
	4	1	28			
	5	1	26			
	6	1	27			
	7	1	28			
	8	1	30			
	9	1	28			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

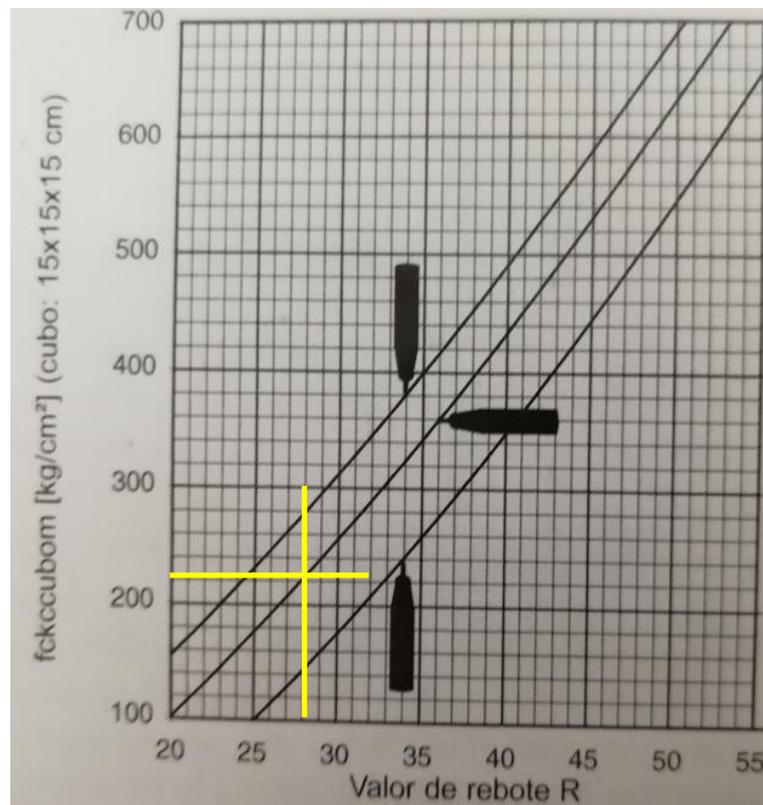


Figura 19 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 25. Prueba esclerométrica muestra N°9 columna de hormigón armado 0.40m x 0.40m en buen estado construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 6 meses)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.40 x 0.40	1	1	26	26.42	26	193 Kg/cm ²
	2	1	28			
	3	1	26			
	4	1	30			
	5	1	26			
	6	1	27			
	7	1	26			
	8	1	25			
	9	1	26			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

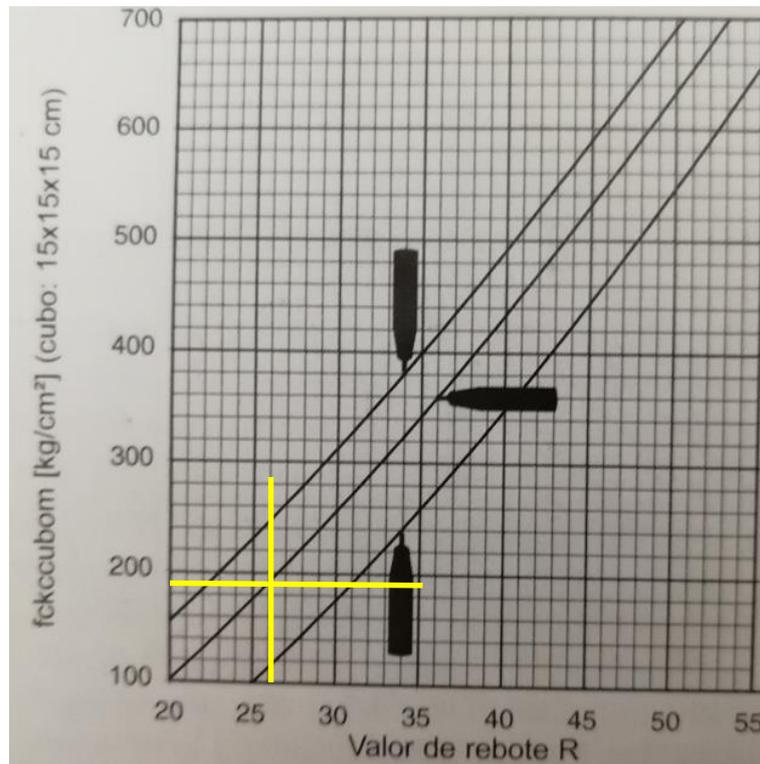


Figura 20 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 26. Prueba esclerométrica muestra N°10 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 5 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	26	27.85	28	223 Kg/cm ²
	2	1	30			
	3	1	27			
	4	1	28			
	5	1	28			
	6	1	34			
	7	1	25			
	8	1	28			
	9	1	28			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

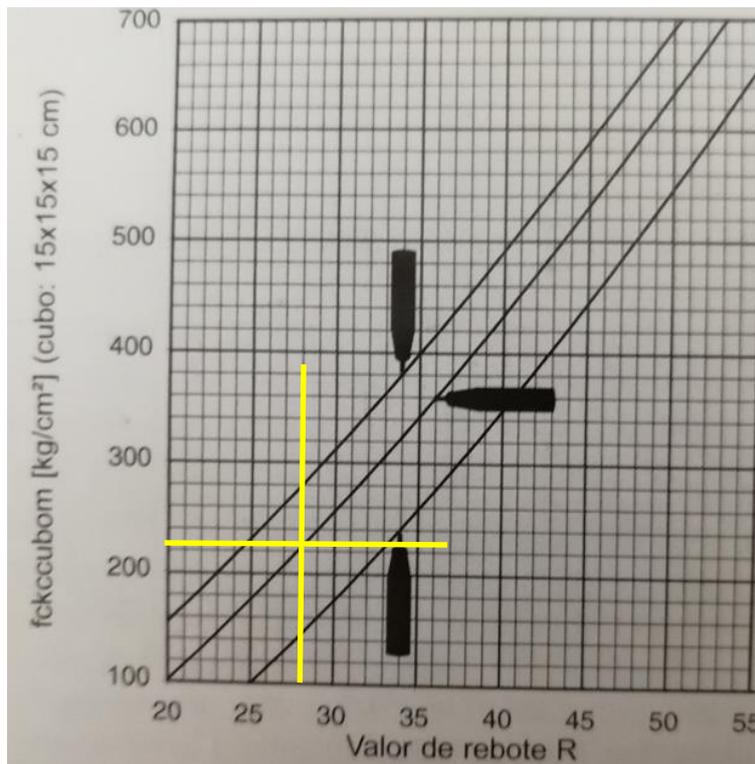


Figura 21 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 27. Prueba esclerométrica muestra N°11 muro de contención de hormigón armado atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 10 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MURO DE HORMIGÓN ARMADO	1	1	38	38.43	38	394 Kg/cm ²
	2	1	40			
	3	1	42			
	4	1	38			
	5	1	37			
	6	1	38			
	7	1	38			
	8	1	36			
	9	1	40			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

