



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Capac, San Juan de Lurigancho, 2018.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES

Angy Ivone Mancilla Guzman

Juan Carlos Chavez Mejia

ASESORES

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mg. Luis Díaz Huiza


LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2018

## Página Del Jurado

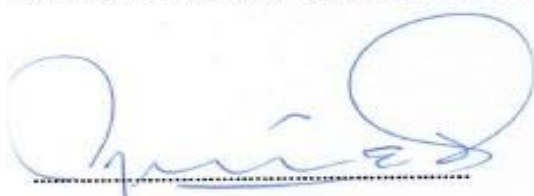
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 24 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CHAVEZ MEJIA, JUAN CARLOS**

Cuyo título es: **"ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14** (número) **CATORCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 12 de Diciembre de 2018



Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN

PRESIDENTE



Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL


SECRETARIO



Mgtr. Ing. RÓDRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 60 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **MANCILLA GUZMAN, ANGY IVONE**  
 Cuyo título es: **"ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14** (número) **CATORCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 12 de Diciembre de 2018

  
 \_\_\_\_\_  
 Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HERNÁN  
 PRESIDENTE

  
 \_\_\_\_\_  
 Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRY SAÚL  
 SECRETARIO

  
 \_\_\_\_\_  
 Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Viceministerio de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **Dedicatoria**

A Dios y nuestras madres, por motivarnos y apoyarnos incondicionalmente en nuestra carrera profesional y estar en los momentos más difíciles.

## **Agradecimientos**

Agradecemos primeramente a Dios por permitir lograr una de nuestras metas, a nuestros padres y seres queridos que siempre nos apoyan, por otro lado, a los ingenieros de la escuela de Ingeniería Civil-UCV, en especial a los ingenieros que me asesoraron en nuestra tesis para lograr una correcta investigación.

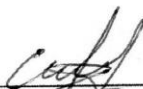
### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Juan Carlos Chavez Mejia con DNI N°10670251; y Angy Ivone Mancilla Guzman con DNI N°47981504; dispuestos a cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 12 de diciembre del 2018



Juan Carlos Chavez Mejia  
DNI: 10670251



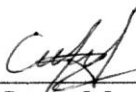
Angy Ivone Mancilla Guzman  
DNI N°47981504

## **Presentación**

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Análisis de principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Capac, San Juan de Lurigancho,2018”, cuyo objetivo fue determinar las principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas de la urbanización Manco Cápac, San Juan de Lurigancho,2018 y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer episodio se explica la introducción de esta investigación luego la realidad problemática en la zona de estudio también se da a conocer el problema principal de la investigación, los objetivos. En el segundo episodio se muestra la metodología utilizada en la investigación luego conocer el instrumento de recolección de datos y la validez. En el tercer episodio se interpreta los resultados y se hace una descripción de ellos. En el cuarto episodio se explica la discusión con resultados previos y teorías ya establecidas. En el quinto episodio se presenta las conclusiones de esta investigación respondiendo cada objetivo en tiempo pasado. En el sexto episodio se detalla las recomendaciones para posibles investigaciones. Finalmente se presenta las bibliografías y anexos que fueron esenciales para la investigación



\_\_\_\_\_  
Juan Carlos Chavez Mejia



\_\_\_\_\_  
Angy Ivone Mancilla Guzman

## INDICE

Página Del Jurado.....	II
Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos.....	V
Presentación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Índice de figuras .....	X
Índice de tablas.....	XIII
Resumen.....	XVI
Abstract.....	XVII
I. INTRODUCCION .....	18
1.1 Realidad Problemática.....	19
1.2 Trabajos Previos.....	22
1.2.1 Antecedentes internacionales .....	23
1.2.2 Antecedentes nacionales .....	25
1.3 Teorías Relacionadas al Tema .....	26
1.3.1 Principales causas de la corrosión en elementos de concreto armado.....	26
1.3.2 Estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas. ....	49
1.4. Formulación del Problema.....	52
1.4.1 Problema General .....	52
1.4.2 Problemas Específicos .....	53
1.5.1 Justificación Teórica.....	53
1.5.2 Justificación Metodológica .....	53
1.5.3 Justificación tecnológica .....	54
1.5.4 Justificación económica .....	54
1.6 Hipótesis .....	54
1.6.1 Hipótesis general.....	54



1.6.2 Hipótesis específico .....	54
1.7. Objetivos .....	54
1.7.1 Objetivo General .....	54
1.7.2 Objetivos Específicos .....	55
II. METODO .....	56
2.1 Diseño de la investigación .....	57
2.2 Variables, Operacionalización. ....	58
2.2.1 Variables .....	58
2.2.2 Operacionalización de las variables .....	58
2.2.3 Matriz de Operacionalización de variables .....	58
2.3. Población y Muestra .....	60
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	62
2.5. Método de Análisis de Datos .....	66
2.6. Aspectos Éticos .....	66
III. RESULTADOS.....	68
IV. DISCUSIÓN.....	176
V. CONCLUSIONES .....	178
VI. RECOMENDACIONES .....	180
VII. REFERENCIAS .....	182
VIII.ANEXOS .....	186

## Índice de figuras

Figura 1. Corrosión en el concreto armado (columna).....	3
Figura 2. Elemento estructural defectuoso con cangrejera.....	4
Figura 3. Corrosión en el concreto armado (losa aligerada) .....	4
Figura 4. Distrito de San Juan de Lurigancho, localización y límites distritales.....	5
Fig.5.localizacion de las veinte y cinco viviendas estudiadas.....	5
Figura 6. Proceso de corrosión.....	11
Figura7.Proceso de Fisuración del concreto.....	12
Figura8.Aspecto de un concreto a) sin carbonatación)con carbonatación total emplear prueba d fenolftaleína.....	21
Figura9.cambio del color indicador base fenolftaleína y umbral de corrosión .....	22
Figura10.Tonalidades de la fenolftaleína.....	22
Figura11.Acides de sulfatos.....	26
Figura12.Proceso de corrosión por ion cloruro.....	28
Figura13.Porcentaje de corrosión en las viviendas.....	52
Figura.14. Cantidad de pisos por vivienda.....	53
Figura 15. Época de la construcción de las viviendas .....	64
Figura16.corrosion en elementos estructurales-columnas.....	65
Figura17.corrosion en elementos estructurales-vigas.....	66
Figura18.corrosion en elementos estructurales-Losas.....	67
Figura19.columnas-fisuras.....	68
Figura20.columnas-agrietamientos.....	69
Figura21.vigas-fisuras.....	70

Figura 22. Vigas-agrietamientos.....	71
Figura23.Losas-Fisuras.....	72
Figura24.Losas-Agrietamientos.....	73
Figura25.Ubicacion del plano de las 256 viviendas en la Urbanización Inca Manco Cápac.....	74
Figura 26: Reparación de vivienda. corroída.....	75
Figura 27: fachada de la primera.....	75
Figura 28. Recubrimiento de columnas.....	90
Figura29.cantidad de cloruros hallado en laboratorio (UNI).....	92
Figura 31: PH hallado en laboratorio (UNI).....	94
Figura32.Recubrimiento de vigas chatas.....	99
Figura 33: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio(UNI).....	101
Figura 34. PH hallado en laboratorio (UNI).....	102
Figura 35. Recubrimiento de losas (viguetas).....	116
Figura36: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio(UNI).....	117
Figura37: pH hallado en laboratorio(UNI).....	119
Figura 38. Recubrimiento de columnas.....	123
Figura 39: Cantidad de sulfato hallado en el laboratorio(UNI).....	124
Figura40: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio(UNI).....	125
Figura41: pH hallado en laboratorio(UNI).....	127

Figura 42. Recubrimiento de columna.....	137
Figura 43: Cantidad de sulfato hallado en el laboratorio(UNI).....	139
Figura44: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio(UNI).....	140
Figura 46. Recubrimiento de losas (viguetas).....	145
Figura47: Cantidad de cloruro hallado en el laboratorio(UNI).....	146
Figura48: pH hallado en laboratorio(UNI).....	148
Figura49: Corte de sierra circular dar la forma con menor Angulo posible.....	150
Figura50: Medida y ángulo para proteger adecuadamente el acero.....	150
Figura51: Limpieza del acero corroído.....	150
Figura 51: Productos para eliminar y evitar la oxidación en el acero estructural (producto Chema).....	150
Figura 52: Productos para eliminar y evitar la oxidación en el acero estructural (producto Chema).....	151
Figura 53: Productos para eliminar y evitar la oxidación en el acero estructural (producto Chema).....	152
Figura 54: Se realiza la mezcla con impermeabilizante para formar el mortero estructural.....	153
Figura55: Picado de la viga.....	154
Figura56: Aplicación de transformador de óxido-color negro.....	155
Figura57: Aplicación de epóxico y mortero estructural.....	155

## Índice de tablas

Tabla1. Vida útil de las estructuras.....	13
Tabla 2. Tipos de cemento para calidad del concreto.....	14
Tabla 3. Tipo de aditivos ASTM-C494.....	15
Tabla4..Recubrimiento mínimo para concreto (no pres forzado).....	17
Tabla 5. Agrietamiento inducido por corrosión.....	17
Tabla 6. Climas para agentes agresivos.....	24
Tabla 7: Categorías de ambiente riesgo de corrosión (norma une en ISO 14713) .....	24
Tabla 8. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfato.....	26
Tabla 9. Agresividad del medio ambiente en función del contenido de sulfatos.....	27
Tabla 10. Procedencia de norma peruana.....	29
Tabla 11. Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión de refuerzo. ....	30
Tabla12.Clasificación de las fisuras.....	35
Tabla13.Operacionalización de variables.....	42
Tabla14.Viviendas inspeccionadas.....	52
Tabla15.Número de pisos en la Urbanización Inca Manco Cápac .....	52
Tabla16.Indicadores del nivel de severidad .....	54
Tabla17: Porcentaje de severidad.....	54
Tabla18.Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en las viviendas parte1.....	55

Tabla19. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 2.....	56
Tabla20. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 3.....	57
Tabla21. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 3.....	58
Tabla22. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 4.....	59
Tabla23. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 5.....	60
Tabla24. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 6.....	61
Tabla25. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 7.....	62
Tabla26. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión en viviendas parte 8.....	63
Tabla27. Epoca de la construcción de las viviendas.....	64
Tabla 28. Corrosión en elementos estructurales-columnas.....	65
Tabla29. Corrosión en elementos estructurales-Vigas.....	66
Tabla30. Corrosión en elementos estructurales-Losas.....	67
Tabla31. Corrosión en columnas-Fisuras.....	68
Tabla32. Corrosión en columnas-agrietamientos.....	69
Tabla33. Corrosión en vigas-Fisuras.....	70
Tabla34. Corrosión en vigas-agrietamientos.....	71
Tabla 35. Corrosión en Losas-fisuras.....	72
Tabla 36. Corrosión en Losas-agrietamientos.....	73

Tabla37. Recubrimiento de columnas primera vivienda.....	90
Tabla 38: Recubrimiento de columnas-primera vivienda.....	90
Tabla 39: Recubrimiento de vigas chatas-primera vivienda.....	99
Tabla 40: Recubrimiento de losas (viguetas)-segunda vivienda.....	116
Tabla 41: Recubrimiento de columnas -segunda vivienda.....	122
Tabla 42: Recubrimiento de columnas-tercera vivienda.....	136
Tabla 43: Recubrimiento de losas (viguetas)-tercera vivienda .....	144

## Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar las principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Capac, San Juan De Lurigancho, 2018. El diseño de investigación que se realizó es no experimental, de enfoque cuantitativo y cualitativo, de tipo descriptivo, Se evaluó veinte y cinco viviendas con características hasta tres pisos en promedio para posteriormente evaluar el grado de corrosión y proponer técnicas de reparación estructural. Las viviendas fueron evaluadas de forma cualitativa a través de fichas de inspección y calificación, y de los cuales se escogió tres viviendas críticas para ser evaluadas de forma cuantitativa mediante ensayos en laboratorio para hallar el pH, carbonatación, sulfatos, cloruros y campo para el espesor de recubrimiento provocados por el mal proceso constructivo y además ser evaluados mediante hojas de Excel todo los indicios que nos lleven a la corrosión en este caso todo lo observado en las fisuras y agrietamientos. Los resultados por medio de método cualitativo y cuantitativo nos indican que el grado de corrosión en las viviendas autoconstruidas de la Urbanización Manco Cápac del distrito de San Juan de Lurigancho es alta y media con un porcentaje de corrosión de 72% y 16% respectivamente.

En conclusión, se propone evaluar y hacer una reparación estructural en las viviendas más críticas, ya que se tiene que prevenir para las construcciones futuras y estas tengan la durabilidad que le corresponde por otro lado ante un movimiento telúrico pueda causar daños.

**Palabras clave: corrosión en estructuras, viviendas autoconstruidas, reparación estructural.**



## **Abstract**

The objective of the research was to determine the main causes of corrosion in reinforced concrete structures of self-constructed homes in the Manco Cápac , San Juan De Lurigancho, 2018. The research design was non-experimental, focused quantitative and qualitative, of a descriptive type. Twenty-five dwellings with characteristics up to three floors on average were evaluated to subsequently evaluate the degree of corrosion and propose structural repair techniques. The houses were evaluated qualitatively through inspection and qualification cards, and from which three critical dwellings were chosen to be evaluated quantitatively by means of laboratory tests to find the pH, carbonation, sulphates, chlorides and field for the thickness of coating caused by the bad construction process and also be evaluated by Excel sheets all the signs that lead to corrosion in this case all observed in cracks and cracks. The results by means of qualitative and quantitative method indicate that the degree of corrosion in the self-built homes of the Inca Manco Cápac , San Juan De Lurigancho, 2018 is high and medium with a percentage of corrosion of 72% and 16% respectively.

In conclusion, it is proposed to evaluate and make a structural repair in the most critical homes, since it has to be prevented for future constructions and these have the durability that corresponds on the other hand before a telluric movement can cause damage.

**Key words: corrosion in structures, self-built housing, structural repair.**

## **I. INTRODUCCION**

## **1.1 Realidad Problemática.**

El acero es el metal más usado para la construcción de viviendas, edificios, puentes y otras estructuras de gran magnitud en todo el mundo, es un material que al estar embebido en el concreto generan grandes resistencias, brindando estabilidad a la estructura.

Los estudios realizados de la corrosión por la Asociación Nacional de estudiantes de ingeniería civil Aneic (2017) en el entorno económico mundial, sugieren que es un impedimento universal, ya que en 1990 se realizó un análisis de impacto que producen los gastos originados por este fenómeno, el hallazgo fue entre el 2 y el 5% del PBI de cada país, destinado a componer los problemas de la corrosión.

La inconveniencia del acero es la corrosión ya que los metales se hallan en el medio ambiente en forma de óxido y por tanto el metal regresa a su estado natural que es el óxido, tal como lo define Flores, Sotomayor y Vidaud (2016), la corrosión es un proceso electroquímico que requiere un ánodo, un cátodo y un electrolito. El concreto húmedo forma un electrolito aceptable y el acero proporciona un ánodo y un cátodo. La corriente eléctrica fluye entre el cátodo y el ánodo y la reacción, da como consecuencia un crecimiento en el cuerpo del metal. Para que suceda la corrosión química el conductor metálico será la varilla de acero, lo cual evaluaremos de manera rigurosa como se manifiesta en el concreto armado.

Los aceros al quedar expuesto al medio ambiente (viviendas sin concluir), el proceso de corrosión se da con mucha facilidad provocando que el acero aumente su volumen y fisure al concreto; ya que estos elementos estructurales se encuentran libres en la intemperie, y al estar en contacto con la fuerte humedad estas comienzan a oxidarse rápidamente por el ataque de agentes agresivos, la cual también degradan al concreto perdiendo su resistencia y durabilidad, de no ser debidamente prevenido y controlado podría ocasionar el colapso de una estructura y la pérdida de vidas humanas en casos extremos. (Ver figura 1)



*Figura 1. Corrosión en el concreto armado (columna).*

De allí viene la finalidad del trabajo de investigación, la cual es buscar la forma de disminuir, neutralizar o frenar el proceso de corrosión, buscando de distintas maneras para así alargar la vida útil de la estructura de una vivienda.

En nuestro país la autoconstrucción es el causante de las edificaciones defectuosas (Ver figura 2), esto se da por no contratar a un profesional responsable. La gran mayoría de la población construye sin asistencia profesional, tal como lo indica Asociación de desarrollos inmobiliarios (ADI), las viviendas formales tienen una cifra de 18000 y las viviendas informales tienen una cifra de 30000 es decir casi el doble de la formal dándose por año. Por otro lado, la institución de Servicio nacional de capacitación para la industria de la construcción (SENCICO) especifico que, en nuestra ciudad de Lima, más del 50% de las viviendas están siendo ejecutadas de esta manera, sin especialistas y con personales no capacitados y que ahora la autoconstrucción simboliza el 60 % de los hogares que hay en nuestro país, también vale decir que ascendió a más de la mitad. Por otra parte, la asociación peruana de empresas de investigación de mercado (APEIM) nos indica que el grupo marginal con el grupo bajo superior e inferior elijen la construcción informal y está representada por el 40% a 60% de la población.



*Figura 2.* Elemento estructural defectuoso con cangrejera.

Este fenómeno se evidencia por lo general en los distritos de Lima ya que no están preparados para continuas lloviznas, algunas viviendas no cuentan con techos inclinados o techos de dos aguas que dirigen sus garuas por canaletas hacia el colector, la cual se empozan en las losas aligeradas de los niveles superiores estas humedecen al concreto y llegan al acero para comenzar con el proceso de la corrosión (ver figura 3). Este proceso crítico afecta bastante a los distritos de Villa el Salvador, Villa María del Triunfo, Sanjuán de Miraflores, San Juan de Lurigancho. La cual trae problemas de seguridad y gastos económicos para los habitantes.



*Figura 3.* Corrosión en el concreto armado (losa aligerada).

Por último, para conocer el proceso de su formación, causas y prevención es lo que nos motiva a realizar este proyecto que servirá como herramienta de estudio para los futuros ingenieros y apoyo profesional para los pobladores, enfocándonos en la evaluación de las principales causas de la corrosión.



Figura 4. Distrito de San Juan de Lurigancho, localización y límites distritales.

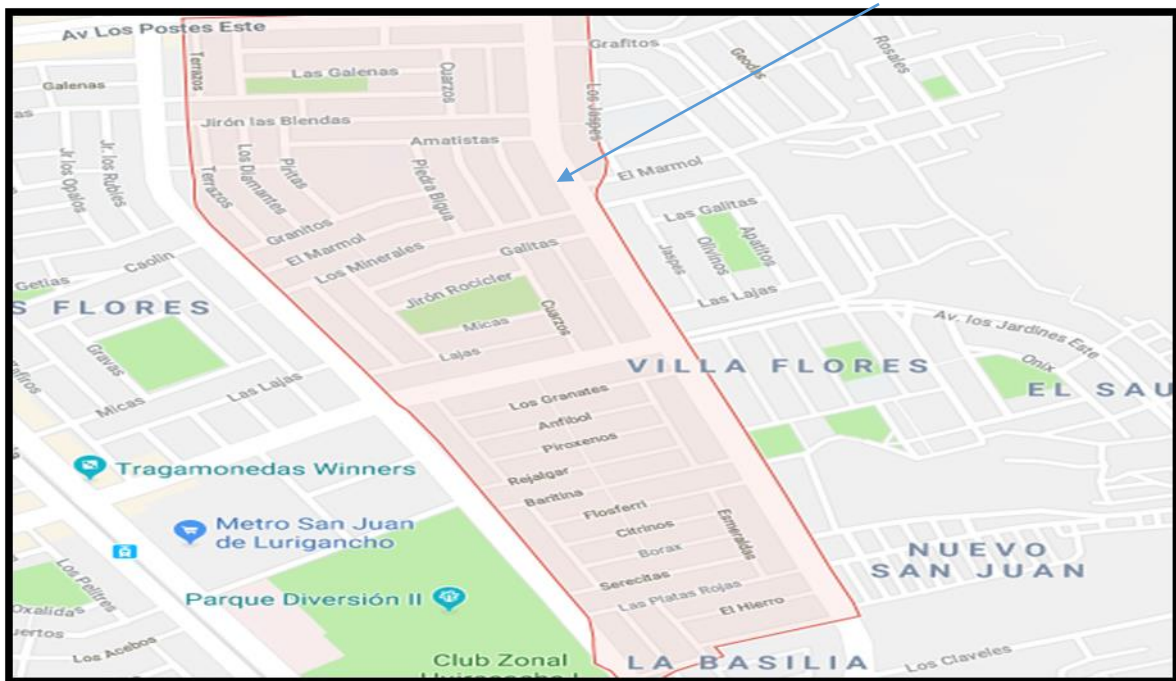


Figura.5. Localización de las veinte y cinco viviendas estudiadas.

## 1.2 Trabajos Previos

El presente proyecto de investigación se realiza con la finalidad de evaluar las causas fundamentales de la corrosión en dicho lugar ya que afecta la durabilidad y la vida útil de la vivienda, esto es ocasionado por proceso constructivo deficiente, baja calidad de los materiales.

En los países desarrollados están invirtiendo dinero en prevención y medidas para reducir el fenómeno de la corrosión, la cual genera grandes pérdidas económicas. Con la finalidad de garantizar seguridad y calidad de vida para los propietarios.

El análisis de las principales causas de la corrosión de elementos de concreto se debe apoyar en instrumentos medibles, de acuerdo a los resultados obtenidos se plantearán soluciones para contribuir con la reducción y prevención de la corrosión en el concreto armado; en beneficio de los habitantes y pobladores de dicha localidad.

### **1.2.1 Antecedentes internacionales**

El estudio de Pérez (2010) sobre “vida útil residual de estructuras de hormigón armado afectada por corrosión”, es una investigación que da entender sobre el fenómeno de corrosión en las armaduras de diferentes estructuras, donde se dio detalles de la manera como aparecen, por lo que se hicieron técnicas de detección de la corrosión y las diferentes maneras de prevenirla. Se estima que las vidas útiles de las estructuras de hormigón armado son de manera cuantitativa. Para la reparación se tendrá en cuenta el valor de la vida útil residual en una estructura deteriorada. Por las patologías dadas también se determinará la vida útil residual en la estructura. Es importante realizar una investigación precisa sobre la misma donde se consiguen informaciones precisas para hacer una estimación confiable.

El estudio de Díaz (2012) sobre “Estimación del impacto del tiempo de corrosión en la evolución del riesgo de estructuras de concreto reforzado”, menciona que la corrosión en elementos de concreto reforzado se ha visto en aumento en los últimos tiempos por efectos del medio ambiente y se ha estado presentado agrietamiento y de laminaciones en aumento.

Durante el tiempo de inicio y propagación de la corrosión del acero, tendrá un estudio de la relación entre el tiempo de corrosión del acero y el desarrollo de riesgo de una estructura de concreto reforzado.

Se presentó cambios de rigidez y una disminución en su fluencia nominal, durante la propagación de la corrosión. Por lo que se presentó la reducción de 15% en la vida útil de estas estructuras para su condición más grave de falla. Con la obtención de modelos desarrollados se hizo la comparación de los resultados, donde se obtuvo respuestas similares del tiempo de comienzo de corrosión y del tiempo de propagación de la corrosión.

El estudio de Aguilar (2013) sobre “influencia del deterioro por corrosión del acero sobre la realcalinización del concreto reforzado carbonatado”, menciona que en México existen problemas de corrosión por carbonatación en las estructuras de concreto armado donde indica que el porcentaje es elevado, esto se debe al exceso de  $\text{CO}_2$  en el ambiente, donde se adhiere en las estructuras, provocando la disminución de vida útil. Mediante los ensayos realizados para observar cómo se da el comportamiento del acero en el concreto, se llevó a cabo el registro de la humedad relativa y temperatura en el tiempo del ensayo.

Se quiere participar en la investigación con el fin de minimizar o acabar el deterioro de la estructura .se apoya a la aplicación de métodos no convencionales, las cuales tenemos a las electroquímicas. La realcalinización electroquímica hace que el concreto vuelva a hacer alcalino, minimizando su corrosión en el tiempo.

El trabajo se enfoca en determinar la eficiencia de este método relacionado a la corrosión del acero, se hizo la mezcla de concreto, una con relación de a/c de 0.50 y la otra de 0.65, el concreto fue curado durante 7 días y carbonatado completamente, cada una de las mezclas se partió en 3 niveles de corrosión, donde se hizo la aplicación del método de realcalinización electroquímica, donde dieron resultados en el pH superiores a 10 y a todo ello en 21 días de medición. Se minimizo la velocidad de corrosión y la resistividad aumento.

El estudio de Martínez (2015) sobre “evaluación de la influencia del  $\text{SO}_2$  (bióxido de azufre) como agente corrosivo en estructuras de concreto”, menciona que existen distintas metodologías para analizar o evaluar el desgaste por corrosión del acero en el concreto armado, donde las estructuras tienen ataques por cloruros y carbonatación, pero no siendo muy estudiada los sulfatos, estos sulfatos se encuentra en las lluvias acidas, a su vez agreden al concreto con mayor violencia. esta investigación tiene por objetivo determinar los efectos de la corrosión del acero de refuerzo por causa de sulfatos, el influjo del  $\text{SO}_2$ , mediante métodos colorimétricos, ensayos atmosféricos de corrosión acelerada como la temperatura, %HR,  $\text{SO}_2$ , las evaluaciones son las técnicas comunes que se toman para estudiar el efecto de  $\text{CO}_2$ , para saber cómo actúan estos agentes del ambiente.

El estudio de Castillo (2016) sobre “estudio de durabilidad de estructuras de concreto armado frente a los agentes químicos agresivos “menciona, el concreto hoy en día es fabricado para elevadas resistencias a compresión, en muchos casos no cumple con la vida



útil para la cual fue diseñado esto debido a las condiciones donde se construyen, al inicio de la investigación se da entender sobre las características del concreto, donde pasa por diversas fases en el proceso de fraguado, en el capítulo se detalla sobre los factores de deterioro del concreto en relación a los ataques de agentes químicos, como también se ve el proceso constructivo inadecuado, se realizó pruebas de laboratorio como la carbonatación, corrosión del acero e refuerzo y mediciones in situ en las instalaciones del instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja en Madrid España, finalmente se concluyó el ataque al concreto por agentes químicos, las cuales ingresan de manera profunda en el concreto, se debe a la relación a/c baja ,donde esta es una causa importante para reducir la permeabilidad del concreto.

### **1.2.2 Antecedentes nacionales**

Molina (2009) en su estudio “Monitoreo y diagnóstico de estructuras de concreto armado afectadas por corrosión de cloruros”, menciona que el ataque por cloruros en una vivienda es tan agresivo que puede llevar al colapso de la estructura de concreto armado sino es detectada y reparada a tiempo. La investigación da a conocer sobre el comportamiento del concreto armado ante al ataque de sustancias agresivas encontradas en el medio ambiente en primordial los cloruros. La corrosión por cloruros se ha estado originado en distintas estructuras que estén próximos al ambiente marino. Se ha utilizado el equipo “concrete corrosión Mapping System” para lo cual se realizó un monitoreo a los elementos estructurales de la cimentación de un tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico, se hizo un análisis del acero de refuerzo con el equipo, una vez determinado las áreas que fueron afectadas por el fenómeno de corrosión se pasó a realizar la extracción de testigos, donde se hicieron análisis del pH del concreto, profundidad de carbonatación, determinación de cloruros, concentración de sulfatos, las cuales permitieron elegir una técnica para controlar la corrosión en áreas aun no dañadas.

Cerna y Galicia (2010) en su estudio “vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material”, menciona que esta investigación está enfocada a las edificaciones de concreto armado, considerando como punto de análisis la corrosión para el comportamiento de material se manipularon distintos cuadros semejantes de daños, vida útil del material y la presencia de corrosión, donde se hicieron inspecciones técnicas para las edificaciones elegidas, se ve los diferentes asuntos de estudio o análisis de la corrosión de la armadura en el concreto, y también donde se verá con el

tiempo los efectos negativos de material que es el concreto. se hicieron diferentes análisis en 3 zonas de estudio, se utilizaron tablas y gráficos para entender la realidad o existencia de las viviendas, finalmente se dio las recomendaciones constructivas para la ciudad de Chimbote, considerando primordialmente que las estructuras tienen que ejecutarse con los requisitos del país.

De la Cruz (2011) en su estudio “Evaluación de los procedimientos constructivos y el uso inadecuado de materiales en viviendas autoconstruidas”, menciona que el objetivo de su investigación es evaluar los problemas más comunes en dichas viviendas específicas, por no seguir los procesos constructivos adecuados, y así también no seguir el uso adecuado de materiales que se emplean para tales viviendas autoconstruidas, la investigación se centra en las técnicas mínimas que deben realizarse para obtener una vivienda fiable.

La preocupación de tener sus viviendas, pero no contar con la economía suficiente los hace elegir para la construcción de sus viviendas un maestro de obra o albañil, y en algunas ocasiones hasta los mismos usuarios, sin saber los conocimientos indicados llegarán a construir con elementos tradicionales.

Mediante los estudios realizados y así encontrando los problemas, se advierte a los usuarios a contratar profesionales especialistas en construcción como ingenieros y arquitectos. La respuesta de los ensayos elaborados en el laboratorio nos enseña una pérdida económica muy grave, por no sujetarse a los procedimientos apropiados por las normas establecidas, y se muestran cartillas para el proceso constructivo que debe basarse para la ejecución de viviendas recientes. Las cartillas están centradas para la ejecución de viviendas con sistema de albañilería confinada.

### **1.3 Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1 Principales causas de la corrosión en elementos de concreto armado.**

##### **Definición de corrosión**

Sánchez (2011) indicó que la corrosión del acero es un proceso de reacción entre el metal y agentes químicos del medio ambiente; el resultado, es una oxidación destructiva del metal. En el medio natural, se pueden dar dos tipos de corrosión: la corrosión química y la corrosión electroquímica. (p.151).

Por otro lado Flores, Sotomayor y Vidaud yr(2016) concluyeron:

El acero embebido en el concreto sufre reacción química o electroquímica por el ataque de la corrosión donde destruye el acero y más con su medio ambiente, dando como respuesta las primeras capas (óxido e hidróxido) donde hace que aumente el volumen auténtico del acero hasta en siete veces, incita esfuerzos internos de tracción en el concreto. (p.17).

### Corrosión activa del acero en el concreto.

Si un elemento estructural compuesto por el concreto armado han sido procesados de manera adecuada estos llegarán a cumplir su vida útil tal como lo manifiesta Moreno (2008) “La vida útil para la cual fue diseñado el acero embebido en el concreto no tiene por qué corroerse con facilidad, es decir concreto armado estructural que fue adecuadamente dosificado, bien elaborado, buena compactación, buena calidad y curado tiene larga durabilidad”. (p.23).

Pancorbo (2013) señaló:

La corrosión en las armaduras se inicia cuando penetran en el concreto agente contaminante que rompen la capa protectora. La pérdida de esta película alcalina se debe a una acidificación del medio que la rodea provocada por dos causas fundamentales: la carbonatación del concreto o la penetración de cloruros provenientes de las sales de rocío marino que tienden a destruir la capa pasivante” (p.512).

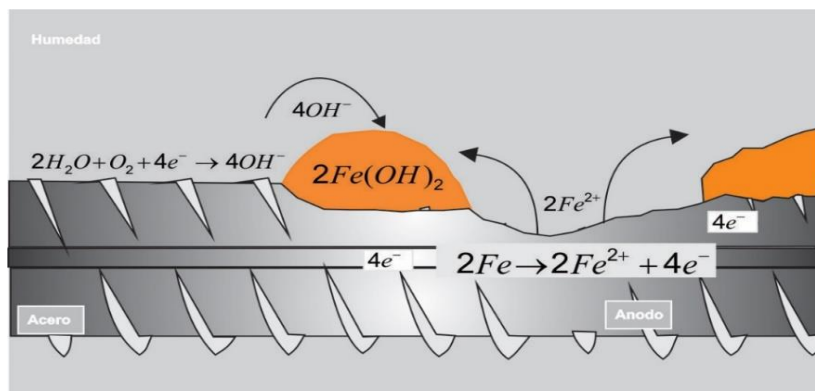


Figura 6. Proceso de corrosión adaptado por adaptado por “Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación. Pancorbo, J., 2013, p.16

El acero es el principal elemento en estructura de concreto armado, este tiende a oxidarse por naturaleza, de allí vienen los estudios de protección para la corrosión tal como lo manifiesta Pancorbo (2013), el problema principal del concreto armado es la corrosión

de las armaduras, restándole durabilidad a las edificaciones, siendo motivo de un sin número de patologías e importantes gastos de reparación. Los aceros concentrados en el concreto están protegidos por una capa de óxido que las recubre permanentemente manteniéndolas invariable por tiempo indefinido. (p.516)

### **Corrosión del acero de refuerzo**

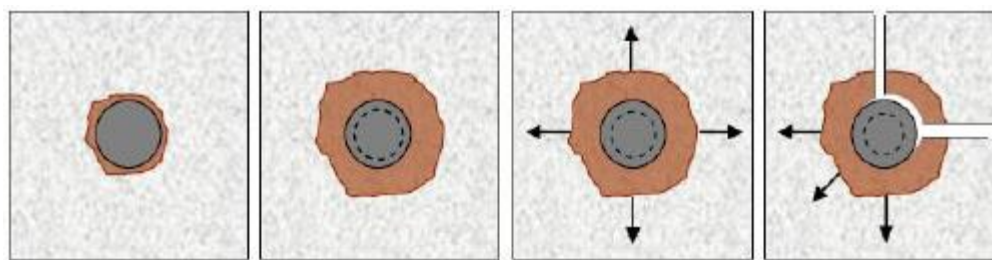
La principal causa de corrosión del acero del refuerzo concentrado en el concreto tiene inicio en una diferencia potencial electroquímica en la que es general la existencia de una corriente eléctrica que comienza el fenómeno de corrosión electrolítica, la transformación de comienzo de corrosión no empezara sin la presencia de oxígeno y humedad en el concreto. Se tienen dos efectos visiblemente distinguidos en las estructuras de concreto. Por un lado, correspondiente a la corrosión de acero de refuerzo reduciéndose la sección del acero, perdiendo así la adherencia al concreto, por lo que resulta de manera desfavorable perdiendo de esta manera sus propiedades mecánicas, por lo que pierde su capacidad de trabajo estructural. Por otro lado, se dan transformaciones volumétricas que proceden de la creación de los resultados de la corrosión, donde ciertas transformaciones ocasionan presiones de gran magnitud lo suficiente para agrietar la pasta de concreto, y en casos extremos, ocasionar desprendimiento de concreto. (Molina, 2009, p.55)

### **Vida útil**

Se entiende por vida útil, como el periodo de tiempo durante el cual la estructura es capaz de desempeñar las funciones para las cuales fue idealizada, sin necesidad de intervenciones no previstas. (Mosquera,2016, p.7)

En la norma ACI define a la vida útil como:

“vida de servicio técnica; es el tiempo en servicio de la estructura hasta que un estado inaceptable de servicio es logrado.es el caso del desprendimiento del recubrimiento, donde el nivel de seguridad está por debajo del aceptable”. (Martinez,2015, p.27)



a) inicios de la                      b) expansión                      c) inicio de tensiones                      d) Fisuración

Figura7: Proceso de Fisuración del concreto adoptado de “Evaluación de la influencia del SO2 como agente corrosivo en estructuras de concreto “por Martínez, L.,2015, p.27, Universidad nacional Autónoma de México.

### Estimación vida útil

Se sobrepasa el periodo de su vida útil cuando no cumple con las condiciones del proyecto sobre seguridad, funcionalidad y estética, sin costos repentinos de mantenimiento. Como conocemos, las estructuras de concreto armado están proyectadas y ejecutadas para complacer durante su vida útil, muchos de los requisitos funcionales, sin que se den costos repentinos por conservación y/o reparaciones. El medio donde está ejecutada una obra, limita elevadamente su vida útil, consiguiendo comenzar a lo extenso de la misma, patologías que perjudiquen su seguridad, su funcionalidad y/o estética. (Mosquera, 2016, p.21)

Tabla 1: vida útil en las estructuras.

Categoría de vida útil de calculo	vida útil de cálculo indicativa	Ejemplos
1	10	Estructuras temporales.
2	10 a 50	Partes de estructuras reemplazables, por ejemplo; vigas de rodadura, aparatos de apoyo.
3	15 a 30	Estructuras Agrícolas Y similares.
4	50	Estructuras de Edificios Y otras estructuras comunes.
5	100	Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil.

Nota: Nos indica la vida útil para nuestras estructuras que es de cincuenta años adaptado de “Análisis comparativo de Normativas ACI 318-14 YEHE-08” por Mosquera, E.,2016, p.21.

### Concreto

Medina (2014) describió:

El concreto es una roca artificial unida por agregados finos y agregados gruesos y su componente principal el cemento, trabaja de forma óptima a la compresión, pero débil a la tracción, en el uso de edificaciones es fundamental unirlo con otro material para así resistir a la tracción. (p.1)

### Concreto armado

Los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E, 2015) mencionaron: “El concreto armado se da al juntar el acero con el concreto, gracias a una buena adherencia entre ambos, da como resultado una adecuada transferencia de propiedades mecánicas: alta resistencia a la compresión y tracción en los elementos estructurales”. (p.504)

### Calidad del concreto

Para llegar a tener una buena calidad de concreto, se debe exigir un procedimiento minucioso, mediante ensayos de laboratorio así obtener las características precisas de cada componente tal como lo manifiesta Sánchez (2013), describiendo que el concreto está compuesto de cemento calcáreo, agua, agregados o áridos, aire y aditivos. El cemento en el concreto ocupa un volumen entre 7% y 15% de la mezcla, teniendo propiedades de adherencia y de cohesión, el agua es el Segundo componente donde, ocupa un volumen entre el 14% y 18% de la mezcla e hidrata con cemento portland. Los agregados son el tercer componente donde, ocupan entre 59% y 76% del volumen de la mezcla de concreto, son materiales de forma granular o finas. En el concreto podemos encontrar pequeña cantidad de aire atrapado 1% y 3% del volumen de la mezcla de concreto. (p.22)

Tabla 2. Tipos de cemento para calidad del concreto.

ASTM TIPO II.	Es un cemento modificado que se usa cuando se necesita tomar precauciones contra el ataque de sulfatos moderados, como suceden en estructuras de drenaje donde las concentraciones de sulfato en el suelo o en los mantos acuíferos son más alta de lo normal, pero no son tan severas
ASTM TIPO V	Es un cemento sulfato-resistente, se usa principalmente cuando el suelo o los mantos freáticos en contacto con la estructura de concreto tienen un contenido alto de sulfato. Logra su resistencia más lentamente que el tipo I.

*Nota:* Son los tipos de cemento que se dará para la calidad del concreto adaptado de “Durabilidad y patologías de estructuras de concreto” Pancorbo, J., 2013, p.22.

La vida útil de un elemento de concreto armado dependerá mucho de una efectiva relación agua/cemento para así obtener una dosificación con baja permeabilidad tal y como lo señala Flores, Sotomayor y Vidaud (2016), expresando que la durabilidad del concreto está vinculada con la baja permeabilidad y este a su vez con la relación a/c adicionando aditivos puzolánicos para la formación de productos de hidratación (silicato de calcio hidratado) estos constituyen elevar la resistencia y reducir la permeabilidad en lo posible para cumplir los parámetros de durabilidad sobre esto se toma el ACI 318s-14, donde hace énfasis en limitar el grado de presencia de agua existente en el lugar donde se edificará la estructura. ( p.23).

Por otro lado, Montejo, Montejo & Montejo (2013) mencionaron:

El reemplazo elevado de cemento portland por puzolana de manera adecuada da como respuesta una minimización de permeabilidad que no se puede lograr obtener de otra manera o forma, La puzolana al ser aplicable en el concreto minimiza a edades altas la permeabilidad. (p.131).

Por último, Paredes (2018) concluyó:

Los factores que dependen directamente de la calidad del concreto son: la relación a/c tipo de cemento, proporción y características de los agregados, la colocación, la compactación, el curado, la porosidad y permeabilidad, el uso de aditivos entre otros". (p.1). Mucho dependerá de la calidad del concreto ya que es una causa importante para una durabilidad estructural, tomando en cuenta los estudios y verificaciones que se harán de manera adecuada.

### **Relación agua/cemento**

La permeabilidad del concreto es una causa importante que interviene en su resistencia al ser atacado por los sulfatos. Cuando se obtiene materiales de buena calidad, proporcionamiento conveniente y una adecuada práctica, la permeabilidad del concreto es una vinculación directa de su vinculación agua-cemento y del tiempo de curado. En conclusión, la resistencia a sulfatos del concreto se aumenta al minimizar agua-cemento. (Garzón, 2013, p.26)

## Calidad de los aditivos y las adiciones

La norma es muy importante para la selección de nuestros aditivos a la hora de construir, tal como lo menciona Sánchez (2013) “los aditivos que se emplean en el concreto deben cumplir con las especificaciones dadas por las normas, los aditivos se clasifican y especifican como se muestra”. (p.42)

Tabla 3. Tipo de aditivos ASTM - C494 es:

DESCRIPCIÓN	TIPO
Reductor de agua	A
Retardante	B
Acelerante	C
Reductor de agua y retardante	D
Reductor de agua y acelerante	E
Súper reductor de agua	F
Súper reductor de agua y retardante	G

*Nota:* Los tipos de aditivos de reductor y acelerante adaptado de “Durabilidad y Patología del Concreto” por Sánchez, D.,2013, p.42.

## Curado

Medina (2011) explicó:

El curado es muy importante ya que de esto dependerá un porcentaje de la resistencia del concreto. La finalidad es que el concreto permanezca húmedo después de horas de secado y temperatura ambiente que se encuentre los elementos estructurales, para que así el concreto llegue a su resistencia indicada. El concreto armado logra temperaturas apreciables a lo largo del fraguado y la primera etapa de endurecimiento (dos días), produciéndose desgaste de agua por evaporación. Al secarse la mezcla se crea poros en el concreto. Se verá la resistencia de 30% a 50% cuando se consiga un correcto curado, así logrará que la impermeabilidad del concreto sea elevada. Lo más común es la de garantizar el mantenimiento de la humedad por medio del roció del concreto, pero no produciendo el lavado de su parte externa, es decir realizando justo cuando ha alcanzado el endurecimiento ligero la misma a las seis u ocho horas. (p.13).

## Requisito mínimo de curado

Montejo, Montejo, Montejo (2013) describieron:



La lluvia, la niebla, la humedad alta, la baja temperatura estas son técnicas naturales de curado correcto, cuando su efecto es el de mantener húmedo al concreto a lo largo de los primeros 14 días, 7 días si está hecho con cemento tipo I, y en los primeros 3 días si está hecho con cemento tipo III. Por lo que tiene que estar permanente a una temperatura por encima de los 10 °C. (p.331).