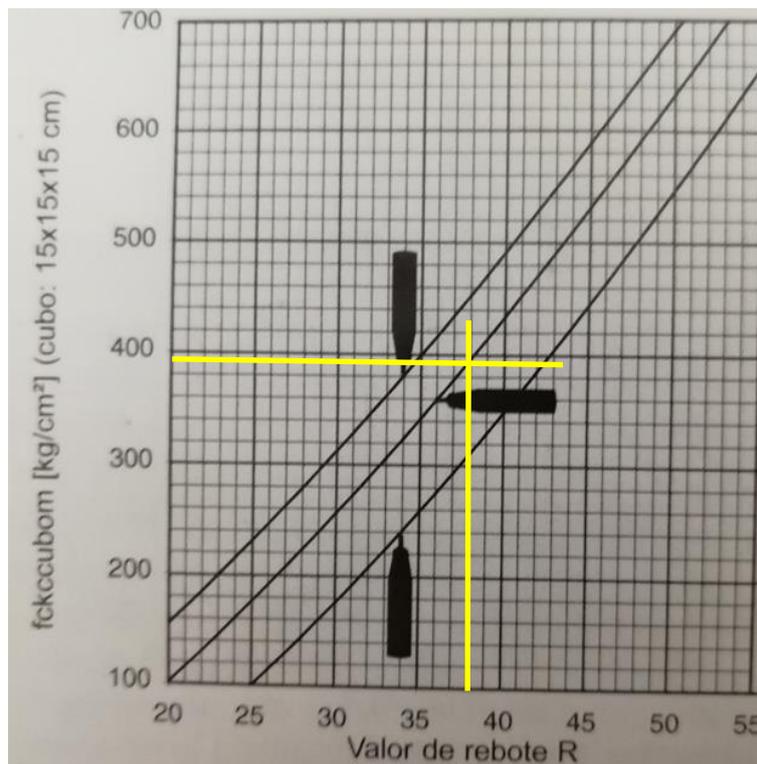


Figura 22 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 28. Prueba esclerométrica muestra N°12 muro de contención de hormigón armado atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 15 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MURO DE HORMIGÓN ARMADO	1	1	36	35.86	36	276 Kg/cm ²
	2	1	35			
	3	1	41			
	4	1	38			
	5	1	35			
	6	1	36			
	7	1	34			
	8	1	35			
	9	1	36			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

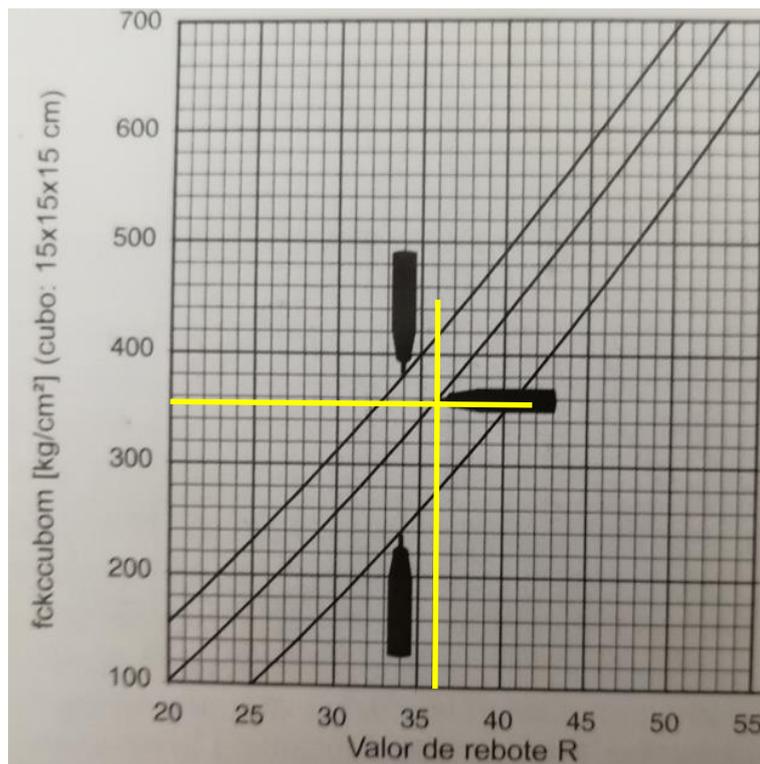


Figura 23 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 29. Prueba esclerométrica muestra N°13 muro de contención de hormigón armado atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 12 años)

ELEMENTO	Nº DE TOMA	Nº DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MURO DE HORMIGÓN ARMADO	1	1	38	36.00	36	276 Kg/cm ²
	2	1	36			
	3	1	35			
	4	1	36			
	5	1	40			
	6	1	36			
	7	1	34			
	8	1	35			
	9	1	36			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

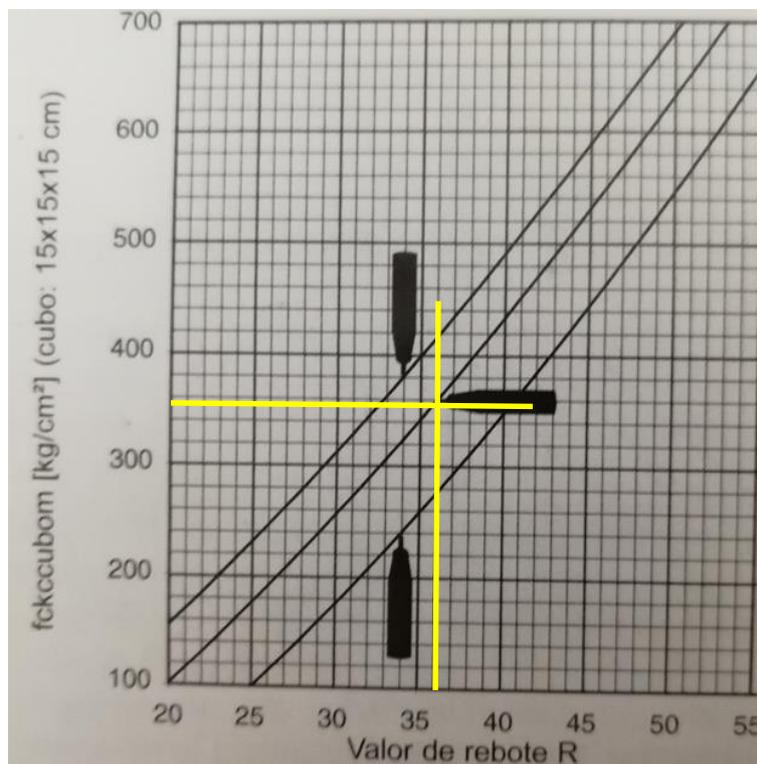


Figura 24 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 30. Prueba esclerométrica muestra N°14 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 7 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	28	26.71	27	206 Kg/cm ²
	2	1	24			
	3	1	28			
	4	1	27			
	5	1	32			
	6	1	26			
	7	1	25			
	8	1	27			
	9	1	26			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