### **Espesor del recubrimiento**

El ataque de agentes corrosivos al concreto armado dependerá mucho del espesor del recubrimiento, a mayor espesor más tiempo de vida útil de la estructura como lo manifiesta Sánchez (2013), fundamentando que el ingreso de carbonatación, se realiza a una velocidad que sigue una ley que es función de la raíz cuadrada del tiempo. Quiere decir que, si el recubrimiento del concreto sobre el acero disminuye a la mitad, la situación crítica para un riesgo de corrosión se logra en la cuarta parte del tiempo, el valor mínimo de protección de armaduras debe ser de por lo menos 3.5 cm. (p.155)

### **Recubrimiento de concreto para el refuerzo.**

Para el cuidado del refuerzo expuesto al aire libre se calcula desde la parte exterior o superficial del concreto hasta la parte superficial del acero, lo cual indicaremos en el recubrimiento. Si el refuerzo transversal une las barras importantes, se debe medir hasta la parte externa de los estribos o espirales, si se trabaja más de una capa sin estribos, hasta la capa externa de barras. (ACI 318s-11, 2011, p.7)

Los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E, 2015) indicaron: “el Concreto construido en sitio (no pre esforzado) debe proporcionarse el siguiente recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo”. (p.442)

Tabla4. Recubrimiento mínimo para concreto (no pres forzado)

<b>RECUBRIMIENTO MINIMO PARA EL CONCRETO</b>			
-Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él: 70mm.	-Concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie: barras de 3/4" y mayores: 50mm	-Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: losas, muros, viguetas: barras de 1 11/16" y 2 1/4":40mm. –barras de 1 3/8" y menores: 20mm.	– cascaras y losas plegadas: barras de 3/4" y mayores: 20mm.
	– barras de 5/8" y menores, mallas electro soldadas: 40mm.	–vigas y columnas; Armadura principal, estribos y espirales: 40mm	– barras de 5/8" y menores: 15mm.
			– mallas electro soldadas

*Nota:* En la tabla se observa el recubrimiento mínimo que debe tener cada elemento estructural adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, p.442.

### Permeabilidad del recubrimiento

Díaz, Pasquel, Sotomayor y Baca (2016) describieron:

Que a través de los poros de concreto se expandirá el O<sub>2</sub>, que produce corrosión debido a la humedad y a un diferencial de potencial eléctrico, y la expansión de CO<sub>2</sub> ocasionara la carbonatación y reducción de PH del concreto, el espesor y calidad del recubrimiento son primordiales para reducir el peligro de corrosión. (p.71).

Tabla 5. Agrietamiento inducido por corrosión.

<b>Relación R/D</b>	<b>Recubrimiento (mm)</b>	<b>Diametro varilla AS</b>	<b>(%)de corrosión que produce agrietamiento</b>
7	89mm	1/2"-(13mm)	4%
3	38mm	1/2"-(13mm)	1%

*Nota:* la tabla da indicar el recubrimiento para evitar la corrosión en el acero adaptado de "Durabilidad y Patología del Concreto" por Díaz, Pasquel, Sotomayor y Baca 2016, p.71.

### Acero de refuerzo expuesto por falta de recubrimiento.

El poco recubrimiento manifiesta al acero a la acción de los agentes agresivos del ambiente como son los sulfatos o cloruros minimizando la durabilidad del concreto; en varios casos el acero queda exhibido debido a un mal uso o manejo de la cimbra a causa de que no se consideran las medidas importantes para que el acero quede totalmente embebido o ahogado en el concreto, en la actualidad se presentan separadores coloquialmente llamados "poyos" que favorecen que se realice el espacio entre el acero y la cimbra para poner

en practica con el recubrimiento requerido y que el acero no este expuesto.(Castillo,2016,p.18)

## **Carbonatación**

El concreto es un componente de alta resistencia que protege al acero, manteniendo un pH alcalino que contribuya a regular la carbonatación manteniendo pasivado al acero tal como lo manifiesta Pancorbo (2013), que la carbonatación es originada por la reducción del PH, que se da cuando el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) responde con la humedad dentro de los poros de hormigón mezclándose con el hidróxido de calcio, el concreto con su ambiente altamente alcalino (pH de 12-13), protege al acero de refuerzo embebido contra la corrosión. (...). Por debajo del pH 9.5, comienza la corrosión dando resultado un agrietamiento del hormigón, la velocidad de penetración y la profundidad de carbonatación son influenciadas por muchas causas como el contenido del cemento, las diferencias de temperatura y la repetición con que se alteran la superficie del hormigón. Para el caso del hormigón armado, la carbonatación es un fenómeno donde origina deterioros estructurales, y al ser alcanzada la armadura por tal fenómeno empezara a oxidarse (p.520).

Una adecuada relación agua /cemento (a/c), una adecuada compactación y un curado apropiado dará un concreto de menor permeabilidad y por tanto va prevenir la carbonatación, por lo indicado tomaremos en cuenta la normativa mundial donde nos indica la relación a/c (menores a 0,5 en peso) se reducirá la permeabilidad de la mezcla haciendo la vibración sin segregación al momento de la colocación y el curado húmedo nombrado para el tipo de cemento. (Sánchez, 2013, p.50).

La capacidad de carga de refuerzo de una estructura va disminuir ya que es afectado por la corrosión uniforme y la corrosión por picadura tal como lo manifiesta ou y dang (2014) que la carbonatación en estructuras de concreto armado producirá el deterioro más común de corrosión del refuerzo por el ingreso de cloruros. Por la corrosión uniforme se producirá la disminución de área de sección transversal. Por otro punto se dará corrosión por picadura con el ingreso del cloruro en el área de sección transversal que también tendrá reducción desigual. Los dos tipos de corrosión disminuyen la capacidad de carga de refuerzo (...) la difusión de la corrosión eleva la presión interna en el fondo del concreto, cuando la tensión de tracción supera la resistencia a la tracción del concreto, lleva a la formación de grietas y desprendimiento del hormigón. (p.1).

Una de las causas que afecta a los elementos de concreto armado ingresando por los poros y disminuyendo el PH del concreto es la carbonatación tal como lo explica Sánchez(2013), que la carbonatación es llamada también como “frente de carbonatación”, y es muy relevante tener en cuenta lo perjudicial de este fenómeno para la durabilidad del concreto, a medida que avanza su ataque en el recubrimiento esta va perdiendo su capa protectora ,por lo que está llena de poros y que por medio de ello se dará el pase del dióxido de carbono para así de esta manera hacer su reacción, veremos que el pH del concreto de 13 baja a 9 y de este modo dejara de proteger al acero de refuerzo y así originándole la corrosión (ver figura 7) .Si la humedad relativa del medio esta entre 65% y 98% y la permeabilidad es mayor se presentara este fenómeno con mayor intensidad, pero si el concreto permanece seco no hay carbonatación .La carbonatación también puede suceder por presencia de CO<sub>2</sub> en el suelo que es producido por diferentes medios como la lluvia al absorber CO<sub>2</sub> y este ingrese al suelo otro es por descomposición de materia orgánica ( p.129).

Pancorbo (2013) señaló, que la carbonatación tal vez se da por un “deslavado” cabe decir por el movimiento de aguas ligeramente acidas y por la reacción de compuestos de carácter básico presentes en el concreto con ingredientes ácidos presentes en la atmosfera, siendo la carbonatación el fenómeno más redundante, debido a la reacción química del cemento con elementos acidas tan sencillos como el dióxido de carbono en la atmosfera o los gases que desprenden los motores de combustión ;estos gases se mezclan con el ambiente húmedo, dirigiéndose hacia el interior del concreto logrando que pierda su alcalinidad.(p.514)

### **Factores que afectan la carbonatación**

Así como se nombró antes, el desarrollo de carbonatación es totalmente normal, lo cual se empeorará por variables normales que se presentan en el concreto. La elevación de carbonatación va depender principalmente de la capacidad de humedad del concreto, del contenido de materia alcalina carbonatada del concreto y de la porosidad. La existencia de humedad en el concreto es importante para que se forme la carbonatación, así, si los poros están totalmente secos. El CO<sub>2</sub> se podrá esparcir fácilmente por medio del concreto por lo que las limitaciones lo acepten, pero no se podrá reactivarse correspondiente a la escasez de agua.

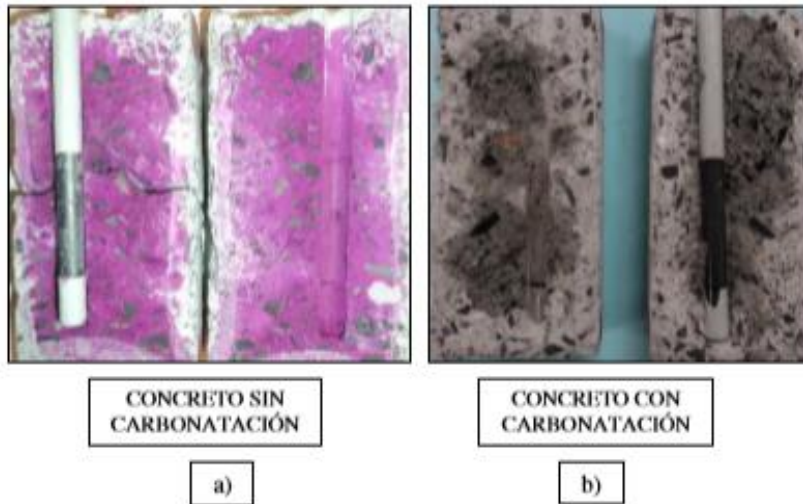
Si los poros están totalmente repletos se dice de una leve carbonatación correspondiente a una baja solubilidad del  $\text{CO}_2$  en el agua. Si el poro se presenta saturado de agua donde la humedad relativa va del 50% al 80% son cuando se presentan las situaciones óptimas para la carbonatación.

La infiltración en el concreto conducirá a una elevada carbonatación. Ya que se debe tener presente los estándares para la elaboración de concreto de menor permeabilidad. Donde están incluidas las relaciones bajas de a/c compactación adecuada por vibración, un curado apropiado y el uso de materias capaces de carbonatarse como puzolanas. Dichas pruebas minimizan la permeabilidad del concreto y realizan más complicado para que el dióxido de carbono se publique por medio de él. La presencia del  $\text{CO}_2$  en el ambiente depende en mayor medida de la labor económica (industrial), por lo mismo los lugares más perjudicados de carbonatación son las zonas urbanas, por lo que se logran mayor aglomeración de óxidos sulfurosos y nitrosos, que dañan las estructuras de concreto armado del mismo modo que la carbonatación. (Molina, 2009, p.40)

Las principales causas que se debe estimar en la carbonatación del hormigón dan referencia a la porosidad, el tipo y la cantidad de cemento, el grado de compactación, el ejemplo y el tiempo de curado, la relación agua/cemento, y las limitaciones ambientales. (Galan,2011, p.5)

### **Penetración de la carbonatación**

El índice de ingreso de la carbonatación se conduce a cabo ejecutando un corte a una cara de concreto sometido a carbonatación ,esparciéndola con una disolución indicadora llamada la fenolftaleína y alcohol, se observa claramente de la carbonatación del concreto en la figura9.la transformación de coloración hacia un tono rosa, señalara cierta parte del concreto (área) sin carbonatar, por lo que un ambiente de alta basicidad, de otro modo a una parte del concreto(área) rociada y sin transformación de coloración, que señalara una región carbonatada del concreto, resultando a comprender que en ese lugar ¿ se tiene un medio relativamente más agresivo.(Aguilar,2013,p.53)



*Figura 8.* Aspecto de un concreto a) sin carbonatación y b) con carbonatación total, al emplear la prueba de fenolftaleína adaptado de “influencia del deterioro por corrosión del acero sobre la realcalinización del concreto reforzado carbonatado” Aguilar, J., 2013, p.53, Universidad Autónoma de Nueva León.

### **Concentración de Co<sub>2</sub>**

El desarrollo industrial, por un lado, ha ido dejando una gran cantidad de desarrollo económico y social, por otro lado, ha llevado a efectos ambientales dañinos como altas emisiones de Co<sub>2</sub> hasta lograr porcentajes de 0.1% en ambientes industriales urbanos, y que puede cambiar hasta un 0.03% en regiones rurales. La velocidad de carbonatación es directamente proporcional al contenido de Co<sub>2</sub> en el aire. Ensayos acelerados llevados a cabo en laboratorio para comparar la resistencia a la carbonatación en diferentes tipos de concreto muestran que, una semana de exposición a una atmósfera que tiene un 4% de Co<sub>2</sub> ocasionara la misma penetración de la carbonatación que un año de exposición en una atmósfera normal.

Algunos investigadores proponen que con una elevada concentración de Co<sub>2</sub>, la porosidad del concreto carbonatado es mucho más que la lograda por una exposición natural, particularmente (Aguilar, 2013, p.56)

### **pH. del concreto**

El valor elevado del PH en el concreto es muy importante ya que mantendrá pasivado al acero para la corrosión del refuerzo. Se da inicio de corrosión en el acero de refuerzo por la carbonatación de concreto y esto a causa del PH del agua del poro, por el cual ha sido medido utilizando un indicador ácido base que se propaga sobre una parte del concreto recién sometido. Este pH solo nos da información del agua del poro. (Aguilar, 2013, p.61).

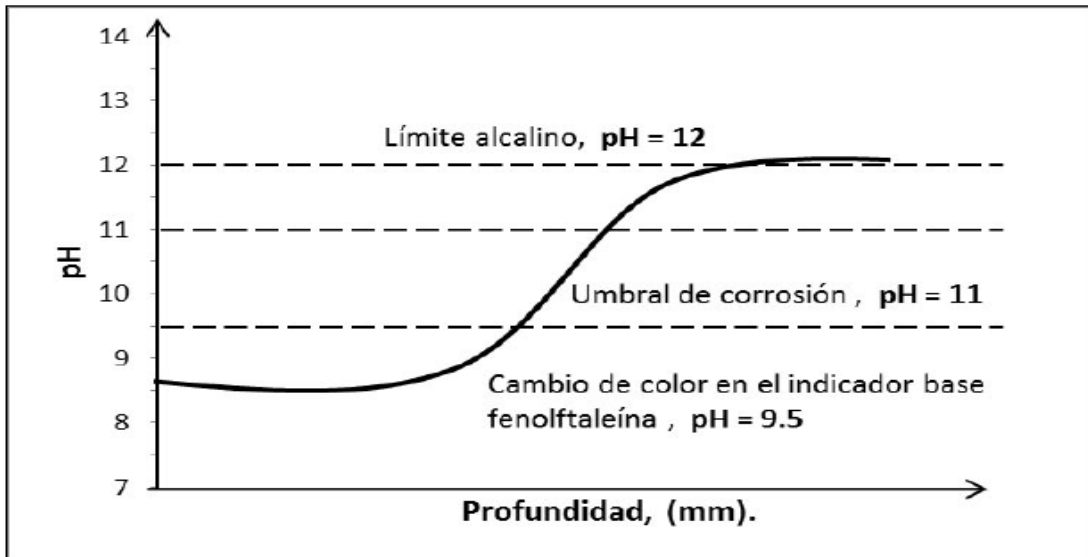


Figura9: Cambio de color del indicador base fenolftaleína y umbral de corrosión adaptado de “influencia del deterioro por corrosión del acero sobre la realcalinización del concreto reforzado carbonatado” Aguilar, J.,2015, p.61, Universidad Autónoma de Nueva León.

### Indicador de pH disolución de fenolftaleína.

El indicador de pH fenolftaleína permite distinguir tres tipos de zonas de pH, menor a 8, donde la solución se torna incolora, entre 8 y 9,5, donde se forma de una tonalidad rosa suave, y más de 9,5, donde logra un color rojo purpura intenso. En la previsión de la corrosión del hormigón armado la coloración por fenolftaleína es un método muy aplicable o utilizada, de acuerdo al pH por debajo de 8 el acero se puede corroer, en cambio que a pH muy alcalinos se encuentra pasivo. A la profundidad que logra la zona de pH menor a 8, zona incolora, se le suele denominar profundidad de carbonatación. (Galán, 2011, p.27)

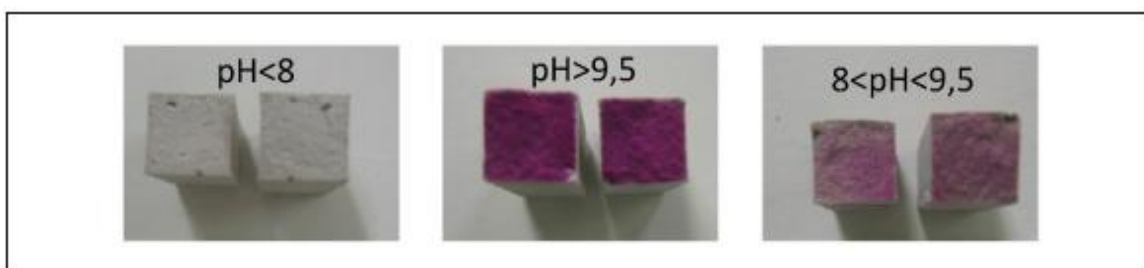


Figura10: Tonalidades de la fenolftaleína adaptado de “Carbonatación del hormigón: combinación de Co2 con las fases hidratadas del cemento y frente de cambio de pH “Galán, I.,2011, p.27, Universidad Complutense de Madrid.

### pH del suelo

Gonzales (1984) señaló, que los suelos están formados por la degradación de las rocas estos se van convirtiendo en polvo dando lugar al firmamento, las formas de disgregación de las rocas forman arcillas, limos y arenas, también contienen a su vez materia

orgánica, abonos contaminación industrial por todo este proceso la característica de un suelo cambia contundentemente. El suelo muy ácido tiene un pH menor a 4.0 este tiene un violento ataque corrosivo y se encuentran en terrenos pantanosos, suelos contaminados con relaves minero. La mayoría de los suelos tiene un pH de 5 a 8 esto refiere a que la corrosión no siempre depende del pH. Los ácidos de moderados a fuerte (mayores de 4) pH son considerados muy agresivos. Los ácidos del pH (6 a 6.5) se les llaman agresivos, los poco alcalinos pH (6 a 8.5) se le llama no agresivo, los mayores a (pH 8.5) muy alcalinos se le llama condicionado. (p.159).

### **Agentes agresivos del medio ambiente.**

Sánchez (2016) indicó:

El concreto armado simple o reforzado al ser rodeada por diferentes situaciones del medio ambiente, afecta de manera directa sobre los procesos de deterioro de la estructura para esto se debe tener en cuenta los climas (macroclima, el clima local y el macroclima). No hay ningún problema cuando nuestra estructura esta exhibidas al aire en un macroclima pero cuando se encuentra en aire con smog y lluvias acidas su impacto sobre el concreto puede ser alto. (p.45)

### **Clasificación de la agresividad del medio ambiente**

Veremos tres clasificaciones del ambiente tal como lo manifiesta Sánchez (2016) Ambiente ligero o débil; nos indica lo interior de las edificaciones de vivienda (dormitorios, salas, almacenes, etc.) en conclusión da referencia al ambientes secos y rurales donde la humedad relativa es inferior a 60%. Ambiente moderado; humedad relativa entre 60% y 98% el interior de las edificaciones (baños, cocinas, garajes, lavanderías, etc.) son húmedos y cambiantes en ambientes rurales lluviosos y urbanos. Ambiente severo; humedad relativa de 60% a 98% ambientes húmedos, marinos y urbanos. Ambiente muy severo; elementos estructurales expuestos en aire saturados de sal es decir son las zonas sumergidas en agua de mar y ambientes industriales muy agresivos. (p.34)

Díaz, Pasquel, Sotomayor y Baca (2016) enunció: “La zona donde se construye es muy importante, ya que ahí se verá si el concreto sufre degradación por las condiciones climáticas.” (p.10)



Tabla 6. Climas para agentes agresivos.

<b>Climas cálidos húmedos</b>	<b>Climas fríos</b>	<b>Climas secos</b>	<b>Ambientes marinos</b>
Presentación de aguas agresivas que atacan el concreto.	Los climas fríos están relacionados con la humedad relativa alta, donde se observará que por el congelamiento y deshielo se produce las fisuras.	En ambiente contaminado de co2 se presentara la carbonatación.	Excesiva presencia de iones cloruros.

*Nota:* la tabla nos da indicar que tipo de climas provocara que nuestro concreto sea afectado y así posteriormente nuestro acero llegue a corroerse adaptado de “durabilidad y patología del concreto” por Díaz, Pasque&Baca,2016, p.111.

Debe elevarse el espesor del recubrimiento de manera adecuada, también se debe considerar su densidad y porosidad o si hay otra clase de protección para el concreto, esto para ambientes corrosivos que atacan de manera severa. Para esto tendremos los elementos de concreto pre esforzado que están a la intemperie de ambientes corrosivos u otras situaciones graves de exposición, y que se localizan dentro de la clase T, tendremos el recubrimiento mínimo para el refuerzo pre esforzado. (ACI 318S-11,2011, p.18)

Tabla 7: Categorías de ambiente riesgo de corrosión (Norma une en ISO14713)

	<b>CATEGORIA DE CORROSIVIDAD (AMBIENTES)</b>	<b>RIESGO DE CORROSION</b>
<b>C1</b>	Interior: Seco	Muy bajo
<b>C2</b>	Anterior: Condensación Ocasional Exterior: Rural en el interior del país	Bajo
<b>C3</b>	Interior: Humedad elevada, aire ligeramente contaminado Exterior: Urbano en el interior del país o costero e baja salinidad.	Medio
<b>C4</b>	Interior: Piscinas, plantas químicas, etc. Exterior: Industrial en el interior del país o urbano costero.	Elevado
<b>C5</b>	Exterior: Industrial muy húmedo o costero de elevada salinidad.	Muy elevado

*Nota:* La tabla da indicar el riesgo de corrosión según el ambiente adaptado de “Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación” ACI 318S-11,2011, p.18

## **Porosidad**

Sánchez (2013) describió:

La porosidad se le puede conceptualizar a la cantidad de espacios vacíos que quedan embebido dentro del material, por la dependencia del aire naturalmente atrapado y de la evaporación del agua libre de la mezcla y dependiendo de su tamaño encontraremos: poros de aire o macroporos; por lo común el diámetro es mayor de 0,2 mm, poros capilares; su forma va desde 0,02mm y 0,2 mm de diámetro, poros de gel o microporos; por lo común aquí los poros no intercambian agua con el medio ambiente. (p.24)

### **Interacción de poros con el medio ambiente**

Sánchez (2013) indicó:

Para que haya deterioro en el concreto como también en el acero de refuerzo debe darse contacto con el medio ambiente, por lo que habrá intervención de la permeabilidad del concreto a los fluidos a través de los poros y el microclima, que rodea a la superficie del concreto. (p.24)

### **Permeabilidad**

Sánchez (2013) enunció: “La permeabilidad en el concreto al ser atravesado por un fluido, por causa de diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material; por lo general la permeabilidad se determina por el caudal filtrado de agua”. (p.26)

### **Corrosión por sulfatos**

El sulfato es un causante del deterioro de la estructura en zonas agroindustriales y cercanas al mar tal como lo detalla flores,Sotomayor,vidaud (2016),donde se destruye las estructuras de concreto por ataque de sulfatos en rango de 10 a 20 años, el agua del mar es una de las principales fuentes naturales de sulfato. El sulfato va manifestándose en las aguas subterráneas, aguas de uso industrial y agrícola, también en la mayor parte del suelo se manifiesta en sulfato de calcio con rango de 0.01% a 0.05%. (p.13).

El deterioro en el concreto se da por la concentración de sulfato donde este se encuentra naturalmente en el suelo y se dará por dos reacciones químicas, el sulfato de calcio que es la combinación del sulfato con hidróxido de calcio (cal libre) y el otro la combinación de yeso con aluminato hidratado de calcio, la reacción de ambas tiene como respuesta un aumento de volumen sólido.(...) se puede decir que hay una pérdida de adherencia entre la pasta de cemento y las partículas de los agregados, en suelos arcillosos, los abonos arti-

ficiales y el estiércol encontramos sulfatos y mayor proporción en el mar que ataca de manera agresiva al Concreto. (Sánchez, 2013, pp.131 132).

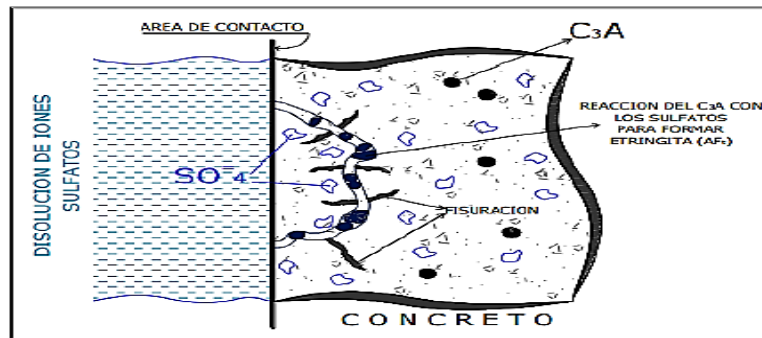


Figura 11: Acción de los sulfatos adoptado de “Evaluación de la influencia del SO2 como agente corrosivo en estructuras de concreto” por Martínez, L., 2015, p.29, Universidad nacional Autónoma de México.

### Exposición a sulfatos

El concreto debe basarse según la (tabla.8) por estar expuesto a soluciones o suelos sulfatados. El concreto tiene que estar hecho de cemento que acredite resistencia a los sulfatos y más importante que tenga una adecuada relación agua/material cementante elevada y un  $f_c$  mínimo según (tabla 9). Para llegar a tener concretos durables es importante tener reducida relación agua-material, resistencia, adecuado contenido de aire, bajo asentamiento, adecuada compactación, uniformidad, recubrimiento adecuado del refuerzo y suficiente curado húmedo para desarrollar las propiedades potenciales del concreto (R.N.E, 2015, p.429).

Tabla 8. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfato

	Sulfato soluble en agua( $SO_4$ ) presente en el suelo porcentaje en peso	Sulfato en agua( $SO_4$ ) en el agua ppm	Tipo de cemento	Relación máxima agua-material cementante (en peso) para concretos en peso normal	$f'_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0.0 < SO_4 < 0.1$	$0 < SO_4 < 150$	-	-	-
Moderada	$0.1 < SO_4 < 0.2$	$150 < SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS, I8PM)(MS), I(SM)(MS)	0.5	28
Severa	$0.2 < SO_4 < 2$	$1500 < SO_4 < 10000$	V	0.45	31
Muy severa	$2.0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana	0.45	31

Nota: En el cuadro podemos ver la clasificación que pertenece nuestro concreto a estudiar adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, 429.

Los sulfatos encontrados en el medio ambiente reaccionan en contacto con el concreto de alta permeabilidad tal como lo menciona Pancorbo (2013), las estructuras de concreto al tener contacto con suelos y agua pueden ser atacadas de manera agresiva por lo que están concentradas de sulfatos y estas se encuentran en el medio ambiente de manera natural. La forma como atacaran los sulfatos dependerá en que cantidad se encuentran en el medio ambiente, en diversas zonas sus suelos y aguas contienen gran cantidad de sulfatos por lo que recibirán el nombre de “agresivos”. La etringuita combinación de sulfato con hidratos de aluminatos trialcalico (AC3) del cemento es la principal causa de corrosión en el concreto endurecido. Se producen fisuraciones por la etringuita por lo que su ataque al interior del concreto producirá esfuerzos internos y estas fisuras hacen de que sea más fácil el ingreso de más sulfato pudiendo provocar la degradación en el concreto. (p.518)

Tabla 9. Agresividad del medio ambiente en función del contenido de sulfatos.

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

*Nota:* En la tabla nos indica si es muy fuerte la agresividad del sulfato según el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, p.518

Se determina que por los estudios de aditivos la estructura tendrá un alargamiento de vida útil tal como lo menciona Díaz, Pasquel, Sotomayor y Baca(2016), afirmando que las adiciones puzolánicas se viene usando en países europeos para estructuras marinas, el uso de escoria granulada fina mezclada con cemento hidráulico y aglomerantes da como respuesta a una baja permeabilidad y a la entrada de iones cloruros, alargando la vida útil de la estructura para más de cien años en situaciones ambientales violentos y/o agresivos. (p.13).

### **Ataque por sulfatos**

Los sulfatos se encuentran en distintos grados de concentración en el ambiente o naturaleza. Cuando se hallan en concentraciones mínimas, se estima completamente inofensivo, pero a medida que aumenta su grado de concentración, su existencia se convierte una condición de peligro para las estructuras de concreto por lo que puede resultar transformaciones volumétricas en los elementos, ocasionando de esta forma fisuración y desgaste o deterioro precoz del concreto. Se tiene que resaltar que la situación más perjudi-

cial cuando se hallan sulfatos es cuando estos se presentan solubles en agua. por lo mismo es de suma importancia, tener presente los contenidos máximos de sulfatos. (Molina,2009, p.54)

### Corrosión por cloruros

El tipo de cloruros va definir el ataque violento al concreto y así mismo despasivado la armadura tal como lo manifiesta Pancorbo (2013) Los iones son agentes que actúan en el concreto ingresando por los orificios, al estar disuelto en medio del concreto y quedarse detenido puede encontrarse en varios estados: cloruro libre; se mueve por el interior del concreto en medio del agua que contienen los poros siendo el más peligroso por des pasivar la armadura y comenzar su corrosión, ubicándose en determinados puntos del acero. Cloruro combinado; esta adherido a la parte solida del hormigón, este queda detenido sin trasladarse al fondo del hormigón, aunque este no sea tan peligroso como el ion libre no se puede descartar ya que este ion puede ser liberado en algunas circunstancias un claro ejemplo es la carbonatación del hormigón donde este va producir su liberación. Cloruro total; es el resultado de las concentraciones de ambos. (p.515).

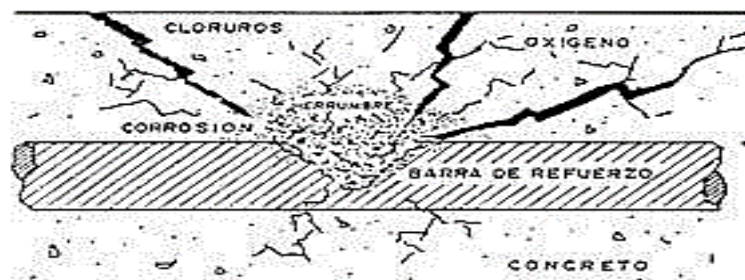


Figura 12. Proceso de corrosión por ion cloruro adaptado por “Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación. Pancorbo, J., 2013, p.16

Nos indica que los iones de cloro derivan de sales inorgánicas que frecuentan en la naturaleza, de allí que se encuentran en el concreto. La presencia demasiada de cloruro en la estructura se origina por vía externa y vía interna. Vía interna; los iones de cloro ingresan en el concreto desde el proceso de fabricación de la mezcla del concreto es decir pudo venir en los agregados, en el agua o en el cemento. Vía externa; cuando los cloruros se localizan en el ambiente, éstos se propagan por el aire, agua o suelo, ingresando en la estructura por grietas y fisuras. (Martínez, 2015, p.21)

La realización de un buen concreto disminuirá la corrosión por iones de cloruro en las estructuras tal como lo indica los iones cloruros que se presentan en el ambiente ingre-

san en el concreto deteriorando la capa protectora que protege el acero este fenómeno en lo común se da en zonas cercanas al mar, la situación negativa del ambiente produce rápido ingreso de la corrosión en el acero de refuerzo. Los componentes del concreto (el cemento, agua, agregados, aditivos) o también el medio que la rodea, estos pueden prevenir el fácil ingreso de los cloruros. (p.2)

Mientras más sean los poros en el concreto es debido a la inadecuada elaboración de la misma, el ingreso de cloruro será mayor tal como lo expresa zhiming,tiejun,xiao y ting (2014), el ingreso de cloruros provoca la corrosión de barras de refuerzo esto determina la durabilidad del hormigón armado. Se convierte más grave la durabilidad del concreto en el peligroso ambiente (...) el ingreso de cloruro en el concreto se hace más rápido a causa del aumento de los poros y grietas. Así mismo, la corrosión producida en las barras de refuerzo por cloruros es uno de las principales formas de ataque. (p.1)

Sánchez (2013) indicó:

El ataque de cloruros produce picaduras que rompen la capa pasivadora del acero de refuerzo, iniciando el proceso anódico y reduciendo la sección de la barra. En términos generales el riesgo de corrosión de la armadura de acero, por la presencia de cloruro de sodio, se considera grave a partir de 0,4% con relación al peso de cemento o entre 0,05% y 0,1% del peso del concreto .El acero de refuerzo compuesto por una capa pasivadora (protectora) por el ataque de cloruros producirá picadura en ello reduciendo la sección de la barra ,se considerara grave la corrosión a partir de 0,4% con relación al peso de cemento o entre 0,05 %y 0,1% del peso del concreto esto indicara cuan grave ha estado atacando al acero.( p.156)

Tabla 10. Procedencia de norma peruana.

<b>PROCEDENCIA</b>	
<b>ION CLORURO</b>	. Áridos contaminados, cemento, agua, aditivos
	Ingresantes desde el exterior
	<b>PERU NORMA E 060</b>
	. Hasta 0,10% si estructura está expuesta a cloruros.
	. Hasta 0.15% si estructura estará expuesta a ambientes húmedos exentos de cloruros
	. Hasta 0,80% en concreto seco o que será protegido con impermeabilizantes.

*Nota:* la tabla nos indica si el ion cloruro afecto con gran porcentaje adaptado de “Durabilidad y Patología del Concreto” Sánchez, D.,2013, p.157.

Las concentraciones máximas de iones cloruro disueltos en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días no deben exceder, al momento de llevar ensayos para determinar el contenido de ion cloruro se debe cumplir lo establecido en la NTP 334.148. (R.N.E, 2015, p.429).

Tabla 11. Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión de refuerzo.

Tipo de elemento	Contenido máximo de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del concreto)
Concreto preesforzado	0.06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1
Otras instrucciones de concreto armado	0.3

*Nota:* en la tabla se observa el porcentaje según el peso del concreto adaptado del Reglamento Nacional de Edificaciones ,2015, p.429.

Agudo, Clemenña, Virmani, Stoner y Kelly (2002) explicaron:

Que los cloruros pueden conducir a la corrosión en las estructuras de concreto armado, un segundo factor perjudicial deriva porque la corrosión requiere un espacio mayor que el original de hierro esto crea tensión de tracción lo que hace que el concreto se agriete y se desprenda ,si este proceso sigue avanzando la unión puede fallar ,por lo tanto en los lugares de cloruro contaminado ,es vital tener un método para mejorar el ataque corrosivo ,sobre el acero de refuerzo .En la actualidad dos métodos electroquímicos se usa :la protección catódica y la extracción e cloruro de electroquímica es el medio probado de la eliminación de los cloruros del concreto al tiempo que aumenta el pH en la región cercana al acero de refuerzo.(p.9)

### Ataque por cloruros

Con mayor presencia en las zonas marinas y que ingresan en el concreto resultado de algún desgaste como fisuras y en una estructura de concreto armado se halla la mala calidad del recubrimiento del concreto. Los cloruros son lo que empiezan el desarrollo de corrosión una vez que estén en contacto con los aceros de refuerzo y ocasionan la corrosión

localizada de esta, donde es necesario tener presente los contenidos máximos de cloruros. (Molina,2009, p.54)

### **Efecto de los cloruros**

El ion cloruro desintegra la capa pasivante que conserva inicialmente a las armaduras de acero cuando están adheridas en el concreto. Los cloruros, al encontrar el acero, ocasionan con facilidad la corrosión por “picado”. Los cloruros que se hallan en el agua de mar y en el aire salino de las zonas cercana a la costa ingresan en el concreto. Así mismo se puede hallar cloruros en las aguas subterráneas, en las aguas residuales y plantas de tratamiento. (Molina,2009, p.28)

### **Efecto de los cloruros en el acero de refuerzo**

La pasta del cemento tiene un pH mínimo de 13 y el acero de refuerzo embebido no tiende a corroerse en esa situación, principalmente por la acción de una película microscópica de óxido que evita su disolución anódica. Por otro lado, si el PH minimiza a menos de 10 por la reacción de consecuencias como la carbonatación, la corrosión puede empezar. La consecuencia de la carbonatación puede minimizar la carbonatación el Ph a niveles de 8 o 9 respuesta en corrosión del acero cuando están presentes la humedad y los iones cloruro esparcidos en agua en grados por encima de 0.2% relativos a la masa de cemento, lo cual acelera la corrosión. (p.44)

La corrosión puede comenzar por la acción de cloruro sobre el acero, así mismo en ambientes con un pH mayor de 10 a 11, ya que estos casos se asocian con cloruros presentes de origen en la mezcla por efectos de los agregados, el agua o los aditivos, los que ingresan del externo están comúnmente relacionados con el proceso de carbonatación, el cual incide inmediatamente sobre los niveles de pH en el concreto. (Castillo,2016, p.45)

En conexión con el acero embebido en el concreto, el acero reaccionara como un conductor eléctrico y el agua en los poros de la pasta reaccionara como electrolito. Durante el procedimiento de corrosión, el oxígeno es consumido y ocasiona los resultados de corrosión; el agua es indispensable para permitir que el procedimiento de corrosión permanezca y continúe, su presencia se vincula con la generación de óxido férrico. Así mismo, la respuesta primordial y más complicada de la acción de los cloruros sobre el acero la constituye la corrosión acelerada que sufre a efectos de su acción catalizador en ese procedimiento electrolítico. (Castillo,2016, p.45)



### **1.3.2 Estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas.**

Alvarado, Pineda & Ventura (2004) definen: "Las estructuras de concreto armado representan en general, estructuras monolíticas o continuas. Por tanto, una carga aplicada en cualquier sitio de la estructura produce deformaciones y esfuerzos sobre todos los elementos que conforman la estructura". (p.49)

La corrosión del acero en viviendas autoconstruidas se da por la causa del deficiente proceso constructivo tal como lo nombra Flores, Sotomayor y Vidaud (2016), Generalmente durante la inspección visual o de mantenimiento, no falta las manchas de óxido que avisan de la ocurrencia de este fenómeno de la corrosión, luego la aparición de fisuras y grietas en el concreto terminaran de confirmar el avance de esta patología en el concreto armado (p.38)

Por otro lado, Díaz, Pasquel, Sotomayor y baca (2016), indicaron

Que en las situaciones normales el concreto proporciona a los elementos de refuerzo embebidos una protección contra la corrosión, ya que el oxígeno presente en el concreto, reacciona formando una capa fina sobre la armadura, esto es conocido como el fenómeno de pasivación. Si la calidad del concreto es adecuada este fenómeno de pasivación protegerá al acero. Para que haya corrosión en el acero de refuerzo del elemento de concreto armado se necesita de humedad, potencial eléctrico y presencia de oxígeno. (p.68).

#### **Concreto armado**

Quispe (2018) "el concreto armado en el transcurso del tiempo se ha transformado en el material más usado en el sector de la construcción, la resistencia a la compresión que da, va en relación al volumen de los productos de hidratación del cemento que siguen realizando durante muchos años, lo que da como resultado en una mejora gradual de la resistencia mezclando con las mejores propiedades mecánicas del acero lo realizan el material compuesto, perfecto para aplicaciones estructurales (p.5)

#### **Autoconstrucción**

Orihuela, Orihuela, lazo, Ulloa y die (2010) describieron: "la cual los mismos usuarios, familiares y amigos, construirán sus viviendas u hogares de acuerdo a la economía

establecida o alcanzable y a la disponibilidad dada de su tiempo, siendo los conocimientos no muy amplios en los procedimientos constructivos”(p.1)

De la cruz (2014) señaló: “Al construir con procedimientos y criterios inadecuados como la relación inadecuada de los materiales estos ocasionaran diversos problemas en las vigas, columnas y losas de las viviendas autoconstruidas”. (p.80)

### **Albañilería confinada**

Abanto (2010) describió: “Es aquella formada por losas macizas o aligeradas apoyadas en muros de ladrillos y o en vigas, pudiendo tener columnas de concreto armado, en el caso de usarse albañilería confinada o no tener columnas en el caso de usarse albañilería armada” (p.12). En estas estructuras los muros son portantes de carga de gravedad (verticales) y de cargas sísmicas (horizontales), siendo las columnas elementos de confinamientos de la albañilería. El tipo de construcción de albañilería más empleada es la albañilería confinada, que es materia de la presente obra.

Ventura (2013) señaló: “los factores que ocasionan la corrosión en las armaduras son vinculados íntimamente con el concreto armado y el medio ambiente”. (p.35)

### **Losas**

Menciona Los techos que cumplen en la distribución de las fuerzas horizontales con dirección sobre los muros (apoyos) se llaman: losas aligeradas, nervadas o macizas, algunas son prefabricadas o construidas en obra de forma que integren a toda la estructura y que transmitan las cargas horizontales y verticales comportándose como un diafragma rígido. (Abanto, 2000, p.228).

### **Diafragma rígido**

Es una losa que no se deforma ni se tracciona y tampoco sufre flexión. La norma de albañilería confinada menciona que las viviendas de preferencia deben llevar diafragma rígido para unificar los desplazamientos laterales. Los diferentes tipos de losas todas sin excepción son diafragmas rígidos. (San Bartolomé, Quiñ y Silva, 2011, p.193).

### **Vigas**

Abanto (2013) mencionó: “Es un elemento de concreto armado que se coloca encima del muro confinado y cumple tres funciones: Cuando los extremos superiores de los

muros no están confinados, al presentarse un terremoto vibran libremente originándose en las caras del muro esfuerzos de tracción y compresión” (p.65) este elemento es muy importante ya que cumple tres funciones. En el caso de un movimiento este reacciona vibrando libremente originados esfuerzos de tracción y compresión.

Seok Y Geoffrey(2007)mencionó, “La velocidad de corrosión es el parámetro clave que se utiliza para la evaluación de la tasa de deterioro y para predecir cuantitativamente la vida útil restante de estructuras de hormigón armado de deterioro refuerzo corrosión”.(P.1) es muy importante saber la rapidez con que se va propagar la corrosión por lo que para ello se harán evaluaciones y se pronosticara la vida útil restante.

#### Columnas

Abanto (2013) describió: “Las columnas de amarre influyen en la resistencia a carga vertical de los muros, porque absorben una fracción de la carga vertical que se transmite al muro” (p.65).

Por otro lado, Love (2013) describió: “Una columna es un elemento vertical esbelto que sostiene una carga impuesta. Las columnas de concreto siempre se deben reforzar con acero a menos que su altura sea menor que tres veces la dimensión lateral mínima. En cuyo caso el elemento se llama base o pedestal”. (p.144) la columna tiene la característica de ser esbelta con una altura promedio para el soporte de la carga indicada de acuerdo al estudio.

“las viviendas que presentan problemas en sus columnas estas compuestas de concreto y son por el manejo inadecuado de los materiales por lo común por la ignorancia de ello. La estructuración de este elemento es muy importante ya que transmiten la carga de losas y vigas a la cimentación”. (De la cruz, 2014, p.77)

### **Factores de deterioro en los elementos de concreto armado**

#### **Fisuración**

El concreto es delicado por naturaleza, las fisuras que se crean en su superficie accede el ingreso de humedad y con estos diferentes químicos esparcidos que dependiendo de sus peculiaridades tienen una consecuencia destructiva a mediano y corto plazo. El concreto se fisura por muchos motivos que son cambiantes, lo más destacable es saber identificarlas en la medida o la manera como se dan, teniendo presente esto, sabiendo su causa es

probable prevenir su aparición y/o decidir qué efectos pueden traer hacia el concreto. (Castillo, 2016, p.14)

### Clasificación de fisuras

Dependiendo de su magnitud o tamaño tienden hacer micro y macro fisuras, viendo la tabla 1 que son menores a 0.05mm se les considera micro fisuras por lo que no son perceptibles a simple vista y tienen por lo general no perjudicar al concreto siempre y cuando el ambiente no sea agresivo, por lo común no son muy afectable o importantes, pero las que pasan o son mayores a 0.05mm hasta 0.4mm son llamadas micro fisuras, y las mayores a 0.4mm son consideradas como grietas, estas afectan en el sistema estructural de la construcción.(Castillo,2016,p.14)

Tabla12: clasificación de las fisuras

Clasificación	Tamaño	Características
Microfisuras	Menores a 0.05mm	No suelen afectar al concreto, no son perceptibles a simple vista
Macrofisuras	>0.05mm hasta 0.4mm	son apreciables a simple vista, si no se reparan pueden ocasionar daños a la estructura
Grietas	Mayores a 0.4mm	Suelen afectar a la estructura, pueden ocasionar corrosión al acero por penetración de humedad

*Nota:* La clasificación de micro fisuras nos da un indicio si nuestro concreto armado está llegando a corroerse adaptado de “Estudio de durabilidad de estructuras de concreto armado frente a los agentes químicos agresivos” Castillo, A.,2016, p.14.

### Agrietamiento

Por la poca resistencia a la tracción del concreto, los elementos de ese material se procuran a agrietarse. Son varias las causas que dirigen al agrietamiento del concreto, siendo las principales las alteraciones debido a variaciones volumétricas. Las transformaciones volumétricas ocasionadas por cambios en la temperatura y por contracción resultan esfuerzos de tracción en los elementos estructurales cuando se presentan algún tipo de obstáculo, cuando los esfuerzos son mayores a los que soporta el concreto se muestra agrietamiento. (Castillo,2016, p.34)

## 1.4. Formulación del Problema

### 1.4.1 Problema General

¿De qué manera la corrosión afecta las estructuras de concreto armado de viviendas auto-construidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

¿De qué manera la calidad del concreto influye en las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018?

¿De qué manera los agentes agresivos del medio ambiente influyen en las estructuras de concreto armado de viviendas Autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018?

### **1.5 Justificación de Estudio**

El presente Proyecto de tesis se justifica en distintos aspectos: justificación teórica, justificación metodológica, justificación tecnológica, justificación económica.

#### **1.5.1 Justificación Teórica**

El proyecto de investigación que estamos realizando se da con el fin de conocer teorías ya planteadas para luego proponer nuevas teorías que ayuden a resolver la problemática de la urbanización Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018, pues conociendo estos nuevos fundamentos se podrá mejorar las edificaciones para prolongar la vida útil de las viviendas. Tal como lo manifiesta Bernal (2010) “definiendo que el objetivo del estudio es que a través del conocimiento ya planteado o existente se genere reflexión y debate académico para poder enfrentar la teoría y así poder comparar resultados”. (p.106)

Cabe mencionar que el presente trabajo servirá como antecedente para posteriores investigaciones que inciten a la reflexión y a una preocupación eminente.

#### **1.5.2 Justificación Metodológica**

Se justifica metodológicamente a este proyecto de investigación por que se aplica un instrumento existente a la realidad problemática de los vecinos de la Urbanización Manco Cápac, San Juan de Lurigancho. Además, esta investigación permitirá tener una base de datos de este problema para luego brindar soluciones más oportunas a las futuras construcciones.

Las viviendas autoconstruidas en la Urbanización Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, son afectadas por la corrosión del acero. Este trabajo permitirá resolver este problema mediante ensayos pilotos, ya que esta problemática aqueja a los vecinos de esta Urbanización; por lo tanto, se va a contar con la supervisión de un profesional del área. Además, se va a informar el estudio asertivo y analítico para seguir el proceso constructivo según RNE, tal como lo manifiesta Bernal (2010), “expresa que la justificación metodoló-

gica se da cuando el proyecto a realizarse dispone un nuevo método para obtener conocimiento de suma validez”. (p.107).

### **1.5.3 Justificación tecnológica**

En el desarrollo del proyecto, opte por hacer el más aprobado y uso sobre las tecnologías, Entendiéndolas con el modo sistemático de identificar, aplicar y evaluar el conjunto de procesos científicos teniendo en cuenta los recursos técnicos y humanos, para obtener un resultado efectivo con ello un aprendizaje significativo.

### **1.5.4 Justificación económica**

Este trabajo de investigación tiene la finalidad de conocer y reducir el problema que afecta, para así en el futuro las personas no tengan que invertir su dinero en reparaciones o demoliciones ,también darles a los vecinos un aporte teórico de cómo solucionar los problemas que les aqueja actualmente las que ya fueron afectadas por tal fenómeno, pero no olvidándonos lo más importante que es prevenir para dichas personas para que la inversión sea en la fase inicial y no cuando su vivienda se vea afectada por este fenómeno, para así otorgarles viviendas eficientes, modernas y seguras.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La corrosión afecta las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018

### **1.6.2 Hipótesis específico**

**HE1:** La calidad del concreto afecta a las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018.

**HE2:** Los agentes agresivos del medio ambiente afectan a las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar de qué manera la corrosión afecta las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

**OE1:** Analizar cómo influye la calidad del concreto en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018.

**OE2:** Identificar como influyen los agentes agresivos del medio ambiente en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018.

## **II. METODO**



## **2.1 Diseño de la investigación**

### **Diseño**

La metodología de diseño de investigación es no experimental, ya que el investigador observara hechos y situaciones existentes en campo, las cuales no fueron provocadas por el investigador.

Según Gómez (2009) “se define a la investigación que se da sin manipular a propósito las variables. Lo que se hace es ver fenómenos tal y como se dan en su entorno natural, para luego analizarlos”. (p.92).

Según Gómez (2009) “Los diseños transversales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables (o describir comunidades, eventos, fenómenos o contextos) y analizar su incidencia o interrelación en un momento dado” (p.93)

### **Tipo**

Según Gómez (2009) define, “la investigación explicativa, son estudios de exigencia y presentan más dificultad que los demás estudios, ya que reúnen los tres tipos de investigación (explicativo, descriptivo y correlacional).” (p.77)

### **Enfoque**

El enfoque que toma la investigación es de manera cuantitativa por lo que se usarán métodos de recolección de datos que a través de la observación servirán para interpretar los resultados.

Según Gómez (2009) mencionó, que consiste en medir y proporcionar certeza numérica a un tema que se está analizando. Se agrupan con las encuestas y preguntas que usan instrumentos de medición normalizado, se origina en un razonamiento deductivo, es decir si se cumple en la población también debe cumplirse en cada integrante de esa población. (p.71)

### **Alcances**

Nos dará a conocer cuáles son los límites de información que se analizará. De acuerdo a los datos analizados, la investigación es tipo descriptivo y explicativo. Descriptivo, ya que desde un inicio luego de definir el tema a investigar ya se tenía conocimiento del fenómeno

a analizar y como se iba a medir, para posteriormente describir sus aspectos, hechos o características.

Gómez (2009) menciona, que, en este tipo de investigaciones, el investigador ya debe tener conocimiento o idea de lo que se va a medir, antes de realizar la recolección de datos. Al mismo tiempo especificar a quienes se involucrarán en la medición y en qué contexto se describirán (p.75)

También de tipo explicativo, porque describiremos las causas o efectos de los sucesos del tema a investigar, los motivos porque se relacionan las variables de la investigación.

Según Hernández (2010) “Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir” (p. 59)

## **2.2 Variables, Operacionalización.**

Variables a realizar en el trabajo de investigación.

### **2.2.1 Variables**

**Variable independiente:** Causas de la corrosión.

**Variable dependiente:** Estructuras de concreto armado.

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis para el proyecto de investigación son las viviendas de la Urb.Manco Cápac, San Juan de Lurigancho, 2018.

### **2.2.2 Operacionalización de las variables**

Para este caso se ha diseñado la matriz de consistencia, la cual medirá las variables en estudio

Fecha de inicio: Mayo

Fecha de fin: Diciembre

### **2.2.3 Matriz de Operacionalización de variables**

Tabla 13: Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<b>VI:CAUSAS DE LA CORROSION</b>	<p>“La corrosión en las armaduras se inicia cuando penetran en el concreto agentes contaminantes que rompen la capa protectora. La pérdida de esta película alcalina se debe a una acidificación del medio que la rodea provocada por dos causas fundamentales: La carbonatación del concreto o la penetración de cloruros provenientes de las sales de rocío marino que tienden a destruir la capa pasivante”(Pancorbo,2013,p.512)</p>	<p>La conceptualización de dichos trabajos es evaluar las principales causas de la corrosión que influyen en los elementos de concreto armado, identificar la calidad de concreto y medir los agentes agresivos que intervienen en dichos fenómenos mediante ensayos para obtener el nivel de resultados en cada vivienda designada.</p>	Cloruros	Laboratorio -UNI	
			<b>Agentes agresivos del medio ambiente</b>	Sulfatos	Laboratorio-UNI
			<b>Calidad del concreto</b>	Espesor del recubrimiento	Vernier
				Carbonatación	Laboratorio-UNI
				PH del concreto	Laboratorio-UNI
<b>VD:ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO</b>	<p>"Las estructuras de concreto armado representan en general, estructuras monolíticas o continuas por tanto una carga aplicada en cualquier sitio de la estructura produce deformaciones y esfuerzos sobre todos los elementos que conforman la estructura".(Alvarado,Pineda &amp; Ventura,2004)</p>	<p>Se realizó inspección visual en las viviendas auto-construidas para evaluar la corrosión en estructuras de concreto armado.</p>	Losas aligeradas	Fichas de observación	
			<b>Estructuras de concreto armado</b>	Columnas	Fichas de observación
			Vigas	Fichas de observación	

Elaboración: Fuente propia

## **2.3. Población y Muestra**

### **Población**

De acuerdo a los datos obtenidos en la Gerencia de Desarrollo Urbano Subgerencia de Planeamiento Urbano y Catastro de la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho, la urbanización Inca Manco Cápac 1ra etapa parte alta, cuenta con ocho manzanas donde a cada manzana le corresponde treinta y dos viviendas, que hacen un total de doscientos cincuenta y seis lotes, las mismas que serán consideradas como población.

Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez (2013) describen: “El universo en las investigaciones es el conjunto de eventos que se van a estudiar con las diferentes técnicas que se ha analizado, (...). En la investigación, la población accesible; es la utilizable ya que ayuda a la investigación”. (p.246)

### **Muestra**

Para efectos de la presente investigación se optarán por dos tipos de criterios para determinar el tipo de muestra desde el punto de vista muestra probabilística y el segundo es muestra no probabilística por conveniencia.

Hernández, Fernández & Baptista (2006) explicaron: “La muestra probabilística da referencia al subconjunto de la población en el que todos los elementos de esta tienen la misma probabilidad o posibilidad de ser escogidos” (p.241).

Para seleccionar el elemento no obedece de la probabilidad, sino de causas enlazadas con las propiedades de dicha investigación, o sino quien realiza la muestra, aquí se debe al desarrollo de toma de decisiones de la persona (...), elegir si será probabilístico o no probabilístico depende de mis objetivos de investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.241).

El muestreo probabilístico se hará para hacer la verificación de la parte de observación y determinar cuáles son las condiciones en cuanto al fenómeno que estamos estudiando y pasamos a la segunda fase una vez que estudiamos y vemos que son las condiciones similares, entonces elegimos por conveniencia cinco elementos para analizar, será una verificación desde el punto de vista más analítica que tenga que ver con pruebas de laboratorio y pruebas en campo.

Gómez (2009) explicó:

La investigación cuantitativa, consiste en medir y proporcionar certeza numérica a un tema que se está analizando. Se agrupan con las encuestas y preguntas que usan instrumentos de medición normalizado, se origina en un razonamiento deductivo, es decir si se cumple en la población también debe cumplirse en cada integrante de esa población. (p.71)

Valverde (como se citó en Namakforoosh,2010) mencionó: “el muestreo probabilístico es un muestreo en el cual todos los elementos de la población tienen la posibilidad de ser seleccionadas, y para determinar el tamaño de la muestra se calculó de la siguiente manera” (p.35)

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

Donde:

n = Es el tamaño de la muestra poblacional.

N = Es el tamaño de la población total. = 256 viviendas.

Z = 1.65 valor de la distribución normal estandarizada correspondiente al nivel de confianza; para el 90%

q = 5%(0.05) probabilidad de fracaso.

p = 95%(0.95) probabilidad de éxito.

E = 7% máximo error permisible.

$$n = \frac{1.96^2 * (0.59) * (0.41) * 256}{0.05^2 * (256 - 1) + 1.96^2 * (0.59) * (0.41)}$$

$$n = 25$$

n = 25 viviendas Autoconstruidas.

Las setenta viviendas obtenidas por la fórmula estadística se convertirán en nuestro supuesto universo para así extraer las más representativas, ya sea por el costo y tiempo que influenciara en dicha investigación donde procederemos a la investigación no probabilística.

Vara (2010) indicó: “La pauta para elegir la muestra será de manera racional (...), las muestras no probabilísticas es la que más se utiliza, por ser más ahorrable económicamente, rápidos y menos complejo, por ej.es típico para análisis de casos”. (p.225)

Para el presente proyecto de investigación se tomará las muestras dirigidas, muestreo no probabilísticas por conveniencia ya que elegiremos las viviendas dañadas por corrosión en sus distintos elementos estructurales, a su vez haciendo el análisis a dichas viviendas nos darán resultados precisos y confiables abocados a nuestra problemática, hipótesis y objetivos, se analizará o estudiará dos viviendas, ya sea por el costo y tiempo. Dichas viviendas se encuentran en la urbanización Inca Manco Cápac 1ra etapa parte alta.

Igualmente, Niño (2011) explicó: “el muestreo no probabilístico por conveniencia, se aplica el método y/o criterio de que muestra es la más favorable para el tema o caso”. (p.57)

Existen varios autores que han determinado una serie de definiciones respecto a la muestra, entre estas definiciones podemos señalar las siguientes:

Bernal (2010) menciona: “Que la muestra siendo parte de la población, de donde realmente se consigue la información para el progreso del estudio y sobre la cual se realizará la evaluación y la observación de las variables tomadas a estudiar”. (p.161)

Por otro lado Ñaupas, Mejía, Novoa & Villa Gómez (2013) mencionaron:

La muestra es el subconjunto de la población elegido por métodos diferentes, la muestra es representativa si junta las características de los individuos del universo, en esta situación se va tener tres problemas en relación a la muestra; 1) los procesos para establecer el tamaño de la muestra 2) técnicas para establecer la representatividad de la muestra, y 3) técnicas para establecer la falla de la muestra (p.246)

## **2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas**

Para la elaboración de recolección de datos se elaborará la técnica de observación (inspección) y técnica de ensayos en campo y laboratorio, etapa muy importante para el análisis y juicio de los elementos de concreto armado. En la etapa de inspección se detallará en el siguiente orden:

**TE1:** Elaboración de ficha de antecedentes (observación)

**TE2:** Examen visual de la estructura de forma minuciosa.

**TE3:** Levantamiento de daños.

**TE4:** Selección de zonas para inspección detallada.

**TE5:** Selección de técnicas de ensayo (medición y análisis).

**TE6:** Ejecución de ensayos (medición, análisis y resultados) en campo como en laboratorio.

Siendo necesarias para precisar las causas de corrosión en elementos de dichas viviendas, estas técnicas servirán para poder ordenar, seleccionar y analizar toda la problemática afectadas por corrosión, así llegar a comprender las principales causas que aquejan a nuestra localidad para después hacer un análisis con los resultados y finalmente concluir la verdadera causa que afectó a dichas viviendas evaluadas.

Para la investigación a realizar nos encontraremos con la técnica de observación que será realizada en el campo de trabajo.

Bernal (2010) indicó:

Que para la investigación científica en la actualidad hay diferentes técnicas o instrumentos para recolectar datos en la tarea o trabajo de campo de una establecida investigación, dependerá del tipo de investigación que se va hacer para lo cual se aplicará la técnica adecuada de varias. (p.192)

Para que la información sea válida y confiable se deberá enfocar en el objetivo del estudio, para tal caso se realizara observación directa, donde seremos nosotros quienes tomaremos nota cómo se manifiesto el elemento a estudiar o analizar.

### **Instrumentación**

La ficha de observación será la fuente de instrumento para recolectar datos de dichas viviendas afectadas por corrosión.

Gómez (2009) mencionó:

Que la observación no se trata solo de mirar, sino que se enfoca en registrar información válida y confiable de comportamientos, conductas manifestadas, la obser-

vación puede ser usada de manera cuantitativa, es donde, se registra la frecuencia con que aparecen importantes conductas, es dada solo por conteos (p.129).

Los instrumentos del laboratorio y los instrumentos para el campo será nuestra segunda fase para la obtención de resultados para confirmar nuestra hipótesis. Para la información de un diagnóstico de corrosión se debe obtener a partir de ensayos de campo como en laboratorio, no todas las pruebas serán necesarias realizarlas (depende del evaluador y su conocimiento).

**PE1:** Espesor del recubrimiento del concreto; se debe realizar una fractura fresca al concreto, de allí se mide el espesor del recubrimiento. Utilizaremos el vernier (pie de rey) para medir la distancia del acero de estribo hacia la cara expuesta del encofrado.

**PE2:** pH; se medirá con el instrumento llamado “Phmetro digital”, la cual consiste en sacar dos muestras trituradas y pesadas de concreto, se homogeniza la muestra con agua desionizada, para luego medir con el Phmetro, los rangos de 11 a 12 indica buen concreto y los menores de 10 a 8 concreto ácido es decir el acero se encuentra despasivado.

**PE3:** Carbonatación; de la muestra extraída de concreto se utiliza la “fenolftaleína” al 1% en “alcohol etílico”, esta solución es incolora en PH menores a 8.5(carbonatado)

**PE4:** Cloruros; extracción de muestra de polvo de concreto, mediante la acción del disolvente como el ácido, análisis químico en laboratorio. Después de haber partido las probetas y de aplicar el revelador de cloruros, se procedió a extraer muestras de unos 2-3 gr aproximadamente de cloruros para el análisis del contenido de cloruros totales, se extrajeron muestras de la parte superior de la probeta, así como de la parte adyacente donde estaba colocada la barra de acero, una vez obtenidas las muestras se trituraron con ayuda de un recipiente de porcelana para después guardar el material en tubos de plástico y que no se contaminen con el medio ambiente, los resultados se muestran en el apartado de resultados.

**PE5:** Sulfatos; Norma ASTM-C1580 se utilizará el instrumento de “espectrofotómetro calibrado”, la muestra a extraer se le adicionara “agua desionizada”, se utilizará otra muestra que solo contendrá agua desionizada esto se realizara con el objetivo de calibrar el espectrofotómetro antes de realizar la lectura de sulfato en el concreto, ambas muestras se filtran por gravedad para evitar la presencia de solidos que interfieran con longitud de ondas y afecten las lecturas.



Vara (2010) mencionó:

Que, para dar respuesta a las preguntas de nuestras investigaciones, se precisa conseguir información confiable y válida. Recolectar información representa: elegir un instrumento de evaluación o medición ya existentes o elaborar uno personal, aplicar el instrumento, elaborar la información lograda para estudiarlos y/o analizarlos correctamente. La elección de los métodos que se necesitan obedece a la metodología del estudio, (...) se deberá usar métodos auxiliares para la obtención de datos, mientras más métodos se empleen para ver un semejante fenómeno, más confiable y validos serán mis resultados (p.243)

### **Validez**

La variable a medir en la investigación es principales causas de corrosión en elementos de concreto armado, nos plasmaremos en medir de acuerdo a nuestro objetivo, haciendo el uso de la ficha de observación (inspección) validada por tres juicios de expertos, nuestros instrumentos de campo son validadas por las empresas que lo fabrican, y los instrumentos del laboratorio son validados por la universidad nacional de ingeniería.

“Se apunta al nivel en que un instrumento verdaderamente mide la variable que desea medir (...) un instrumento de medición puede ser confiable pero no necesariamente valido, por ello el instrumento de medición tiene que demostrar ser ambas a la vez.” (Según Gómez, 2009, p.119)

### **Confiabilidad**

Si mis instrumentos se encuentran en mal estado o son defectuosas de nada me serviría realizar mi investigación ya que no me darán resultados confiables y así no podré llegar a mi objetivo.

“Uno puede tener las preguntas de investigación más impactante o imaginativa, con la hipótesis bien estandarizada o definida y bien expresada, pero si las herramientas que usas para medirla son defectuosas, es como si no hubieras hecho nada o tuvieras nada” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagomez,2013,p.244).

Mis instrumentos fueron calibrados de acuerdo a las normas NMP023 METROLÓGICA PERUANA – INACAL y para usarse los instrumentos en el campo tendrán garantía de las siguientes empresas conocidas en el mercado como por ejemplo UNIMASTERS.A.C, re-

cibe de manos de CERPER el certificado de aprobación de la Norma Internacional ISO 9001; y Stanley Black y Decker, INC (calibrador pie de rey).

Gómez (2009) menciona que, “la medición que se realizara con diferentes instrumentos, y está siendo aplicada a un sujeto u objeto da resultados similares o iguales tantas veces sea, podemos decir que estamos ante un instrumento confiable.” (p.118).

Al hacer uso del instrumento en el laboratorio del instituto de corrosión y protección ubicada en la Universidad Nacional de Ingeniería nos darán un certificado donde todos sus instrumentos a usar estén en óptimas condiciones y bien calibradas y así obtener resultados correctos.

## **2.5. Método de Análisis de Datos**

Se aplicó las fichas de observación en hojas de cálculo de MS Excel. Las informaciones recolectadas por medio de las fichas técnicas sirvieron para hacer el análisis de las principales causas de corrosión en los elementos de concreto armado de viviendas autoconstruidas. Una vez hecha las observaciones en campo a través de las fichas se procedió a realizar un resumen de todo lo recolectado en el MS Excel y dando resumen con porcentajes obtenidos a través de los datos insertados, así mismo se elaboraron tablas de todo lo observado.

## **2.6. Aspectos Éticos**

### **A. Ética en la recolección de datos**

Ser responsables y veraces en el momento de realizar la toma de información en el campo de trabajo. De esta manera los análisis realizados darán resultados veraces.

### **B. Ética para el inicio de la evaluación**

Elaborar el trabajo de investigación de forma ordenada con los instrumentos que emplearemos en las viviendas corroídas, pero no antes de pedir el permiso de los usuarios de dichas viviendas y explicándolos de manera específica la justificación de nuestra investigación, obteniendo la aprobación de los propietarios procederemos a realizar nuestro trabajo de investigación.

### **C. Ética en la solución de resultados**

Conseguir los resultados de análisis de las muestras, tomando siempre en cuenta la veracidad de los elementos corroídos obtenidos en el campo de trabajo y cuáles son las principa-

les causas de dichas viviendas para que lleguen a corroerse. Comprobar a criterio del evaluador si los análisis realizados coinciden con lo hallado en el lugar de trabajo basados a la realidad de la misma.

### **III. RESULTADOS**

Para nuestro estudio en la urbanización Inca Manco Cápac primera etapa parte alta está conformada por 256 viviendas, por el método probabilístico y de acuerdo a nuestra formula nos da como referencia para el estudio 25 viviendas a inspeccionar, para las cuales tendremos fichas de observación en campo.

Tabla14: Viviendas inspeccionadas

Viviendas Autoconstruidas	Total	256
	inspeccionadas	25



Figura 13: Porcentaje de corrosión en las viviendas autoconstruidas.

De acuerdo al levantamiento hecho en el campo con relación a la cantidad de pisos construidos en la urbanización Inca Manco Cápac, se realizó un resumen con datos estadísticos.

#### DATOS ESTADISTICOS

Tabla 15: Número de pisos en la Urbanización Inca Manco Cápac

Núm.	Nro. de Pisos	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
1	Dos pisos	Critico (C)	12	48.00%
	Tres pisos	Moderado (M)	9	36.00%
	Un piso	Leve(L)	4	16.00%
			25	100.00%

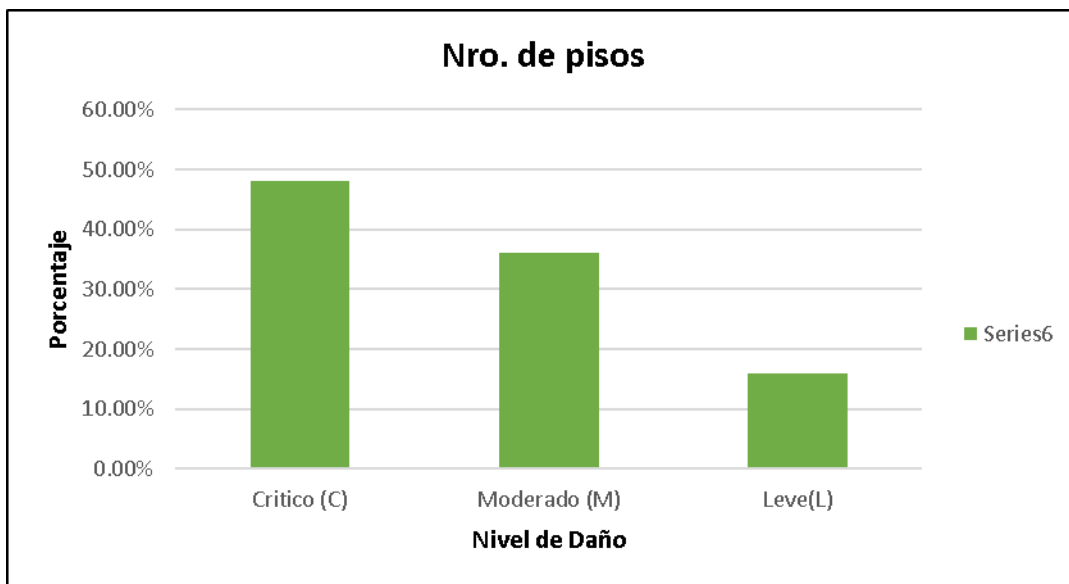


Figura 14. Cantidad de pisos por vivienda (Fuente propia)

INTERPRETACION: Se observa a través de la información obtenida de la encuesta aplicada, donde se realiza el resumen estadístico de la muestra en lo referente al número de pisos de las viviendas que están dentro de la muestra estudiada. Puede leerse que son predominante las viviendas de dos pisos que ocupan un 48% de la muestra, seguido viviendas de tres pisos representan el 36% de la muestra, viviendas de un piso que representan un 16%.

METODO POR SISTEMA DE CALIFICACION PARA DETERMINAR EL GRADO DE CORROSION EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

De acuerdo a la recolección de información de las características de las viviendas se realizó una base de datos con los indicadores de viviendas autoconstruidas en los elementos del concreto armado, en columnas recibiendo para la calificación de leve moderada y critica con respecto a fisuras y agrietamientos se tendrá en cuenta.

Tabla16: Indicadores del nivel de severidad.

ITEM	INDICE DE CORROSIÓN	NIVEL DE SEVERIDAD	INDICADORES DE NIVEL DE SEVERIDAD
1	Fisuras	leve	Fisuras con ancho de 0.5mm Y 1.5mm
		moderado	Fisuras con ancho mayor de 1.5mm hasta 3mm
		critico	Fisuras con ancho mayor de 3mm hasta 4mm
2	Grietas	leve	Grietas con ancho de 4mm
		moderado	Grietas con ancho mayor de 4mm hasta 6mm
		critico	Grietas con ancho mayor de 6mm
		Leve	Acero en inicio de corrosión, no existe desprendimiento del material.
		Moderado	Acero corroído con desprendimiento menores del material
3	Corrosión	critico	Acero expuesto totalmente corroído y con una afectación del 25% a más de su diámetro.

Fuente: (chinchayan,2016)

Tabla17: Porcentaje de severidad.

INDICE DE CORROSION	PORCENTAJE D E SEVERIDAD					
	LEVE		MODERADO		SEVERO	
	CARACTERISITICAS	%	CARACTERISITICAS	%	CARACTERISITICAS	%
<b>FISURAS</b>	Fisuras con ancho de 0.5mm Y 1.5mm; con una longitud 7cm-30cm	0%-20%	Fisuras con ancho mayor de 1.5mm hasta 3mm; con una longitud entre 30cm-80cm	>20%-40%	Fisuras con ancho mayor de 3mm hasta 4mm; con una longitud entre 81cm-2.2m	>40%-60%
	Grietas con ancho de 4mm con una longitud entre 55 cm-80cm	0%-20%	Grietas con ancho mayor de 4mm hasta 6mm; con una longitud entre 81cm-1m	>20%-40%	Grietas con ancho mayor de 6mm; con una longitud 1.01cm-2.65m	>40%-60%
<b>corrosión</b>	No necesita desprendimiento.	0%-20%	acero corroído con desprendimiento menores del material	>20%-40%	acero totalmente expuesto y totalmente corroído con una afectación del 25% a más de su diámetro	>40%-60%

Fuente: (Valdiviezo,2017)

## RESUMEN DE BASE DE DATOS OBTENIDOS A TRAVES DE FICHAS DE OBSERVACION.

### COLUMNAS

TABLA 18: Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 1

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VIVIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC IRA ETAPA PARTE ALTA																																
CANT. LOTES		1-ELEMENTOS							2.- EPOCA DE LA CONSTRUCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion														
25																		COLUMNAS(%)														
N° LOTE	Urb. Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m <sup>2</sup> )	COLUMNA S(cant.)			SUMA TOTAL	1993-2018			COLUMNA S			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMIENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE		
				1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°			L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C
1996	V-1	3	60	10	10	10	30	0	0	X	5	3	0	8	27%	0	1	0	15	5	0	20	0	1	0	10	5	5	20	0	1	0
1997	V-2	2	150	24	24	0	48	0	X	0	15	0	0	15	31%	0	0	1	30	0	0	30	0	1	0	25	5	0	30	0	1	0
1998	V-3	1	60	10	0	0	10	0	0	X	5	0	0	4	40%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	25	15	0	40	0	0	1
1999	V-4	3	190	38	38	38	114	X	0	0	15	0	0	15	13%	0	1	0	5	0	10	15	1	0	0	10	5	0	15	1	0	0
2000	V-5	2	190	30	30	0	60	0	X	0	15	0	0	15	25%	0	1	0	10	10	0	20	0	1	0	10	10	5	25	0	1	0
2001	V-6	1	90	10	0	0	10	0	0	X	5	0	0	5	50%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	30	15	0	45	0	0	1
2002	V-7	2	40	6	7	0	13	X	0	0	0	0	0	0	0%	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2003	V-8	3	130	24	25	25	74	0	0	X	12	10	10	32	43%	0	0	1	30	15	0	45	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1
2007	V-9	2	140	26	26	0	52	0	0	X	10	12	0	22	42%	0	0	1	25	15	0	40	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1

Fuente: Elaboración propia (2018)



Tabla 19. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 2

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VIVIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC IRA ETAPA PARTE ALTA																																
CANT. LOTES				1.ELEMENTOS				2.- EPOCA DE LA CONSTRUCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion															
25																	COLUMNAS(cant.)						COLUMNAS(%)									
N° LOTE	Urb Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	COLUMNA S(cant.)			SUMA TOTAL	1993-2018			COLUMNA S			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE FUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE FUNTAJE			AGRIETAMIENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE FUNTAJE		
				1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°			1°	2°	3°	L	M	C		1°	2°	3°	L	M	C				
				1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°			L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C
2008	V-10	2	150	28	28	0	56	0	0	X	14	14	0	28	50%	0	0	1	20	30	0	50	0	0	1	30	20	0	50	0	0	1
2009	V-11	3	120	20	20	8	48	0	0	X	10	5	0	15	31%	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	20	10	0	30	0	1	0
2010	V-12	1	80	12	0	0	12	0	0	X	5	0	0	5	42%	0	0	1	15	25	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1
2011	V-13	2	160	15	15	0	30	0	0	X	7	5	0	12	40%	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1
2012	V-14	3	90	10	10	0	20	0	X	0	6	4	0	10	50%	0	0	1	20	25	0	45	0	0	1	30	15	0	45	0	0	1
2013	V-15	3	130	20	20	20	60	0	0	X	12	6	6	24	40%	0	0	1	35	5	5	45	0	0	1	35	5	0	40	0	0	1
2014	V-16	3	180	20	20	20	60	0	0	X	6	9	4	19	32%	0	0	1	25	5	5	35	0	1	0	25	5	5	35	0	1	0
2015	V-17	3	100	10	10	10	30	0	0	X	6	5	0	11	37%	0	0	1	25	10	0	35	0	1	0	30	0	0	30	0	1	0

Fuente: elaboración propia (2018)

Tabla 20. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 3

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VIVIENDAS EN LA URBANIZACION INCA MANCO CAPAC IRA ETAPA PARTE ALTA																																
CANT. LOTES				1.ELEMENTOS				2.- EPOCA DE LA CONSTRUCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion															
25				COLUMNA S(cant.)				1993-2018			COLUMNA S			NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			COLUMNAS(%)												
N° LOTE	Urb. Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	N°PISOS			SUMA TOTAL	L	M	C	N°PISOS			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			1°	2°	3°	SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMIENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE		
				1°	2°	3°					1°	2°	3°			L	M	C					L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C
				1°	2°	3°					1°	2°	3°			L	M	C					1°	2°	3°	L	M	C		1°	2°	3°
2016	V-18	3	120	15	15	15	45	0	X	0	6	6	0	12	27%	0	1	0	15	5	0	20	0	1	0	15	10	0	25	0	1	0
2017	V-19	2	90	10	10	0	20	0	0	X	5	5	0	10	50%	0	0	1	20	25	0	45	0	0	1	25	25	0	50	0	0	1
2018	V-20	2	120	15	15	0	30	0	0	X	8	6	0	14	47%	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1
2019	V-21	2	140	15	15	0	30	0	0	X	8	2	0	10	33%	0	0	1	25	0	0	25	0	1	0	20	10	0	30	0	1	0
2020	V-22	2	180	20	20	0	40	0	0	X	10	10	0	20	50%	0	0	1	20	30	0	50	0	0	1	30	20	0	50	0	0	1
2021	V-23	2	120	15	15	0	30	0	0	X	7	7	0	14	47%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	30	15	0	45	0	0	1
2022	V-24	1	160	20	0	0	20	0	0	X	10	0	0	10	50%	0	0	1	25	15	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1
2023	V-25	2	80	14	14	14	42	X	0	0	7	0	0	7	17%	0	1	0	10	5	0	15	1	0	0	20	0	0	20	0	1	0

Fuente: Elaboración propia (2018)

## VIGAS.

Tabla 21. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 4

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VVIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC 1RA ETAPA PARTE ALTA																																	
CANT. LOTES				1.ELEMENTOS				2.- EPOCA DE LA CONSTR UCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS									5- Indicios de Corrosion													
25				VIGAS(ml)				1993-2018			VIGAS(ml)									VIGAS													
N° LOTE	Urb.Inca Manco Capac (parte alta)	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	N°PISOS			SUMA TOTAL	1993-2018			N°PISOS			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			ACRIETAMIENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			
				1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°			L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	
				1996	V-1	3		60	45	45	45	135	0			0	X	20	10	0	30		22%	0	1	0	15	5		0	20	0	1
1997	V-2	2	150	112	112	0	224	0	X	0	50	20	0	70	31%	0	0	1	30	0	0	30	0	1	0	20	10	0	30	0	1	0	
1998	V-3	1	60	50	0	0	50	0	0	X	10	0	0	10	20%	0	1	0	20	0	0	20	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
1999	V-4	3	190	160	160	160	480	X	0	0	90	60	25	175	36%	0	0	1	25	15	0	40	0	0	1	10	10	0	20	0	1	0	
2000	V-5	2	190	121	121	0	242	0	X	0	80	10	0	90	37%	0	0	1	40	5	0	45	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	
2001	V-6	1	90	60	0	0	60	0	0	X	25	0	0	25	42%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	
2002	V-7	2	40	35	35	0	70	X	0	0	0	0	0	0	0%	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
2003	V-8	3	130	93	99	99	291	0	0	X	50	20	0	70	24%	0	1	0	10	5	5	20	0	1	0	20	0	0	20	0	1	0	
2007	V-9	2	140	110	110	0	220	0	0	X	50	20	0	70	32%	0	0	1	25	5	0	30	0	1	0	20	10	0	30	0	1	0	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 22. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 5

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VYIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC IRA ETAPA PARTE ALTA																																
CANT. LOTES		1.ELEMENTOS						2.- EPOCA DE LA CONSTR UCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion															
25																	VIGAS															
N° LOTE	Urb Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	VIGAS(ml)			SUMA TOTAL	1993-2018			VIGAS(ml)			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMI ENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE		
				N°PISOS				N°PISOS			NIVEL DE PUNTAJE					FISURAS(%)			AGRIETAMI ENTOS(%)				NIVEL DE PUNTAJE									
				1°	2°	3°		1°	2°	3°	L	M	C			1°	2°	3°	L	M	C		1°	2°	3°	L	M	C		1°	2°	3°
2008	V-10	2	150	120	120	0	240	0	0	X	50	45	0	95	40%	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1
2009	V-11	3	120	100	100	25	225	0	0	X	50	50	0	100	44%	0	0	1	30	5	5	40	0	0	1	20	15	5	40	0	0	1
2010	V-12	1	80	65	0	0	65	0	0	X	15	0	0	15	23%	0	1	0	20	0	0	20	0	1	0	15	0	0	15	1	0	0
2011	V-13	2	160	135	135	0	270	0	0	X	70	50	0	120	44%	0	0	1	35	5	0	40	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1
2012	V-14	3	90	70	70	0	140	0	X	0	10	10	0	20	14%	0	1	0	5	5	5	15	1	0	0	10	5	0	15	1	0	0
2013	V-15	3	130	110	110	110	330	0	0	X	60	40	30	130	39%	0	0	1	40	5	5	50	0	0	1	20	15	5	40	0	0	1
2014	V-16	3	180	160	160	160	480	0	0	X	80	40	40	160	33%	0	0	1	20	5	5	30	0	1	0	15	10	5	30	0	1	0
2015	V-17	3	100	80	80	80	240	0	0	X	30	0	0	30	13%	0	1	0	5	5	5	15	1	0	0	10	5	0	15	1	0	0
2016	V-18	3	120	100	100	100	300	0	X	0	40	40	0	80	27%	0	1	0	20	10	10	40	0	0	1	15	5	5	25	0	1	0

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 23. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 6

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VYIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC IRA ETAPA PARTE ALTA																																		
CANT. LOTES		1.ELEMENTOS						2.- EPOCA DE LA CONSTR UCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion																	
25		VIGAS(ml)						1993-2018			VIGAS(ml)			NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL			NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMI ENTOS(%)			SUMA TOTAL			NIVEL DE PUNTAJE		
N° LOTE	Urb Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	N°PISOS			SUMA TOTAL	L	M	C	N°PISOS			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			1°	2°	3°	SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			1°	2°	3°	SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE				
				1°	2°	3°					1°	2°	3°			L	M	C					L	M	C					L	M	C	L	M
2017	V-19	2	90	100	100	0	200	0	0	X	50	50	0	100	50%	0	0	1	30	15	0	45	0	0	1	30	5	5	40	0	0	1		
2018	V-20	2	120	110	110	0	220	0	0	X	50	40	0	90	41%	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	35	5		40	0	0	1		
2019	V-21	2	140	125	125	0	250	0	0	X	80	40	40	160	64%	0	0	1	30	10		40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1		
2020	V-22	2	180	150	150	0	300	0	0	X	60	60	0	120	40%	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1		
2021	V-23	2	120	100	100	0	200	0	0	X	50	50	0	100	50%	0	0	1	20	10	0	30	0	1	0	30	15	0	45	0	0	1		
2022	V-24	1	160	125	0	0	125	0	0	X	50	0	0	50	40%	0	0	1	15	0	0	15	1	0	0	40	0	0	40	0	0	1		
2023	V-25	2	80	65	65	65	195	X	0	0	30	30	0	60	31%	0	0	1	10	5	0	15	1	0	0	35	5	0	40	0	0	1		

Fuente: Elaboración propia (2018)

## LOSAS

Tabla 24. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 7

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VIVIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC 1RA ETAPA PARTE ALTA																																
CANT. LOTES		1-ELEMENTOS						Z.- EPOCA DE LA CONSTRUCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion															
25		LOSAS(m2)						1993-2018			LOSAS(m2)						LOSAS(m2)															
N° LOTE	Urb Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	N°PISOS			SUMA TOTAL	N°PISOS			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMIENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE					
				1°	2°	3°		1°	2°	3°			1°	2°	3°	1°	2°	3°		1°	2°	3°	1°	2°	3°							
				A	M	B		L	M	C			L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	A	M	B		L	M	C			
1996	V-1	3	60	50	50	50	150	0	0	X	20	10	0	30	20%	0	1	0	20	0	0	20	0	1	0	40	0	0	40	0	0	1
1997	V-2	2	150	136	136	0	272	0	X	0	60	40	0	100	37%	0	0	1	30	0	0	30	0	1	0	20	0	0	20	0	1	0
1998	V-3	1	60	55	0	0	55	0	0	X	0	0	0	0	0%	1	0	0	40	0	0	40	0	0	1	20	0	0	20	0	1	0
1999	V-4	3	190	185	185	185	555	X	0	0	90	20	0	110	20%	0	1	0	0	20	0	20	0	1	0	0	35	0	35	0	1	0
2000	V-5	2	190	180	180	0	360	0	X	0	80	40	0	120	33%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1
2001	V-6	1	90	85	0	0	85	0	0	X	40	0	0	40	47%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1
2002	V-7	2	40	37	37	0	74	X	0	0	20	0	0	20	27%	0	1	0	0	20	0	20	0	1	0	0	35	0	35	0	1	0
2003	V-8	3	130	125	125	125	375	0	0	X	60	20	0	80	21%	0	1	0	0	20	0	20	0	1	0	0	25	5	30	0	1	0
2007	V-9	2	140	130	130	0	260	0	0	X	80	40	0	120	46%	0	0	1	20	10	0	30	0	1	0	30	10	0	40	0	0	1

Fuente: Elaboración propia(2018)

Tabla 25. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 8

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VIVIENDAS EN LA URBANIZACION INCA MANCO CAPAC IRA ETAPA PARTE ALTA																																	
CANT. LOTES		1.ELEMENTOS						2- EPOCA DE LA CONSTRUCCION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS						5- Indicios de Corrosion																
25																	LOSAS(m2)																
AÑO	N° LOTE	Urb Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	LOSAS(m2)			SUMA TOTAL	1993-2018			LOSAS(m2)			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMIENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE		
					1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°			L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	A 1°	M 2°	B 3°		L	M	C
					A	M	B																										
2008	V-10	2	150	125	125	0	250	0	0	X	50	50	0	100	40%	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1	
2009	V-11	3	120	112	120	32	264	0	0	X	60	20	0	80	30%	0	0	1	35	5	0	40	0	0	1	30	15	5	50	0	0	1	
2010	V-12	1	80	70	0	0	70	0	0	X	20	0	0	20	29%	0	1	0	15	0	0	15	1	0	0	40	0	0	40	0	0	1	
2011	V-13	2	160	150	150	0	300	0	0	X	80	50	0	130	43%	0	0	1	20	20	0	40	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	
2012	V-14	3	90	80	80	80	240	0	X	0	40	20	20	80	33%	0	0	1	10	5	0	15	1	0	0	25	15	0	40	0	0	1	
2013	V-15	3	130	120	120	120	360	0	0	X	80	20	10	110	31%	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	20	10	0	30	0	1	0	
2014	V-16	3	180	170	170	170	510	0	0	X	90	40	0	130	25%	0	1	0	25	10	5	40	0	0	1	15	20	0	35	0	1	0	
2015	V-17	3	100	90	90	90	270	0	0	X	40	20	0	60	22%	0	1	0	15	5	0	20	0	1	0	20	20	0	40	0	0	1	
2016	V-18	3	120	110	110	110	330	0	X	0	80	20	0	100	30%	0	0	1	30	0	0	30	0	1	0	40	0	0	40	0	0	1	

Fuente: Elaboración propia(2018)

Tabla 26. Base de datos para el sistema de calificación y determinar el grado de corrosión de las viviendas – parte 9

SISTEMA DE CALIFICACION DE LAS VYIENDAS EN LA URBANIACION INCA MANCO CAPAC 1RA ETAPA PARTE ALTA																																
CANT. LOTES		1.ELEMENTOS						2-EPOCA DE LA CONST RUCC ION			4-TIPOS DE ELEMENTOS AFECTADOS									5- Indicios de Corrosion												
25		LOSAS(m2)						1993-2018			LOSAS(m2)									LOSAS(m2)												
N° LOTE	Urb. Inca Manco Capac parte alta	N° DE PISOS	AREA CONSTRUIDA(m2)	N°PISOS			SUMA TOTAL	1993-2018			LOSAS(m2)			SUMA TOTAL	PORCENTAJE	NIVEL DE PUNTAJE			FISURAS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE			AGRIETAMI ENTOS(%)			SUMA TOTAL	NIVEL DE PUNTAJE		
				1°	2°	3°		L	M	C	1°	2°	3°			L	M	C	1°	2°	3°		L	M	C	A	M	B		L	M	C
				A	M	B		L	M	C	L	M	C			1°	2°	3°	L	M	C		1°	2°	3°	L	M	C		A	M	B
2017	V-19	2	90	80	80	0	160	0	0	X	40	0	0	40	25%	0	1	0	40	0	0	40	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1
2018	V-20	2	120	115	115	0	230	0	0	X	60	25	0	85	37%	0	0	1	40	5	0	45	0	0	1	25	15	0	40	0	0	1
2019	V-21	2	140	130	130	0	260	0	0	X	80	20	0	100	38%	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	20	10	0	30	0	1	0
2020	V-22	2	180	170	170	0	340	0	0	X	75	60	0	135	40%	0	0	1	20	30	0	50	0	0	1	20	30	0	50	0	0	1
2021	V-23	2	120	110	110	0	220	0	0	X	50	20	0	70	32%	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1	30	10	0	40	0	0	1
2022	V-24	1	160	145	0	0	145	0	0	X	50	0	0	50	34%	0	0	1	40	0	0	40	0	0	1	20	0	0	20	0	1	0
2023	V-25	2	80	70	70	70	210	X	0	0	30	0	0	30	14%	0	1	0	40	0	0	40	0	0	1	10	0	0	10	1	0	0

Fuente: Elaboración propia (2018)



## DATOS ESTADISTICOS.

Tabla 27: época de la construcción de las viviendas.