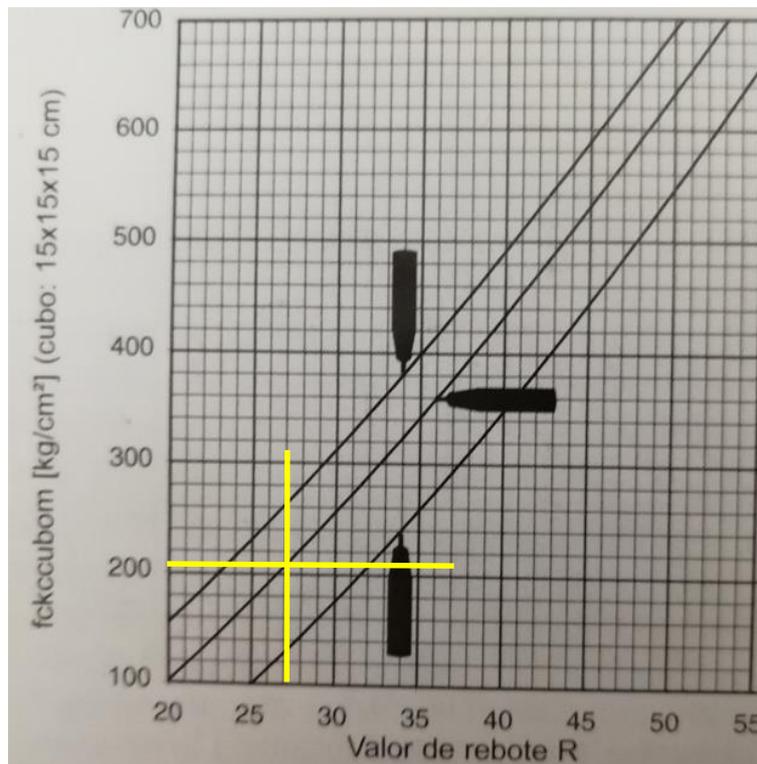


Figura 25 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.
Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 31. Prueba esclerométrica muestra N°15 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 20 años)

ELEMENTO	Nº DE TOMA	Nº DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	28	26.43	26	193 Kg/cm ²
	2	1	26			
	3	1	26			
	4	1	25			
	5	1	34			
	6	1	27			
	7	1	25			
	8	1	24			
	9	1	28			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

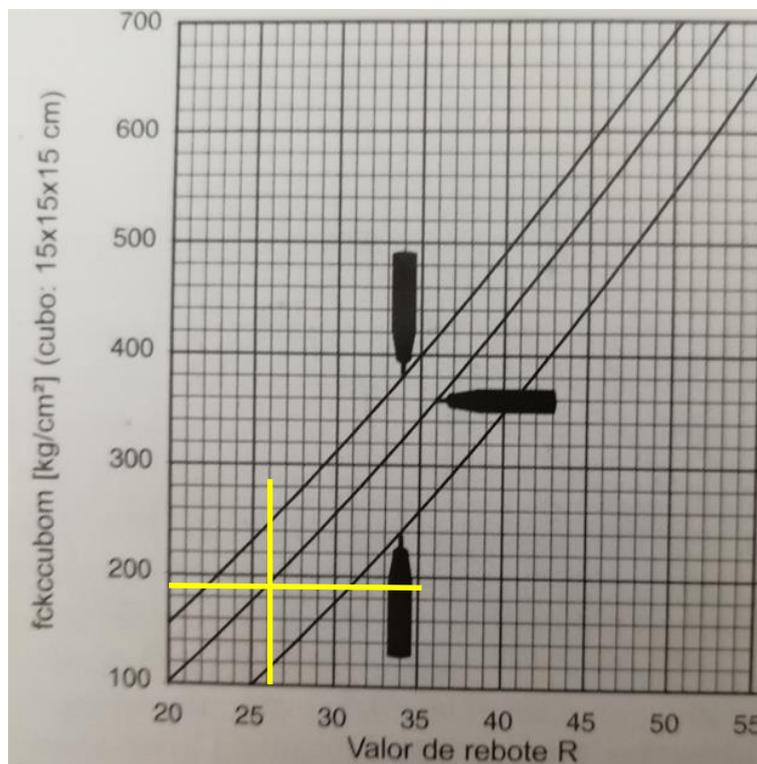


Figura 26 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.

Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 32. Prueba esclerométrica muestra N°16 columna de hormigón armado 0.20m x 0.20m atacada por cloruro de sodio construida con arena y grava como agregados granulares (antigüedad 12 años)

ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	PROMEDIO	MEDIANA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
COLUMNA DE 0.20 x 0.20	1	1	28	26.71	27	206 Kg/cm ²
	2	1	28			
	3	1	26			
	4	1	25			
	5	1	26			
	6	1	32			
	7	1	28			
	8	1	26			
	9	1	22			

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

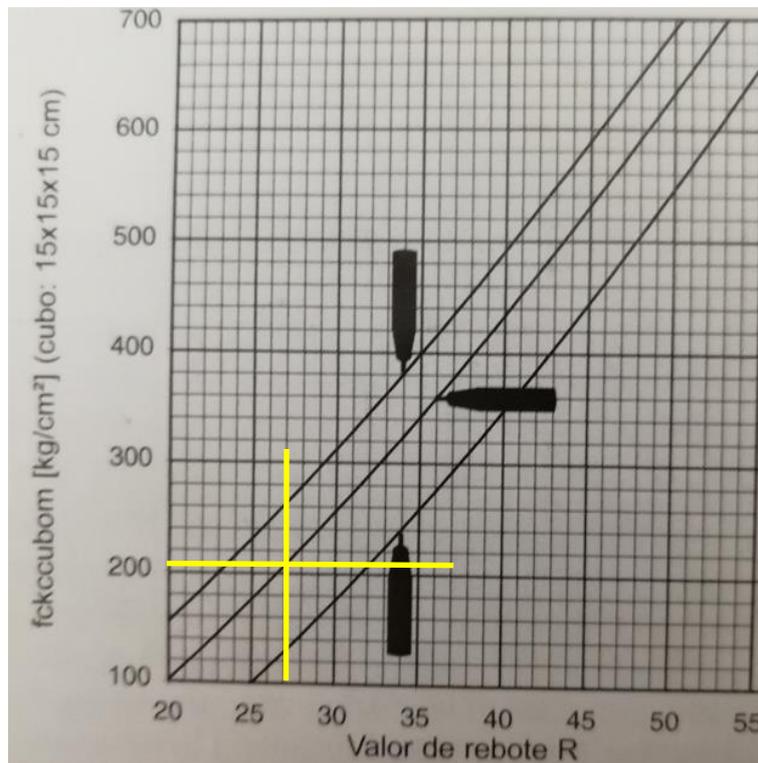


Figura 27 Modelo N/NR curvas de conversión basada en la resistencia a la compresión.

Fuente: Proceq S.A. 2011

Tabla 32. Resumen de prueba esclerometrica.