Núm.	Indicadores	Grado de corrosión	Número de viviendas	Porcentaje (%)
1	Época de construcción 1993-2018	Critico (C)	18	72.00%
		Moderado (M)	4	16.00%
		Leve	3	12.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

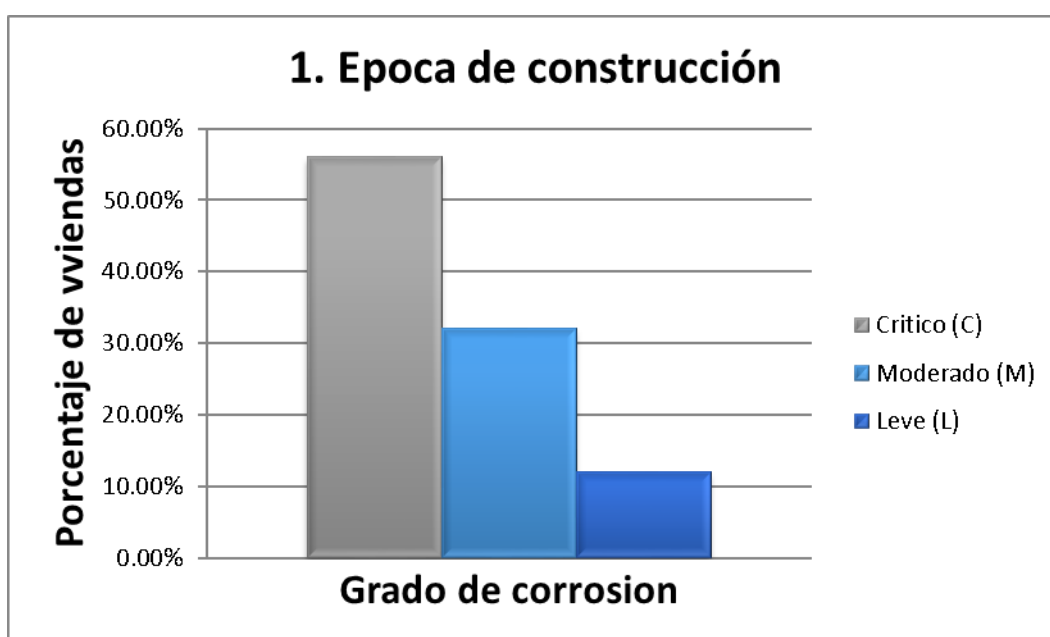


Figura 15. Época de construcción de las viviendas (Fuente propia)

INTERPRETACION: Se observa a través de la información del formulario para la recolección de datos en campo se presenta el resumen estadístico de la muestra en lo referente a la época de construcción de las viviendas. Es predominante que las viviendas construidas hace 20 años muestran un alto porcentaje de corrosión con su vida útil no lograda con un 72%.

## DATO ESTADÍSTICO DEL NIVEL CRÍTICO DE CORROSIÓN-COLUMNAS

Tabla28: corrosión en elemento estructural-columnas

	Indicadores - Columnas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
2	Columnas	Critico (C)	20	80.00%
		Moderado (M)	4	16.00%
		Leve(L)	1	4.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

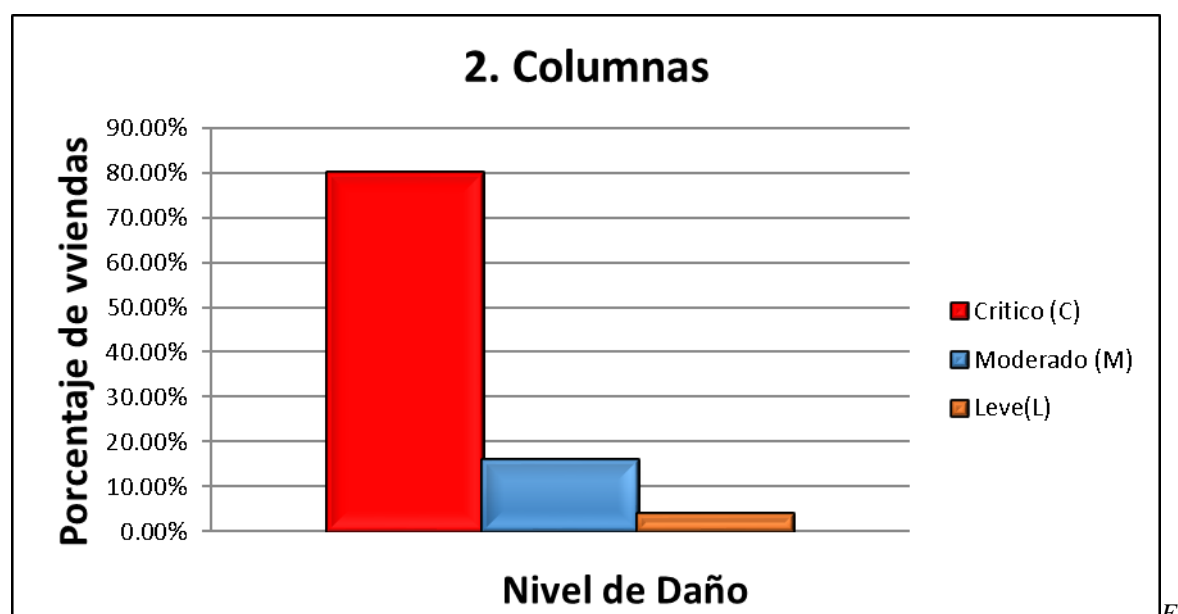


FIGURA 16. Corrosión en el elemento estructural-columnas (Fuente propia)

INTERPRETACION: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural (columnas). Puede leerse que es predominante el nivel de corrosión de las columnas con un nivel crítico de 80% y un nivel moderado de 16% y por ultimo con un nivel leve de 1%.

## DATO ESTADÍSTICO DEL NIVEL CRÍTICO DE CORROSIÓN -VIGAS.

Tabla29: corrosión en elemento estructural-Vigas

Núm.	Indicadores de elementos estructurales	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
3	vigas	Critico (C)	18	72.00%
		Moderado (M)	5	20.00%
		Leve(L)	2	8.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

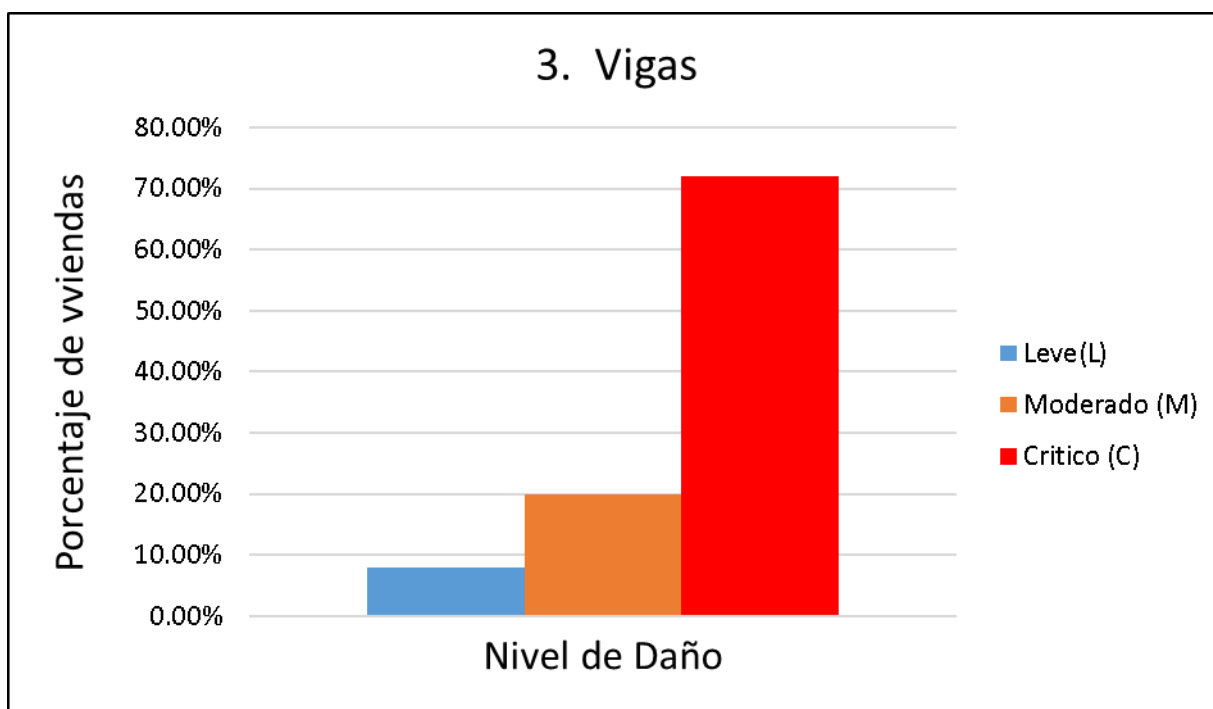


Figura 17. Corrosión en elemento estructural-vigas (Fuente propia)

INTERPRETACION: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural (vigas). Puede leerse que es predominante el nivel de daño por corrosión en las vigas con un nivel crítico de 72% y otro nivel moderado de un 20% por último con un nivel leve de 8%.

## DATO ESTADÍSTICO DEL NIVEL CRÍTICO DE CORROSIÓN -LOSAS.

Tabla30: corrosión en el elemento estructural-Losas

Núm.	Indicadores de elementos estructurales	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
4	Losas	Critico (C)	15	60.00%
		Moderado (M)	9	36.00%
		Leve(L)	1	4.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

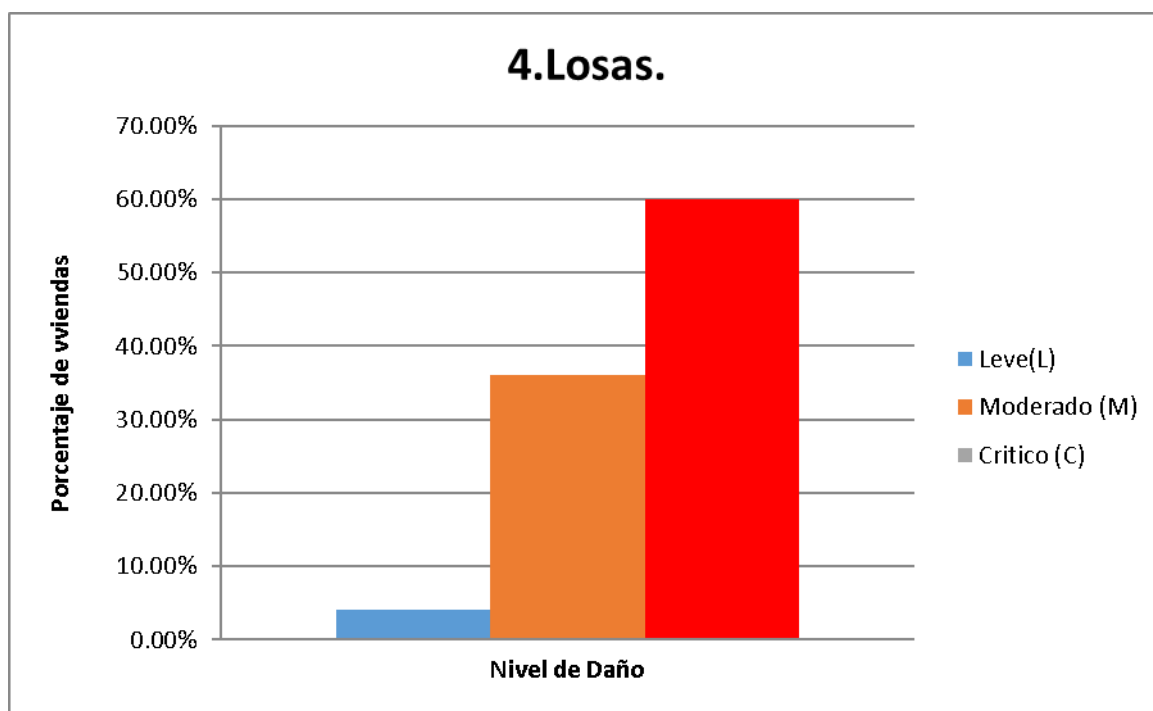


Figura 18. Corrosión en el elemento estructural-Losas (Fuente propia).

INTERPRETACION: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural (losas). Puede leerse que es predominante el nivel de daño por corrosión en las losas, con un nivel crítico de 60% y otro nivel moderado de 36% por ultimo con un nivel leve de 4%.

RESUMEN DE DATOS ESTADÍSTICOS SEGÚN LO OBSERVADO A TRAVÉS DE LAS FICHAS DE OBSERVACIÓN.

**COLUMNAS**

Tabla31: corrosión en Columnas-Fisuras

Núm.	Indicadores Columnas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
5	Fisuras	Critico (C)	20	80.00%
		Moderado (M)	3	12.00%
		Leve(L)	2	8.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

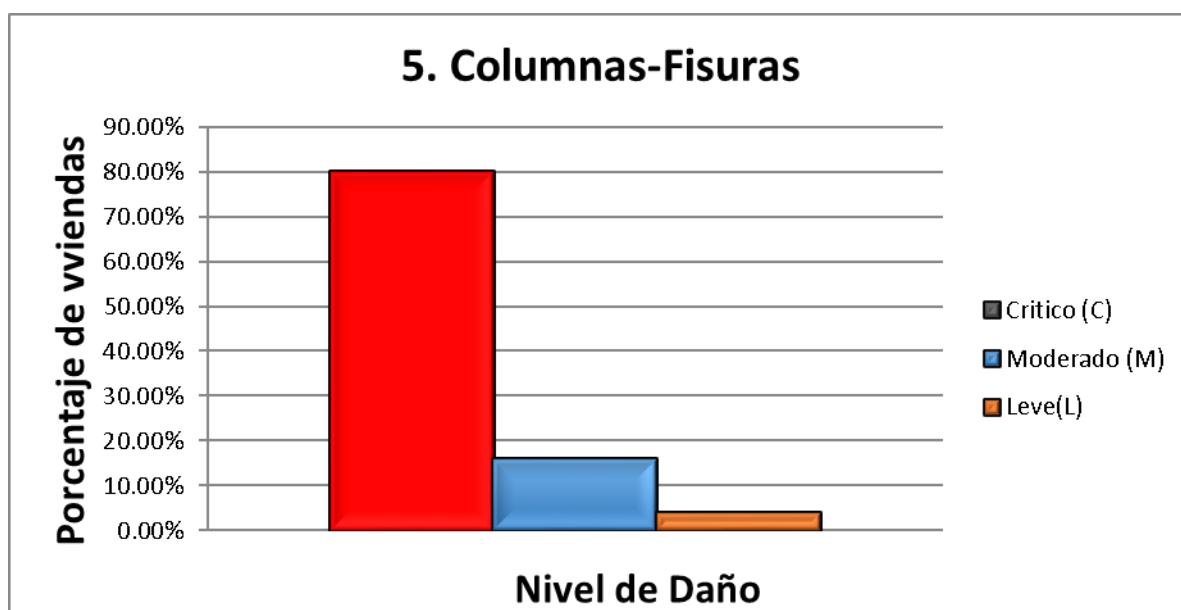


Figura 19. Corrosión en columnas-Fisuras (Fuente propia).

INTERPRETACIÓN: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural de las columnas- fisuras. Puede leerse que es predominante el nivel de daño-fisuras, con un nivel crítico de 80% y otro nivel de 12% por último otro nivel de 8%.

Tabla32: corrosión en columnas-agrietamiento.

Núm.	Indicadores Columnas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
7	Arietamiento	Critico (C)	20	80.00%
		Moderado (M)	4	16.00%
		Leve(L)	1	4.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

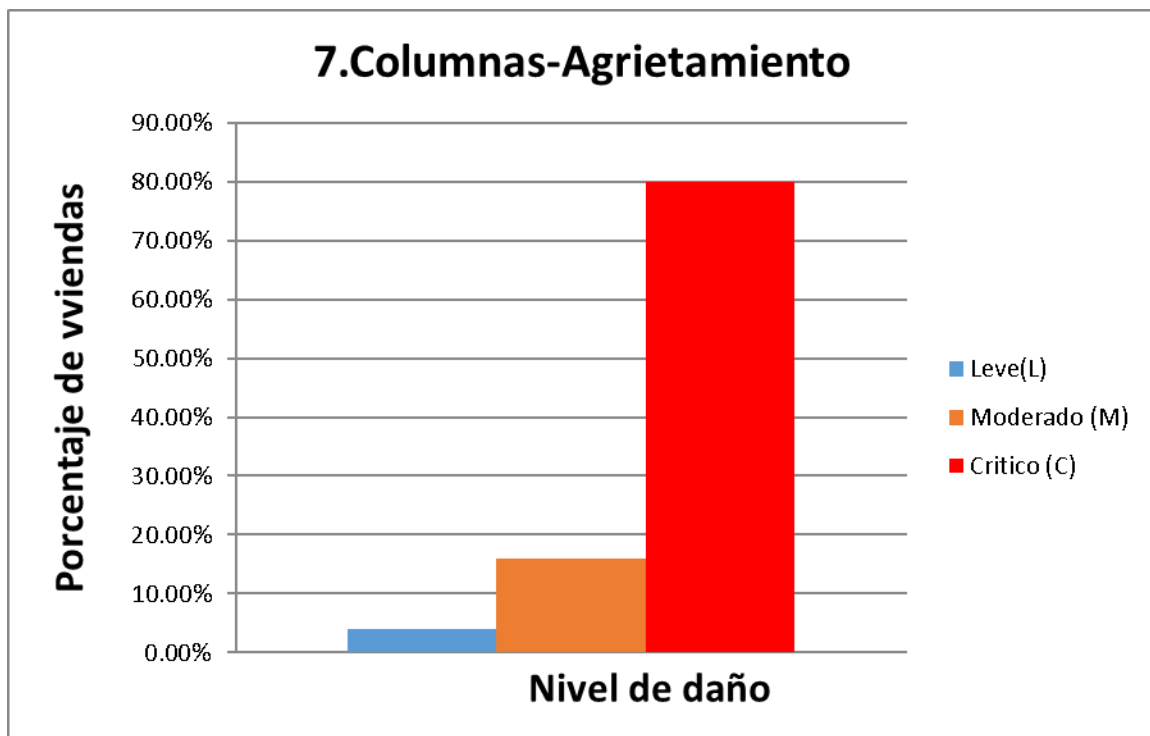


Figura 20. Corrosión en columnas-agrietamiento (Fuente propia).

INTERPRETACIÓN: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural de las columnas- agrietamiento. Puede leerse que es predominante el nivel de daño-agrietamiento, con un nivel crítico de 80% y otro nivel de 16% por último otro nivel de 4%.

## VIGAS

Tabla33: Corrosión en Vigas-Fisuras

Núm.	Indicadores Vigas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
10	Fisuras	Critico (C)	21	84.00%
		Moderado (M)	3	12.00%
		Leve(L)	1	4.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

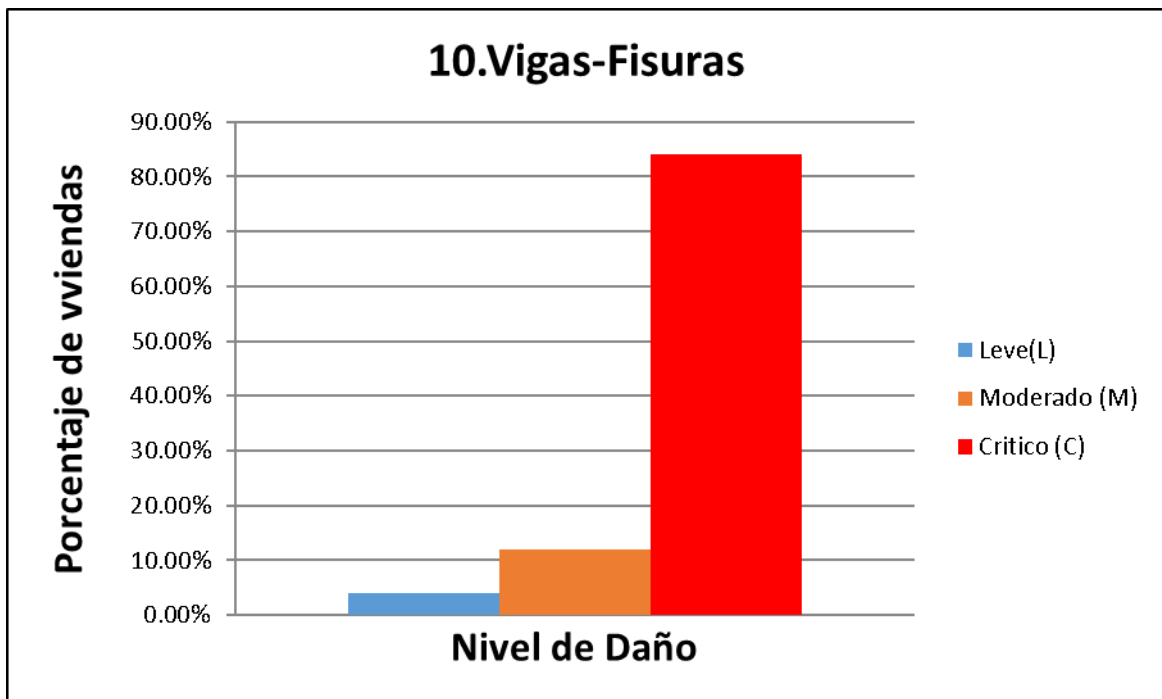


Figura 21. Corrosión en Vigas-Fisuras (Fuente propia).

INTERPRETACIÓN: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural de las Vigas- Fisuras. Puede leerse que es predominante el nivel de daño- Fisuras, con un nivel crítico de 84% y otro nivel de 12% por ultimo otro nivel de 4%.

Tabla34: Corrosión en vigas-Agrietamiento.

Núm.	Indicadores - Vigas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
12	Agrietamiento	Critico (C)	16	64.00%
		Moderado (M)	5	20.00%
		Leve(L)	4	16.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

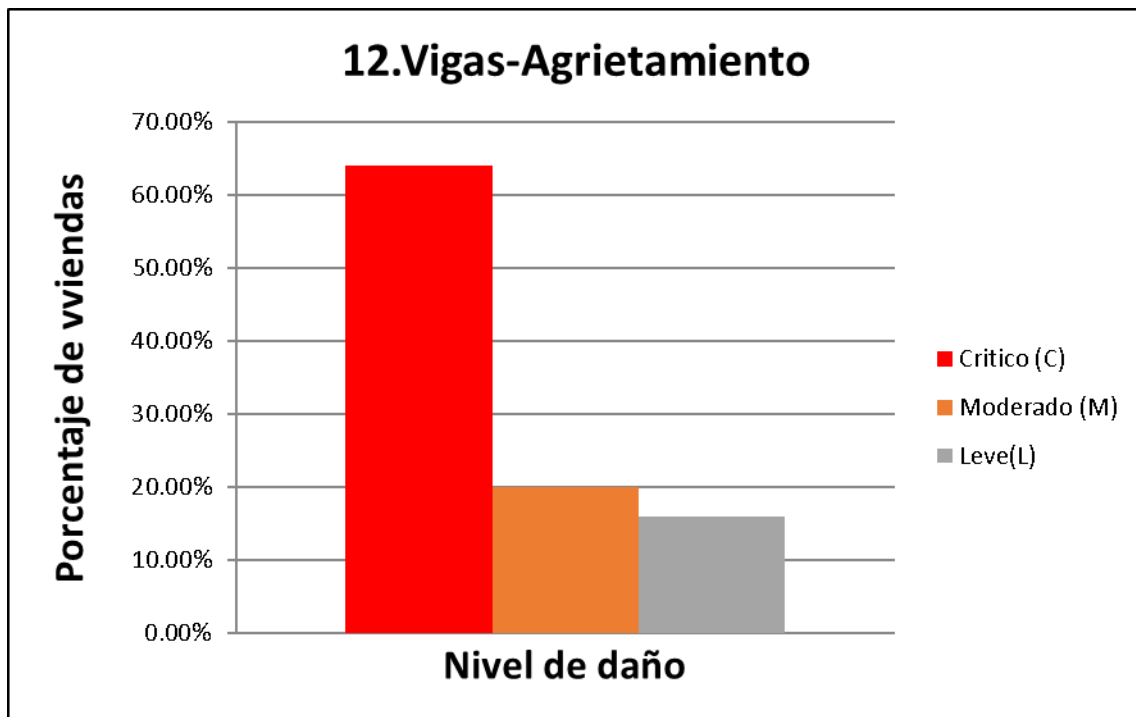


Figura 22. Corrosión en vigas-Agrietamiento (Fuente propia).

INTERPRETACIÓN: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural de las Vigas- Agrietamiento. Puede leerse que es predominante el nivel de daño-Agrietamiento, con un nivel crítico de 84% y otro nivel de 12% por último otro nivel de 4



## LOSAS:

Tabla35: corrosión en Losas-Fisuras.

Núm.	Indicadores -Losas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
15	Fisuras	Critico (C)	22	88.00%
		Moderado (M)	3	12.00%
		Leve(L)	0	0.00%
			25	100.00%

Fuente: Elaboración propia. (2018)

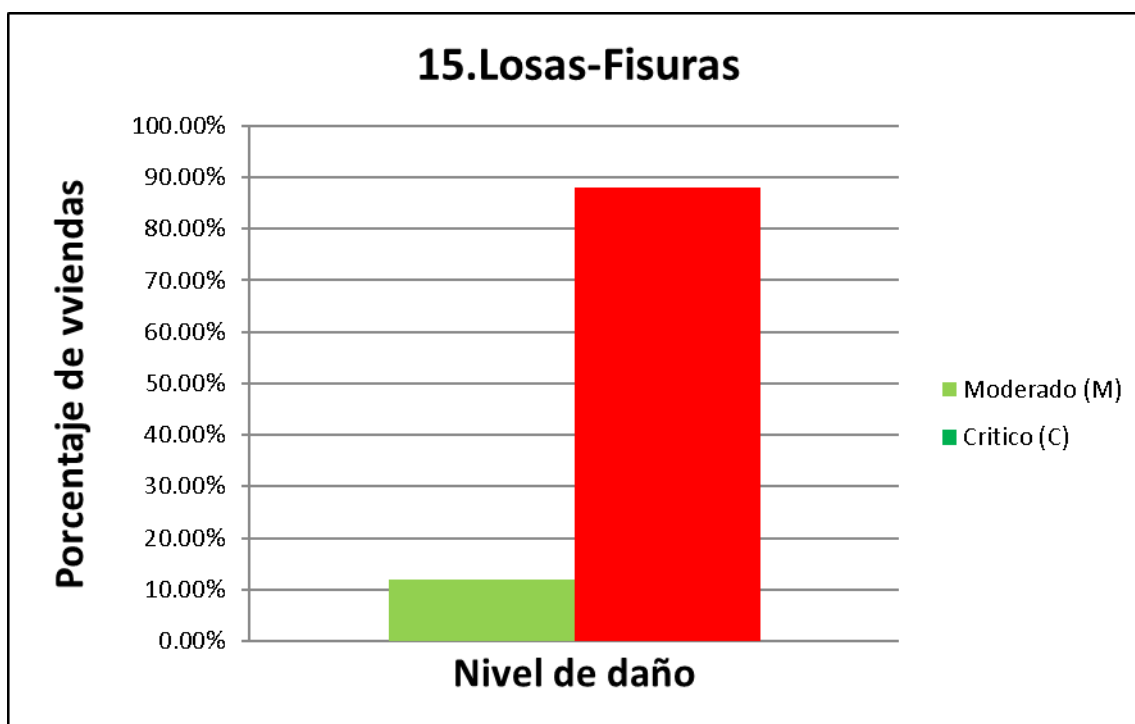


Figura 23. Corrosión en Losas-Fisuras (Fuente propia).

INTERPRETACIÓN: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural losas-Fisuras. Puede leerse que es predominante el nivel de daño-fisuras, con un nivel crítico de 88% y otro nivel de 12% por último nivel de 0%.

Tabla36: corrosión en Losas-Agrietamiento.

Núm.	Indicadores -Losas	Nivel de Daño	Número de viviendas	Porcentaje (%)
2	Agrietamiento	Critico (C)	16	64.00%
		Moderado (M)	8	32.00%
		Leve(L)	1	4.00%
			25	100.00%

Fuente: elaboración propia (2018)

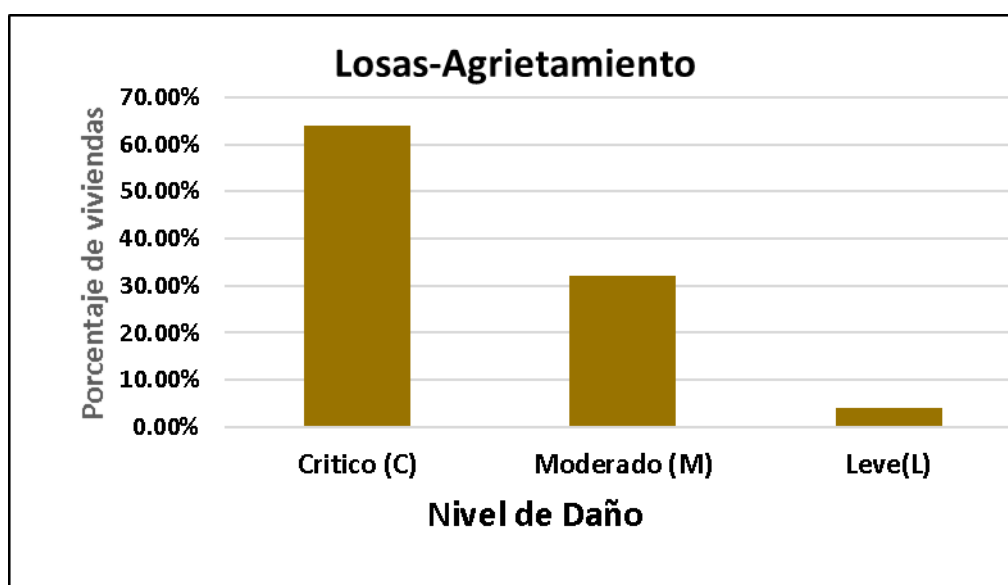
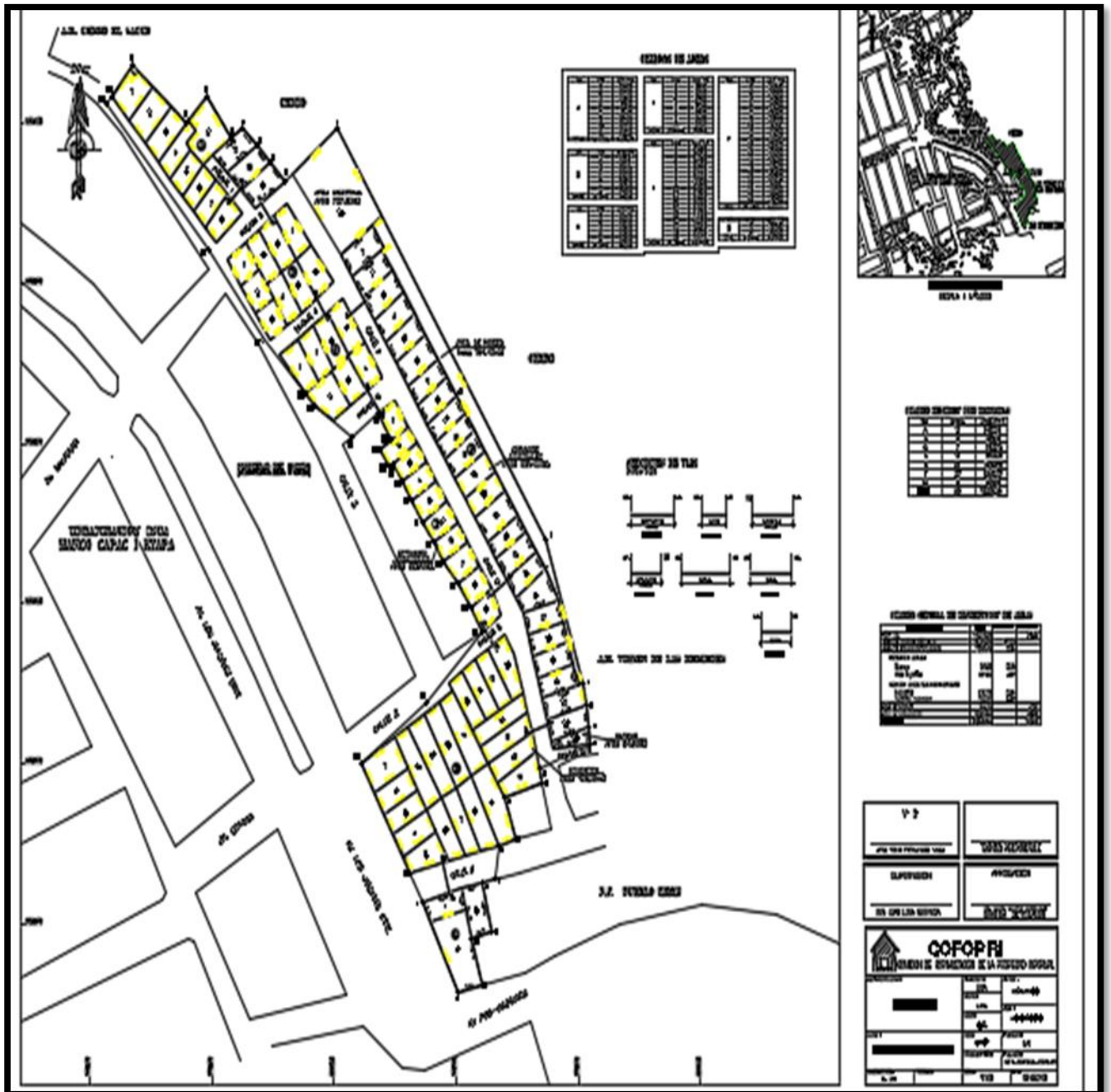


Figura 24. Corrosión en Losas-Agrietamiento (Fuente propia).

INTERPRETACIÓN: Se observa a través de las fichas de observación recolectada en campo un resumen estadístico de la muestra en lo referente al nivel de corrosión en el elemento estructural losas-Agrietamiento. Puede leerse que es predominante el nivel de daño-Cangrejas, con un nivel crítico de 64% y otro nivel de 32% por último nivel de

Figura 25. Ubicación del plano de las 256 viviendas en la urbanización Inca Manco Cápac.



Fuente: COFOPRI

## PRIMERA VIVIENDA AFECTADA

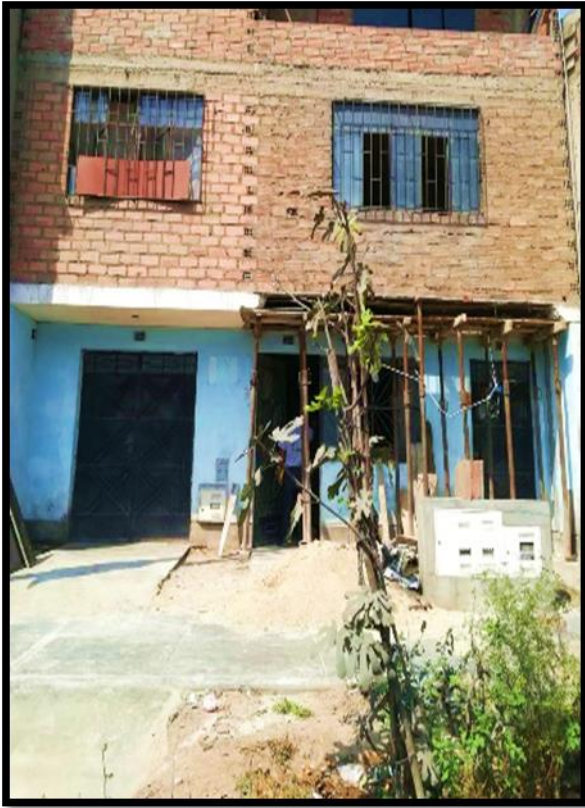


Figura 26: fachada de la primera

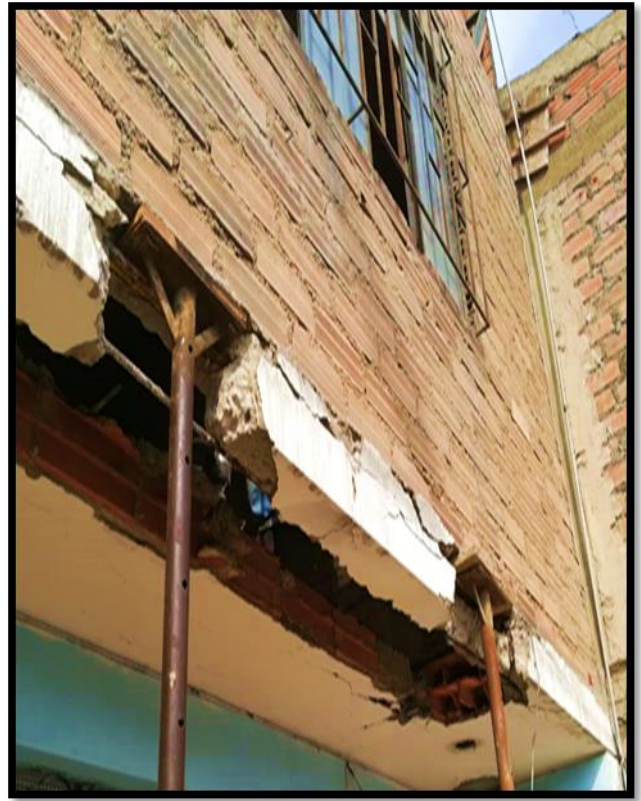





Figura 27: Reparación de vivienda Corroída.



Vivienda localizada

Figura: Fichas técnicas

		<b>FICHAS DE OBSERVACION EN VIVIENDAS</b>				<b>V-1</b>	
Información de la inspección							
Hora inicio:		4:00 pm		fecha		28/08/18	
Hora fin:		5:00 pm		N° Ficha		01	
Nombres del ins- pector		<b>Chávez meja juan Carlos</b> <b>Mancilla Guzmán Angy Ivone</b>				Estudiante de ingeniería civil X	
Información general de la vivienda							
Propietario		<b>Héctor Ayapi Trujillo</b>			DNI:		<b>08279757</b>
Área construida(m2) x		1ro	2do	3ro		Número de pisos: <b>2 pisos</b>	
Pisos :		<b>150</b>	<b>150</b>	-		Edad de la estructura : <b>15 años</b>	
Conteo de elementos estructurales x N° pisos-1,2,3 pisos						Diseño: No	Tipos de elemento afectado
	1ro	Corr	2do	Corr.	3ro	Corr.	<b>03</b>
Columnas(Und.)	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	-	-	
Vigas (ml)	<b>120</b>	<b>50</b>	<b>120</b>	<b>45</b>	-	-	Reparación: <b>NO</b>
Losas(m2)	<b>125</b>	<b>50</b>	<b>125</b>	<b>50</b>	-	-	<b>A=1pto, B=2 pto, c=3Pto.</b>
<b>DAÑOS POR CORROSIÓN-COLUMNAS</b>							
Niveles de daño		A=leve, B=moderado, C=crítico					
<b>Corrosión</b>		<b>Columnas</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>		
		1	2		Se observó daños que afectan el acero en toda magnitud con fisuras y grietas a comienzos del suelo. De las columnas corroídas son: 2 leves; 4 moderadas y 8 críticas.		
<b>Nivel de daño</b>		<b>C</b>	<b>C</b>	-			
% indicios de corrosión		<b>50%</b>	<b>50%</b>	-			
Fisuras		<b>20%</b>	<b>30%</b>				
Agrietamientos		<b>30%</b>	<b>20%</b>				
<b>IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO</b>							
		Columna con fisuras de 4mm con longitud de 60cm					Fisuras con espesor de 4mm con longitud de 1.10m



Corrosión de gran magnitud en acero de refuerzo y estribos

Se ve cangrejas en gran porcentaje dando a decir un diseño de mezcla de mala calidad por lo que se da a ver el acero expuesto.



Se observa acero de 1/2" y estribos de 1/4" por lo que se le otorga reparación a dicha columna

Se observa claramente como el acero de refuerzo llegó a corroerse con gran velocidad no dando la vida útil del elemento. Por lo que se procedió a repararla



Acero de refuerzo expuesto y estribos corroídos en gran magnitud





Acero de refuerzo corroído en gran magnitud en la parte inferior de la columna y a la vez se puede observar la corrosión de los estribos

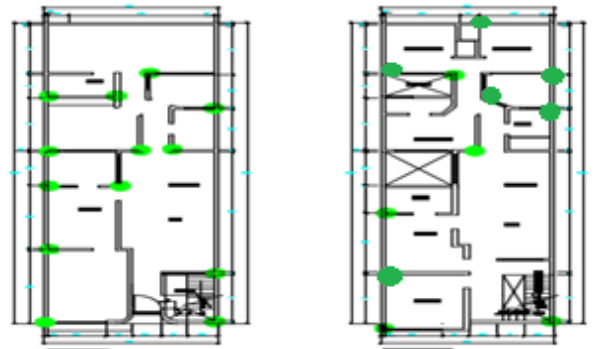


Acero corroído en gran porcentaje en la parte inferior de la columna de la primera vivienda en el primer piso.



Acero corroído en el elemento estructural de la columna (central) y se puede observar la reparación misma que se le da.

### CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑO



## DAÑOS POR CORROSIÓN -VIGAS

Niveles de daño: A=leve, A=moderado, C=critico

Corrosión	Vigas			OBSERVACIONES:  Se observó 50 ml de corrosión en el 1er piso y 45 ml En el 2do piso de las cuales se observaron diferentes daños.
	1	2	3	
Nivel de daño	C	C	-	
% indicios de corrosión	40%	40%	-	
Fisuras	20%	20%	-	
Agrietamientos	20%	20%	-	

### IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO

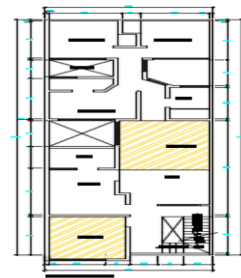
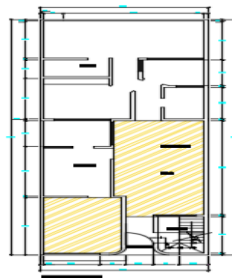


Corrosión en Viga



Corrosión vigas -chatas

### CROQUIS DE LOCALIZACION DAÑO





## DAÑOS POR CORROSIÓN-LOSAS

Niveles de daño: A=leve, B=moderado, C=critico

Corrosión	losas			Observaciones
	1	2	3	
Nivel de daño	C	C	-	Se observó daños en diferentes magnitudes con gran cantidad de porcentaje en fisuras de forma longitudinales de aproximadamente 2m y grietas con gran profundidad.
% indicios de corrosión	40%	40%	-	
Fisuras	20%	20%	-	
Agrietamientos	20%	20%	-	

### IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO

#### PRIMER PISO



CORROSIÓN  
EN VIGUETAS

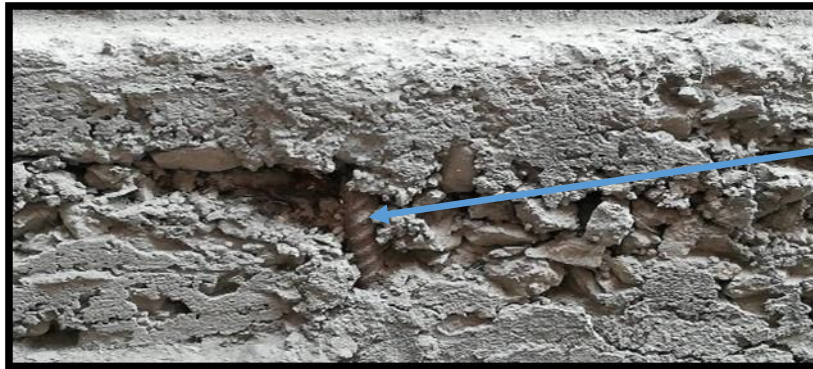


CORROSION EN  
LOSAS



Corrosión en las viguetas en todas las direcciones.

**SEGUNDO PISO**



Se observa acero corroído en gran magnitud por causa de un mal diseño de mezcla.



Prueba de cajoneo para ver si el elemento ha llegado a corroerse



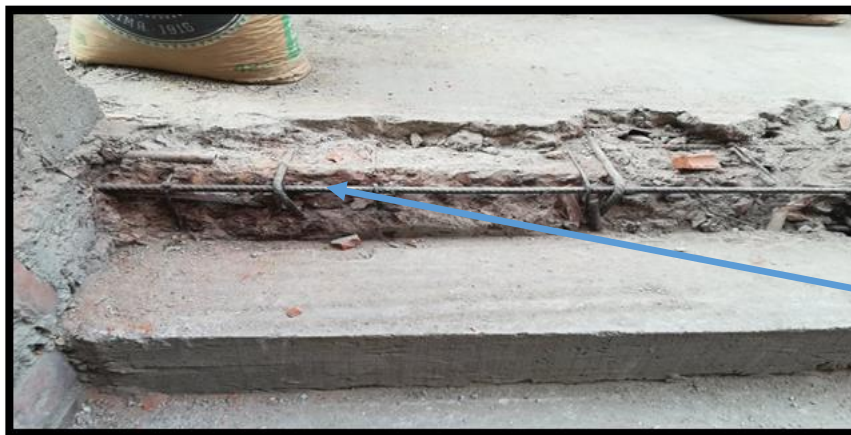
Cangrejeras en gran extensión en las vigas.



Claramente una vez más se observa en la losa aligerada mala calidad del concreto (diseño de mezcla).

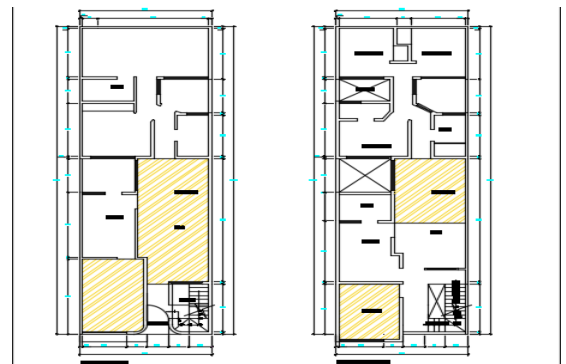


Acero corroído en gran magnitud y con desprendimiento del material.



Corrosión en losa y viga en conexión de la escalera.

### CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑO



Fuente: Elaboración propia

Información de la inspección: Héctor Ayapi Trujillo

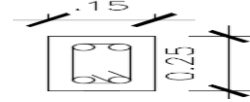
FICHA Nro. : **1**

Diámetro de acero usado en vivienda

**columnas**

Detalle del acero en columnas:

$\varnothing 1/2''$ ,  $1/4''$



Nombre del inspector

Chávez mejía juan Carlos  
Mancilla Guzmán Angy ivonne

Estudiante de ingeniería civil X

### CAUSAS DE CORROSIÓN

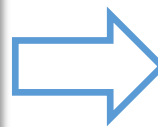
Niveles de daño:

A=leve, B=moderado, C=crítico

	Columnas		OBSERVACIONES:
	Nivel	Daño	
Carbonatación laboratorio	-	C	En carbonatación no presenta coloración grosella.
Sulfatos-laboratorio	1,16%	C	
Cloruros-laboratorio	0,09%	L	
pH del concreto-laboratorio	8,56	C	
Humedad	-	-	
espesor del recubrimiento-campo	19mm,14.58mm,21.69mm,16.34,14.68mm	C	

### IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-COLUMNAS

**Espesor del recubrimiento (campo)**  
**Primera columna**



Muestra extraída de la primera columna



Espesor de recubrimiento de la primera columna: **19mm**

**Segunda columna**



Muestra extraída de la segunda columna



Espe-  
sor del  
recubri-  
miento  
de la se-  
gunda  
columna:  
**14.58mm**

**Tercera columna**



**Muestra de la  
tercera columna**



Espe-  
sor de recu-  
brimiento de la  
tercera columna:  
**21.69mm**

**Cuarta columna.**



**Muestra de la  
cuarta columna.**



Esesor del recubrimiento de la cuarta columna: **16.34mm**

**Quinta columna**



Esesor del recubrimiento de la cuarta columna: **14.68mm**



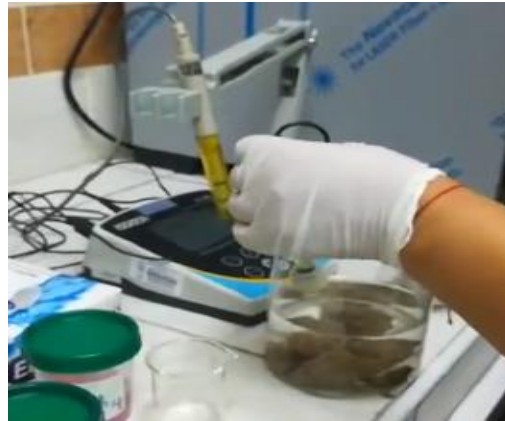
**CARBONATACION**

prueba de la columna más crítica (segunda columna)



**No presenta  
coloración Ro-  
jo grosella.**

**pH-segunda columna (excéntrica)**



**pH=8,56**

**CLORUROS  
-segunda columna(excéntrica)**



**Cloruro:0.09%**

**SULFATOS-segunda columna(excéntrica)**



**Sulfato:  
1,16%**

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

Tabla37: Recubrimiento de concreto para el refuerzo.

<b>RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO</b>	
a) concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.....	70mm
b) concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:	
Barras Ø 3/4 " y mayores.....	50mm
Barras Ø 5/8 " y menores.....	40mm
c) concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
*Losas, muros, viguetas:	
barras Ø 1 3/8" y menores.....	20mm
*Vigas y Columnas	
<b>Armadura principal ,estribos y espirales.....</b>	<b>40mm</b>

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 38: Recubrimiento de columnas-primera vivienda

<b>Recubrimiento Primera vivienda-columna</b>	
C1	19 mm
C2	14.58 mm
C3	21.69 mm
C4	16.34 mm
C5	14.68 mm

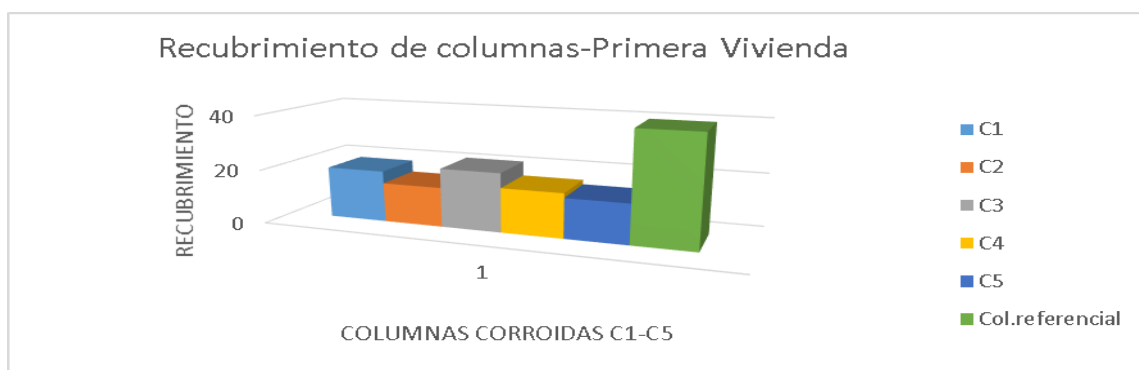
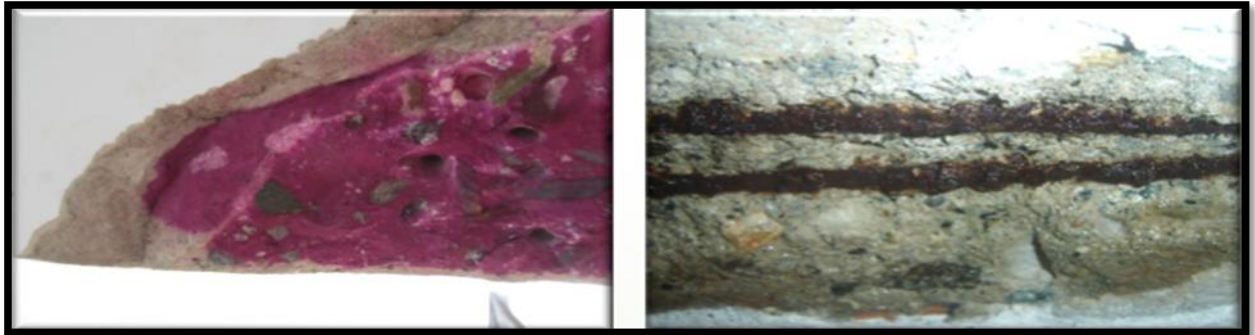


Figura 28. Recubrimiento de columnas

INTERPRETACIÓN: En la primera vivienda observamos el ensayo en campo de cinco columnas las que son más accesibles para la medición del recubrimiento con el vernier, por lo que se puede observar en la fig.27.

## CARBONATACIÓN

Comportamiento del concreto cuando esta carbonatado. Por coloración del indicador acido-base (fenolftaleína) sobre el concreto.



Ejemplo:

Fuente: corrosión de estructuras de concreto armado: causas, tipos y mecanismos. Díaz (2017)



Fuente: corrosión de estructuras de concreto. Díaz (2017)

**Muestra de laboratorio (UNI)**



**Incoloro=  
CARBONATADO  
No presenta coloración rojo grosella**

Fuente: Ensayos de carbonatación en laboratorio (UNI)

## SULFATOS

Tabla: Clasificación de la severidad de ambiente de sulfato de acuerdo con el ACI 2016.

Exposición	Concentración de sulfatos solubles expresados en SO <sub>4</sub>	
	En el suelo (%)	en el agua (ppm)
suave	<0,1	<150
moderada	0.1 a 0.2	150 a 1500
severa	0.2 a 2.0	1500 a 10000
muy severa	>2.0	>10000

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2017)

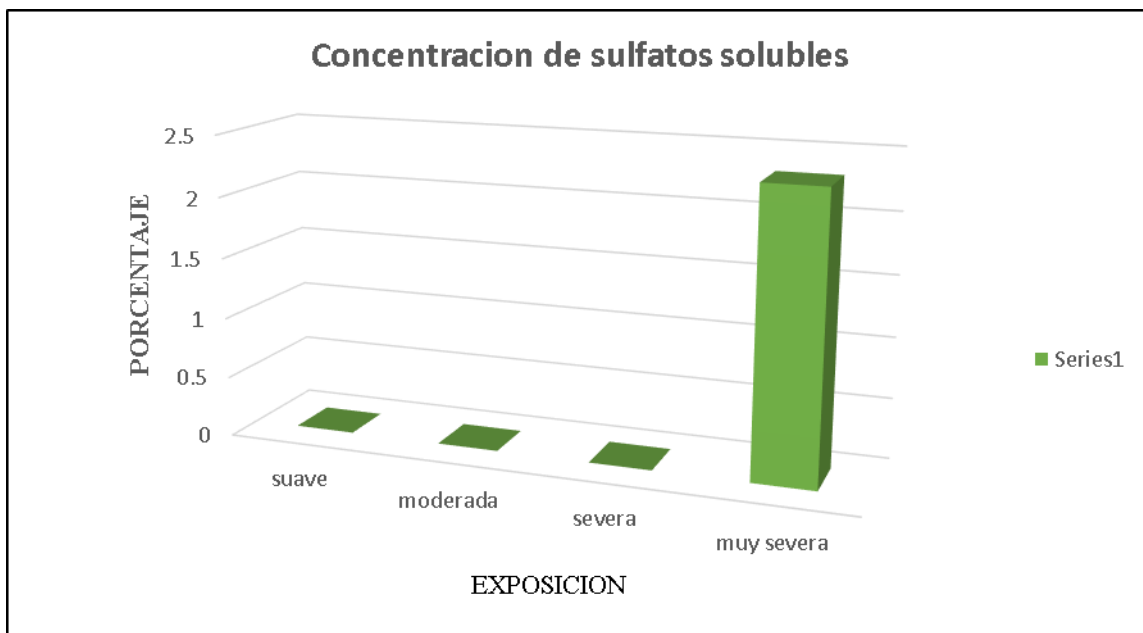


Figura 29: Cantidad de sulfato hallado en el laboratorio (UNI)

**INTERPRETACIÓN:** Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de sulfatos. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está en la exposición muy severa con 11694 ppm que equivale a un porcentaje de 2,32%.

## CLORUROS

Tabla: Rangos de concentraciones críticas de iones cloruros totales y solubles.

CONCENTRACION DE IONES CLORUROS(% POR PESO DEL CEMENTO)	RIESGO PARA LA INICIACION DE LA CORROSION
<0.4	Insignificante
0.4 -1.0	Posible
1.0-2.0	Probable
>2.0	Seguro

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

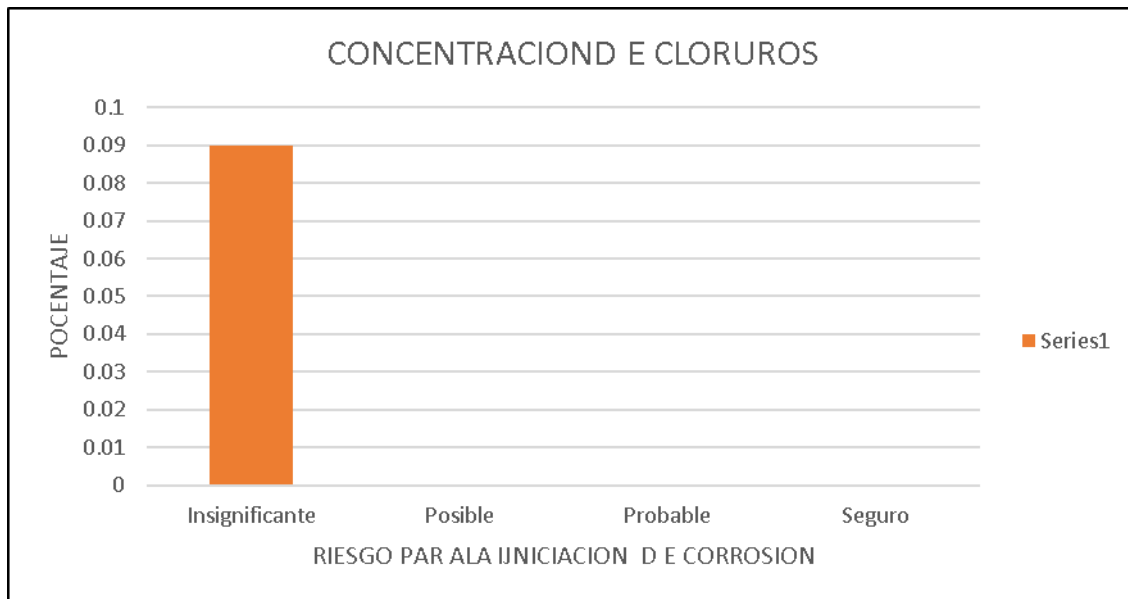


Figura30: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio (UNI)

**INTERPRETACIÓN:** Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de cloruros. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que es insignificante el riesgo para la iniciación de corrosión con 0.09%

## pH



Fuente:(Galan,2011)

Tabla: condición de acidez o alcalinidad

Intervalo de pH	Condición de acidez o alcalinidad
<4.2	Extremadamente Acido
4.2-5.5	Fuertemente Acido
5.6-6.5	Moderadamente Acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.3	Moderadamente alcalino
>8.3	Fuertemente alcalino

Fuente:Galan (2011)

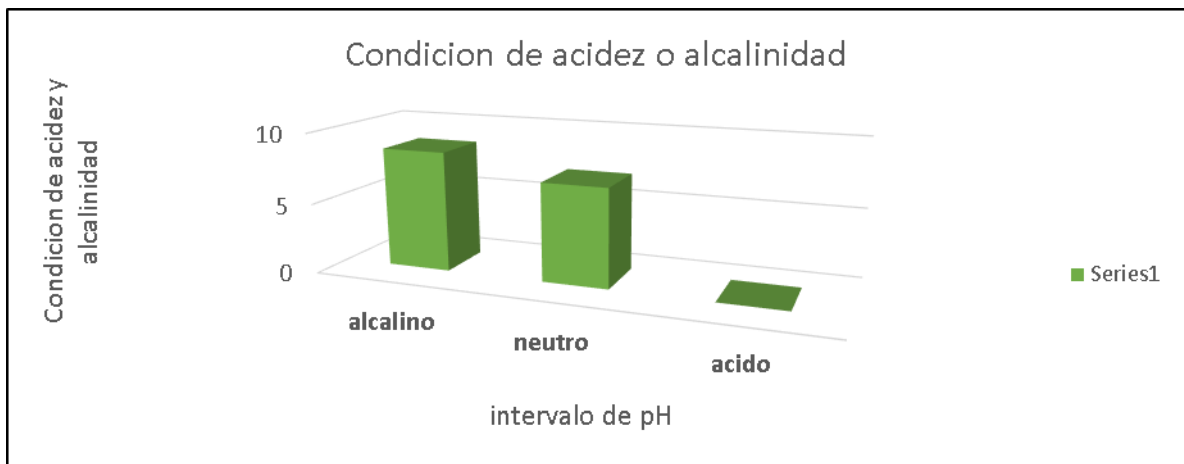


Figura 31: PH hallado en laboratorio (UNI)

**INTERPRETACIÓN:** Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar el PH. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está entrando a la acidez con un pH equivalente a 8,56, por lo que se da a entender que el pH equilibrado del concreto es de 13, vemos que está comienzos críticos.

Figura:Ficha de resultados

		<b>FICHAS DE RESULTADOS EN ELEMENTOS CORROIDOS</b>		<b>R-1</b>
Información de la inspección: Hector Ayapi Trujillo			FICHA Nro. : <b>2</b>	
Diámetro de acero usado en vivienda	<b>Losas</b>		Detalle del acero-losas:	
	$\varnothing 1/2''$ ,  $1/4''$			
Nombre del ins- pector	Angy Ivonne Mancilla Guzmán Juan Carlos Chávez Mejía		Estudiante de ingeniería civil X	
<b>CAUSAS DE CORROSIÓN</b>				
<b>Niveles de calificación:</b>			<b>A=leve, B=moderado, C=critico</b>	
	<b>Losas -vigas</b>		<b>Observaciones:</b>	
	<b>Nivel</b>	<b>DAÑO</b>	En la carbonatación no presenta coloración rojo grosella.	
Carbonatación-laboratorio	-	C		
Cloruros-laboratorio	0,06%	L		
pH del concreto -laboratorio	9,71	C		
humedad	-	-		
Espesor del recubrimiento-campo.	13mm- 12mm	C		
<b>IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-LOSAS</b>				
<b>PRIMER PISO</b>				
				





Recubrimiento: 13mm

## SEGUNDO PISO



Muestra de la losa



Espesor del recubrimiento de la losa: **12mm**





**CARBONATACIÓN**  
Muestra de la losa

**PH**

**CLORUROS**



**No presenta coloración  
rojo grosella**



**pH=9,71**



**Cloruros=0,06%**

Fuente. Elaboración propia

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla. Recubrimiento de concreto para el refuerzo.

RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO	
a) concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.....	70mm
b) concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:	
Barras Ø 3/4 " y mayores.....	50mm
Barras Ø 5/8 " y menores.....	40mm
c) concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
<b>*Losas, muros, viguetas:</b>	
<b>barras Ø 1 3/8" y menores.....</b>	<b>20mm</b>
<b>*Vigas y Columnas</b>	
Armadura principal, estribos y espirales.....	40mm

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2017)

Tabla 39: Recubrimiento de vigas chatas-primera vivienda

PRIMERA VIVIENDA -VIGAS CHATAS (LOSA ALIGERADA)	
V.CH 1	13 mm
V.CH 2	12 mm
V.CH3	8.97 mm

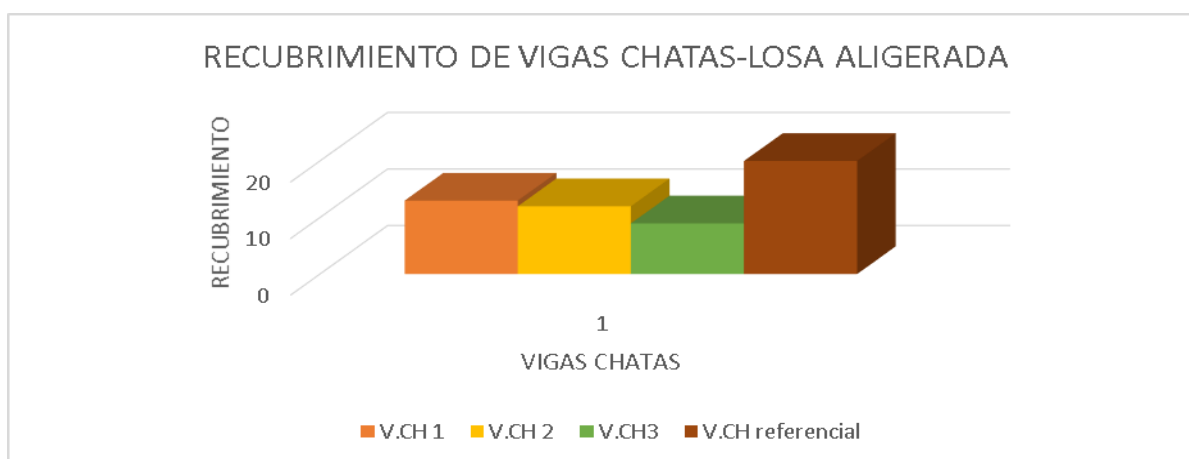
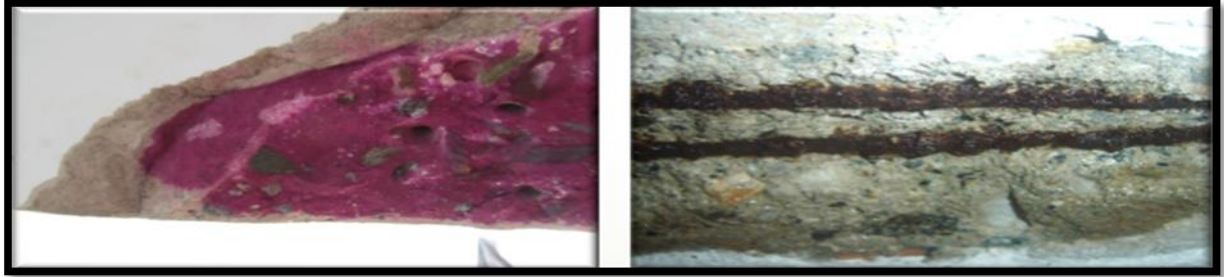


Figura32. Recubrimiento de vigas chatas.

INTERPRETACIONES: la medición de los recubrimientos en vigas chatas observamos mediante el ensayo un deficiente recubrimiento acompañado con cangrejeras que está por debajo de la normativa. Estos elementos se pueden observar en la tabla.

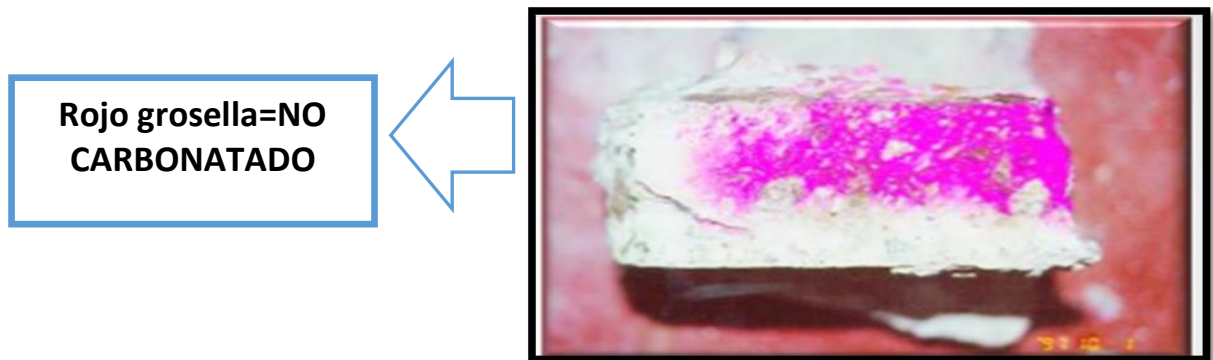
## CARBONATACIÓN

Comportamiento del concreto cuando esta carbonatado. Por coloración del indicador acido-base (fenolftaleína) sobre el concreto.



Ejemplo:

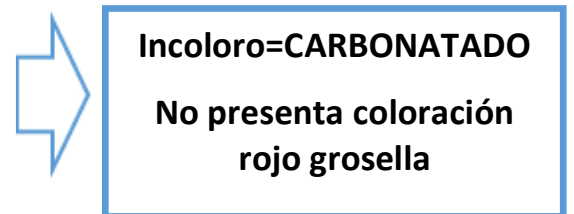
Fuente: corrosión de estructuras de concreto armado: causas, tipos y mecanismos. (Diaz,2017)



F

Fuente: (Diaz,2017)

Muestra de laboratorio (UNI)



Fuente: prueba de carbonatación en laboratorio (UNI)

# CLOURUROS

Tabla: Rangos de concentraciones críticas de iones cloruros totales y solubles.

CONCENTRACION DE IONES CLORUROS (% POR PESO DEL CEMENTO)	RIESGO PARA LA INICIACION DE LA CORROSION
<0.4	Insignificante
0.4 - 1.0	Posible
- 2.0	Probable
>2.0	Seguro

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

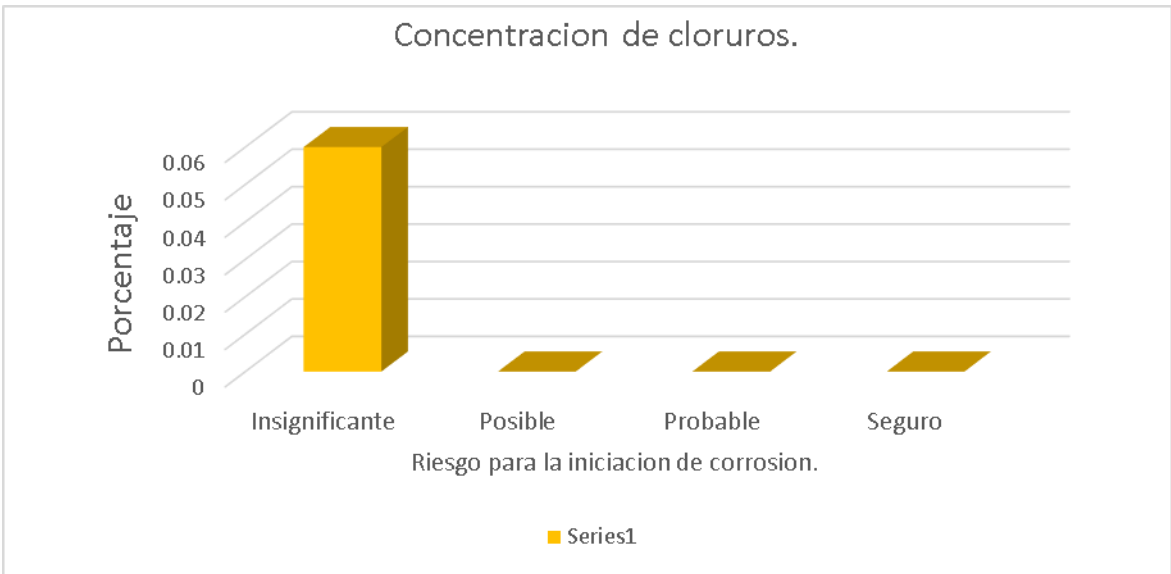
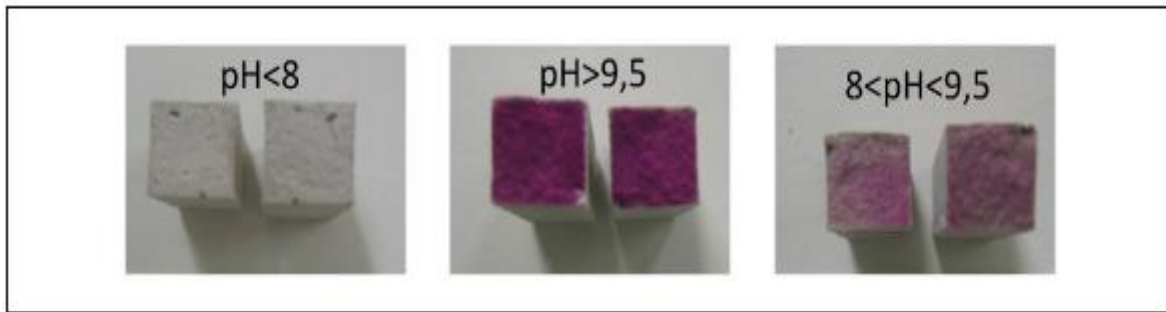


Figura 33: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio (UNI)

INTERPRETACIÓN: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de cloruros. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que es insignificante el riesgo para la iniciación de corrosión con 0.06%

## pH



Fuente: (Galan, 2011)

Tabla: condición de acidez o alcalinidad

Intervalo de pH	Condición de acidez o alcalinidad
<4.2	Extremadamente Acido
4.2-5.5	Fuertemente Acido
5.6-6.5	Moderadamente Acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.3	Moderadamente alcalino
>8.3	Fuertemente alcalino

Fuente: (Galan, 2011)

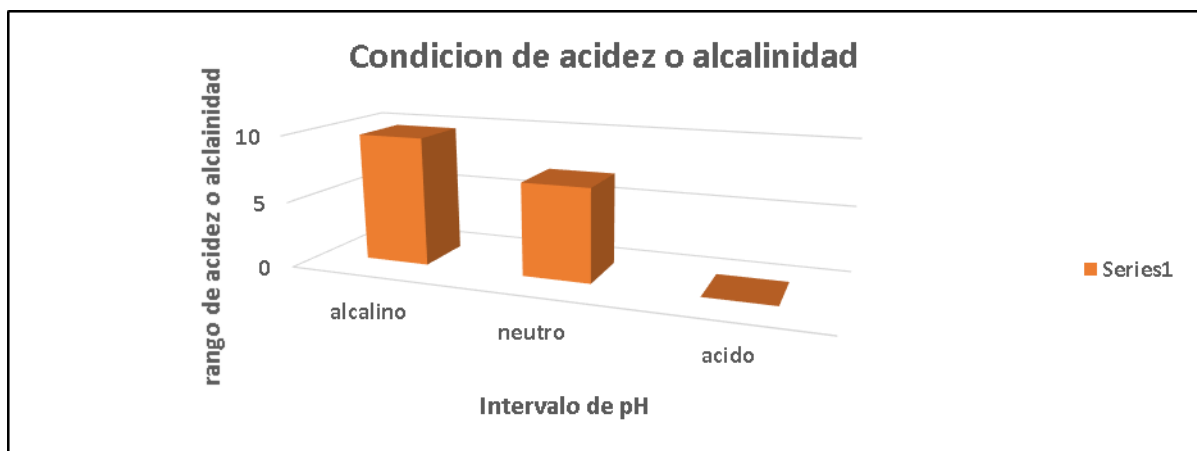


Figura 34. PH hallado en laboratorio (UNI)

INTERPRETACIÓN: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar el PH. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está entrando a la acidez con un pH equivalente a 9, 71, por lo que se da a entender que el pH equilibrado del concreto es de 13, vemos que está comienzos.

## SEGUNDA VIVIENDA AFECTADA



Fig34: Fachada de la segunda vivienda afectada por corrosión.


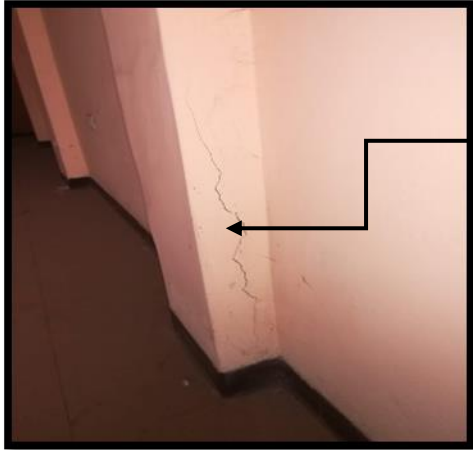

Localización de la vivienda



Fuente: COFOPRI



Fichas técnicas de observación.

		<b>FICHAS DE OBSERVACION EN VIVIENDAS</b>				<b>V-2</b>	
Información de la inspección							
Hora inicio:		4:00 pm	fecha	4/09/18	N° Ficha		02
Hora fin:		5:00 pm					
Nombres del ins- pector		<b>Chávez meja juan Carlos</b> <b>Mancilla Guzmán Angy Ivone</b>			Estudiante de ingeniería civil X		
Información general de la vivienda							
Propietario		<b>Ricardo Tintaya Quintalla</b>		DNI:		<b>47981504</b>	
Área construida(m2) x		1ro	2do	3ro		<b>Número de pisos: 2 pisos</b> <b>Edad de la estructura: 20 años</b>	
Pisos :		180	180	-			
<b>Conteo de elementos estructurales x N° pisos-1,2,3 pisos</b>						<b>Diseño: No</b>	
	1ro	Corr	2do	Corr.	3ro	Corr.	Tipos de elemento afectado <b>03</b>
<b>Columnas(Und.)</b>	20	10	20	10	-	-	
<b>Vigas (ml)</b>	150	60	150	60	-	-	<b>NO</b> <b>Col-Vigas-losas</b>
<b>Losas(m2)</b>	170	75	170	70	-	-	<b>A=1pto, B=2 pto, c=3Pto.</b>
<b>DAÑOS POR CORROSIÓN-COLUMNAS</b>							
Niveles de daño		A=leve, B=moderado, C=critico					
<b>CORROSION</b>		<b>Columnas</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>  Se observó daños que afectan el acero en toda magnitud, con fisuras y agrietamientos con gran dimensión.  De las columnas corroídas son: 2 leves; 3 moderadas y 5 críticas.		
		1	2	3			
<b>Nivel de daño</b>		C	C				
<b>% indicios de corrosión.</b>		50%	50%				
<b>Fisuras</b>		20%	30%				
<b>Agrietamientos</b>		30%	20%				
<b>IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO</b>							
		Fisuras en los extremos de la columna(sala)					
		Fisuras en todo el borde de la columna(sala)					



Columna central con Fisuras de 5mm



Fisuras y con desprendimiento del material(sala)



Fisuras de espesor de 3.5mm de inicio a fin en la columna del cuarto principal.



Corrosión en el acero de refuerzo, además se observa que la corrosión es de gran magnitud.



Cangrejas dando da a indicar un mal diseño de mezclas.



Corrosión en el acero de refuerzo y estribos.

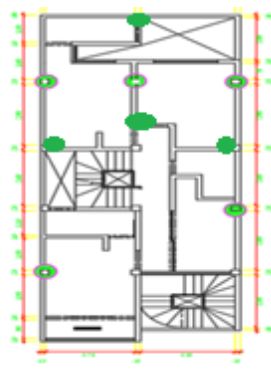
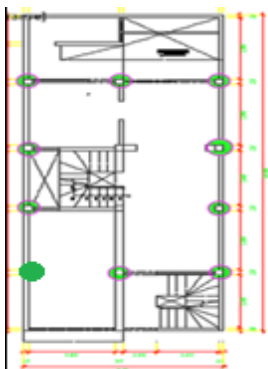


Corrosión en el acero de refuerzo y estribos



Corrosión con gran magnitud y con desprendimiento del material

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑO**

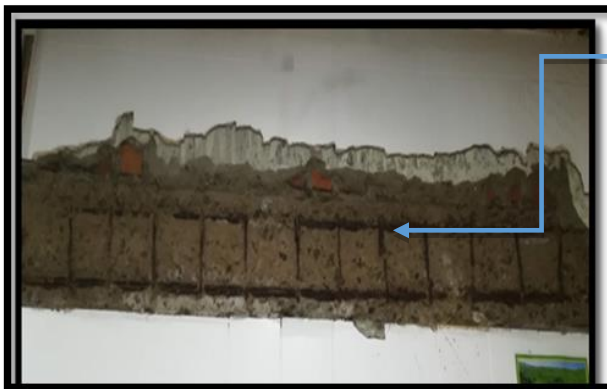


## DAÑOS POR CORROSIÓN -VIGAS

Niveles de daño: A=leve, B=moderado, C=critico

Corrosión	Vigas			OBSERVACIONES:
	1	2	3	
Nivel de daño	C	C	-	Se observó 60 ml de corrosión en el 1er piso y en el 2do piso lo mismo 60 ml.
% indicios de corrosión	40%	40%	-	
Fisuras	20%	20%	-	
Agrietamientos	20%	20%	--	

### IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO

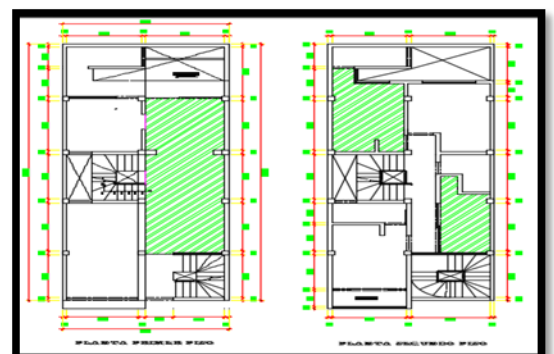


Corrosión en la viga



Corrosión del acero en gran magnitud en todas las direcciones.

### CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑO



## DAÑOS POR CORROSIÓN-LOSAS

**Niveles de daño:**

**A=leve, B=moderado, C=crítico**

Corrosión	Losas			OBSERVACIONES
	1	2	3	
<b>Nivel de daño</b>	<b>C</b>	<b>C</b>		Se observó daños que afectan el acero en toda magnitud con grandes áreas de corrosión.
% indicios de corrosión	50%	50%		
Fisuras	20%	30%		
Agrietamientos	30%	20%		

### IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO

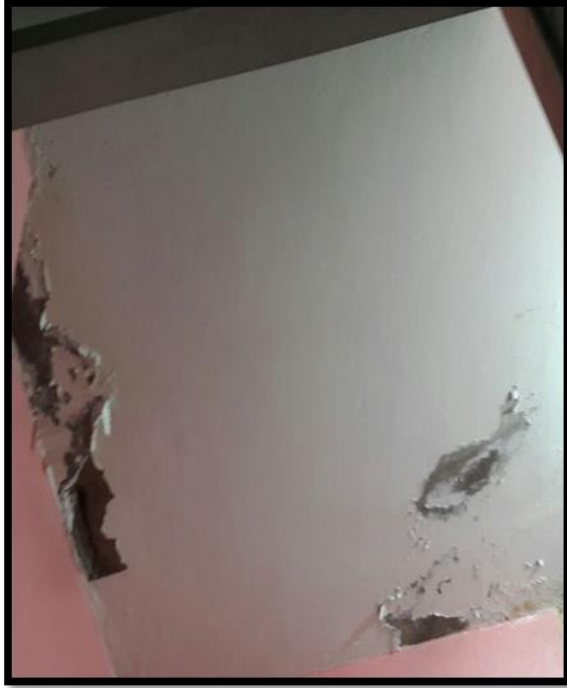


Desprendimiento del material dando a indicar un gran porcentaje de avance de corrosión en el acero.