RESUMEN DE PRUEBAS ESCLEROMETRICAS		
TESIS JOSE CEDEÑO Y OTTON ORDOÑEZ		
OBRA: BALNEARIO		
LOCALIZACIÓN: BALLENTA		
FECHA: 16/06/2019		
DATOS EN EL ENSAYO EN AGREGADO GRUESO		
ANTIGÜEDAD DE EDIFICACIÓN (años)	AGREGADOS GRANULARES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
10	<i>arena-ripio</i>	147
8	<i>arena-ripio</i>	177
5	<i>arena y grava</i>	206
15	<i>arena-ripio</i>	160
10	<i>arena y grava</i>	193
5	<i>arena-ripio</i>	177
20	<i>arena-ripio</i>	160
8	<i>arena y grava</i>	223
6	<i>arena y grava</i>	193
5	<i>arena y grava</i>	223
10	<i>arena y grava</i>	394
15	<i>arena y grava</i>	276
12	<i>arena y grava</i>	276
7	<i>arena y grava</i>	206
20	<i>arena y grava</i>	193
12	<i>arena y grava</i>	206

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

4.1.4. Encuesta aplicada

Pregunta 1: ¿A su criterio que factor causa la corrosión de las varillas de acero?

Tabla 33 Factor que causa la corrosión de las varillas de acero

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
proteccion incorrecta de la corrosion	48	12,15	12,15
excesiva humedad	299	75,70	87,85
exceso de temperatura	48	12,15	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

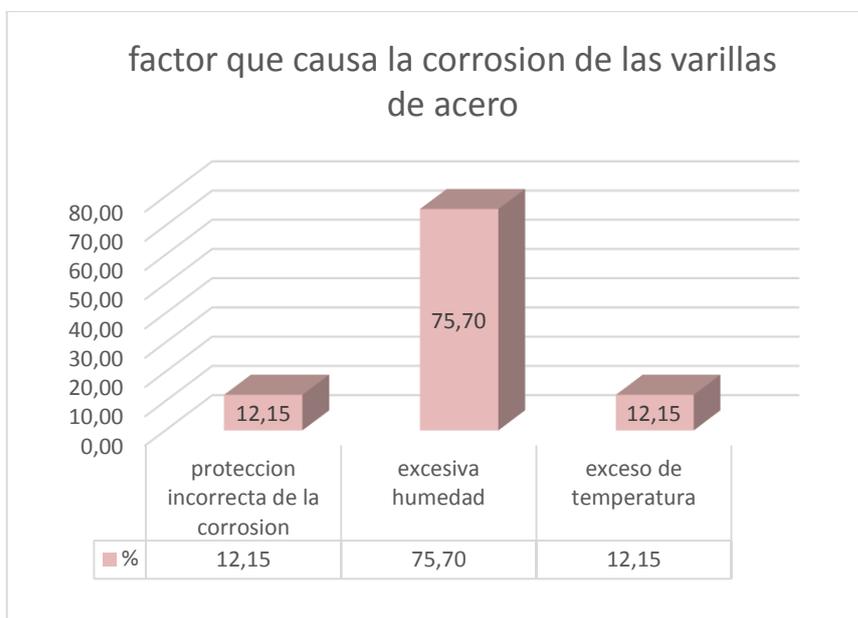


Figura 28.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: Se observa que la mayor causa de corrosión de la varilla de acero es la excesiva humedad con un 75,70% de la encuesta, la protección incorrecta de la corrosión y el exceso de temperatura van de la mano con un 12,15%.

Pregunta 2: ¿Conoce usted algún tratamiento previo a la fundición que se realiza a la varilla de acero?

Tabla 34. Tratamiento previo a la fundición que se realiza a la varilla de acero.

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
si	247	62,53	62,53
no	148	37,47	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

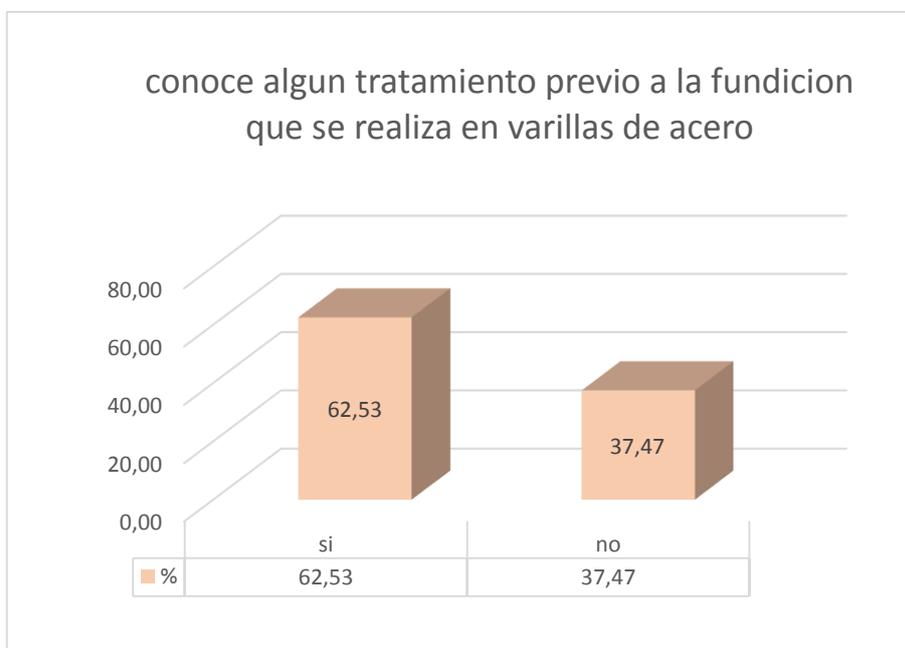


Figura 29.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: En el cuestionamiento de esta pregunta es clave, ya que, al realizar dicha encuesta, se encontró que el 62,53% si conoce algún tratamiento previo a la fundición que se realiza en varillas de acero. El 37,47% no conoce este tratamiento en donde se deberá dar información de estos tratamientos.

Pregunta 3: ¿Qué productos es el más indicado para evitar la corrosión en varillas de acero en concreto?

Tabla 35. Productos para evitar la corrosión en varilla de acero en concreto.

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
Recubrimiento de protección, cementoso modificado con polímeros, con inhibidor de corrosión.	387	97,97	97,97
otros	8	2,03	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