Se observa fisuras de espesor de 1mm y con longitud en todo el ancho de la losa



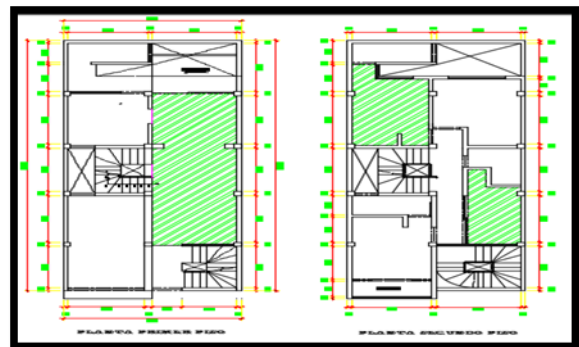


Se observa corrosión en el acero en gran magnitud respecto en todas sus direcciones.



Corrosión en un gran porcentaje respecto al área

### CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑO



Fuente: elaboración propia (2018)





# FICHAS DE RESULTADOS EN ELEMENTOS CORROIDOS

**R-2**

Información de la inspección: Ricardo Tintaya Quintaya

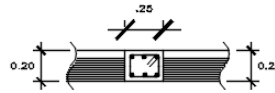
FICHA Nro. : 2

Diámetro de acero usado en vivienda

Losas-Vigas

Detalle de acero en viga:

Ø 1/2", 1/4"



Nombre del inspector

Mancilla Guzmán Angy Ivone  
Chávez Mejía Juan Carlos

Estudiante de ingeniería civil X

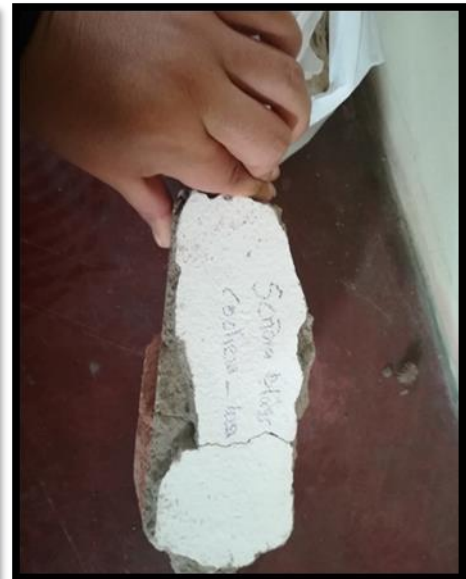
## CAUSAS DE CORROSIÓN

Niveles de daño:

A=leve, B=moderado, C=crítico

	Cant	Daño	OBSERVACIONES: En carbonatación no presenta coloración rojo grosella.
Carbonatación-laboratorio	-	C	
Cloruros-laboratorio	0,06%	-	
pH del concreto -laboratorio	8,82	C	
humedad	-	-	
espesor del recubrimiento-campo	11.72mm 9.86mm	C	

## IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-VIGAS

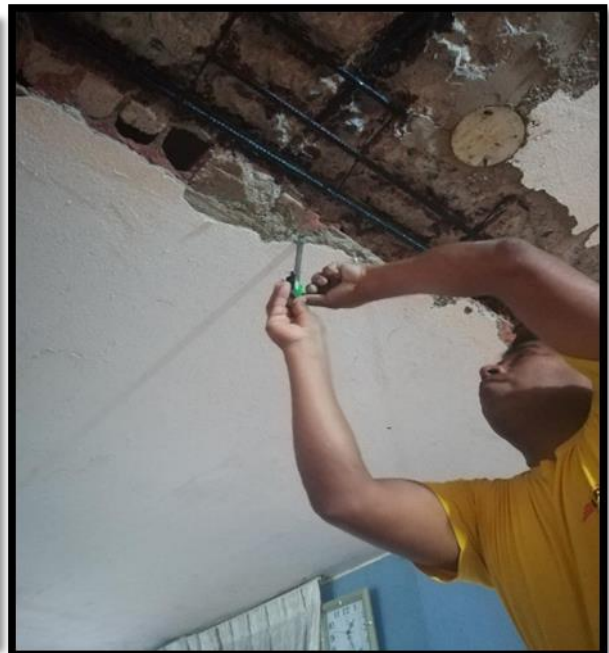


Corrosión en un gran porcentaje respecto al área



**Espesor del recubrimiento al  
acero: 11.72mm**

**Espesor del recubrimiento al  
estribo: 9.86mm**





### CARBONATACIÓN





**No presenta coloración rojo groseille.**



**Cloruros=0,06%**



**pH=8,82**

Fuente: Elaboración propia (2018)

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Tabla: Recubrimiento de concreto para el refuerzo

<b>RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO</b>	
a) concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.....	70mm
b) concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:	
Barras Ø 3/4 " y mayores.....	50mm
Barras Ø 5/8 " y menores.....	40mm
c) concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
<b>*Losas, muros, viguetas:</b>	
barras Ø 1 3/8" y menores.....	<b>20mm</b>
*Vigas y Columnas	
Armadura principal ,estribos y espirales.....	40mm

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 40: Recubrimiento de losas (viguetas)-segunda vivienda.

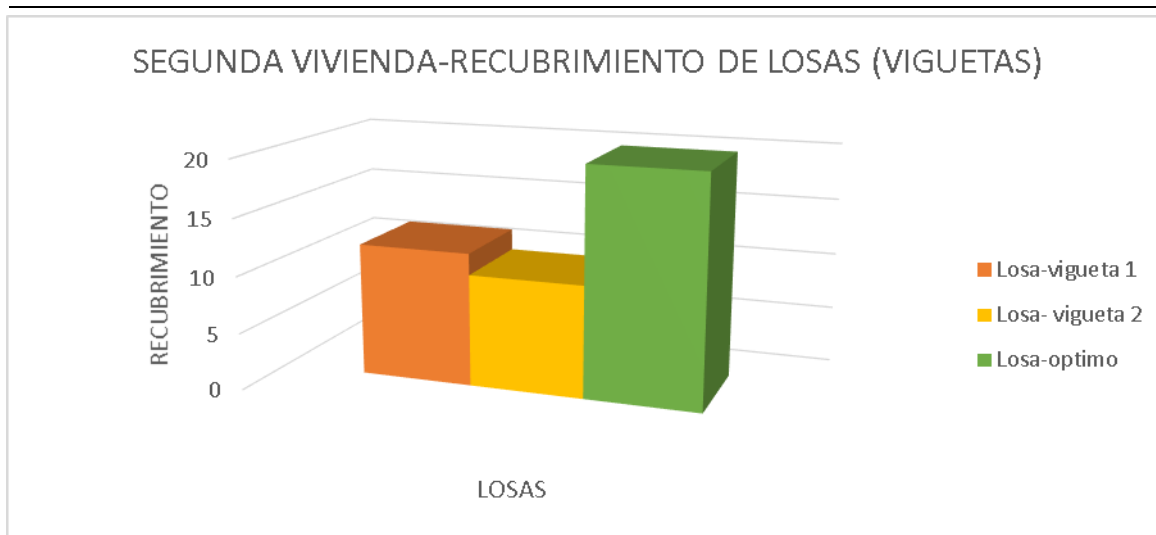


Figura 35. Recubrimiento de losas (viguetas)

INTERPRETACION: En la medición e recubrimientos ensayados en campo de viguetas, se observa que es deficiente el espesor de recubrimiento, donde el RNE indica que el óptimo es de 20mm según se puede visualizar la tabla 40.

**CLORUROS**

Tabla. Rangos de concentraciones críticas de iones cloruros totales y solubles.

CONCENTRACION DE IONES CLO- RUROS(% POR PESO DEL CEMENTO	RIESGO PARA LA INICIACION DE LA CORROSION
<0.4	Insignificante
0.4 -1.0	Posible
1.0-2.0	Probable
>2.0	Seguro

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

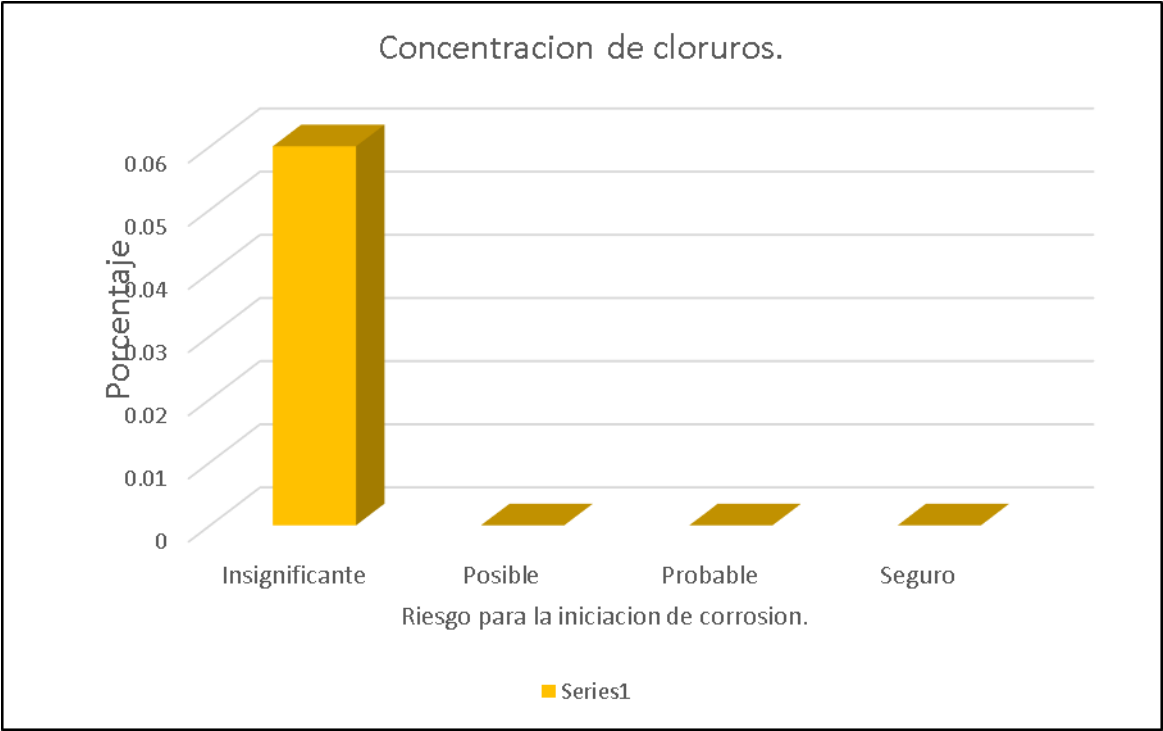


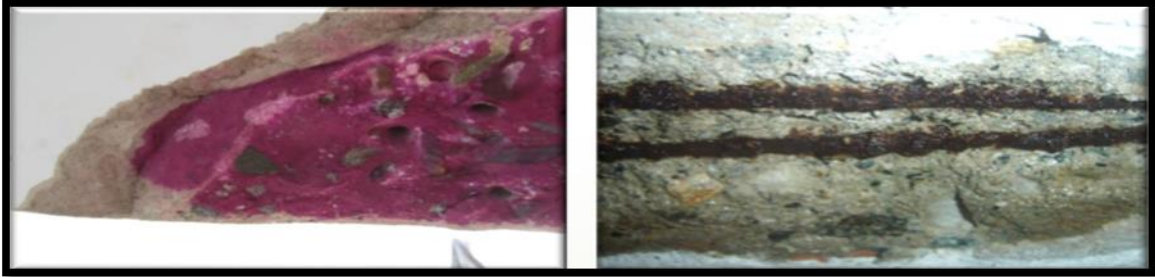
Figura36: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio(UNI)

INTERPRETACION: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de cloruros. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que es insignificante el riesgo para la iniciación de corrosión con 0.06%

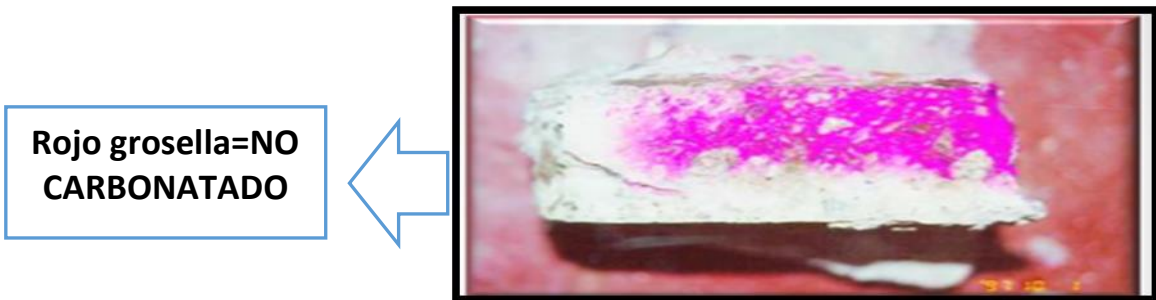
## CARBONATACIÓN

Comportamiento del concreto cuando esta carbonatado. Por coloración del indicador acido-base (fenolftaleína) sobre el concreto.

EJEMPLO:



Fuente: (Diaz,2017)



Fuente: (Diaz,2017)

Muestra de laboratorio (UNI)



**Incoloro:**  
**CARBONATADO**  
**No presenta coloración rojo grosella**

Fuente: prueba de carbonatación en laboratorio (UNI)

## pH



Fuente: (Galan,2011)

Tabla: condición de acidez o alcalinidad

Intervalo de pH	Condición de acidez o alcalinidad
<4.2	Extremadamente Acido
4.2-5.5	Fuertemente Acido
5.6-6.5	Moderadamente Acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.3	Moderadamente alcalino
>8.3	Fuertemente alcalino

Fuente: (Galan,2011)

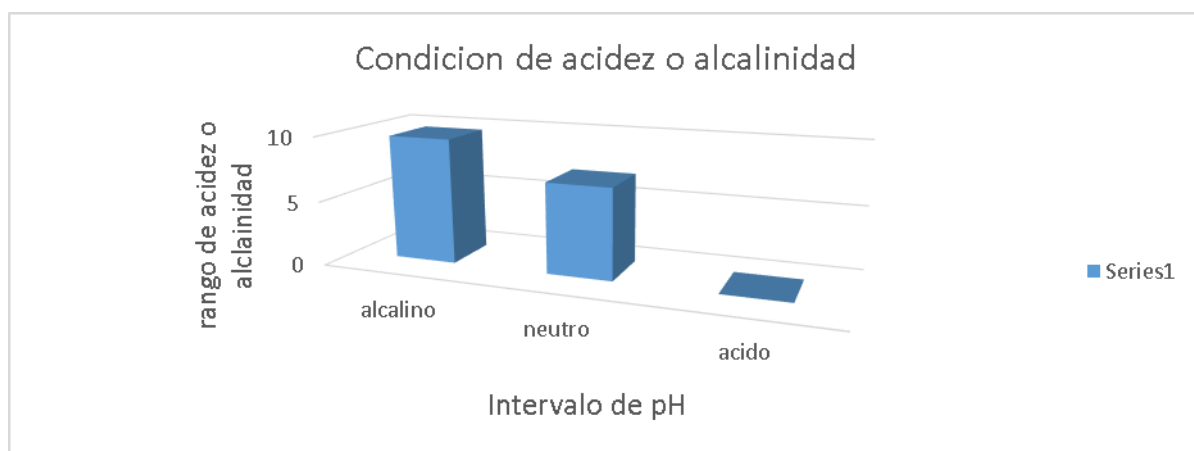


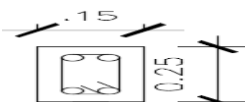
Figura37: pH hallado en laboratorio(UNI)

INTERPRETACION: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar el pH. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está entrando a la acidez con un pH equivalente a 9, 71, por lo que se da a entender que el pH equilibrado del concreto es de 13, vemos que está comienzos.



	<b>FICHAS DE RESULTADOS EN ELEMENTOS CORROIDOS</b>	<b>R-2</b>
---	--	------------

Información de la inspección: Ricardo Tintaya Quintaya FICHA Nro.: **2**

Diámetro de acero usado en vivienda	<b>columnas</b> $\varnothing 1/2"$ , $1/4"$	Detalle del acero en columnas: 
-------------------------------------	--	--

Nombre del inspector	Chávez mejía Juan Carlos Mancilla Guzmán Angy Ivonne	Estudiante de ingeniería civil X
----------------------	---	----------------------------------

**CAUSAS DE CORROSIÓN**

<b>Niveles de daño:</b> A=leve, B=moderado, C=critico														
	<b>Columnas</b>	<b>OBSERVACIONES:</b> En carbonatación no presenta coloración grosella.												
	<table border="1"> <tr> <th>Nivel</th> <th>Daño</th> </tr> <tr> <td style="color: red;">inoloro</td> <td style="color: red;">C</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">0,86%</td> <td style="color: red;">M</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">0,08%</td> <td style="color: red;">L</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">10,38</td> <td style="color: red;">C</td> </tr> <tr> <td style="color: red;">5mm,4mm,6mm</td> <td style="color: red;">C</td> </tr> </table>		Nivel	Daño	inoloro	C	0,86%	M	0,08%	L	10,38	C	5mm,4mm,6mm	C
Nivel	Daño													
inoloro	C													
0,86%	M													
0,08%	L													
10,38	C													
5mm,4mm,6mm	C													
Carbonatación laboratorio														
Sulfatos-laboratorio														
Cloruros-laboratorio														
pH del concreto-laboratorio														
espesor del recubrimiento-campo														

**IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-COLUMNAS**

**Espesor del recubrimiento (campo)**

**Primera columna**



Muestra de la columna

Espesor del recubrimiento: 5mm



Espesor del recubrimiento: 4mm respecto al estribo



Espesor del recubrimiento: 6mm



Recubrimiento: 4mm

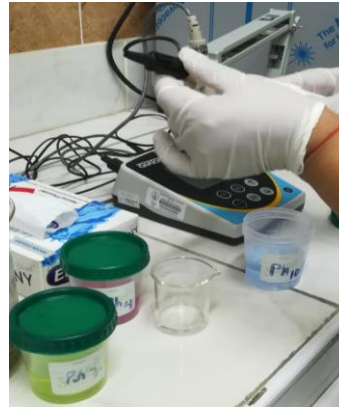
**Carbonatación**



INCOLORO



### pH-segunda columna



**pH=10,38**

### CLORUROS -segunda columna



**Cloruro:0,08% <> 832ppm**

### SULFATOS-segunda columna



**Sulfato:0,86% <> 8675ppm**

Fuente: elaboración propia

## INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Tabla: Recubrimiento de concreto para el refuerzo

<b>RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO</b>	
a) concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.....	70mm
b) concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:	
Barras Ø 3/4 " y mayores.....	50mm
Barras Ø 5/8 " y menores.....	40mm
c) concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
*Losas, muros, viguetas:	
barras Ø 1 3/8" y menores.....	20mm
<b>*Vigas y Columnas</b>	
<b>Armadura principal ,estribos y espirales.....</b>	<b>40mm</b>

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 41: Recubrimiento de columnas -segunda vivienda.

<b>SEGUNDA VIVIENDA -RECUBRIMIENTO DE COLUMNAS</b>	
C 1	5 mm
C 2	4 mm
C 3	6 mm
COLUMNA REFERENCIAL	40 mm

*Fuente:* elaboración propia



*Figura 38.* Recubrimiento de columnas

INTERPRETACION: En la medición e recubrimientos ensayados en campo de viguetas, se observa que es deficiente el espesor de recubrimiento, donde el RNE indica que el óptimo es de 40mm según se puede visualizar la tabla41.

## SULFATOS

Tabla: Clasificación de la severidad de ambiente de sulfato de acuerdo con el ACI 2016.

Exposición	Concentración de sulfatos solubles expresados en SO <sub>4</sub>	
	en el suelo(%)	en el agua (ppm)
suave	<0,1	<150
moderada	0.1 a 0.2	150 a 1500
severa	0.2 a 2.0	1500 a 10000
muy severa	>2.0	>10000

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2017)

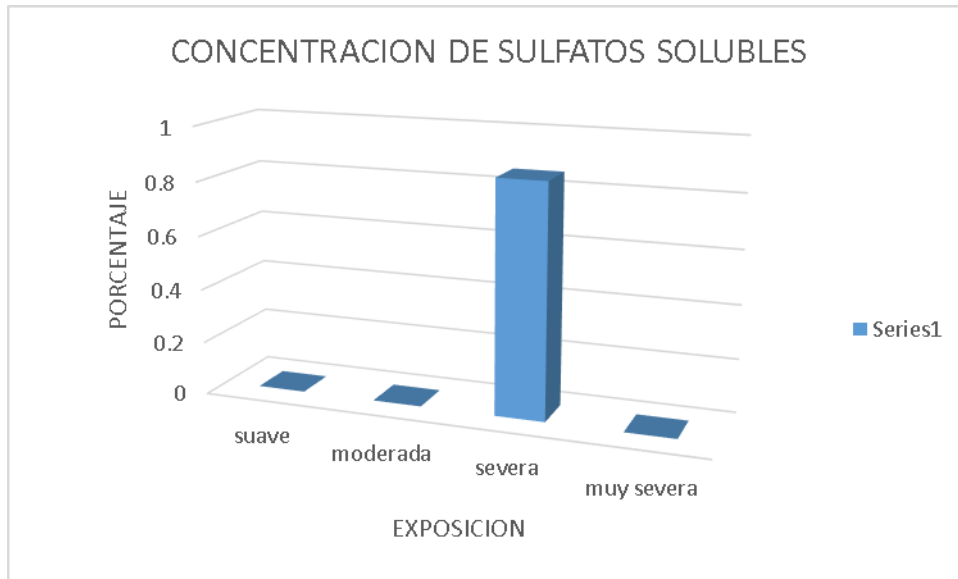


Figura 39: Cantidad de sulfato hallado en el laboratorio (UNI)

INTERPRETACION: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de sulfatos. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está en la exposición muy severa con 8675 ppm que equivale a un porcentaje de 0,86%.

## CLOURUROS

Tabla. Rangos de concentraciones críticas de iones cloruros totales y solubles.

CONCENTRACION DE IONES CLO- RUROS(% POR PESO DEL CEMENTO)	RIESGO PARA LA INICIACION DE LA CORROSION
<0.4	Insignificante
0.4 -1.0	Posible
1.0-2.0	Probable
>2.0	Seguro

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

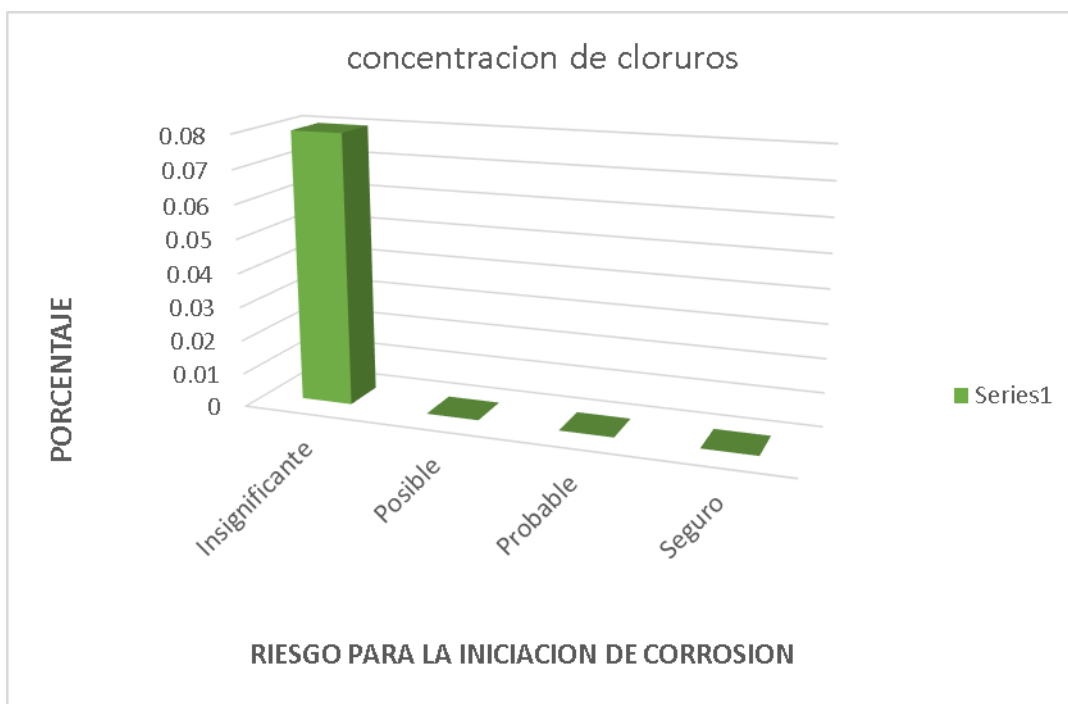


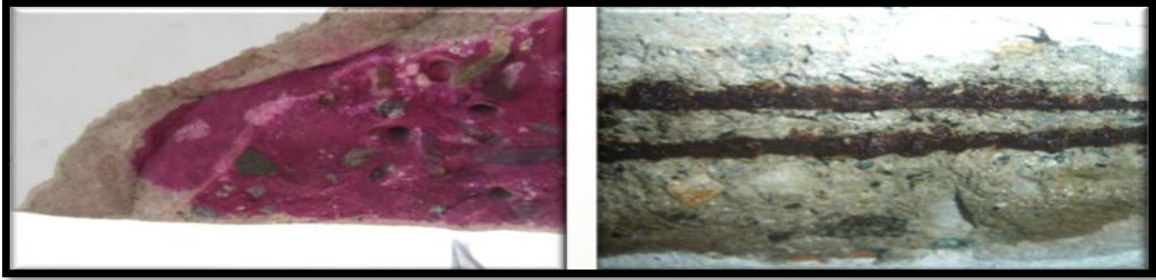
Figura40: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio(UNI)

INTERPRETACIÓN: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de cloruros. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que es insignificante el riesgo para la iniciación de corrosión con 0.08%

## CARBONATACIÓN

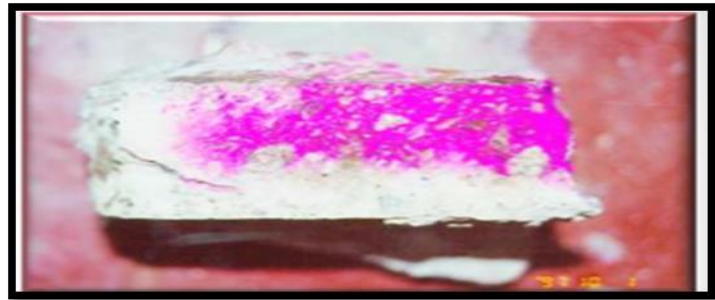
Comportamiento del concreto cuando esta carbonatado. Por coloración del indicador acido-base (fenolftaleína) sobre el concreto.

Ejemplo:



Fuente: (Diaz,2017)

**Rojo grosella=NO  
CARBONATADO**



Fuente: (Diaz,2017)

**Muestra de laboratorio (UNI)**



**Incoloro:  
CARBONATADO  
No presenta coloración  
rojo grosella**

Fuente: prueba de carbonatación en laboratorio (UNI)

## pH



Fuente: (Galan,2011)

Tabla: condición de acidez o alcalinidad

Intervalo de pH	Condición de acidez o alcalinidad
<4.2	Extremadamente Acido
4.2-5.5	Fuertemente Acido
5.6-6.5	Moderadamente Acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.3	Moderadamente alcalino
>8.3	Fuertemente alcalino

Fuente: (Galan,2011)

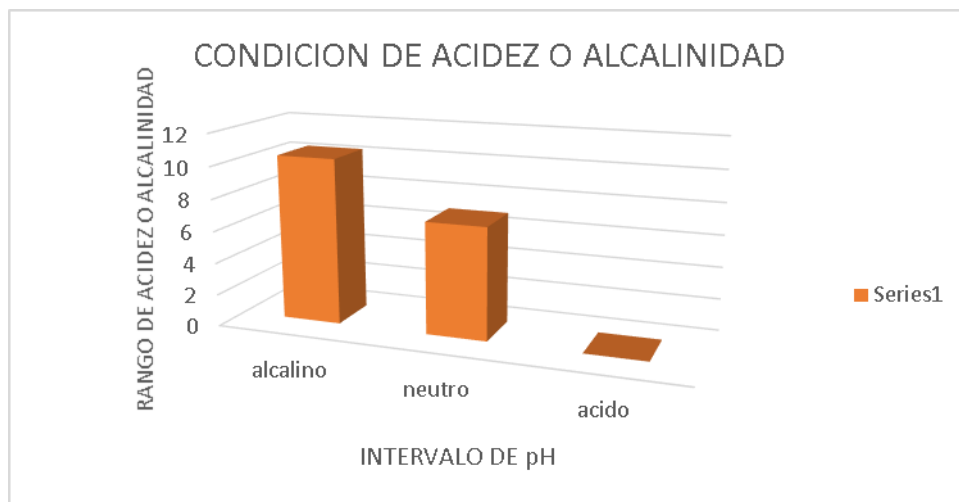


Figura41: pH hallado en laboratorio (UNI)

INTERPRETACIÓN: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar el pH. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está entrando a la acidez con un pH equivalente a 10,38, por lo que se da a entender que el pH equilibrado del concreto es de 13, vemos que está comienzos.



### TERCERA VIVIENDA AFECTADA




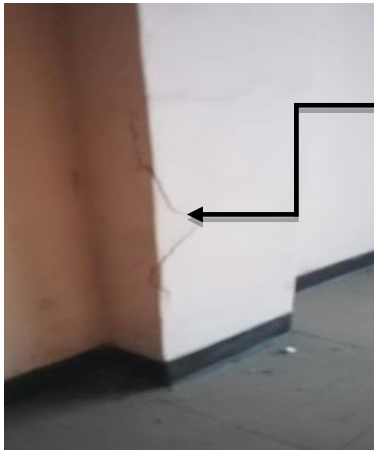

Figura: fachada de la tercera vivienda afectada.

Localización de vivienda afecta



Fuente: COFOPRI.

Fichas técnicas de observación.

		<b>FICHAS DE OBSERVACION EN VIVIENDAS</b>				<b>V-3</b>	
Información de la inspección							
Hora inicio:	4:00 pm	fecha	30/08/18	N° Ficha	01		
Hora fin:	5:00 pm						
Nombres del ins- pector	<b>Chávez meja juan Carlos</b> <b>Mancilla Guzmán Angy Ivone</b>			Estudiante de ingeniería civil X			
Información general de la vivienda							
Propietario	<b>Tufiño Blas Enma</b>			DNI:			
Área construida(m2) x	1ro	2do	3ro	Número de pisos: <b>2 pisos</b> Edad de la estructura: <b>15 años</b>			
Pisos :	90	-	-				
<b>Conteo de elementos estructurales x N° pisos-1,2,3 pisos</b>				Diseño: No		Tipos de elemento afectado <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">03</span>	
	1ro	Corr	2do	Corr.	3ro		
Columnas(Und.)	10	5	-	-	-	-	Reparación:
Vigas (ml)	60	25	-	-	-	-	NO Col-Vigas- losas
Losas(m2)	125	40	-	-	-	-	A=1pto, B=2 pto, c=3Pto.
<b>DAÑOS POR CORROSIÓN-COLUMNAS</b>							
Niveles de daño		A=leve, B=moderado, C=critico					
<b>Corrosión</b>		<b>Columnas</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>		
		1	2		Se observó daños que afectan el acero en toda magnitud con fisuras y grietas a comienzos del suelo. De las columnas corroídas son: 1 leves 1 moderadas y 3 críticas. <b>A=1pto, B=2 pto, c=3Pto.</b>		
<b>Nivel de daño</b>		C		-			
% indicios de corrosión		50%		-			
Fisuras		30%					
Agrietamientos		20%					
<b>IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO</b>							
		Fisuras en los extremos de la columna (cuarto)					
					Fisuras y desprendimiento del material en los extremos del segundo cuarto.		



Corrosión con gran magnitud en la columna de entrada de dicha vivienda afectada.



Fisuras y desprendimiento del material.



Se observa corrosión en Acero de  $\frac{1}{2}$ " y estribos de  $\frac{1}{4}$ " -



Corrosión en la parte excéntrica de la vivienda

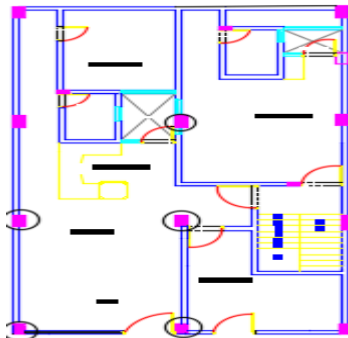


Corrosión en todo el tramo



Corrosión de gran magnitud

### CROQUIS DE LOCALIZACION DE DAÑO



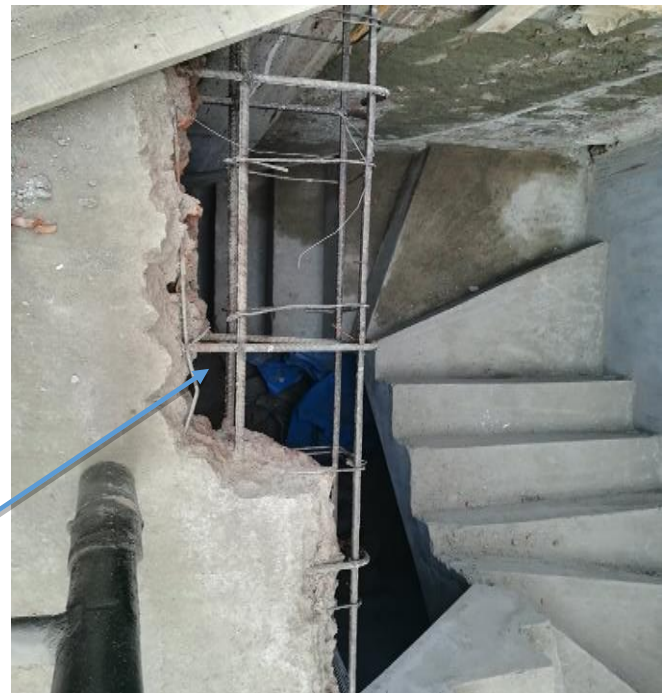
Fuente: elaboración propia (2018)

## DAÑOS POR CORROSIÓN -VIGAS

Niveles de daño: A=leve, A=moderado, C=critico

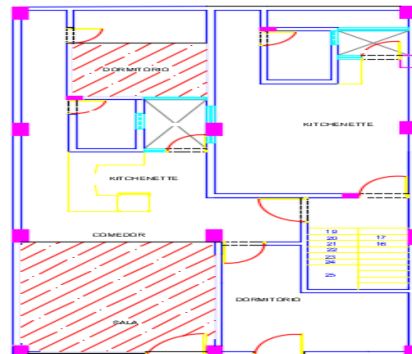
Corrosión	Vigas			OBSERVACIONES:
	1	2	3	
				Se observó 60 ml de corrosión en el 1er piso.
Nivel de daño	C	-	-	
% indicios de corrosión	42%	-	-	
Fisuras	22%	-	-	
Agrietamientos	20%	-	-	

### IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO



Corrosión en la viga de apoyo de la escalera

### CROQUIS DE LOCALIZACION DAÑO



Fuente: elaboración propia (2018)

## DAÑOS POR CORROSIÓN-LOSAS

Niveles de daño: A=leve, B=moderado, C=crítico

Corrosión	losas			Observaciones
	1	2	3	
Nivel de daño	C	C	-	Se observó daños en diferentes magnitudes con gran cantidad de porcentaje en fisuras de forma longitudinales de aproximadamente 2m y grietas con gran profundidad.
% indicios de corrosión	47%	-	-	
Fisuras	27%	-	-	
Agrietamientos	20%	-	-	

### IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO

#### PRIMER PISO

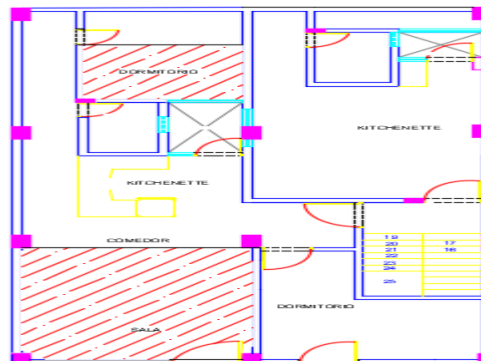


**Corrosión en viguetas**




**Corrosión en viguetas en todas las direcciones**

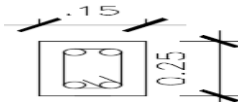
### CROQUIS DE LOCALIZACION DAÑO



Fuente: Elaboración propia (2018)

	<b>FICHAS DE RESULTADOS EN ELEMENTOS CORROIDOS</b>	<b>R-3</b>
---	--	------------

Información de la inspección: Enma Tufiño Blas FICHA Nro. : **3**

Diámetro de acero usado en vivienda	<b>columnas</b>	Detalle del acero en columnas: 
	$\varnothing 1/2''$ , $1/4''$	

Nombre del inspector	Chávez mejía juan Carlos Mancilla Guzmán Angy ivonne	Estudiante de ingeniería civil X
----------------------	---	----------------------------------

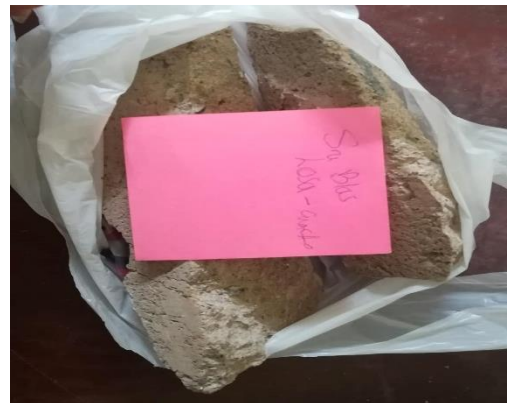
**CAUSAS DE CORROSIÓN**

<b>Niveles de daño:</b>			<b>A=leve, B=moderado, C=critico</b>	
	<b>Columnas</b>		<b>OBSERVACIONES:</b> En carbonatación no presenta coloración grosella.	
	<b>Nivel</b>	<b>Daño</b>		
Carbonatación laboratorio	inoloro	C		
Sulfatos-laboratorio	0,32%	M		
Cloruros-laboratorio	0,07%	L		
pH del concreto-laboratorio	8,63	C		
espesor del recubrimiento-campo	20mm,13mm,10mm	C		

**IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-COLUMNAS**

**Espesor del recubrimiento (campo)**

**Primera columna**



Muestra de la columna

Recubrimiento:20mm



Recubrimiento: 20mm



Columna 3: 10mm



**pH**  
**-Primera columna central**



**PH=8,63**

**CLORUROS**  
**-primera columna central**



**Cloruro:0,07%**

**SULFATO**  
**-primera columna central**



**Sulfato: 0,32%**

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

Tabla: Recubrimiento de concreto para el refuerzo.

<b>RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO</b>	
a) concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.....	70mm
b) concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:	
Barras Ø 3/4 " y mayores.....	50mm
Barras Ø 5/8 " y menores.....	40mm
c) concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
*Losas, muros, viguetas:	
barras Ø 1 3/8" y menores.....	20mm
*Vigas y Columnas	
<b>Armadura principal, estribos y espirales.....</b>	<b>40mm</b>

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 42: Recubrimiento de columnas-tercera vivienda

<b>TERCERA VIVIENDA -RECUBRIMIENTO EN COLUMNAS</b>	
C 1	20 mm
C2	13 mm
C3	10 mm
COLUMNA REFERENCIAL	40 mm

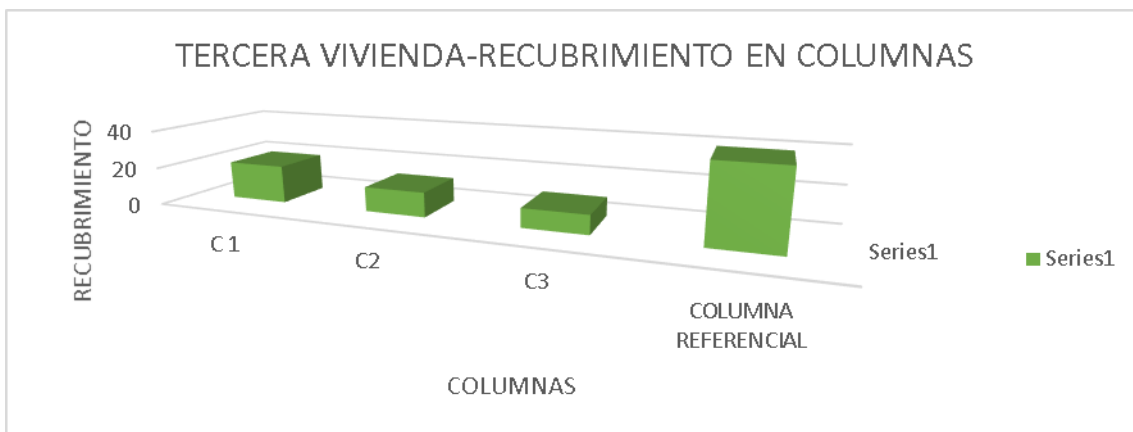


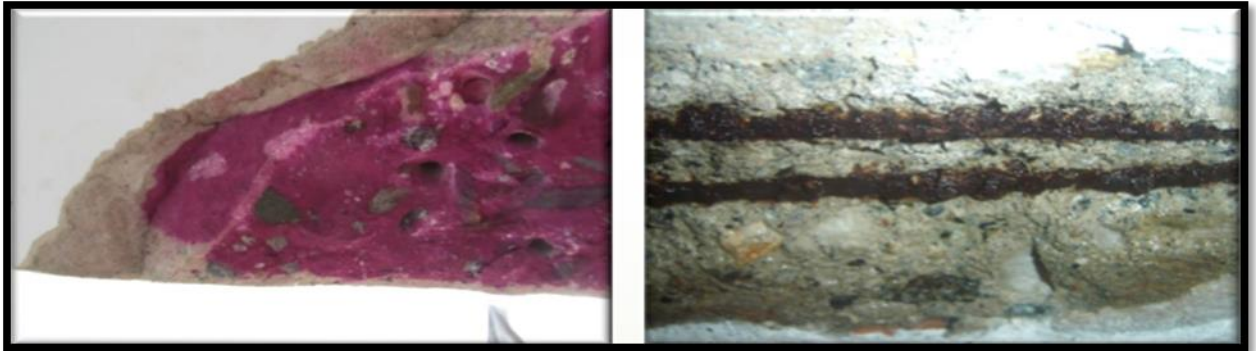
Figura 42. Recubrimiento de columnas.

INTERPRETACION: En la primera vivienda observamos el ensayo en campo de cinco columnas las que son más accesibles para la medición del recubrimiento con el vernier, por lo que se puede observar en la tabla.

## CARBONATACION

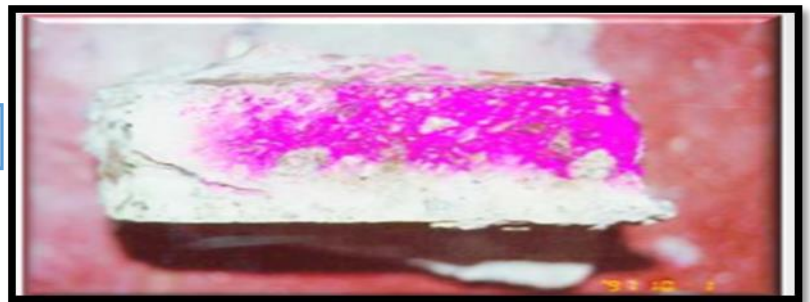
Comportamiento del concreto cuando esta carbonatado. Por coloración del indicador acido-base (fenolftaleína) sobre el concreto.

Ejemplo:



Fuente:(Diaz,2017)

**Rojo grosella=NO  
CARBONATADO**



Fuente:(Diaz,2017)

## Muestra de laboratorio (UNI)



**Incoloro=  
CARBONATADO  
No presenta co-  
loración rojo gro-  
sella**

Fuente: Ensayos de carbonatación en laboratorio (UNI)

## SULFATOS

Tabla: Clasificación de la severidad de ambiente de sulfato de acuerdo con el ACI 2016.

Exposición	Concentración de sulfatos solubles expresados en SO <sub>4</sub>	
	en el suelo (%)	en el agua (ppm)
suave	<0,1	<150
moderada	0.1 a 0.2	150 a 1500
severa	0.2 a 2.0	1500 a 10000
muy severa	>2.0	>10000

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

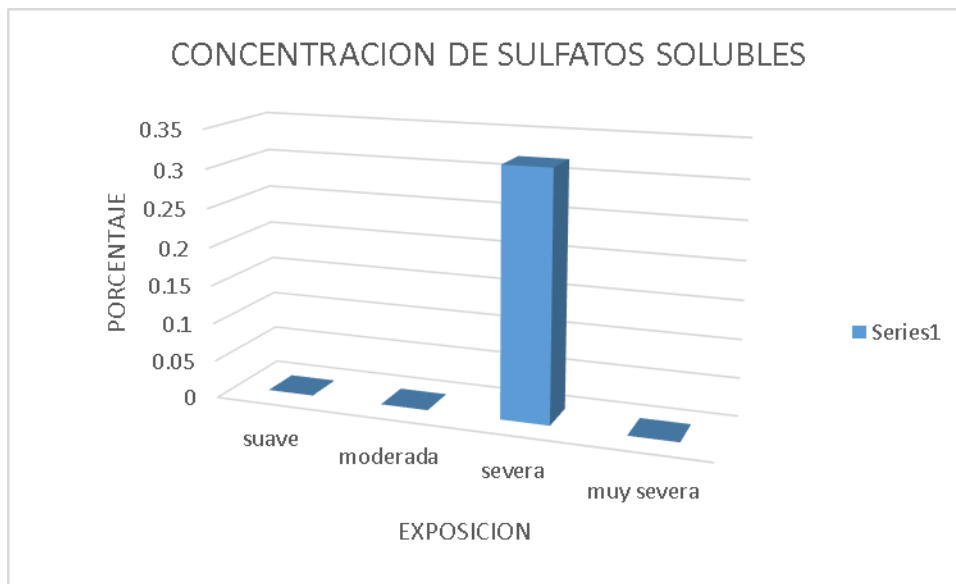


Figura 43: Cantidad de sulfato hallado en el laboratorio (UNI)

**INTERPRETACIÓN:** Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de sulfatos. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está en la exposición muy severa con 3248 ppm que equivale a un porcentaje de 0,32%.

## CLOURUROS

Tabla: Rangos de concentraciones críticas de iones cloruros totales y solubles.

CONCENTRACION DE IONES CLORUROS(% POR PESO DEL CEMENTO)	RIESGO PARA LA INICIACION DE LA CORROSION
<0.4	Insignificante
0.4 -1.0	Posible
1.0-2.0	Probable
>2.0	Seguro

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

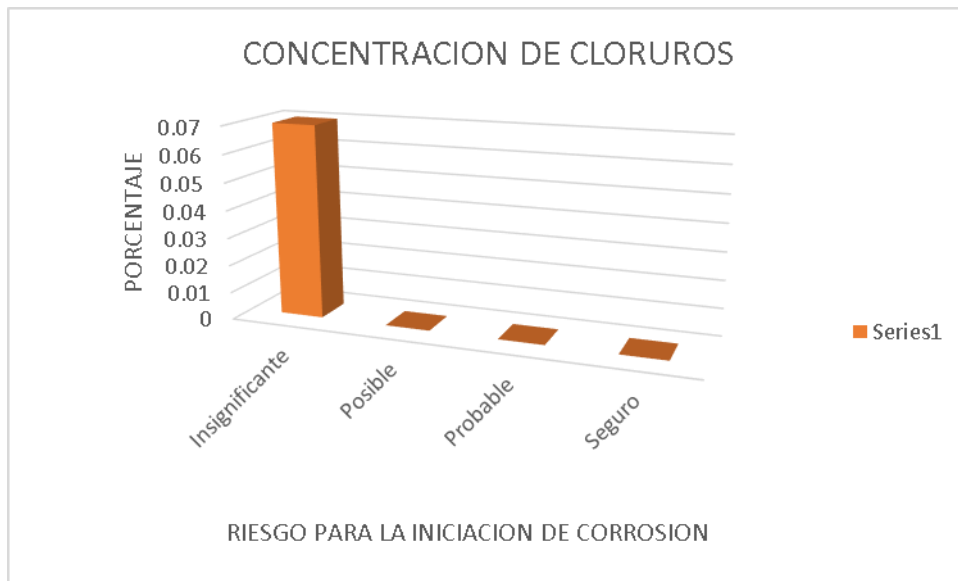
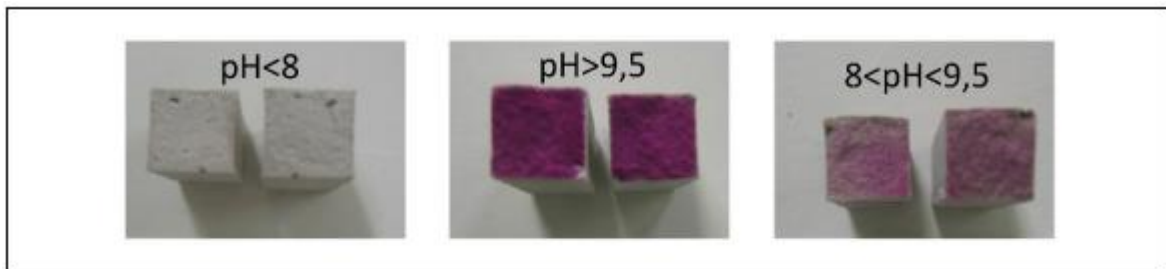


Figura44: Cantidad de cloruros hallado en el laboratorio (UNI)

INTERPRETACION: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de cloruros. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que es insignificante el riesgo para la iniciación de corrosión con 0.07%

## pH



Fuente: (Galan,2011)

Tabla40: condición de acidez o alcalinidad

Intervalo de pH	Condición de acidez o alcalinidad
<4.2	Extremadamente Acido
4.2-5.5	Fuertemente Acido
5.6-6.5	Moderadamente Acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.3	Moderadamente alcalino
>8.3	Fuertemente alcalino

Fuente: (Galan,2011)

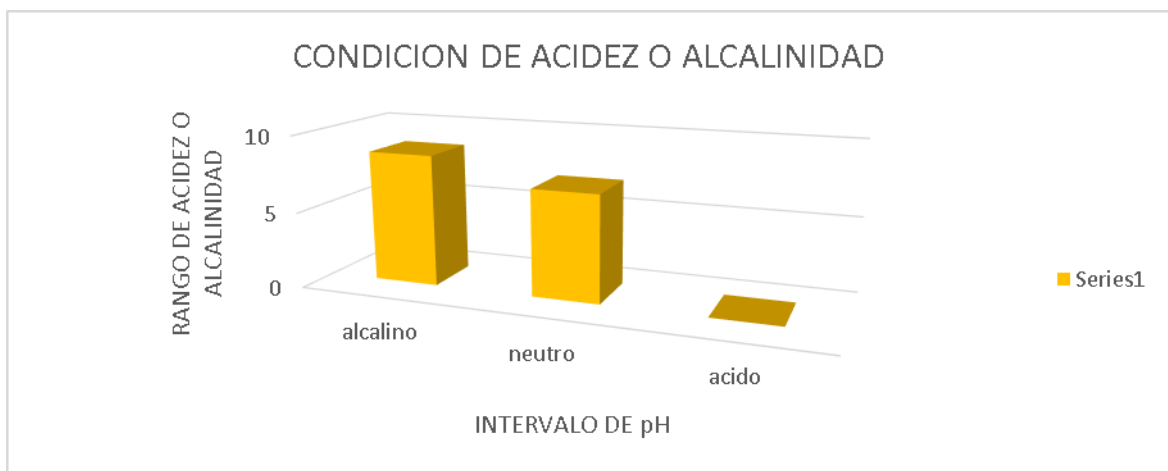
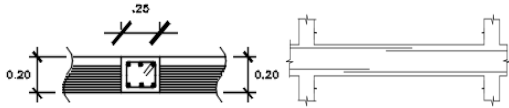


Figura 45: PH hallado en laboratorio (UNI)

**INTERPRETACIÓN:** Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar el PH. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está entrando a la acidez con un pH equivalente a 8,63, por lo que se da a entender que el pH equilibrado del concreto es de 13, vemos que está comienzos críticos.

	<b>FICHAS DE RESULTADOS EN ELEMENTOS CORROIDOS</b>	<b>R-3</b>
---	--	------------

Información de la inspección: Enma Tufiño Blas FICHA Nro.: 2

Diámetro de acero usado en vivienda	<b>Losas</b>	Detalle del acero-losas: 
	$\varnothing 1/2''$ , $1/4''$	

Nombre del inspector	Angy Ivonne Mancilla Guzmán Juan Carlos Chávez Mejía	Estudiante de ingeniería civil X
----------------------	---	----------------------------------

**CAUSAS DE CORROSIÓN**

**Niveles de calificación:** A=leve, B=moderado, C=crítico

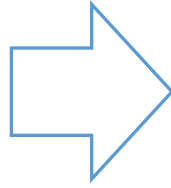
	Losas -vigas		<b>Observaciones:</b> En la carbonatación no presenta coloración rojo grosella.
	Nivel	DAÑO	
Carbonatación-laboratorio	inoloro	C	
Sulfatos	0,88	C	
Cloruros-laboratorio	0,19%	L	
pH del concreto -laboratorio	8,56	C	
Espesor del recubrimiento-campo.	15mm,13mm		

**IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-LOSAS**

**PRIMER PISO**



Espesor del recubrimiento:15mm



Respecto al estribo, espesor del recubrimiento:13mm

**carbonatacion**



**INCOLORO**





## pH



**pH=8,56**

## CLORUROS



**Cloruro:0,19%**

## SULFATO



**Sulfato:0,88%**

Fuente: elaboración propia.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

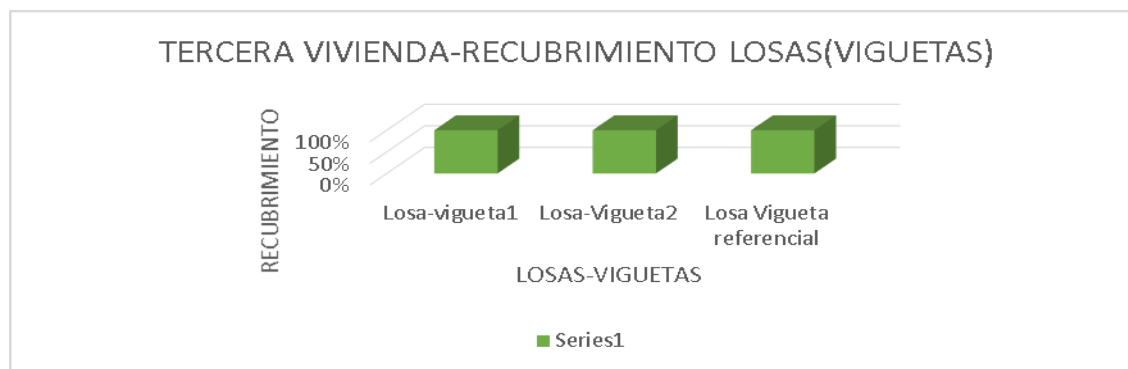
Tabla: Recubrimiento de concreto para el refuerzo

<b>RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO</b>	
a) concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él.....	70mm
b) concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:	
Barras Ø 3/4 " y mayores.....	50mm
Barras Ø 5/8 " y menores.....	40mm
c) concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
<b>*Losas, muros, viguetas:</b>	
<b>barras Ø 1 3/8" y menores.....</b>	<b>20mm</b>
<b>*Vigas y Columnas</b>	
Armadura principal ,estribos y espirales.....	40mm

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 43: Recubrimiento de losas (viguetas)-tercera vivienda.

<b>TERCERA VIVIENDA -RECUBRIMIENTO LOSAS(VIGUETAS)</b>	
Losa-viguetas1	15 mm
Losa-Viguetas2	13 mm
Losa Viguetas referencial	20 mm



*Figura 46. Recubrimiento de losas (viguetas)*

**INTERPRETACIÓN:** En la medición e recubrimientos ensayados en campo de viguetas, se observa que es deficiente el espesor de recubrimiento, donde el RNE indica que el óptimo es de 20mm según se puede visualizar la tabla.

## CLOURUROS

Tabla. Rangos de concentraciones críticas de iones cloruros totales y solubles.

CONCENTRACION DE IONES CLO- RUROS(% POR PESO DEL CEMENTO)	RIESGO PARA LA INICIACION DE LA CORROSION
<0.4	Insignificante
0.4 -1.0	Posible
1.0-2.0	Probable
>2.0	Seguro

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

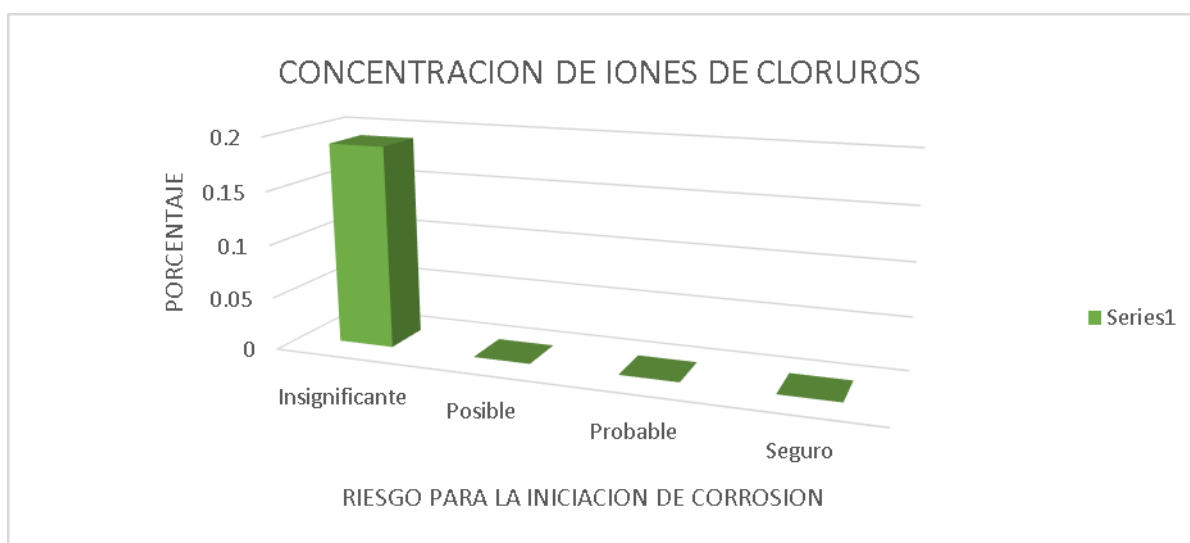


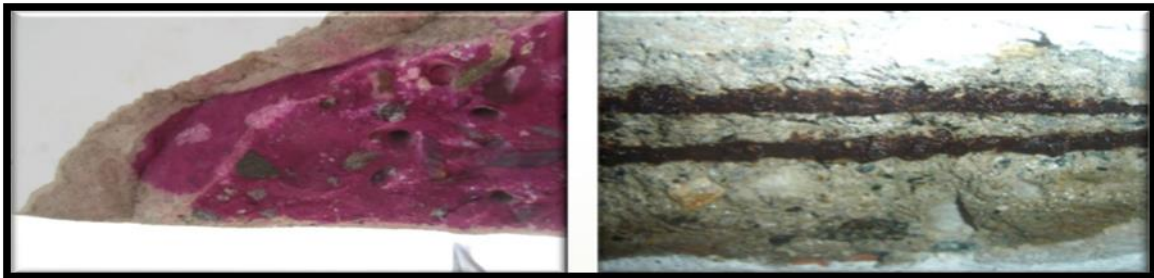
Figura47: Cantidad de cloruro hallado en el laboratorio (UNI)

**INTERPRETACIÓN:** Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar la concentración de cloruros. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que es insignificante el riesgo para la iniciación de corrosión con 0.19%

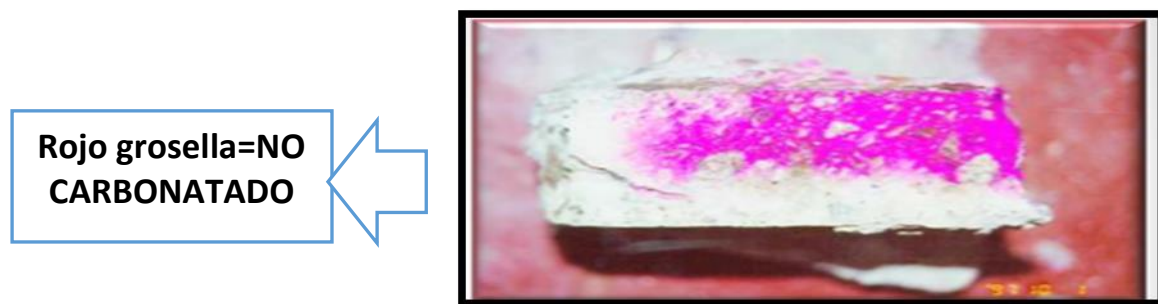
## CARBONATACIÓN

Comportamiento del concreto cuando esta carbonatado. Por coloración del indicador acido-base (fenolftaleína) sobre el concreto.

Ejemplo:

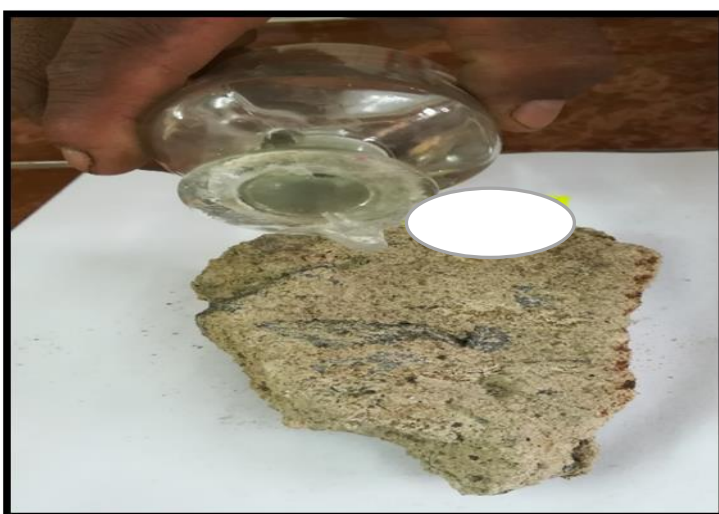


Fuente: (Diaz,2017)



Fuente: (Diaz,2017)

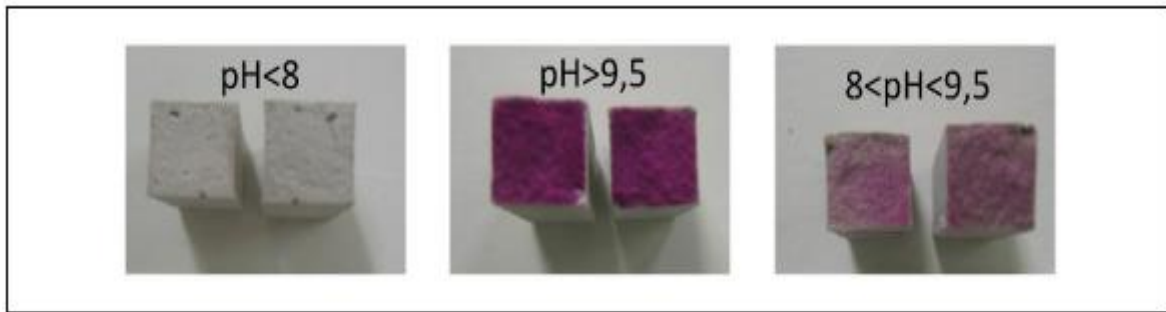
**Muestra de laboratorio (UNI)**



**Incoloro:  
CARBONATADO  
No presenta colo-  
ración rojo grosella**

Fuente: prueba de carbonatación en laboratorio (UNI)

## pH



Fuente: (Galan,2011)

Tabla45: condición de acidez o alcalinidad

Intervalo de pH	Condición de acidez o alcalinidad
<4.2	Extremadamente Acido
4.2-5.5	Fuertemente Acido
5.6-6.5	Moderadamente Acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-8.3	Moderadamente alcalino
>8.3	Fuertemente alcalino

Fuente: (Galan,2011)

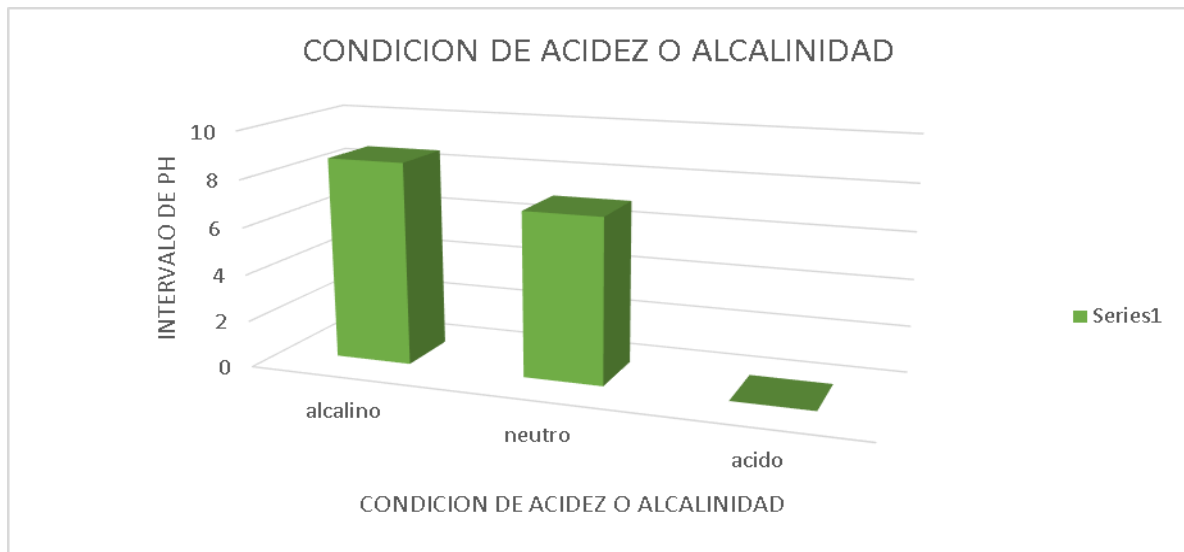


Figura48: pH hallado en laboratorio (UNI)

INTERPRETACION: Se tomó la muestra de la columna más crítica de la primera vivienda en este caso se da referencia a la segunda columna, por lo que fue llevada al laboratorio para hallar el pH. Por medio de la tabla estandarizada según el Reglamento Nacional de edificaciones da a indicar que está entrando a la acidez con un pH equivalente a 8,56, por lo que se da a entender que el pH equilibrado del concreto es de 13, vemos que está comienzos.

## REPARACIONES ESTRUCTURALES AFECTADAS POR CORROSIÓN.

Devolver a la estructura su capacidad estructural y de servicio anterior al daño sufrido.

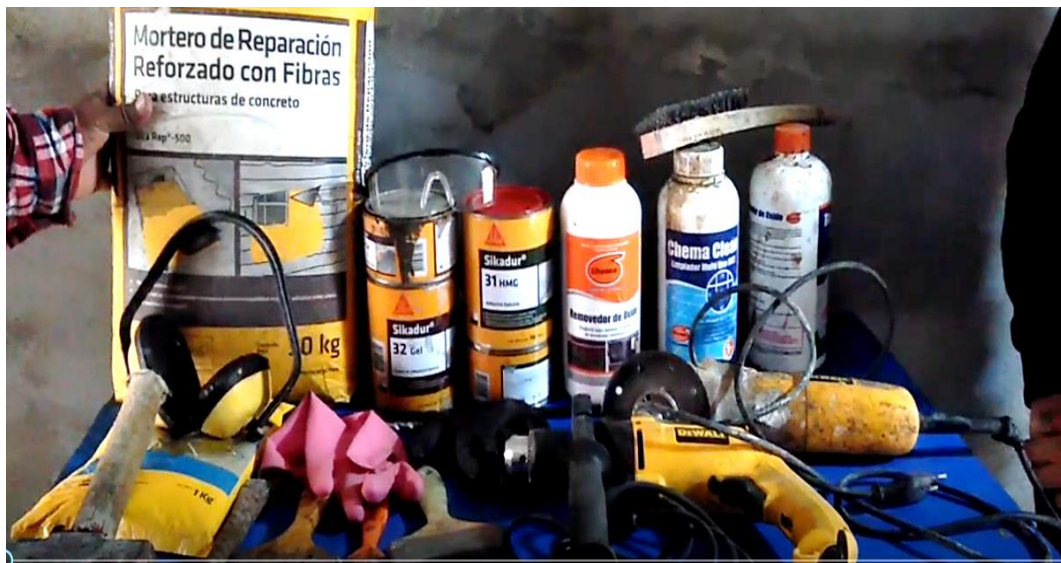
Situaciones que originan una reparación:

- Accidentes
- Fallas en diseño
- Mala calidad de los materiales
- Malos procedimientos de construcción.
- Falta de mantenimiento de la edificación.

### REPARACIÓN DE COLUMNAS.

Una vez hecha la inspección del elemento atacado por corrosión en este caso la columna, se registra mediante un documento realizado por un especialista adicionando fotografías y o videos del cómo se encuentra la estructura antes de iniciar la reparación. Seguidamente se hace un análisis clínico del tipo de columna y la causa del daño, para así tener un adecuado proceso de reparación.

*Figura49:*  
Materiales para el proceso de reparación



ración de elemento estructural.

### PASOS DE REPARACIÓN.

Al observar la dirección de las fisuras, el espesor y la longitud de estas en la columna, nos indica el grado de corrosión es preferible reparar cuando las fisuras sean mínimas ya que el trabajo y el costo será menor y la durabilidad de la estructura no se verá afectada. Al descubrir y observar el acero dañado acotar que tipo de daño es corrosión generalizada o co-

rrosión localizada, ya que la localizada es más peligrosa porque secciona o pica al elemento en si en este caso se tendrá que cambiar y traslapar el acero de manera correcta

**Paso 1.**-apuntalar la losa aligerada en la zona cercana al elemento dañado con unos puntales o pie derecho de metal adicionando unas soleras para así sujetar la estructura y evitar daños por gravedad, siempre dejando espacios para que los técnicos especialistas en la reparación trabajen con total comodidad y seguridad en bien de la obra.



*Figura50:* puntales (pie derecho).

**Paso 2.**- picar de forma diagonal, el cincelado se debe realizar en un ángulo de  $45^\circ$  la zona afectada del elemento hasta contornear al acero sin dañar a este y dejar un espacio de 3cm alrededor para que el proceso sea correcto, en la parte longitudinal se debe descubrir hasta la zona en donde el acero no presente corrosión, el cincelado se puede realizar con un roto martillo de doble función y con regulador de impacto para así no deteriorar al concreto.



*Figura51:* corte de sierra circular dar la forma con menor Angulo posible

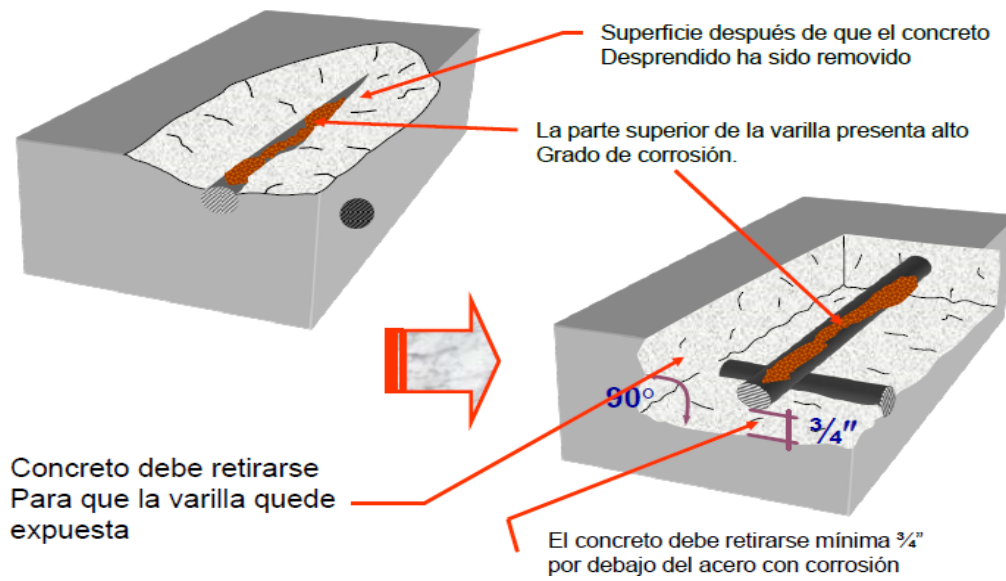


Figura52: medida y ángulo para proteger adecuadamente el acero.



Figura53: Aplicación en el elemento estructural de acuerdo a la norma.



**Paso3.**-Limpiar con una escobilla de metal el acero corroído, la zona donde no entre la escobilla utilizar una lija gruesa para acero bordeando por detrás para una limpieza correcta si el óxido persiste utilizar una amoladora con escobilla de acero circular así se retirará todo el óxido.



*Figura54:* limpieza del acero corroído

**Paso 4.**- Utilizar aditivo removedor de óxido mezclando con agua el producto la proporción será 1en 4, se dará dos manos, luego de 5 minutos enjuagar con abundante agua, también limpiar y enjuagar con productos para neutralizar la eflorescencia del concreto.



*Figura 55.* Productos para eliminar y evitar la oxidación en el acero estructural (Productos Chema)

**Paso5.**-Si observamos que el acero de estribo esta corroído y perdió notablemente su sección se procederá a colocar acero anclado en el concreto a una profundidad de 10 cm el acero será en forma de L, de 3/8'' con separación de 20cm como máximo y se utilizara aditivo epóxico Sikadur 31 que es especialmente para anclajes, soportando a tracción aprox.2000 kg fuerza.





Figura 53. Procedimiento de anclaje con acero (usando el epóxico sikadur 31 para incorporar al concreto a través de los orificios para el anclaje)

**Paso 6.**-una vez limpio de agentes contaminantes tanto el acero como el concreto proceder a bañar el acero a dos manos con un aditivo neutralizador de corrosión llamado transformador de óxido, entre proceso dejar secar 1 hora y para el siguiente paso dejar secar hasta el día siguiente.

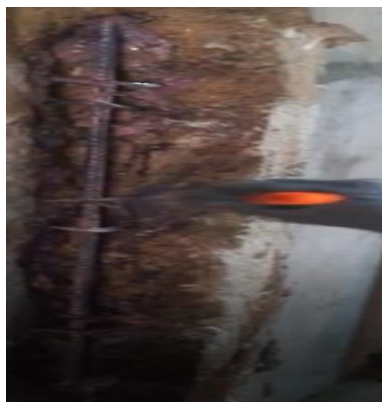


Figura 54. Productos para eliminar y evitar la oxidación en el acero estructural (Productos Chema)

**Paso 7.-** Al día siguiente de secado colocar en el concreto antiguo un aditivo epòxico para unir concreto antiguo con concreto nuevo Sikadur 32 que va actuar como puente de adherencia entre concretos y tiene un tiempo de trabajabilidad de 3 horas para el siguiente paso.



*Figura 55.* Unión de concreto antiguo con concreto nuevo (Sika Dur 32)

**Paso 8.-** prepara el mortero de reparación estructural que ya viene con aditivos para su durabilidad, trabajabilidad y una resistencia que supera  $400 \text{ kg f}^c / \text{cm}^2$ , el colocado se realiza con una plancha de batir y si es necesario se encofrará la zona en restitución y el concreto será más fluido así asegurar su correcta colocación. Al día siguiente desencofrar si es necesario y curar el mortero de reparación para así obtener su resistencia diseñada.





*Figura56:* Se realiza la mezcla con impermeabilizante para formar el mortero estructural.

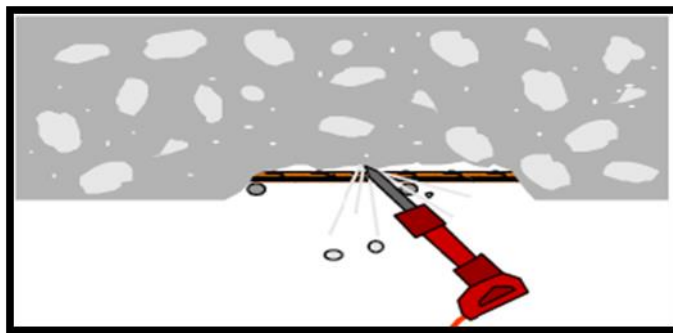
### **REPARACION DE LOSA ALIGERADA.**

Una vez hecha la inspección de la estructura atacado por corrosión en este caso puede ser: el acero de temperatura que se encuentra en la parte superior del aligerado, el acero positivo o el acero de vigueta que se encuentra en la parte inferior de la losa o también se puede encontrar dañado el acero de viga; en muchos casos que he observado y reparado en estos 15 años de experiencia. Las losas mayormente presentan los 3 casos, se registra la gravedad del daño mediante un documento realizado por un especialista adicionando fotografías y o videos de cómo se encuentra la estructura antes de iniciar la reparación. Seguidamente se hace un análisis clínico de la dimensión y forma de la losa y la causa del daño, para así tener un adecuado proceso de reparación. Antes de la reparación se realizara el tipo de reforzamiento estructural que se añadirá a la reparación ya que al dañarse por corrosión grave la vivienda ya sufrió daños estructurales se vio afectada la rigidez y la ductilidad, la vida útil de la estructura disminuirá, a todo esto en el nuevo diseño de reforzamiento se adicionaran columnas adosada a las columnas existentes donde sea necesario y también se colocaran vigas de soporte para la nueva losa todo esto diseñado por un ingeniero estructural, así devolverle la seguridad a la vivienda tanto para el sismo y estructural en beneficio de sus habitantes.

**Paso1.-**Apuntalar la losa aligerada en la zona cercana al elemento dañado con varios puntales o pie derecho de metal adicionando unas soleras para así sujetar la estructura y evitar daños por gravedad, siempre dejando espacios para que los técnicos especialistas en la reparación trabajen con total comodidad y seguridad en bien de la obra.

**Paso 2.-** Picar de forma diagonal, el cincelado se debe realizar en un ángulo de 45° la zona afectada del elemento hasta contornear al acero sin dañar a este y dejar un espacio de 3cm alrededor para que el proceso sea correcto, en la parte longitudinal se debe descubrir hasta la zona en donde el acero no presente corrosión, el cincelado se puede realizar con un roto martillo de doble función y con regulador de impacto para así no deteriorar al concreto.

**Paso3.-**Una vez demolido toda la zona deteriorada, se procederá a picar con mucho cuidado llegando a los contornos de las vigas soleras cortando en forma recta para así adosar nuevas vigas alrededor de la reparación es decir los cuatro lados de la losa, se procederá a cortar los aceros de vigas y viguetas dejando una distancia de 80 cm para el traslape.



*Figura55: Picado de la viga*

**Paso 4.-** Se procederá al encofrado correctamente con su viga peraltada de refuerzo y sus columnas nuevas de soporte diseñadas en favor del sostenimiento de la losa ,luego se procederá a picar en cada esquina 8 agujeros de 25 x20 y de profundidad de 25 cm para anclar las nuevas vigas y así se empotren en las vigas existentes ,los agujeros de anclaje de vigas tendrán que limpiarse tanto de polvo y eflorescencia, el acero antiguo se limpiara con escobilla de acero ,amoladora con escobilla circular, también con lija de acero para así sacar todo el óxido luego usar los aditivos para neutralizar la corrosión.

**Paso 5.-** Lijar y limpiar los aceros de viguetas y vigas expuestas y cortadas de 80cm con escobillas ya mencionadas, bañar con aditivos para neutralizar la corrosión, empalmar los

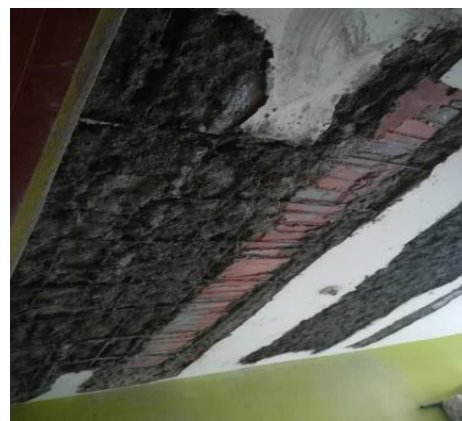
aceros necesarios, antes de colocar las vigas anclar aceros de 40cm con un doblado de 10cm y estas anclar a la viga existente a una profundidad de 10cm y distanciados a 40cm en los cuatro lados de la losa recortada, para el correcto anclaje, se utilizará aditivo epòxico como puente de adherencia sikadur 31.

**Paso 6.-** En este paso se colocará toda la armadura necesaria, como acero de viguetas, acero de vigas, aceros de refuerzo como bastones anclados con aditivo epòxico y acero de temperatura, verificando que todo este correctamente colocado.



*Figura 56:* aplicación de transformador de óxido-color negro

**Paso 7.-** se procede a colocar aditivo epòxico sikadur 32 para unir concreto antiguo y concreto nuevo de alta resistencia con aditivos fluidificantes e impermeabilizantes, luego preparar un concreto de 210 kg de  $f'c$  por  $cm^2$  y colocar cuidadosamente en el encofrado, utilizando vibradora para la compactación del hormigón y nivelación final con el alisado de losa, después de 4 horas curar el concreto con aditivos curadores por un día o también curar el concreto por 7 días con agua. Se recomienda sacar probetas del concreto para el ensayo de la compresión, así asegurar el diseño óptimo otorgando garantía de calidad al proyecto de reparación.



*Figura 57:* aplicación de epòxico y mortero estructural.

## **IV. DISCUSIÓN**



Los resultados del estudio fueron semejantes a Pérez (2010) por lo que se dio a conocer de manera general el fenómeno de corrosión en las estructuras de concreto armado, en la carbonatación del concreto se dio como resultado incoloro a la profundidad estudiada, dando a indicar la similitud de nuestra investigación donde se observa a través de la muestra un resultado incoloro para las tres viviendas. El resultado del estudio es similar al de Aguilar (2013) por lo que da a indicar que nuestras estructuras tienen problemas de corrosión ya que son atacadas por el CO<sub>2</sub> así mismo se ve que las estructuras tienen pH menor, la carbonatación es alta, los cloruros y sulfatos están en su concentración por lo que se observa corrosión en el acero, en nuestra investigación sucede lo mismo las 25 viviendas inspeccionadas muestran que a sus 20 años de vida presentan corrosión en gran porcentaje y las tres viviendas estudiadas las cuales fueron las más críticas muestran que hay un alto contenido de sulfatos, carbonatación y menor pH de 8,5-9,00 donde da a indicar un medio ácido. Los resultados del estudio es similar al De la cruz(2011) ya que menciono sobre los problemas estructurales comunes, por el uso inadecuado de materiales que se realizan en las viviendas autoconstruidas, los resultados obtenidos son que al no seguir los procedimientos adecuados se dan errores estructurales de la construcción y en el futuro se dan pérdidas económicas dando cartillas de procedimientos constructivos que debe seguirse para la construcción de nuevas viviendas, y lo mismo se da en nuestra investigación ya que por el mal diseño de mezclas vemos claramente las fisuras, agrietamientos, etc. y así mismo el recubrimiento no va de acuerdo a la norma ,por lo que esto otorgara a dar paso a los agentes agresivos y así posteriormente dar pase a la corrosión. Los resultados del estudio son similares al de Cerna y Galicia (2010) ya que se hizo cuadros comparativos con respecto a la vida útil del material y la existencia de la corrosión de dichas estructuras inspeccionadas se hizo estudio de la vida útil de las estructuras, por otro lado, se habla acerca de la interacción entre la corrosión y el concreto, en el caso de nuestra investigación se hizo estudio a 25 viviendas de las cuales un gran porcentaje de dichas viviendas tienen una vida útil de 20 años con expresiones de corrosión. El resultado del estudio es similar de Martínez (2015) se realizaron probetas y se hicieron estudios con respecto al ingreso del ion cloruro y sulfatos donde su relación a/c fue de acuerdo a la norma, respecto a nuestra investigación las viviendas ya están diseñadas lo que se hizo fue extraer muestra para ser llevadas al laboratorio y ver cuánto de cloruros contiene, sulfatos, pH, etc. se vio que la relación a/c en las viviendas estudiadas no fue buena por lo que a su tiempo de vida corta hay gran porcentaje de corrosión en cuanto a los elementos estructurales de dichas viviendas.

## **V. CONCLUSIONES**

En conclusión, las principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas mediante un sistema de calificación de grado de corrosión donde muestra un nivel alto y medio con un porcentaje 75% y 16% respectivamente del año 1993 hasta la actualidad, los ensayos en laboratorio como en campo permitió conocer cuáles son las principales causas en las viviendas autoconstruidas, la calidad del concreto y los agentes agresivos del medio ambiente son causantes de la corrosión, ya que el recubrimiento probado en el campo con respecto a las tres viviendas no cumple con la normativa y la profundidad de la carbonatación es alta y el pH del concreto va de 8,5-9 donde tiende a la línea acida , por otro lado los sulfatos van en tendencia alta. De acuerdo a los resultados al evaluar en las viviendas se determinará las técnicas de reparación estructural adecuada para cada elemento estructural como losas, vigas chatas y columnas. Las técnicas de reparación permitirán disminuir las deficiencias en dichos elementos estructurales, los cuales aumentara la durabilidad de las viviendas.

En síntesis, se tiene que dar a conocer a los propietarios que dichas viviendas necesitan ser reparadas de manera inmediata y para las construcciones futuras indicarles que para una vida útil de 50 años se tendrá que construir con profesionales capacitados del tema para así en el futuro el gasto económico sea menor o ante un eventual sismo de 9 a 10 grados en las escalas de Richter dichas viviendas colapsarían.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Informar a aquellas personas que están iniciando a construir sus viviendas sin una supervisión técnica, dándole charlas sobre los riesgos que puedan tener a largo plazo, ya que sus viviendas en el futuro presentarían corrosión con gran magnitud siendo vulnerables ante un sismo severo y un gasto económico ante las reparaciones.

Se recomienda que las entidades públicas incluyan un plan de desarrollo urbano para implementar programas para disminuir el grado de corrosión de las viviendas informales del distrito de San Juan de Lurigancho.

Incluir una planificación por parte de la Municipalidad de San Juan de Lurigancho para la concientización del peligro a los pobladores por las viviendas que están con alto y medio grado de corrosión.

Se recomienda realizar un estudio donde se compare costos de estructuración y reparación en viviendas en relación a la reconstrucción de viviendas dañadas por un sismo severo o cualquier tipo de desastres.

Concientizar a la población brindando conocimientos como prevenir y prepararse ante la posibilidad de un evento telúrico, y no estar expuestos a perder sus vidas y para el futuro no hacer un gasto desmedido.