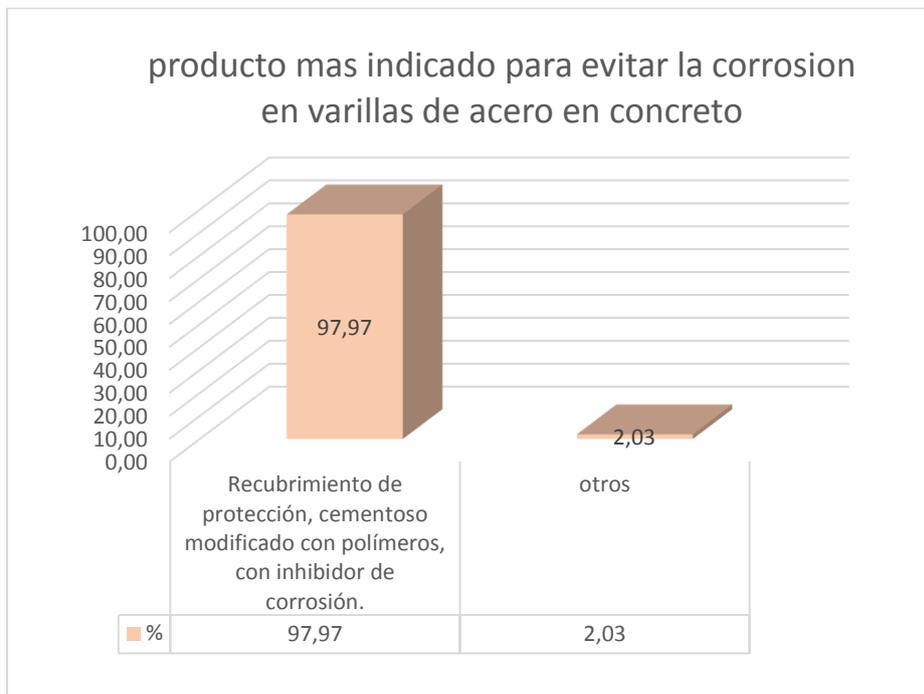


Figura 30.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: Se puede evidenciar que uno de los productos más utilizados para evitar la corrosión en varillas de concreto es el recubrimiento de protección, cementoso modificado con polímeros, con inhibidor de corrosión con un 97,97%. El 2,03% prefieren otros productos.

Pregunta 4: ¿Qué método o cuidado debe aplicarse a concretos utilizados en zonas cálido húmedo?

Tabla 36. *Métodos o cuidados que se deben aplicar en concretos utilizados en zonas cálido húmedo*

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
aplicación de productos anticorrosivos	271	68,61	68,61
mantenimiento correctivo	124	31,39	100,00
otros	0	0,00	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

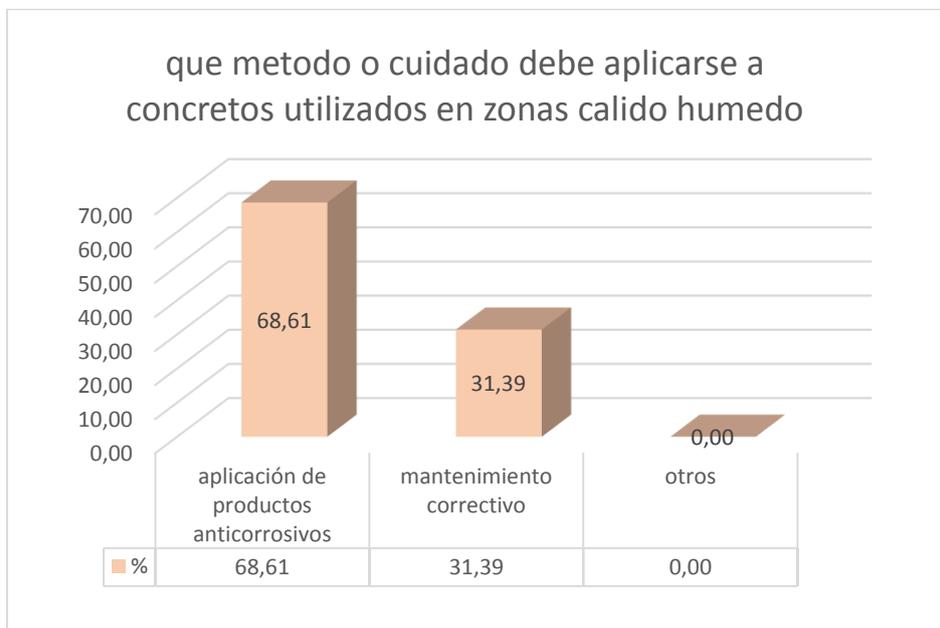


Figura 31.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: La aplicación de productos anticorrosivos es el principal método o cuidado en concretos que se utiliza en estas zonas de la costa que son de clima cálido húmedo.

Pregunta 5: ¿Considera usted que los agregados utilizados en el balneario Ballenita cumplen con las especificaciones técnicas establecidas?

Tabla 37 Los agregados utilizados en el balneario ballenita cumplen con las especificaciones técnicas establecidas.

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
si	147	37,22	37,22
no	248	62,78	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

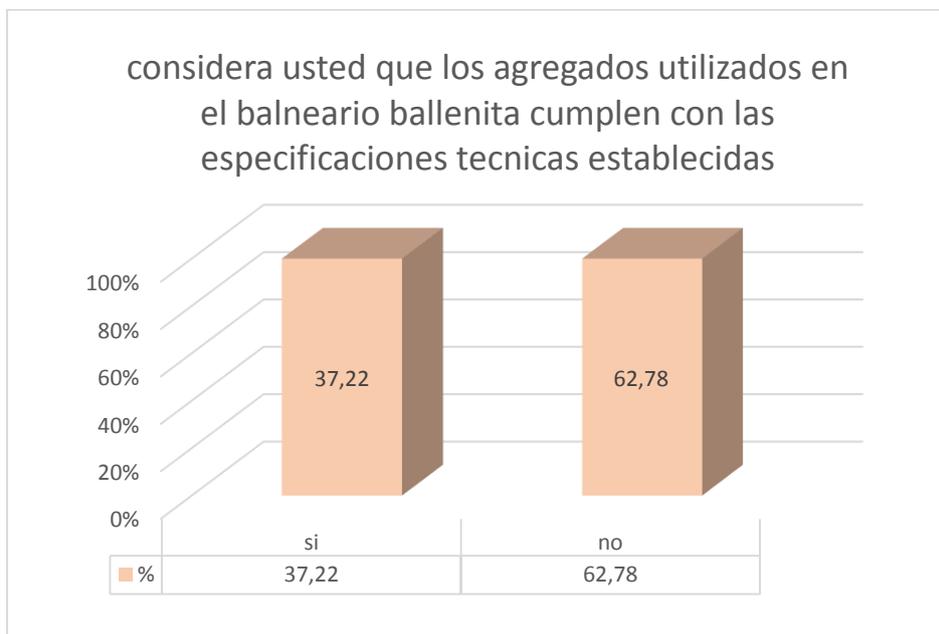


Figura 32.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: Se aprecia que en esta pregunta las mayor consideracion de los encuestados dice que los agregados utilizados en el balneario ballenita no cumplen con las especificaciones técnicas establecidas.

Pregunta 6: ¿considera usted que los mantenimientos de las construcciones con estructura metálica en el balneario reciben tratamiento adecuado?

Tabla 38 *Los mantenimientos de las construcciones con estructura metálica en el balneario ballenita reciben el tratamiento adecuado.*

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
si	98	24,81	24,81
no	297	75,19	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

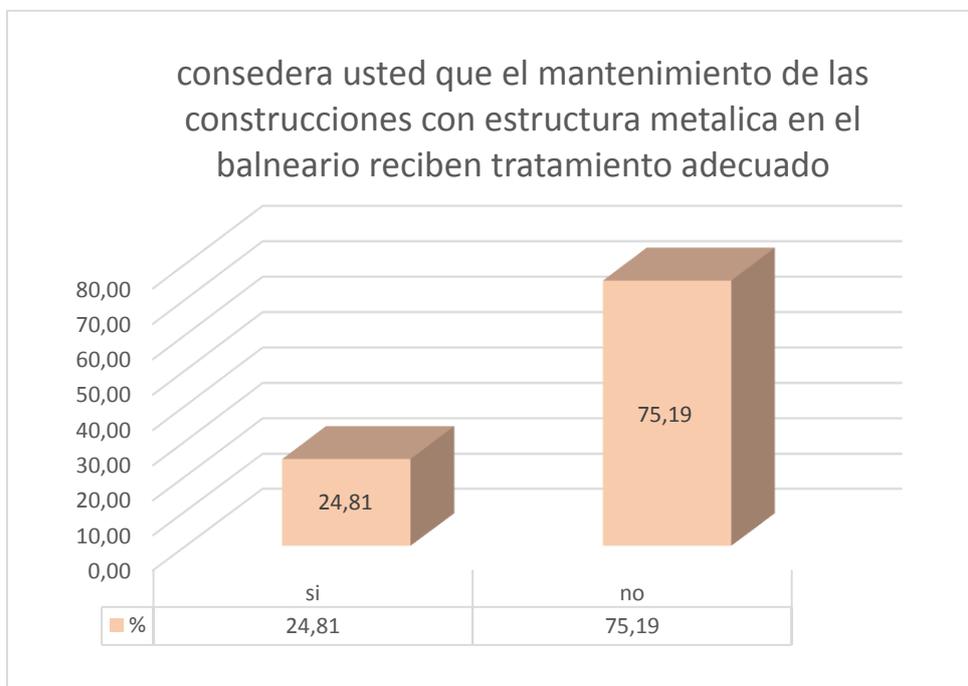


Figura 33.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: El 75,19% de los encuestados considera que los mantenimientos de las construcciones con estructura metálica en el balneario no reciben el tratamiento adecuado.

Pregunta 7: ¿Con que periodo de tiempo se debe aplicar el mantenimiento a las construcciones con estructura metálica en zonas de clima cálido húmedo?

Tabla 39 *Periodo en el que se aplica el mantenimiento a las construcciones con estructura metálica en zonas de clima cálido húmedo*

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
cada año	203	51,39	51,39
cada 5 años	157	39,75	91,14
cada 10 años	35	8,86	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

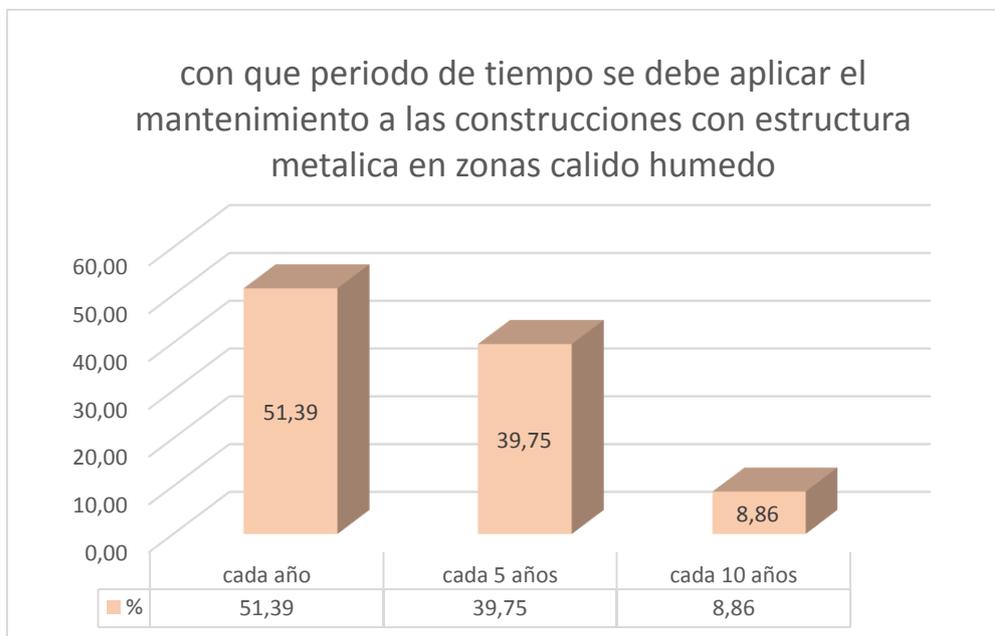


Figura 34.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: Se observa que el 51,39% de los encuestados da a entender que el periodo de tiempo para el mantenimiento de las construcciones con estructura metálica en esta zona de clima cálido húmedo se debe realizar cada año contra el 39,75% que dice que se debe realizar cada 5 años y el 8,86% considera que el mantenimiento debería de ser cada 10 años.

Pregunta 8: ¿conoce usted alguna guía de técnicas anticorrosivas en estructuras de hormigón armado?

Tabla 40 Conoce usted alguna guía de técnicas anticorrosivas en estructuras de hormigón armado.

	frecuencia	%	porcentaje acumulado
si	122	30,89	30,89
no	273	69,11	100,00
total	395	100	

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

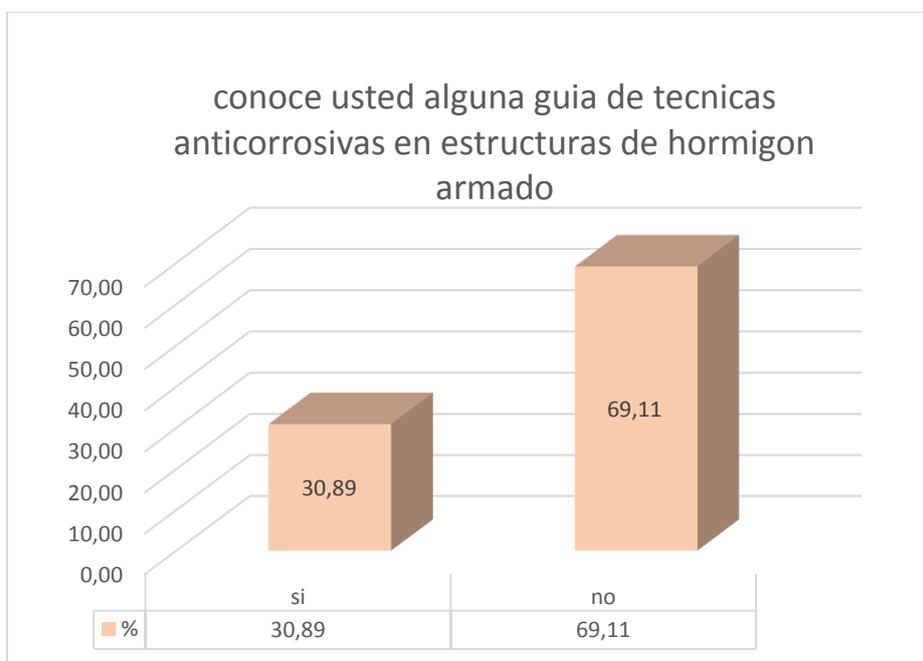


Figura 35.

Elaborado por: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

Análisis e interpretación: Se aprecia que la mayoría de los encuestados no conoce alguna guía de técnicas anticorrosivas en estructuras de hormigón armado.

CONCLUSIONES

- Dentro del cuidado que debe tenerse para los componentes de las estructuras de concreto reforzado de acero se puede conocer que es de vital importancia, puesto que el contacto con el cloruro de sodio causa deterioro inminente.
- Posterior a la realización del ensayo de tensión de acero se pudo corroborar que en las probetas nuevas la tensión de rotura y el punto de cedencia cumplen con el valor solicitado en la norma INEM-102 ASTM A-615.
- Según ensayos pertinentes para el conocimiento del nivel de deterioro se observó que el sulfato de magnesio produjo un desgaste de los agregados para la durabilidad de 0,76% en un agregado nuevo y el 4,73% para el agregado extraído de una edificación, lo que indica que los materiales pétreos utilizados en el sector de Ballenita, cumplen con especificaciones técnicas.
- Del ensayo de la tensión del acero por medio del análisis de resultados se pudo determinar que el deterioro de la probeta oxidada de 12 mm con respecto a la probeta nueva en cuanto a la tensión de rotura fue del 7.47% y al punto de cedencia en 6.82 %. El deterioro de la probeta oxidada de 10 mm con respecto a la probeta nueva en cuanto a la tensión de rotura fue del 6.59% y al punto de cedencia en 1.79 %.
- Según lo determinado en los ensayos el acero de refuerzo corroído por el óxido presentaría fallas estructurales ya que ha disminuido su punto de cedencia y tensión de rotura.
- El 12.15% de los profesionales expertos en construcciones determinan que la causa de corrosión de las varillas de acero se debe a la protección incorrecta de la varilla.

- Con respecto al mantenimiento de las construcciones con estructura metálica el 75,19% de los expertos entrevistados indicaron que no se da un mantenimiento adecuado a estas estructuras.
- Así mismo el 51,39% de entrevistados señalaron que el mantenimiento a las construcciones con estructuras metálicas deben realizarse cada año.
- Es necesario señalar que según las entrevistas realizadas el 62.53% de los entrevistados señalan que si conocen tratamientos previos a la varilla de acero en las distintas fundiciones.
- Se puede concluir también que el producto más utilizado para evitar la corrosión en varillas de acero en concreto por los profesionales en construcciones de hormigón armado en un 97.97% es el recubrimiento de protección, cementoso modificado con polímeros, con inhibidor de corrosión.
- Con la prueba esclerométrica se puede determinar que las edificaciones con los elementos estructurales con menor resistencia a la compresión son las que se construyen con arena-ripió como agregados granular.
- Según lo determinado en los análisis de precio unitario el costo de la protección anticorrosiva de elementos de hormigón armado (inhibidor de corrosión) es de \$11,36 por m²

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar diseños de hormigón para todo tipo de obra que se fuese a realizar.
- Para la preparación del hormigón se deben usar agregados que cumplan con la norma ASTM C33/C33M – 18, el cual nos habla de las especificaciones estándar para agregados para hormigón.
- Se debe realizar un permanente control de ejecución en obra para tener la certeza que la dosificación de la preparación del hormigón sea según diseños aprobados.
- El agua para el hormigón debe ser la óptima que en promedio debe tener un PH de 7 (PH neutro) y cumplir las especificaciones del (ACI318-05) el cual habla acerca del contenido total de iones cloruros solubles en agua en el concreto. Bajo ninguna circunstancia debe usar agua de mar.
- Con los resultados obtenidos en la encuesta se recomienda usar productos inhibidores de corrosión como el recubrimiento de protección cementoso modificado con polímeros, con inhibidor de corrosión para alargar la vida útil de la construcción, además de contrarrestar y/o prevenir la corrosión.
- Se recomienda incluir dentro de los APUS (Análisis de Precios Unitarios) los inhibidores de corrosión, estos pueden aplicarse en el proceso constructivo, o pueden emplearse para retardar el inicio del proceso en estructuras ya construidas.
- En caso de dejar fundida una losa y se pretenda seguir con la construcción vertical a futuro, el acero de refuerzo para las columnas no debe quedar expuesto al ambiente, se recomienda que se fundan dados de hormigón pobre para que en el momento de continuar la construcción no se convierta en un problema la

demolición de los mismos y se continúe con un traslape cumpliendo las especificaciones de las normas ACI-318.

- Debe existir el recubrimiento de hormigón al acero estructural especificado en la norma ACI-318, no se debe permitir que el encofrado se encuentre pegado a las varillas ya que quedarían expuestas a ser atacadas por patologías del hormigón, como la corrosión entre otras.
- Se recomienda que las construcciones con estructura metálica se realice el mantenimiento adecuado cada año ya que en esta zona de clima cálido húmedo las estructuras metálicas son las más afectadas.
- Se recomienda que no sea usada el agua que esté contaminada de sulfatos ya que estos son agresivos al cemento, debemos eliminar las impurezas contenidas en el agua para la mezcla. Esto afecta en el tiempo de fraguado, resistencia y también produce eflorescencia o corrosión del refuerzo.

BIBLIOGRAFÍA

0872 NTE - INEN. (2011). (0872, NTE - INEN, 2011).

CONTECVET. (2001). http://nol.infocentre.es/ictnol/pdf/manual_espa.pdf. Obtenido de

http://nol.infocentre.es/ictnol/pdf/manual_espa.pdf:

http://nol.infocentre.es/ictnol/pdf/manual_espa.pdf

González Boza, T. A. (2018). *EWstudio de impacto ambiental expost de un sector del malecón de Ballenita*. Santa Elena: IMSE.

Hidráulica, c. y. (2018). *hcc-es*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de hcc-es:

<http://www.hcc-es.com/>

INEM-102 ASTM A-615. (2017). *Adelca*. Obtenido de Adelca:

https://www.adelca.com/descargar_catalogo.php

Izcara Palacios, S. P., & Andrade Rubio, K. L. (2013). *La entrevista en profundidad: teoría y práctica*. Tamaulipas: Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Martínez, C. (2013). *Investigación Descriptiva: Tipos y Características*. Obtenido de La investigación descriptiva: <http://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

Martínez, C. (2017). *Lifeder*. Recuperado el 2018, de Lifeder:

<https://www.lifeder.com/observacion-directa/>

Moreno, A., Pérez, T., & Martínez, M. (2011). *El fenomeno de la corrosion en estructuras de concreto reforzado*. Queretaro: Instituto Mexicano del Transporte.

Pérez Ventura, B., Barberá Ortega, E., & Andrade Perdrix, C. (2013). *La agresividad ambiental y la durabilidad de las estructuras de hormigon*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI318SR-05) y Comentario (ACI 318S-05). (2005). *inti*. Obtenido de inti:

https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf

Rojas Moya, G. (2014). *Evaluación de estructuras de concreto por corrosión*. México.

Rojas, R. (2015). *Guía para realizar investigaciones sociales*. México: McGrawHill.

ANEXO 1 IMÁGENES

Situación actual del balneario Ballenita.



Figura 36. . Estructura Corroída.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 37. .Acero de refuerzo Corroído.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 38. Cerramiento Corroído.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)



Figura 39. Vivienda de construcción tradicional.

Fuente: Cedeño Rebutti, J. & Ordoñez Ordoñez, O. (2018)

ANEXO 2 ENCUESTA



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA: INGENIERIA CIVIL



Encuesta a expertos

1.- ¿A su criterio que factor causa la corrosión de las varillas de acero?

Protección incorrecta de la corrosión

Excesiva humedad

Exceso de temperatura

2.- ¿Conoce usted algún tratamiento previo a la fundición que se realiza a las varillas de acero?

Si

No

3.- ¿Qué producto es el más indicado para evitar la corrosión en varillas de acero en concreto?

Recubrimiento de protección cementoso modificado con polímeros, con inhibidores de corrosión.

Otros

4.- ¿Qué método o cuidado debe aplicarse a concretos utilizados en zonas de cálido húmedo?

Aplicación de productos anticorrosivos

Mantenimiento correctivo

Otros

5.- ¿Considera usted que los agregados utilizados en el balneario ballenita cumplen con las especificaciones técnicas establecidas?

Si

No

6.- ¿Considera usted que el mantenimiento de las construcciones con estructura metálica en el balneario recibe tratamiento adecuado?

Si

No

7.- ¿Con que periodo de tiempo se debe aplicar mantenimiento a las construcciones con estructura metálica en zonas de clima cálido húmedo?

Cada año

Cada 5 años

Cada 10 años

8.- ¿Conoce usted alguna guía de técnicas anticorrosivas en estructuras de hormigón armado?

Si

No

ANEXO 3 APU

Análisis de Precios Unitarios

Item: 001
Código: 01
Descripción: PICADO DE HORMIGONES CON HERRAMIENTAS MANUALES
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
1	Herramienta menor				5% de MO	4,57
Subtotal de Equipo:						4,57

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0,00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
2	E2 Peón		1,0000	3,26	24,0000	78,24
3	D2 Albañil		1,0000	3,30	4,0000	13,20
Subtotal de Mano de Obra:						91,44

Costo Directo Total: 96,01

COSTOS INDIRECTOS

0 % 0,00

Precio Unitario Total	96,01
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 002

Código:02

Descripción: PROTECCION ANTICORROSIVA DE ELEMENTOS DE HORMIGON ARMADO

Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
1	Herramienta menor				5% de MO	0,05
Subtotal de Equipo:						0,05

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2	Impregnación hidrofugante incolora inhibidora de la corrosión, de baja viscosidad, a base de silano e inhibidores de corrosión organofuncionales, permeable al vapor de agua, para la protección frente a la corrosión de elementos de hormigón armado	l	0,6600	15,63		10,32
Subtotal de Materiales:						10,32

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
3	E2 Ayudante de albañil		1,0000	3,26	0,1500	0,49
4	D2 Albañil		1,0000	3,30	0,1500	0,50
Subtotal de Mano de Obra:						0,99

Costo Directo Total: 11,36

COSTOS INDIRECTOS

0 % 0,00

Precio Unitario Total	11,36
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item:003
Código:03

Descrip.:

MORTERO DE REPARACIÓN SUPERFICIAL Y ACABADO, PARA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO.

Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
1	Herramienta menor				5% de MO	0,05
Subtotal de Equipo:						0,05

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2	Mortero a base de cemento hidráulico, modificado con polímeros, color gris,	kg	4,5000	1,10		4,95
Subtotal de Materiales:						4,95

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
3	E2 Ayudante de albañil		1,0000	3,26	0,1500	0,49
4	D2 Albañil		1,0000	3,30	0,1500	0,50
Subtotal de Mano de Obra:						0,99

Costo Directo Total: 5,99

COSTOS INDIRECTOS

0 % 0,00

Precio Unitario Total	5,99
------------------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

Item:004

Código:04

Descrip.: PINTURA IMPERMEABILIZANTE

Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
1	Herramienta menor			5% de MO		0,05
2	Andamio metálico	HORA	1,0000	0,22	0,1500	0,03
Subtotal de Equipo:						0,08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
3	Pintura Impermeabilizante (Tipo condor o similar)	gl	0,0500	18,85		0,94
4	Disolvente	gl	0,0250	5,30		0,13
5	Lijas	u	0,0500	0,50		0,03
Subtotal de Materiales:						1,10

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	
6	E2 Ayudante de albañil	1,0000	3,26	0,1500	0,49	
7	D2 Pintor	1,0000	3,30	0,1500	0,50	
Subtotal de Mano de Obra:					0,99	

Costo Directo Total: 2,17

COSTOS INDIRECTOS

0 % 0,00

Precio Unitario Total	2,17
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

Item:005

Código:05

Descripción: DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
1	Herramienta menor			5% de MO		0,36
2	MInicargadora con martillo hidráulico	HORA	1,0000	25,00	0,6670	16,68
Subtotal de Equipo:						17,04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0,00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
3	E2 Peón		1,0000	3,26	0,6670	2,17
4	D2 Albañil		1,0000	3,30	0,6670	2,20
5	C2 Maestro de obra		1,0000	3,48	0,2000	0,70
6	D2 Operador de equipo liviano		1,0000	3,30	0,6670	2,20
Subtotal de Mano de Obra:						7,27

Costo Directo Total: 24,31

COSTOS INDIRECTOS

0 % 0,00

Precio Unitario Total	24,31
------------------------------------	--------------

ANEXO 4 CUADRO PREGUNTAS ENCUESTA

PREGUNTAS	RESPUESTAS			TOTAL ENCUESTADOS
Pregunta 1: A su criterio que factor causa la corrosión de las varillas de acero?	Protección incorrecta de la corrosión 48	Excesiva humedad 299	Exceso de temperatura 48	395
Pregunta 2: Conoce usted algún tratamiento previo a la fundición que se realiza a las varillas de acero?	si 247	No 148	- -	395
Pregunta 3: Que producto es el más indicado para evitar la corrosión en varillas de acero en concreto?	Recubrimiento de protección cementoso modificado con polímeros, con inhibidores de corrosión. 387	otros 8	- 395	395
Pregunta 4: Que método o cuidado debe aplicarse a concretos utilizados en zonas cálido húmedo?	aplicación de productos anticorrosivos 271	mantenimiento correctivo 124	otros 0	395
Pregunta 5: Considera usted que los agregados utilizados en el balneario ballenita cumplen con las especificaciones técnicas establecidas?	si 147	No 248	- -	395
Pregunta 6: Considera usted que el mantenimiento de las construcciones con estructura metálica en el balneario reciben tratamiento adecuado?	si 98	No 297	- -	395
Pregunta 7: Con qué periodo de tiempo se debe aplicar el mantenimiento a las construcciones con estructura metálica en zonas de clima cálido húmedo?	cada año 203	cada 5 años 157	cada 10 años 35	395
Pregunta 8: Conoce usted alguna guía de técnicas anticorrosivas en estructuras de hormigón armado?	si 122	no 273	- -	395

Tabla 41. Resumen de la encuesta aplicada.