## **VII. REFERENCIAS**

- Abanto, F. (2013). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*. Perú: E.I.R.L.
- Alvarado, L., Pineda, Ventura, A. (2004). *Diseño de elementos estructurales en edificios de concreto reforzado (tesis grado)*. Universidad De El Salvador, San Salvador.
- Aguilar, J. (2013). *Influencia del deterioro por corrosión del acero sobre la realcalinización del concreto reforzado carbonatado (tesis grado)*. Universidad Autónoma de nueva Leó., México.
- Chen ou, y., Dang., N. (2014). *Plástico longitud de la rótula de corroída vigas de hormigón armado*. ACI diario estructural. recuperado de [fi-  
le:///H://trauccion%20en%20español/out%20\(10\).en.es.pdf](http://H://trauccion%20en%20español/out%20(10).en.es.pdf).
- Castillo, A. (2016). *Estudio de durabilidad de estructuras de concreto armado frente a los agentes químicos agresivos (tesis pregrado)*. universidad nacional autónoma de México. México, México.
- Cerna, M., Galicia, W. (2010). *Vida útil en estructuras de concreto desde el punto de vista de comportamiento del material (tesis pregrado)*. Universidad privada Antenor Orrego, Chimbote, Perú.
- Díaz, S. (2012). *Estimación del impacto del tiempo de corrosión en la evolución del riesgo de estructuras de concreto reforzado (tesis de grado)*. universidad autónoma del estado de México facultad de ingeniería. Toluca, México.
- Díaz, I., Pasquel, E., Sotomayor, C., Baca, w. (2016). *diagnóstico y reparación de estructuras de concreto armado atacadas por corrosión*. Perú: Aci -Peru.Org.
- Flores, L., Sotomayor, C., Vidaud, E. (2016). *Durabilidad y patologías de estructuras de concreto*. Perú: Aci-Peru.Org.
- Gonzales, J. (1984). *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión*. Madrid, España: C.I.S.C.
- Gómez, M. (2009). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Argentina: Córdoba Brujas.
- Galan, I. (2011). *Carbonatación del hormigón: combinación de CO<sub>2</sub> con las fases hidratadas del cemento y frente de cambio de pH (tesis doctoral)*. Universidad Complutense de Madrid, España.
- Hernández, R., Fernández, Carlos., Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: S.A. de C.V
- Lopez, J. (2004). *porosidad del concreto*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

León,G.(2016).*determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimientos y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico del cuna más romero Leguía, urbanización las brisas, distrito de nuevo Chimbote, provincia del Santa, Región Ancash, Julio 2016(Tesis de pregrado)*Chimbote, Perú.

Medina, E. (2014). *Construcción de estructuras de hormigón armado en edificación*. Madrid, España: técnicas y científicas.

Molina, E.(2009).*Monitoreo y diagnóstico de estructuras de concreto armado afectadas por corrosión de cloruros(tesis pregrado)*.universidad nacional de ingeniería, Lima,Peru.

Montejo, A., Montejo, F.,Montejo, A.(2013).*Tecnología y patología del concreto armado* .Bogota,Colombia: derechos reservados.

Moreno, E.(2008).*Corrosión de armaduras en estructuras de hormigón: estudio experimental de la variación de la ductilidad en armaduras corroídas aplicando el criterio de acero equivalente (tesis de grado)*.universidad Carlos III de Madrid. Leganés, España.

Martínez, L. (2015). *Evaluación de la influencia del SO<sub>2</sub> como agente corrosivo en estructuras de concreto (tesis pregrado)*. Universidad nacional autónoma de México, México.

Medina, E. (2014). *construcción de estructuras de hormigón armado en edificación*. España, Madrid: técnicas y científicas.

Mosquera, E. (2016). *Análisis comparativo de Normativas ACI 318-14 YEHE-08. (tesis pregrado)*. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. Madrid, España

Quispe,K.(2018).*Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones(tesis pregrado)*.pontifica universidad católica del Perú, Lima, Perú.

Pérez, L.(2010).*vida útil residual de estructuras de hormigón armado afectada por corrosión*. Universidad politécnica de Madrid. Madrid, España.

Pancorbo,J,F.(2013).*Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación*. México: S.A de C.V.

San Bartolome,A.,quiun,D.,Silve,W.(2011).*diseño y construcción de estructuras sisimoresistentes de albañilería*.Lima,Peru: Pontifica universidad católica del Perú.



Sánchez, D.(2013).*Durabilidad y patología del concreto*. Colombia: asocreto.

Stefanoni,M.,Cemento y Hormigón de Investigación (2017),  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.10.007>

Stefanoni, M., Cement and Concrete Research (2017),  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.10.007>

Sharp,s.,clemeña,g.,virmani,p.,stoner,g.,Kelly,r.(2009).*Electrochemical Chloride Extrac-  
tion: Influence of Concrete Surface on Treatmen*.EE.UU.Recuperada por  
<file:///H:/trauccion%20en%20español/02107.pdf>

seok ,H.,Geoffrey,S.(diciembre del 2007). *On-Site Measurements on Corrosion Rate of  
Steel in Reinforced Concrete*. ACI materials journal.Recuperada por  
[file:///H:/articulos%20en%20ingles/out%20\(7\).pdf](file:///H:/articulos%20en%20ingles/out%20(7).pdf)

Villazain,J(2009). *Corrosión del acero en el concreto*. Universidad Federico Villarreal.  
*Facultad de Ingeniería Civil*. Lima, Perú.

Vara.,A,A.(2010).*desde la idea hasta la sustentación 7 pasos para una tesis exitosa*. Perú,  
Lima: Manual electrónico.

Valle,A.,Perez,T.,Maerinez,M.(2001).*El fenómeno de a corrosión en estructuras de con-  
creti reforzado*.sanfandila:def

Vázquez, M. (2014). *La corrosión: El peor de los villanos cuando dominan los metales'*.  
Editorial de la Universidad Nacional de Mar del Plata (EUDEM).

Valle, A., Pérez,T., Martínez, M.(2001).*El fenómeno de la corrosión en estructuras de  
concreto reforzado*. Instituto mexicano del transporte. México, México.


Zhiming,M.,Tiejun,z.,Xiao,J.,Ting,G. (14 de setiembre del 2014).*Evaluación de la corro-  
sión barras de refuerzo en el hormigón armado bajo ambiente de congelación-  
descongelación y medidas de protección*: Emerald Group Publishing Limited.Recuperado  
de [file:///H:/trauccion%20en%20español/out%20\(5\).en.es.pdf](file:///H:/trauccion%20en%20español/out%20(5).en.es.pdf).

**VIII.A NEXOS**

**"Análisis de principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas Autoconstruidas en la Urb. Manco Capac, San Juan de Lurigancho, 2018."**

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES										
				DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS						
¿De que manera la corrosión afecta las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, Lima 2018	Determinar de que manera la corrosión afecta las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, 2018	La corrosión afecta a las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, 2018	VI: CAUSAS DE LA CORROSION	"La corrosión en las armaduras se inicia cuando penetran en el concreto agentes contaminantes que rompen la capa protectora. La pérdida de esta película alcalina se debe a una acidificación del medio que la rodea provoda por dos causas fundamentales: La carbonatación del concreto o la penetración de cloruros provenientes de las sales de rocío marino que tienden a destruir la capa pasivante"(pancorbo, 2013, p.512)	La conceptualización de dichos trabajos es evaluar las principales causas de la corrosión que influyen en los elementos de concreto armado, identificar la calidad de concreto y medir los agentes agresivos que intervienen en dichos fenómenos mediante ensayos para obtener el nivel de resultados en cada vivienda designada	Calidad del concreto	Esesor del recubrimiento	vernier						
							Carbonatación	Laboratorio-UNI						
PH del concreto	Laboratorio-UNI													
Preguntas específicas	Objetivo específico	Hipótesis específicas				VI: CAUSAS DE LA CORROSION	"La corrosión en las armaduras se inicia cuando penetran en el concreto agentes contaminantes que rompen la capa protectora. La pérdida de esta película alcalina se debe a una acidificación del medio que la rodea provoda por dos causas fundamentales: La carbonatación del concreto o la penetración de cloruros provenientes de las sales de rocío marino que tienden a destruir la capa pasivante"(pancorbo, 2013, p.512)	La conceptualización de dichos trabajos es evaluar las principales causas de la corrosión que influyen en los elementos de concreto armado, identificar la calidad de concreto y medir los agentes agresivos que intervienen en dichos fenómenos mediante ensayos para obtener el nivel de resultados en cada vivienda designada	Agentes agresivos del medio ambiente	Cloruros	Laboratorio -UNI			
										Sulfatos	Laboratorio-UNI			
¿De qué manera la calidad del concreto influye en las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, 2018?	Analizar como influye la calidad del concreto en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, 2018	La calidad del concreto afecta las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, 2018							VI: CAUSAS DE LA CORROSION	"La corrosión en las armaduras se inicia cuando penetran en el concreto agentes contaminantes que rompen la capa protectora. La pérdida de esta película alcalina se debe a una acidificación del medio que la rodea provoda por dos causas fundamentales: La carbonatación del concreto o la penetración de cloruros provenientes de las sales de rocío marino que tienden a destruir la capa pasivante"(pancorbo, 2013, p.512)	La conceptualización de dichos trabajos es evaluar las principales causas de la corrosión que influyen en los elementos de concreto armado, identificar la calidad de concreto y medir los agentes agresivos que intervienen en dichos fenómenos mediante ensayos para obtener el nivel de resultados en cada vivienda designada	Agentes agresivos del medio ambiente	Cloruros	Laboratorio -UNI
			Sulfatos	Laboratorio-UNI										
¿De qué manera los agentes agresivos del medio ambiente influyen en las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Capac, San Juan De Lurigancho, 2018?	Identificar como influyen los agentes agresivos del medio ambiente en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, Lima 2018	Los agentes agresivos del medio ambiente afectan las estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Cápac, San Juan De Lurigancho, 2018.	VI: ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	"Las estructuras de concreto armado representan en general, estructuras monolíticas o continuas. por tanto una carga aplicada en cualquier sitio de la estructura produce deformaciones y esfuerzos sobre todos los elementos que conforman la estructura". (Alvarado, Pineda & Ventura, 2004)	se realizo inspección visual en las viviendas autoconstruidas para evaluar la corrosión en estructuras de concreto armado.							Estructuras de concreto armado	Losas aligeradas	Fichas de observacion
													Columnas	Fichas de observacion
						Vigas	Fichas de observacion							

Anexo 1. Ficha de observación parte 1

		<b>FICHAS DE OBSERVACION EN VIVIENDAS</b>				<b>V-1</b>	
Información de la inspección							
Hora inicio:	4:00 pm	fecha	28/08/18	N° Ficha	01		
Hora fin:	5:00 pm						
Nombres del inspector					Estudiante de ingeniería civil X		
Información general de la vivienda							
Propietario				DNI:			
Area construida(m2) x Pisos :	1ro	2do	3ro	Numero de pisos: Edad de la estructura :			
Conteo de elementos estructurales x N° pisos-1,2,3 pisos				Diseño: No		Tipos de elemento afectado	
	1ro	Corr.	2do	Corr.	3ro		
Columnas(Und.)							Reparacion:
Vigas (ml)							
Losas(m2)							A=1pto, B=2 pto, c=3Pto.
DANOS POR CORROSION-COLUMNAS							
Niveles de daño A=leve, B=moderado, C=critico							
Corrosion	Columnas			OBSERVACIONES:			
	1	2	3				
Nivel de daño				Calificación a los indicios M, O, F, A, C:0-30%			
% indicios de corrosion							
Manchas de oxido							
Fisuras							
Agrietamientos cajoneo							
IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO							
CROQUIS DE LOCALIZACION DE DANO							

Fuente: Propia

Anexo 2: Ficha de observación parte 2

<b>DANOS POR CORROSION -VIGAS</b>				
Niveles de daño: A=leve, A=moderado, C=critico				
Corrosion	Vigas			OBSERVACIONES:
	1	2	3	
Nivel de daño				Calificación a los indicios M, O, F, A, C:0-30%
% indicios de corrosión				
Manchas de oxido				
Fisuras				
Agrietamientos				
Cajoneo				
<b>IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO</b>				
<b>CROQUIS DE LOCALIZACION DANO</b>				


Fuente: Propia

Anexo 3: Ficha de observación parte 3

<b>DANOS POR CORROSION-LOSAS</b>				
Niveles de daño: A=leve, B=moderado, C=crítico				
Corrosion	losas			Observaciones
	1	2	3	
Nivel de daño				Calificación a los indicios M, O, F, A, C: 0-30%
% indicios de corrosión				
Manchas de oxido				
Fisuras				
Agrietamientos				
Cajoneo				
<b>IMAGEN DE ELEMENTO AFECTADO</b>				
<b>CROQUIS DE LOCALIZACION DE DANO</b>				

Fuente: Propia

Anexo 4: Ficha de resultados parte 1

		<b>FICHAS DE RESULTADOS EN ELEMENTOS CORROIDOS</b>		<b>R-1</b>
Información de la inspección: Héctor Ayapi Trujillo			FICHA Nro. : 1	
Diametro de acero usado en vivienda	columnas	Detalle del acero en columnas:		
Nombre del inspector	Chavez mejia Juan Carlos Mancilla Guzman Angy yvonne	Estudiante de ingeniería civil X		
<b>CAUSAS DE CORROSION</b>				
Niveles de daño: A=leve, B=moderado, C=critico				
	<b>Columnas</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>	
	Nivel	Daño	En carbonatación no presenta coloración gruesella.	
Carbonatacion laboratorio				
Sulfatos-laboratorio				
Cloruros-laboratorio				
pH del concreto-laboratorio				
Humedad				
espesor del recubrimiento-campo				
<b>IMAGEN DE ELEMENTOS ENSAYADOS-COLUMNAS-VIGAS-LOSAS</b>				
Empty space for images				

Fuente: Propia

Anexo 5: Validez del instrumento de ficha de observación para corrosión en estructuras



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Maguina Salazar, Walter  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: "Universidad Cesar Vallejo"  
 I.3. Especialidad del experto: Estructuras  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación - Corrosion del Acero  
 I.5. Autores del instrumento: Mancilla Guzmán Angy Ivone - Chavez Mejia Juan Carlos

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				70	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica			60		
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				75	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de mejora				73	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				68	
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				80	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación			58		
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.			60		
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				71	
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.				76	
PROMEDIO DE VALORACIÓN					69.10	

Fuente: Propia



**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

...Oricular y modificar las características hacia el objetivo...  
...el título...daños por corrosión...en la...fecha de observación

**IV. PROMEDIO DE VALORACION:**

69.10%

San Juan de Lurigancho, 28 de 06 del 2018



WALTER AGUIÑA SALAZAR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 57121

Firma de experto informante

DNI: 31605837



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: Ramos Suarez, Alvaro.  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: Ingeniero civil, Supervisor de obra  
 I.3. Especialidad del experto: Mecanica de Suelos  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Ficha de observación - Corrosion del A  
 I.5. Autores del instrumento: Mancilla Guzmán Angy Ivone - Chavez Mejia Juan G.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelent e 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				66	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica				68	
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.			60		
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de mejora				69	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.			58		
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.			60		
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación				76	
CONSISTENCIA	Considera que los items utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.			58		
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento				79	
METODOLOGÍA	Considera que los items miden lo que pretende medir.				80	
PROMEDIO DE VALORACIÓN					67.50	

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

..... Modificar y precisar los niveles de calificación en los títulos.....

..... Daños y causas por corrosión.....

67.50%

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

San Juan de Lurigancho, 28 de 06 del 2018


ALVARO RAMOS SUAREZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 160465

.....  
Firma de experto informante

DNI: 42350042.....

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Dr./Mg.: CARRASCO VILLARREAL ALDO  
 I.2. Cargo e Institución donde labora: SISOL  
 I.3. Especialidad del experto: ESTRUCTURAS  
 I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: FICHA DE OBSERVACIÓN  
 I.5. Autor del instrumento: \_\_\_\_\_

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelent e 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado			60		
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica			50		
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				70	
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de mejora				80	
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.			60		
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.				65	
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación			55		
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se esta investigando.				80	
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					85
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					85
<b>PROMEDIO DE VALORACIÓN</b>						

Anexo7: Validez del instrumento de ficha de observación para corrosión

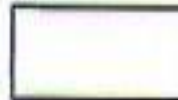


**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

.....*DETALLAR EL MODO DE CODIFICACIÓN, ALINEAR CUADRO, DISEÑAR*.....  
.....*UNA LEYENDA Y PONDERADOS.*.....

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**



San Juan de Lurigancho, de del 2015

*[Signature]*  
ALDO ANTONIO ESPINOSA VILLARREAL  
INGENIERO CIVIL

Firma de experto informante

DNI: *4428571*

Anexo 7: certificado de calibración del vernier.

Página 1 de 2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**N° CLU-547-2018**

Fecha de emisión: 2018-10-19  
Expediente: 2097-2018

<b>UNIDAD BAJO PRUEBA:</b>	<b>PIE DE REY</b>	Alcance de Indicación	0 mm a 150 mm; 0 in a 6 in
Marca:	TRUPER	Resolución	0,01 mm; 0,001 in
Modelo:	No Indica	Tipo de Indicación	Digital
Código de fábrica:	No Indica	Procedencia	Japón
Número de serie:	No Indica		
Código de identificación:	UML-806 (*)		
Ubicación:	No Indica		

**SOLICITANTE:** CONSTRUCTORA JATUN ATECC E I R L.  
Dirección: Jr. Las Geodas Nro. 1999 Urb. Inca Manco Cápac - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima

**DE LA CALIBRACIÓN:** Fecha: 2018-10-19  
Lugar: Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.  
Método: Según el PC-012 "Procedimiento de calibración de pie de rey" 3ta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI.

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES**  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicio	Final
Temperatura	20,8 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	61,0 %	59,0 %

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-068-2017-INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Termohigrómetro	LH- 077-2018-INACAL-DM

**OBSERVACIONES:**

- (\*) Identificación asignada por CONSTRUCTORA JATUN ATECC E I R L., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- Para las mediciones se utilizó como accesorio una mesa de granitid.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento



Ing. Mónica A. Inga Chucos  
Gerente de Metrología  
Reg. CIP N° 137294

San Juan de Lurigancho - Lima

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE UNIMETRO S.A.C.

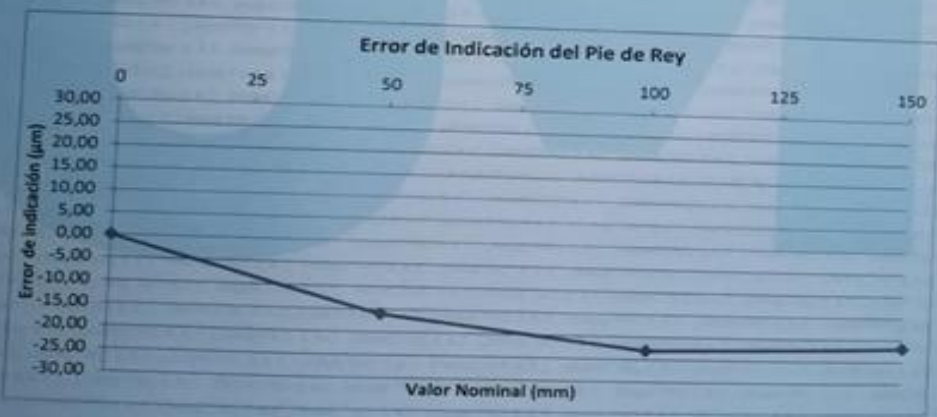
Fuente: Empresa Unimaster- calibración

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (µm)
20,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (µm)
5,00	0

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey  $\{(-49,87 \pm 0,023 \cdot L^2)\} \cdot \frac{1}{2} \mu\text{m}$   
 L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de interiores a exteriores (Si-e)
- Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de profundidad exteriores (Sp-e)
- Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de  $\pm 30 \mu\text{m}$  hasta 150 mm, según norma DIN 862-1988.



FIN DEL DOCUMENTO



Anexo 8: certificado de calibración de instrumentos en laboratorio-UNI

INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Certificado de Calibración N° CUJ-445-2018  
Página 2 de 3

### RESULTADOS

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I) 0,000 mm

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR (µm)
50,000	49,984	-16
100,000	99,977	-23
150,000	149,978	-22

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) (µm)
150,000	20

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) (µm)
150,000	10


VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (S <sub>e</sub> ) (µm)
10,000	63

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (S <sub>p</sub> ) (µm)
10,000	20

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) (µm)
9,982	20





**CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN N° 340/2018**

Ciente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (Laboratorio de Química)

Fecha: 12 de Julio del 2018

Equipo: Espectrofotómetro

Marca: Unico

Modelo: 2800 UV/VIS

Serie: SQU11061106021

Patrón Utilizado: Filtro Hellma

Código de los filtros: 65105

Próximo Servicio: Enero del 2019

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	22 °C	22 °C
Humedad Relativa	70 %	71 %
Presión Atmosférica	995 mbar	996 mbar

**ESTADO INICIAL DEL EQUIPO**

El equipo se encuentra internamente sucio.  
El equipo presenta desgaste en la lámpara UV

**SERVICIO EFECTUADO**

Desarmado total del equipo.  
Revisión de la tarjeta electrónica principal.  
Revisión de la tarjeta electrónica analógica.  
Revisión y limpieza de los sistemas eléctrico y electrónico.  
Revisión y limpieza de la fuente de poder.  
Revisión y limpieza del sistema óptico.  
Revisión y limpieza de la carcasa.  
Ajuste y calibración del sistema óptico.  
Ajuste de longitudes de onda.  
Ajuste del cero electrónico.  
Mantenimiento, limpieza general y calibración con filtros patrón certificados.

**CALIBRACIÓN DE PICOS:**

Patrón Utilizado: Filtro de Oxido de Holmio - F1

Tolerancia Permitida: +/- 1 nm

Picos	Valor del Patrón nm	Valor Medido nm	Incertidumbre nm	Pasó
1	360.90	360	0.90	√
2	453.65	453	0.65	√
3	536.44	537	0.56	√
4	637.65	638	0.35	√

**CALIBRACIÓN DE LONGITUDES DE ONDA:**

Patrón Utilizado: Filtro NG 11 - F2

Tolerancia Permitida: +/- 2.5 nm

Valor del Patrón Abs	Valor del Patrón nm	Valor Encontrado nm	Incertidumbre nm	Aceptado
0.267	440 nm	440 nm	0 nm	√
0.234	465 nm	464 nm	1 nm	√
0.238	546 nm	546 nm	0 nm	√
0.256	590 nm	590 nm	0 nm	√
0.257	635 nm	635 nm	0 nm	√

Patrón Utilizado: Filtro NG 5 - F3

Tolerancia Permitida: +/- 2.5 nm

Valor del Patrón Abs	Valor del Patrón nm	Valor Encontrado nm	Incertidumbre nm	Aceptado
0.490	440 nm	439 nm	1 nm	√
0.443	465 nm	466 nm	1 nm	√
0.449	546 nm	545 nm	1 nm	√
0.487	590 nm	590 nm	0 nm	√
0.481	635 nm	635 nm	0 nm	√

Patrón Utilizado: Filtro NG 4 – F4

Tolerancia Permitida: +/- 2.5 nm

Valor del Patrón Abs	Valor del Patron nm	Valor Encontrado nm	Incertidumbre nm	Aceptado
1.009	440 nm	440 nm	0 nm	√
0.935	465 nm	465 nm	0 nm	√
0.950	546 nm	546 nm	0 nm	√
1.007	590 nm	590 nm	0 nm	√
0.976	635 nm	636 nm	1 nm	√

**Comentarios y/o antecedentes:** El equipo se encuentra en buen estado y cumple con los parámetros de calibración recomendados por el fabricante.

Es importante mencionar que este es un equipo de precisión y debido a que se encontró gran cantidad de polvo en el interior, se recomienda el mantenimiento del mismo cada seis meses, solo de esa manera se puede garantizar el buen funcionamiento y calibración del equipo. Asimismo se recomienda el cambio de la lámpara UV, por presentar desgaste y baja iluminación.



*JS Lab Support*  
Jaime Smith Torriani.

Anexo 9: certificado de calibración y mantenimiento.



**CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN N° 337/2018**

**Cliente:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (Laboratorio de Química) **Fecha:** 12 de Julio del 2018  
**Equipo:** Balanza de precisión **Marca:** Sartorius **Modelo:** ELT6000 **Serie:** 22253200  
**Capacidad:** 6000 g **Precisión:** 1 g **Próximo Servicio:** Enero del 2019  
**Patrón utilizado:** Pesas 5 kg **Clase:** M1 **Certificado N°:** CSA-2150-15  
**Patrón utilizado:** Pesas Mettler Toledo 1 kg **Clase:** F1 **Certificado N°:** LM-C-150-2016  
**Patrón utilizado:** Pesas Mettler Toledo 1 kg **Clase:** F1 **Certificado N°:** LM-C-151-2016  
**Patrón utilizado:** Pesas Mettler Toledo 2 kg **Clase:** F1 **Certificado N°:** LM-243-2016  
**Patrón utilizado:** Pesas Mettler Toledo 500 g **Clase:** F1 **Certificado N°:** LM-C-148-2016  
**Patrón utilizado:** Pesas Mettler Toledo 1mg. a 200 g. **Clase:** E2 **Certificado N°:** LM-C-156-2016

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	17 °C	17 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %
Presion Atmosférica	998 mbar	998 mbar

**INSPECCION VISUAL:**

	Tiene	Escala	No tiene
Ajuste de cero	Tiene	Cursor	No Tiene
Oscilacion libre	Tiene	Nivelacion	Tiene
Plataforma	Tiene		
Sistema de traba	No Tiene		

**ESTADO INICIAL DEL EQUIPO**

El equipo se encuentra en buen estado

**SERVICIO EFECTUADO**

Desarmado del equipo.  
 Revisión y limpieza del sistema eléctrico y electrónico.  
 Desarmado y limpieza de las tarjetas electrónicas.  
 Desarmado, limpieza, centrado y ajuste del sistema de pesada.  
 Limpieza interna y externa de la carcasa.  
 Revisión y ajuste de voltajes de las tarjetas electrónicas.  
 Ajuste del punto nulo del sistema de pesada.  
 Ensamblado del equipo.  
 Ajuste del cero electrónico.  
 Ajuste de linealidad.  
 Ajuste del peso.  
 Ajuste y calibración del equipo con pesas externas.  
 Mantenimiento, limpieza general, calibración y prueba de funcionamiento.

**CALIBRACION:**

Peso de Ajuste: 5000 g  
 Peso de prueba: 5000 g

Valor de Lectura: 5000 g  
 Error máximo permitido: +/- 2 g

**REPETIBILIDAD:**

Peso de prueba: 2000 g

Error máximo permitido: +/- 2 g

N° de Pesada	Valor de Lectura	E (g)
1	2000 g	0 g
2	2000 g	0 g
3	2000 g	0 g
4	2000 g	0 g
5	2000 g	0 g
6	2000 g	0 g
7	2000 g	0 g
8	2000 g	0 g
9	2000 g	0 g
10	2000 g	0 g

Anexo 10: certificado de calibración y mantenimiento.

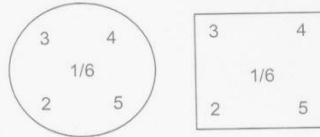


**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD:**

Peso de prueba: 2000 g

Posición	Valor de Lectura	E (g)
1	2000 g	0 g
2	2001 g	1 g
3	2000 g	0 g
4	2000 g	0 g
5	2001 g	1 g
6	2000 g	0 g

Error máximo permitido: +/- 4 g



**ENSAYO DE PESAJE:**

CARGA CRECIENTE		
Peso de prueba	Valor de Lectura	E (g)
0 g	0 g	0 g
100 g	100 g	0 g
500 g	500 g	0 g
800 g	801 g	1 g
1000 g	1000 g	0 g
2000 g	2000 g	0 g
3000 g	3001 g	1 g
4000 g	4000 g	0 g
5000 g	5000 g	0 g
6000 g	6000 g	0 g

Error máximo permitido: +/- 0,002 g

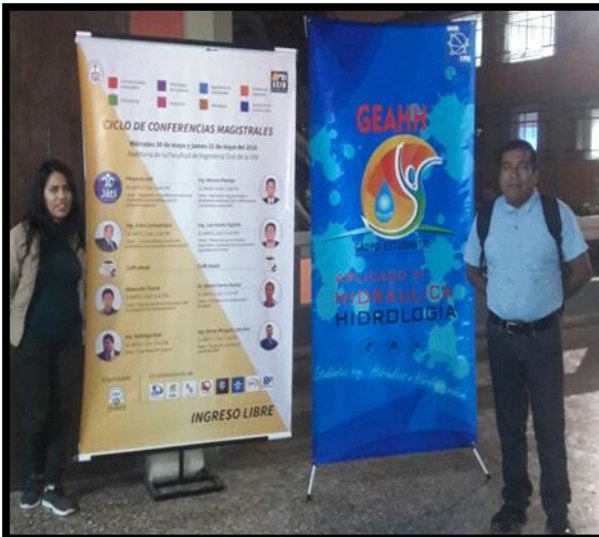
CARGA DECRECIENTE		
Peso de prueba	Valor de Lectura	E (g)
0 g	0 g	0 g
100 g	100 g	0 g
500 g	500 g	0 g
800 g	801 g	1 g
1000 g	1000 g	0 g
2000 g	2000 g	0 g
3000 g	3001 g	1 g
4000 g	4000 g	0 g
5000 g	5000 g	0 g
6000 g	6000 g	0 g

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:** El equipo se encuentra en buen estado y cumple con los parámetros de calibración recomendados por el fabricante.

**RESPONSABLE DEL SERVICIO**

JS Lab Support  
Jaime Smith Torriani  
Director Gerente

Anexo 11: instrumento de medición (pie de rey)



Anexo 12: corrosión grave de acero.



Anexo 13: acero expuesto a la intemperie.



Anexo 14: desprendimiento del ma-



Anexo 15: cangrejas.



Anexo 16: acero corroído.



Anexo 17: corrosión grave de acero.



Anexo 18: corrosión grave de acero



Anexo 19: corrosión grave de acero.



Anexo 20: corrosión grave



. Anexo 21: corrosión grave de acero.



Anexo 22: corrosión grave de acero.



Anexo 23: corrosión grave de acero.



Anexo 24: corrosión grave de acero.



Anexo25: corrosión en columnas





Anexo26: vivienda inspeccionada



Anexo27: eflorescencia en la columna

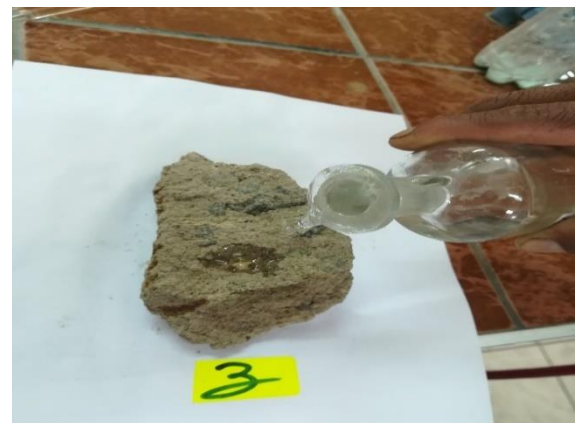


Anexo28: aplicación de fenolftaleína



leína

Anexo29: aplicación de fenolftaleína



Anexo30: aplicación de fenolfta-





Anexo31: aplicación de fenolftaleína

## Anexo 32: prueba en laboratorio losas-vivienda 1



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI

**SOLICITANTE:** MANSILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA

**REGISTRO:** LQU18-1018

**TESIS:** "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"


**UBICACIÓN:** JR. LAS MARGARITAS Nº 1996 - URB. INCA MANCO CÁPAC 1RA ETAPA SAN JUAN DE LURIGANCHO

**MUESTRA:** LOSA M - 2

**FECHA:** 19/10/2018

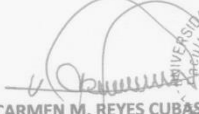
MUESTRA DE CONCRETO

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Nro Denominación	DESIGNACION		PH	CARBONATACIÓN	Comentario
	MUESTRA	Concreto			
Losa  M-2	Tipo de Muestra	M-2	8,82		No presenta coloración roja grosella
	Ubicación	Vivienda: Ricardo Tintaya Quintanilla			
	Fecha	19/10/2018			

**NORMAS ENSAYADAS:**

PH                      CARBONATACIÓN  
MTC E 129           Prueba Cualitativa  
ASTMD 4372

  
**CARMEN M. REYES CUBAS**  
MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

**ABET**

Accreditation Board for engineering and Technology

ABET

Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**Anexo 33: prueba en laboratorio losas-vivienda 2**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**


**LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI**

SOLICITANTE: MANZILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
 JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA  
 REGISTRO: LQU18-1018  
 TESIS: "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS  
 EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB.  
 INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"  
 UBICACIÓN: JR. LAS MARGARITAS N° 1996 - URB. INCA MANCO CÁPAC 1RA ETAPA  
 SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 MUESTRA: LOSA M-2  
 FECHA: 19/10/2018

MUESTRA DE CONCRETO				
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
Nro Denominación	DESIGNACION		CLORUROS Cl <sup>-</sup> ppm	CLORUROS Cl <sup>-</sup> %
	MUESTRA	Concreto	605	0,06
Losa  M - 2	Tipo de Muestra	M-2		
	Ubicación	Vivienda: Ricardo Tintaya Quintanilla		
	Fecha			

**NORMAS ENSAYADAS:**

CLORUROS Cl<sup>-</sup>  
 ASTM D 3370  
 AASTHO T 291

  
**CARMEN M. REYES CUBAS**  
 MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO QUÍMICO  
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295



**Anexo 34: prueba en laboratorio losas –vivienda 2**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI**

**SOLICITANTE:** MANSILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
 JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA

**REGISTRO:** LQU18-1017

**TESIS:** "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS  
 EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB.  
 INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"

**UBICACIÓN:** JR. LAS GEODAS Nº 2027 - URB. INCA MANCO CÁPAC  
 SAN JUAN DE LURIGANCHO

**MUESTRA:** LOSA - M-1

**FECHA:** 19/10/2018

MUESTRA DE CONCRETO

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Nro Denominación	DESIGNACION		PH	CARBONATACIÓN	Comentario
	MUESTRA	Concreto			
Losa  M - 1	Tipo de Muestra	M-1	9,71		No presenta coloración roja grosella
	Ubicación	Vivienda: Héctor Ayapi Trujillo			
	Fecha	19/10/2018			

**NORMAS ENSAYADAS:**  
 PH CARBONATACIÓN  
 MTC E 129 Prueba Cualitativa  
 ASTM D 4372

**CARMEN M. REYES CUBAS**  
 MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO  
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Camera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

# Anexo 35: prueba en laboratorio losas-vivienda 1



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil


### LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI

SOLICITANTE: MANSILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
 JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA  
 REGISTRO: LQU18-1017  
 TESIS: "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS  
 EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB.  
 INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"  
 UBICACIÓN: JR. LAS GEODAS Nº 2027 - URB. INCA MANCO CÁPAC  
 SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 MUESTRA: LOSA M - 1  
 FECHA: 19/10/2018

MUESTRA DE CONCRETO				
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO				
Nro Denominación	DESIGNACION		CLORUROS Cl <sup>-</sup> ppm	CLORUROS Cl <sup>-</sup> %
	Losa  M - 1	MUESTRA	Concreto	613
Tipo de Muestra		M-1		
Ubicación		Vivienda: Héctor Ayapi Trujillo		
Fecha		19/10/2018		

#### NORMAS ENSAYADAS:

CLORUROS Cl<sup>-</sup>  
 ASTM D 3370  
 AASTHO T 291

  
 CARMEN M. REYES CUBAS  
 MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO  
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



## Anexo 36: prueba en laboratorio losas-vivienda 1



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

#### LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI

SOLICITANTE: MANSILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA

REGISTRO: LQU18-1019

TESIS: "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"


UBICACIÓN: JR. LAS GEODAS Nº 2027 - URB. INCA MANCO CÁPAC  
SAN JUAN DE LURIGANCHO

MUESTRA: COLUMNA M-3

FECHA: 19/10/2018


MUESTRA DE CONCRETO

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Nro Denominación	DESIGNACION		PH	CARBONATACIÓN	Comentario
Columna  M - 3	MUESTRA	Concreto	8,56		No presenta coloración roja grosella
	Tipo de Muestra	M-3			
	Ubicación	Vivienda: Héctor Ayapi Trujillo			
	Fecha	19/10/2018			

#### NORMAS ENSAYADAS:

PH CARBONATACIÓN  
MTC E 129 Prueba Cualitativa  
ASTMD 4372

  
CARMEN M. REYES CUBAS JEFATURA  
MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO LABORATORIO DE QUÍMICA  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295



**Anexo 37: prueba en laboratorio losas-vivienda 1**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI**

SOLICITANTE: MANSILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
 JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA  
 REGISTRO: LQU18-1019  
 TESIS: "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS  
 EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA  
 URB. INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"  
 UBICACIÓN: JR. LAS GEODAS Nº 2027 - URB. INCA MANCO CÁPAC  
 SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 MUESTRA: COLUMNA M-3  
 FECHA: 19/10/2018

MUESTRAS DE CONCRETO

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Nro Denominación	DESIGNACION		CLORUROS Cl <sup>-</sup> ppm	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> ppm
	MUESTRA	Concreto		
Columna  M - 3	Tipo de Muestra	M-3	902	11 694
	Ubicación	Vivienda: Héctor Ayapi Trujillo		
	Fecha	19/10/2018		

**NORMAS ENSAYADAS:**

CLORUROS Cl<sup>-</sup>    SULFATOS (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup>  
 ASTM D 3370    ASTM E 275  
 AASTHO T 291    AASTHO T 290

CARMEN M. REYES CUBAS  
 MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO  
 Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
 Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295



## Anexo 38: prueba en laboratorio losas-vivienda 1



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

#### LABORATORIO QUÍMICO FIC UNI

SOLICITANTE: MANSILLA GUZMÁN ANGY IVONE  
JUAN CARLOS CHÁVEZ MEJÍA  
REGISTRO: LQU18-1019  
TESIS: "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN DE ELEMENTOS  
EN CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB.  
INCA MANCO CÁPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"  
UBICACIÓN: JR. LAS GEODAS N° 2027 - URB. INCA MANCO CÁPAC  
SAN JUAN DE LURIGANCHO  
MUESTRA: COLUMNA M-3  
FECHA: 19/10/2018

#### MUESTRAS DE CONCRETO

#### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Nro Denominación	DESIGNACION		CLORUROS Cl <sup>-</sup> %	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> %
	MUESTRA Tipo de Muestra	Concreto M-3		
Columna M - 3	Ubicación	Vivienda: Héctor Ayapi Trujillo	0,09	1,16
	Fecha	19/10/2018		

#### NORMAS ENSAYADAS:

CLORUROS Cl<sup>-</sup>    SULFATOS (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup>  
ASTM D 3370    ASTM E 275  
AASHTO T 291    AASHTO T 290

  
CARMEN M. REYES CUBAS  
MSC. ING. JEFA DE LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

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

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
Central Telefónica: 481-1070 / Anexo: 295







# CERTIFICADO

Otorgado a:

## ANGY IVONE MANCILLA GUZMAN

Por su participación en el:

### SEMINARIO INTERNACIONAL “Corrosión en Estructuras de Concreto”

Llevado a cabo el día 24 de Mayo del 2018, en la ciudad de Lima  
con un total de 9 horas lectivas



---



Ing. Luciano López  
Presidente ACI PERÚ

N° Certificado: 1504181701  
Fecha de Emisión: 24 de mayo del 2018

ACI PERÚ  
Av. Benavides 4887 Of. 502 - Surco  
7229909 - 965446830  
contacto@aci-peru.org

Anexo 39: certificado de seminario de corrosión en el concreto armado



# CERTIFICADO

Otorgado a:

## JUAN CARLOS CHAVEZ MEJIA

Por su participación en el:

### SEMINARIO INTERNACIONAL “Corrosión en Estructuras de Concreto”

Llevado a cabo el día 24 de Mayo del 2018, en la ciudad de Lima  
con un total de 9 horas lectivas



---



Ing. Luciano López  
Presidente ACI PERÚ

N° Certificado: 1504181698  
Fecha de Emisión: 24 de mayo del 2018

ACI PERÚ  
Av. Benavides 4887 Of. 502 - Surco  
7229909 - 965446830  
contacto@aci-peru.org



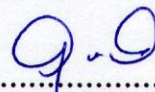
Anexo 39: certificado de seminario de corrosión en el concreto armado



Yo, MARÍA YSABEL GARCÍA ALVAREZ, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo Sede San Juan de Lurigancho (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada "ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018", del estudiante JUAN CARLOS CHAVEZ MEJIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 12 de Diciembre del 2018



.....  
Dra. Ing. GARCÍA ALVAREZ MARÍA YSABEL

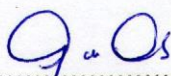
DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Yo, MARÍA YSABEL GARCÍA ALVAREZ, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo Sede San Juan de Lurigancho (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada "ANALISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSION EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018", de la estudiante ANGY IVONE MANCILLA GUZMAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 12 de Diciembre del 2018



.....  
Dra. Ing. GARCÍA ALVAREZ MARÍA YSABEL

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

# FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Análisis de principales causas de corrosión en estructuras de concreto armado de viviendas autoconstruidas en la Urb. Manco Capac, San Juan de Lurigancho, 2018."

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

### AUTORES

Angy Ivone Mancilla Guzman  
Juan Carlos Chavez Mejia

### ASESORES

Dra. María Ysabel García Álvarez  
Mg. Luis Díaz Huiza

LINEA DE INVESTIGACIÓN  
Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ  
2018



9005

Num Lock ON

23 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	4 %	>
2	Entregado a Universida...	2 %	>
3	Entregado a Universida...	2 %	>
4	cybertesis.uniledu.pe	1 %	>
5	Entregado a Universida...	1 %	>
6	eprints.uani.mx	1 %	>
7	es.scribd.com	1 %	>
8	Entregado a Universida...	1 %	>
9	hdl.handle.net	1 %	>



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 12-12-2019  
Página : 1 de 1

**MANCILLA GUZMAN ANGY IVONE**, identificado con DNI No **47981504**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo ( **X** ), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018.”** en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

FIRMA

MANCILLA GUZMAN ANGY  
IVONE

DNI: 47981504

FECHA: 12 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
 Versión : 09  
 Fecha : 12-12-2019  
 Página : 1 de 1

**CHAVEZ MEJIA JUAN CARLOS**, identificado con DNI No **10670251**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo ( **X** ), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018.”** en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

FIRMA  
 CHAVEZ MEJIA JUAN  
 CARLOS

DNI: 10670251

FECHA: 12 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCION DE LA DOCUMENTACION SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE PRESENTA:

JUAN CARLOS CHAVEZ MEJIA

INFORME TÍTULADO:

“ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018.”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 12 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



---

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCION DE LA DOCUMENTACION SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE PRESENTA:

MANCILLA GUZMAN ANGY IVONE

INFORME TÍTULADO:

“ANÁLISIS DE PRINCIPALES CAUSAS DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA URB. MANCO CAPAC, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018.”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 12 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)

---

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ

