

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE DAÑOS EN  
VIGAS Y COLUMNAS CRÍTICAS EN VIVIENDAS  
INFORMALES LOCALIZADAS EN LA  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA LOS GRAMADALES I  
ETAPA DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

INGMAR MIJAIL REYES FIGUEROA

Asesor:

DR. ING. MÁXIMO HUAMBACHANO MARTEL

Lima - Perú

2018

## DEDICATORIA

A mis padres, esposa, abuelos,  
hermanos y familia en general por su gran cariño y apoyo incondicional hacia mi persona. A su  
gran confianza que tuvieron desde siempre para que cada logro de mi vida tenga un valor  
incalculable.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y padres por brindarme las fuerzas necesarias y, enseñarme desde muy pequeño el camino correcto a seguir para hacer este sueño hecho realidad, en segundo lugar, a mi esposa Pamela por la comprensión y el apoyo incondicional que tuvo en esta etapa hacia mi persona y por último a los docentes que siempre tuvieron un tiempo para poder ayudarme en mis dudas con respecto al desarrollo de mi vida técnica y profesional.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>4</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>INDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones .....	17
1.5. Objetivos .....	17
1.5.1. Objetivo general.....	17
1.5.2. Objetivos específicos .....	17
1.6. Marco Teórico.....	18
1.6.1. Antecedentes .....	18
1.6.2. Bases Teóricas .....	20
1.7. Hipótesis .....	36
1.7.1. Hipótesis general .....	36
1.7.2. Hipótesis específicas .....	36

1.7.3. Operacionalización de variables.....	37
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>38</b>
2.1. Tipo de investigación.....	38
2.2. Población y muestra.....	38
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	38
2.4. Procedimientos .....	39
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPITULOIV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 PBI de Construcción.....	14
Tabla N° 2 Clasificación del nivel de daño estructural en las columnas.....	21
Tabla N° 3 Clasificación del nivel de daño estructural en las vigas.....	22
Tabla N° 4 Valor de nivel de confianza.....	39
Tabla N° 5 Daños visibles.....	58
Tabla N° 6 Resultados de ensayo de esclerometría Viga Armada V2.....	70
Tabla N° 7 Resultados de ensayo de esclerometría Columna Armada C3.....	71
Tabla N° 8 Resultados de ensayo de esclerometría Columna Armada C4.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 PBI de Construcción.....	15
Figura N° 2 Fisuración por Compresión en columnas.....	23
Figura N° 3 Rotura por Flexión en columnas.....	24
Figura N° 4 Rotura por Tracción en columnas.....	24
Figura N° 5 Rotura por Cortante en columnas.....	25
Figura N° 6 Fisuración por Torsión en columnas.....	26
Figura N° 7 Corrosión en columnas.....	27
Figura N° 8 Columna Corta.....	27
Figura N° 9 Fisuración por Compresión en vigas.....	28
Figura N° 10 Rotura por Flexión en vigas.....	29
Figura N° 11 Rotura por Cortante en vigas.....	30
Figura N° 12 Rotura por Torsión en vigas.....	31
Figura N° 13 Corrosión en vigas.....	31
Figura N° 14 Escaneo de Refuerzo.....	32
Figura N° 15 Ensayo de Esclerometría.....	33
Figura N° 16 Pruebas Eco impacto.....	34
Figura N° 17 Extracción de testigo Diamantina.....	34
Figura N° 18 Testigos de Concreto.....	35
Figura N° 19 Pulso Galvanostático.....	35
Figura N° 20 Profundidad de Carbonatación.....	36
Figura N° 21 Encuesta primera vivienda.....	41

Figura N° 22 Encuesta segunda vivienda.....	42
Figura N° 23 Encuesta tercera vivienda.....	43
Figura N° 24 Encuesta cuarta vivienda.....	44
Figura N° 25 Encuesta quinta vivienda.....	45
Figura N° 26 Encuesta sexta vivienda.....	46
Figura N° 27 Viga Armada V1.....	47
Figura N° 28 Escaneo de Refuerzo Transversal.....	48
Figura N° 29 Escaneo de Refuerzo Longitudinal.....	48
Figura N° 30 Trazado de Refuerzo.....	48
Figura N° 31 Columna Armada C1.....	49
Figura N° 32 Escaneo de Refuerzo Transversal.....	49
Figura N° 33 Escaneo de Refuerzo Longitudinal.....	50
Figura N° 34 Trazado de Refuerzo.....	50
Figura N° 35 Columna Armada C2.....	51
Figura N° 36 Escaneo de Refuerzo Transversal.....	51
Figura N° 37 Escaneo de Refuerzo Longitudinal.....	52
Figura N° 38 Trazado de Refuerzo.....	52
Figura N° 39 Viga Armada V2.....	53
Figura N° 40 Escaneo de Refuerzo Transversal.....	53
Figura N° 41 Escaneo de Refuerzo Longitudinal.....	54
Figura N° 42 Trazado de Refuerzo.....	54
Figura N° 43 Columna Armada C3.....	55

Figura N° 44 Limpieza Piedra abrasiva.....	55
Figura N° 45 Ensayo Martillo Rebote.....	56
Figura N° 46 Columna Armada C4.....	56
Figura N° 47 Limpieza Piedra abrasiva.....	57
Figura N° 48 Ensayo Martillo Rebote.....	57
Figura N° 49 Viviendas Dañadas vs. Daños visibles en columnas.....	58
Figura N° 50 Viviendas Dañadas vs. Daños visibles en vigas.....	59
Figura N° 51 Fisuras y Grietas primera vivienda.....	59
Figura N° 52 Nivel de daños en vigas y columnas .....	60
Figura N° 53 Fisuras y Grietas segunda vivienda.....	60
Figura N° 54 Nivel de daños en vigas y columnas .....	61
Figura N° 55 Fisuras y Grietas tercera vivienda.....	61
Figura N° 56 Nivel de daños en vigas y columnas .....	62
Figura N° 57 Fisuras y Grietas cuarta vivienda.....	62
Figura N° 58 Nivel de daños en vigas y columnas .....	63
Figura N° 59 Fisuras y Grietas quinta vivienda.....	63
Figura N° 60 Nivel de daños en vigas y columnas .....	64
Figura N° 61 Fisuras y Grietas sexta vivienda.....	64
Figura N° 62 Nivel de daños en vigas y columnas .....	65
Figura N° 63 Resultados de escaneo a Viga Armada V1.....	66
Figura N° 64 Resultados de escaneo a Columna Armada C1.....	67
Figura N° 65 Resultados de escaneo a Columna Armada C2.....	68

Figura N° 66 Resultados de escaneo a Viga Armada V2.....69

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Distrito de Puente Piedra.....	78
Anexo N° 2 Asociación de vivienda Los Gramadales I etapa.....	79
Anexo N° 3 Formato de ficha de encuesta.....	80
Anexo N° 4 Formato de ficha de reporte.....	81
Anexo N° 5 Desarrollo de evaluación, inspección ocular vivienda 2 .....	82
Anexo N° 6 Desarrollo de evaluación, inspección ocular vivienda 10 .....	84
Anexo N° 7 Desarrollo de evaluación, inspección ocular vivienda 12 .....	86
Anexo N° 8 Desarrollo de evaluación, inspección ocular vivienda 26 .....	88
Anexo N° 9 Desarrollo de evaluación, inspección ocular vivienda 33 .....	90
Anexo N° 10 Desarrollo de evaluación, inspección ocular vivienda 38 .....	92
Anexo N° 11 Matriz de consistencia.....	94

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó una evaluación estructural de daños en vigas y columnas críticas en viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa distrito de Puente Piedra. Con la autorización de los propietarios se pudo acceder a sus viviendas a realizar unas encuestas con el apoyo de unas fichas, fotos e inspección ocular de la estructura, los propietarios nos brindaron toda la información posible y antecedentes de los métodos constructivos para que la evaluación estructural en un futuro les pueda ser de gran ayuda a ellos mismos.

El desarrollo del trabajo se basó a identificar las vigas y columnas con deficiencias visibles y clasificar los tipos de daños de cada una de ellas, complementando la evaluación estructural tuvimos el respaldo de las pruebas experimentales no destructivas como escaneo de refuerzo y ensayo de esclerometría, donde encontramos las características reales del acero y concreto, como la detección de armadura, diámetro de acero, recubrimiento y resistencia a compresión del concreto en los elementos estructurales analizados.

Los resultados nos dan un diagnóstico real de nuestras vigas y columnas en las viviendas de construcción informal, por tal motivo es de suma importancia identificar las causas de las cuales se generaron y como fueron evolucionando con el pasar de los años, ya que con esta información podremos determinar que defecto en diseño, materiales y/o construcción se deberá corregir para poder evitar algún tipo de daño a nuestra estructura después de una sollicitación sísmica.

**Palabras clave:** Evaluación estructural, métodos constructivos, daños, diagnóstico, pruebas experimentales.

## ABSTRACT

In the present work of investigation a structural evaluation of damages in beams and critical columns was realized in informal houses located in the association of housing the Gramadales I stage district of Stone Bridge. With the authorization of the owners, they were able to access their homes to conduct surveys with the support of some cards, photos and ocular inspection of the structure, the owners gave us all the possible information and background of the construction methods so that the structural evaluation in the future they can be of great help to themselves.

The development of the work was based on identifying the beams and columns with visible deficiencies and classifying the types of damages of each of them, complementing the structural evaluation we had the support of non-destructive experimental tests such as reinforcement scanning and sclerometry test, where we find the real characteristics of steel and concrete, such as the detection of reinforcement, steel diameter, coating and compressive strength of concrete in the structural elements analyzed.

The results give us a real diagnosis of our beams and columns in homes of informal construction, for this reason it is very important to identify the causes of which were generated and how they evolved over the years, because with this information we can determine what defect in design, materials and / or construction should be corrected in order to avoid some kind of damage to our structure after a seismic request.

Keywords: Structural evaluation, construction methods, damage, diagnosis, experimental tests.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

En actualidad, todos somos testigos de las grandes actividades sísmicas que vienen ocurriendo en el mundo, nuestros países vecinos y en nuestro país, este fenómeno natural trae consigo varias pérdidas económicas, materiales y humanas, pero más vulnerable se vuelven las viviendas cuando son construidas informalmente sin conocimiento técnico ni guiado por un profesional responsable.

La investigación genera una metodología simple para la evaluación estructural de daños de vigas y columnas críticas de viviendas informales localizadas en el distrito de Puente Piedra. Para ello se ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente.

La mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva.

En el Perú, el sector construcción registró un aumento de 10.55%, en abril del 2018, ante el aumento del consumo interno de cemento en 8.17%, y el avance físico de obras en 18.79%.

El Índice Mensual de la Actividad en el Sector Construcción (PBI de Construcción), mide el dinamismo de sus actividades. El Sector Construcción, participa con el 5.6% del Índice de la Producción Nacional. La información sobre la actividad constructora tiene una cobertura nacional y el cálculo se realiza mensualmente. La estimación oficial la publica el INEI con 45 días (mes y medio) de retraso.

En la tabla N° 1 se observa la evolución mensual de la Actividad del Sector Construcción (PBI de Construcción): 2014 – 2018 – Variación porcentual mensual. Actualizado al 15 de junio del 2018.

Tabla N° 1 PBI de Construcción.

Variación porcentual (%) respecto a igual mes del año anterior												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	7.84%	7.92%	0.03%	10.55%								
2017	-5.26%	-6.89%	-3.81%	-8.00%	-3.91%	3.49%	3.80%	4.78%	8.94%	14.25%	5.33%	6.62%
2016	-2.67%	5.37%	3.45%	1.36%	5.55%	-3.78%	-7.53%	1.33%	-3.81%	-16.51%	-8.69%	-4.19%
2015	-2.98%	-9.88%	-7.75%	-8.57%	-13.56%	-3.15%	-6.69%	-8.12%	-4.87%	-1.26%	-6.57%	0.08%
2014	3.20%	9.78%	3.06%	-8.89%	4.75%	3.13%	-6.02%	-3.73%	6.93%	-3.18%	3.66%	4.98%

Fuente: INEI / Dirección Nacional de Indicadores Económicos

↑ Producción Subió ↓ Producción Bajó = Producción No Varió

Fuente: INEI, 2018

En la Figura N° 1 muestra la evolución mensual de la Actividad del Sector Construcción (PBI de Construcción): 2015 – 2018 – Variación porcentual mensual (%).

Figura N° 1 PBI de Construcción.



Fuente: INEI, 2018

La población se incrementó con el transcurrir de los años, lo cual generó un crecimiento poco controlado y planificado del área urbana. La población con menores recursos frente a su necesidad de vivienda, construye sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto implica, sin la asesoría técnica profesional adecuada en el proyecto como en la construcción, ni con los materiales de calidad idóneos para sus viviendas. Lo que constituye en su mayoría viviendas de alta vulnerabilidad sísmica, generando un riesgo a los residentes de estas viviendas.

Según el INEI, 18 de enero 2018, Puente Piedra se encuentra entre los distritos más habitados con 383 mil personas.

Es necesario conocer el estado en que se encuentran las viviendas de esta Asociación, especialmente las de mayor riesgo en sus elementos estructurales de gran importancia como son las vigas y columnas. Con los resultados se busca plantear mejoras en su estructuración y proceso constructivo, ya que el reforzamiento oportuno ayudará a disminuir la vulnerabilidad sísmica de este tipo de viviendas en el futuro.

Este proyecto está enfocado a reducir el riesgo sísmico evaluando estructuralmente las vigas y columnas de las viviendas informales y concientizar a los propietarios en elegir una calidad de trabajo para la construcción de sus viviendas guiados por un técnico y/o profesional responsable para así poder evitar las trágicas consecuencias que puedan pasar en un sismo.

Esta metodología fue aplicada de una población de 40 viviendas, se analizó de una muestra de 6 viviendas informales con mayor deficiencia en vigas y columnas críticas para poder hacer una evaluación estructural de los daños en las vigas y columnas existentes,

también se pudo realizar. En los datos de campo se recopilarán las principales características de ubicación, arquitectónicas, estructurales y constructivas de cada vivienda. La información que se obtendrá se verá en hojas de cálculo para determinar los daños que las vigas y columnas han sufrido por la mala práctica constructiva y clasificar los principales defectos de las viviendas analizadas.

También se buscará el apoyo de entidades públicas como del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, INDECI y a la Municipalidad distrital de Puente Piedra para que incluyan dentro de su plan de desarrollo urbano, el apoyo de supervisión, capacitación y hasta económico para el reforzamiento de aquellas viviendas que se encuentran con un alto de índice de vulnerabilidad ante cualquier sismo eventual.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿EN QUÉ FORMA LA EVALUACION ESTRUCTURAL PERMITE ESTABLECER LOS DAÑOS EN VIGAS Y COLUMNAS CRITICAS EN LAS VIVIENDAS INFORMALES LOCALIZADAS EN LA ASOCIACION DE VIVIENDA LOS GRAMADALES I ETAPA DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿En qué forma la evaluación permite establecer los daños en vigas y columnas críticas a través de un estudio sistemático estructural en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?
2. ¿En qué forma se podrá establecer las características reales del acero y concreto con la prueba experimental no destructiva de escaneo de refuerzo en vigas y columnas críticas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?
3. ¿En qué forma se podrá establecer las características mecánicas reales del concreto con la prueba experimental no destructiva de ensayo de esclerometría en vigas y columnas críticas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?

## **1.3 Justificación**

La construcción informal está ganando cada vez más terreno, ya que debido a la necesidad de vivienda y factores económicos los pobladores construyen sin el conocimiento técnico, se conoce por estudios realizados que los factores más influyentes en daños a nuestros elementos estructurales, son el fallo en la ejecución y diseño de una edificación,

por tal motivo se pretende establecer los daños en vigas y columnas reales de las viviendas informales para evitar mayores desastres ante la presencia de una sollicitación sísmica.

## 1.4 Limitaciones

- Las encuestas fueron realizadas a 40 viviendas, pero sólo se pudo realizar las pruebas experimentales como Escaneo de refuerzo y Ensayo de Esclerometría a 6 de ellas por motivos económicos, ya que el alquiler de estos aparatos tiene un costo elevado y por permisos de ingreso a viviendas de los propietarios.
- Respuesta negativa de los propietarios cuando se le propuso realizar la evaluación estructural.
- Temor y desconfianza por parte de los propietarios por el desconocimiento del tema o pensar que representábamos personal de la municipalidad para subir sus arbitrios.
- En muchos casos los padres o abuelos tenían un recuerdo vago de los procedimientos constructivos que se llevaron a cabo en las viviendas.
- Gran desconfianza de algunos propietarios que no permitieron culminar la entrevista y menos tomar fotos de la vivienda analizada.
- Desacuerdo e incomodidad de algunos propietarios cuando se realizaron las pruebas experimentales.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

Realizar una evaluación estructural que permite establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.

### 1.5.2 Objetivos específicos

1. Realizar una evaluación que permite establecer los daños en vigas y columnas críticas a través de un estudio sistemático estructural en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.
2. Establecer las características reales del acero y concreto con la prueba experimental no destructiva de escaneo de refuerzo en vigas y columnas críticas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.
3. Establecer las características mecánicas reales del concreto con la prueba experimental no destructiva de ensayo de esclerometría en vigas y columnas críticas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.

## 1.6 Marco Teórico

### 1.6.1 Antecedentes

#### INTERNACIONALES

(Garzón y Landin, 2017) en el país de Ecuador, en una tesis para obtener el título de Arquitecto sustentaron “Manual de técnicas para rehabilitación y reforzamiento en columnas y vigas de hormigón armado deterioradas por agentes mecánicos” el objetivo de la tesis fue contribuir a la recuperación de edificaciones de hormigón armado cuya estructura se encuentra afectada por distintas lesiones, a través de un manual que contenga métodos, sistemas y técnicas de rehabilitación y reforzamiento, las conclusiones de esta investigación nos indican que este trabajo constituye una guía para empezar a trabajar en nuestro medio en el ámbito de la recuperación de elementos estructurales, en primera instancia estableciendo un proceso generalizado de las etapas a cumplir y dotando de la información base para recurrir en los aspectos de reparación y reforzamiento.

(Armendáriz, 2015) en el país de México, en una tesis para obtener el título de Ingeniero Civil sustentó “Evaluación estructurales y reparación de superestructuras” el objetivo de la tesis fue utilizar las bases técnicas y dar a conocer una serie de recomendaciones que constituyan una guía para realizar la identificación de daños, su magnitud y posible origen, que con mayor frecuencia se presentan en edificios de concreto reforzado y mampostería, las conclusiones de esta investigación nos indican que el tipo, cantidad y magnitud de los daños que acciones de índole accidental como sismos y vientos provocan en las estructuras, son multifactoriales, por lo tanto no se puede establecer un método exacto de evaluación estructural basado en parámetros simples como los porcentajes o promedios de medición de determinado tipo de daño.

(Rodríguez y Castro, 2015) en el país de Colombia, en una tesis para obtener el título de Ingeniero Civil sustentó “Caracterización de las condiciones estructurales en viviendas residenciales del barrio ciudad jardín sur en Bogotá según NSR-10” el objetivo de la tesis fue identificar los posibles daños y condiciones estructurales en algunas de las edificaciones residenciales del barrio ciudad jardín en Bogotá D.C. Con base en la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Y dar una respuesta óptima a estos requerimientos, las conclusiones de esta investigación nos indican que siguiendo las recomendaciones establecidas en el Título C.21 del Reglamento se observa que en la gran mayoría que las edificaciones valoradas no cuentan con columnas ni vigas, a lo largo de la estructura se observa que no es uniforme y no cuenta con continuidad de la misma, no se

cumplen los requerimientos de dimensionamientos, existen irregularidades en planta, problemas de fisuración.

## **NACIONALES**

(Belizario, 2017) en la ciudad de Huancayo - Perú, en una tesis para obtener el título de Ingeniero Civil sustentó “Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación” el objetivo de la tesis fue describir la relación que existe entre las derivas de entrepiso y periodos del sistema estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos cuando queremos ampliar la misma, desarrolló una investigación experimental con una población que vendría a ser todas las viviendas de Huancayo con similares características, las conclusiones de esta investigación nos indican que en las columnas con fines de ampliación es necesario el incremento de sección, y la que mejor se adapte es la de concreto armado descartando así las fibras de carbono, entre encamisado e introducción de muros de corte, conviene la segunda alternativa (muros de corte) que se escondan en muros, ya que contribuyen a generar la rigidez requerida.

(Rodriguez, 2016) en la ciudad de Chimbote - Perú, en una tesis para obtener el título de Ingeniero Civil sustentó “Determinación y Evaluación de las patologías en las estructuras de concreto en columnas, vigas y muros de albañilería del cerco perimétrico de la institución educativa inicial 170 Divino Niño Jesús, Distrito Belén, provincia Maynas, Región Loreto, Marzo - 2016” el objetivo de la tesis fue Determinar y Evaluar las patologías en las estructuras de concreto en columnas, vigas y muros de albañilería del cerco perimétrico de la institución educativa inicial 170 Divino Niño Jesús, Distrito Belén, provincia Maynas, Región Loreto, desarrolló una investigación experimental con una población de toda la infraestructura de la institución educativa inicial 170 Divino Niño Jesús, Distrito Belén, provincia Maynas, Región Loreto, Marzo – 2016, las conclusiones de esta investigación nos indican que del cerco perimétrico conformado por muros de albañilería, vigas y columnas de concreto se determinó que la severidad de las patologías presentes se obtuvo que posee un nivel de severidad severo.

(Alva, 2016) en la ciudad de Lima - Perú, en una tesis para obtener el título de Ingeniero Civil sustentó “Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del Distrito de Independencia, Lima” el objetivo de la tesis fue Determinar la relación entre los factores estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de las laderas de la urb. Tahuantinsuyo, se desarrolló una investigación de campo con un enfoque

cuantitativo correlacional de una población de 40 viviendas de la zona 16 (según el plano de zonificación de la municipalidad de independencia), las conclusiones de esta investigación nos indican que la evaluación de los factores estructurales según el análisis de los parámetros presentados por la metodología de Benedetti y Petrini indica que sí existe una relación directa entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica medido con el índice de vulnerabilidad que presentan las viviendas informales. El resultado obtenido del análisis indica que la vulnerabilidad es alta pues más del 50% de las edificaciones analizadas necesitan algún tipo de mejora estructural.

## 1.6.2 Bases Teóricas

### DAÑOS

Según CIGIR (2009), Los daños pueden ser producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, entre otros. Pero también pueden aparecer daños en las estructuras causados por el uso inadecuado de las mismas, por ejemplo, el caso en el que la edificación es obligada a soportar un peso superior al que fue concebido inicialmente (sobrecarga) (p. 2).

### DAÑOS VISIBLES

#### Fisuras

Las grietas y fisuras son roturas que aparecen en el concreto como consecuencia de detenciones a su capacidad resistente. Así, la observación y análisis de las fisuras en esas estructuras pueden constituir una guía para determinar las causas de la afectación que se manifiesta (Navarro & Pino).

#### Deformaciones

Son todos los cambios de forma sufridos como consecuencia de la aplicación directa de una carga externa sobre un elemento constructivo. (Toirac, 2004)

#### Corrosión del acero en el concreto

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

reduciendo la capacidad resistente como resultado de la reducción de la sección transversal.  
(NRMCA, 2007)

### Cangrejeras

Es una zona con vacío o bolsas de aire, con pérdida o separación de finos por causa de la segregación del concreto durante el proceso de vaciado. (Perú construye, 2015)

### Eflorescencia

Se presenta como manchas blancas en el ladrillo o hormigón, producidos por la cristalización de sales solubles en agua. Este fenómeno ocurre por la falta de impermeabilización de los materiales en zonas donde existe mucha humedad o donde existe infiltración de agua. (PUCP, SENCICO, 2005)

### NIVEL DE DAÑOS

En la Tabla N° 2 muestra la clasificación del nivel de daños en base a las fisuras o grietas observadas en las columnas.

Tabla N° 2 Clasificación del nivel de daño estructural en las columnas.

No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm)	LEVE
Grietas diagonales de cortante con aberturas hasta de 5 mm	MODERADO
Grietas abiertas (de 5 a 9 mm) Pérdida de recubrimiento de refuerzo. Pandeo apreciable o rotación (torsión) del elemento. Corrosión del acero de refuerzo.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Inclinaciones de la columna fuera de su plano vertical, pandeo apreciable. Pérdida de recubrimiento de refuerzo, rotura de las varillas de refuerzo.	SEVERO

Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo (pérdidas de sección superiores al 20%)	
--	--

Fuente: Consultoría, Colombia, 2014.

En la Tabla N° 3 muestra la clasificación del nivel de daños en base a las fisuras o grietas observadas en las vigas.

Tabla N° 3 Clasificación del nivel de daño estructural en las vigas.

No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm)	LEVE
Grietas diagonales de cortante con aberturas hasta de 5 mm	MODERADO
Grietas abiertas (de 5 a 9 mm) Pérdida de recubrimiento de refuerzo. Pandeo apreciable o deflexión del elemento. Corrosión del acero de refuerzo.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Pandeo y/o deflexión muy apreciable. Pérdida de recubrimiento de refuerzo, rotura de las varillas de refuerzo. Corrosión muy avanzada en el acero de refuerzo (pérdidas de sección superiores al 20%)	SEVERO

Fuente: Consultoría, Colombia, 2014

## DAÑOS EN COLUMNAS

Los daños en columnas se pueden asociar a los efectos de: flexocompresión, flexión, tracción, cortante y corrosión de armadura:

- **FLEXOCOMPRESIÓN**

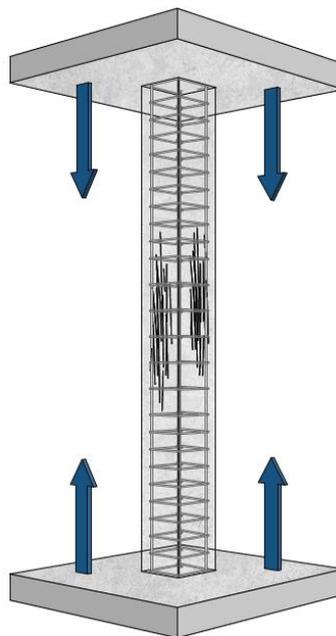
Debido a los esfuerzos de compresión, los materiales menos resistentes pierden adhesión y la carga se concentra en determinados puntos, donde la intensidad de la carga es muy superior a la capacidad de soporta que tiene la estructura. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Cambio de uso en la edificación existente (de vivienda a comercio, aumento de carga eliminación de muros portantes), sobrecargas.
- La falta de un diseño estructural y escuadrías o secciones insuficientes en columnas, sin respetar las mínimas dimensiones por norma.
- Estribos muy separados o incorrectos.
- Concreto de baja resistencia.

En la Figura N° 2 se muestra en el tercio central las fisuras como muestra de daños en columnas por flexocompresión.

Figura N° 2 Fisuración por compresión en columnas.



Fuente: Guzmán – Romero, 2017

• **FLEXION**

Fisura horizontal que aparece en la cabeza o pie de los pilares cuando se produce un momento flector superior al previsto, modificando los diagramas de esfuerzos. Se trata de una fisura abierta por una cara que se va cerrando según se aleja de la zona traccionada. Se forman grietas horizontales. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Mayores solicitaciones que las consideradas.
- El empuje horizontal del sismo.
- Omisión de anclajes en columnas de los últimos pisos.
- Asiento en la cimentación
- Hinchamiento del terreno por expansividad.
- Concreto deficiente.

En la Figura N° 3 se muestra en el tercio superior las fisuras en forma horizontal como muestra de daños en columnas por flexión.

Figura N° 3 Rotura por Flexión en columnas



Fuente: Porto, 2005.

- **TRACCION**

Esta fisuración es poco común en elementos de hormigón armado especialmente en columnas, se presenta con numerosas e importantes fisuras, perpendiculares a la armadura de acero principal, en todo lo largo de la armadura transversal. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Asiento de la cimentación
- Zapatas mal diseñadas, menos de lo requerido.
- Cimientos sobre relleno en ladera.

En la Figura N° 4 se muestra en el tercio superior las grietas o roturas de gran tamaño en forma horizontal como muestra de daños en columnas por tracción.

Figura N° 4 Rotura por Tracción en columnas



Fuente: Belizario, 2017.

- **CORTANTE**

Los fallos por cortante en columnas no son frecuentes, suelen aparecer en pilares localizados en el primer nivel del edificio que se encuentran expuestos a empujes horizontales considerables o sometidos a grandes cortantes. Se forman grietas inclinadas aproximadas a 45°. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- En columnas sometidas a empujes horizontales (de tierra y sismo),
- En columnas extremas con poca altura que arrancan de la cimentación y/o muros de contención, y le acometen vigas de grandes luces.

En la Figura N° 5 se muestra en el tercio central las grietas inclinadas formando un ángulo de 45° como muestra de daños en columnas por Cortante.

Figura N° 5 Rotura por Cortante en columnas



Fuente: Armendáriz, 2015.

- **TORSIÓN**

La torsión se suele presentar acompañada de esfuerzos de flexión y corte, generando tensiones tangenciales en la pieza, en forma similar a las originadas por los esfuerzos de corte. (Guzmán – Romero, 2017).

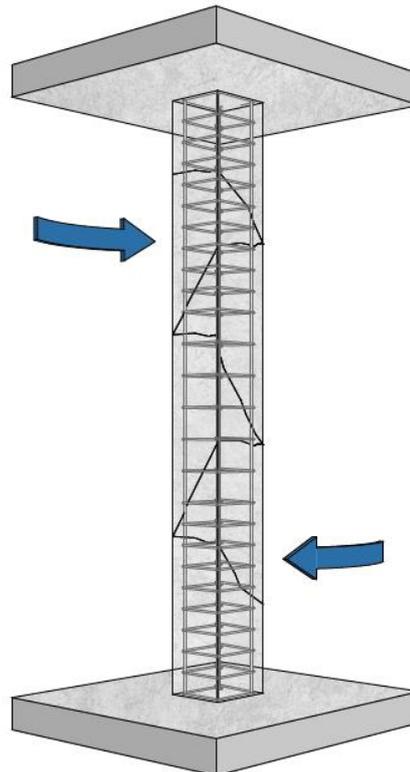
Defectos:

- Cambio de uso en la edificación existente (de vivienda a comercio, aumento de carga eliminación de muros portantes), sobrecargas.
- Falta de armadura transversal muy separados o incorrectos.

- La falta de un diseño estructural y escuadrías o secciones insuficientes en columnas, sin respetar las mínimas dimensiones por norma.
- Concreto de baja resistencia

En la Figura N° 6 se muestra en toda la columna las grietas inclinadas formando un ángulo de 45° en forma contraria a la cortante.

Figura N° 6 Fisuración por torsión en columnas



Fuente: Guzmán – Romero, 2017.

#### • CORROSION DE LA ARMADURA

La corrosión es la reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades. (NRMCA, 2007).

Defectos:

- Concreto con escaso y gran número de poros, cangrejas
- Concreto muy fluido con gran número de poros capilares.
- No se respetaron los recubrimientos mínimos de concreto y espaciamiento mínimo entre barras.
- Columnas ubicadas en ambientes agresivos.
- Ataques de fuego o bioquímicos.

En la Figura N° 7 se muestra la corrosión del acero expuesto en las columnas.

Figura N° 7 Corrosión en columnas



Fuente: Camata, 2018.

• **OTROS DEFECTOS**

- Columna Corta: ventanas bastante altos hechos de albañilería, no aislados de la estructura aporcada. (Ángel San Bartolomé, 2007)

En la Figura N° 8 se muestra los daños producidos por errores de columna corta, comúnmente se ve en colegios de antigüedad.

Figura N° 8 Columna corta



Fuente: Ángel San Bartolomé, 2007.

## DAÑOS EN VIGAS

Vigas: se asocian los efectos de: compresión, flexión, cortante, torsión y corrosión de armadura.

### • COMPRESIÓN

Las roturas en zonas de compresión de las vigas de hormigón, aunque puedan tener apariencia inofensiva resultan ser muy peligrosas. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Suelen aparecer en vigas de escasa sección transversal que presenten altas cuantías de acero.
- Armadura insuficiente o mal situada.
- Omisión de anclajes en vigas.
- Concreto de menor resistencia.
- Luz mayor de la calculada

En la Figura N° 9 se muestra en el centro de la viga las fisuras de forma vertical indicando los daños en viga por Compresión.

Figura N° 9 Fisuración por compresión en vigas



Fuente: Guzmán – Romero, 2017.

### • FLEXIÓN

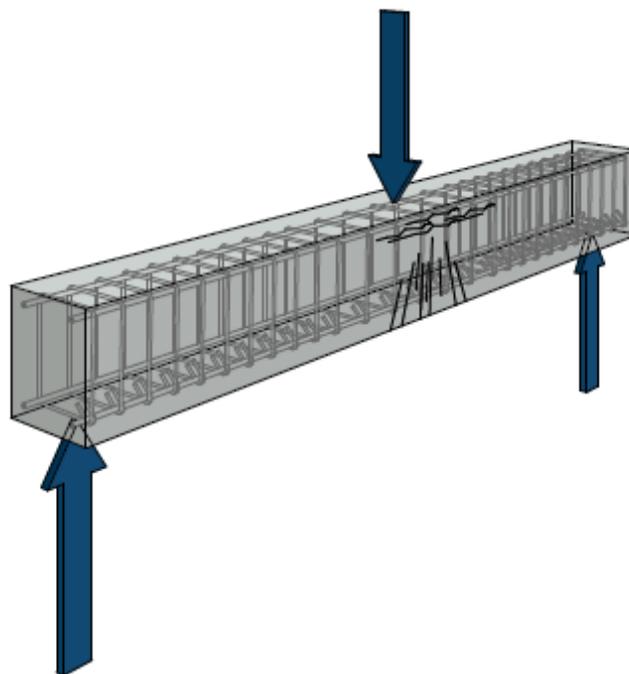
Las vigas sometidas a flexión presentan fisuras en la zona de máximo momento flector de la viga, localizadas en el centro de su cara inferior, y cerca de los apoyos o sobre los mismos. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Armadura insuficiente o mal situada.
- Omisión de anclajes en vigas.
- Sección insuficiente.
- Sobrecarga excesiva.
- Concreto de menor resistencia.
- Desencofrado malo o prematuro.
- Luz mayor de la calculada

En la Figura N° 10 se muestra en el centro de la viga las fisuras de forma vertical y horizontal pero con más presencia indicando el daños más severo en viga por Flexión.

Figura N° 10 Rotura por flexión de vigas



Fuente: Guzmán – Romero, 2017.

#### • CORTANTE

La rotura por falla de cortante es muy peligrosa y puede ser rápida incluso llegando al punto de ser instantánea. Se forman grietas en forma ascendente formando ángulos a 45°. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Armadura transversal insuficiente (estribos)
- Mayor carga de la prevista.

- Baja resistencia del concreto.
- Secciones insuficientes en vigas, sin respetar las mínimas dimensiones por norma
- Estribos colocados incorrectamente.
- Calcular la cortante vigas muy anchas, cuando lo que se produce son punzonamientos.

En la Figura N° 11 se muestra en la zona de confinamiento la rotura en forma de diagonal a 45° en viga por Flexión.

Figura N° 11 Rotura por Cortante en vigas



Fuente: Porto, 2005.

#### • TORSION

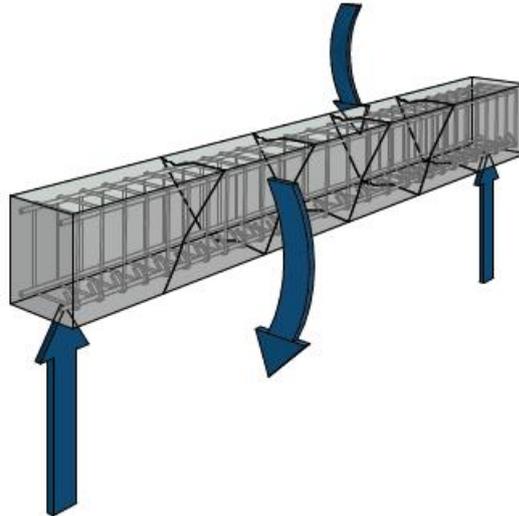
Esta sollicitación se muestra cuando sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo se aplica un momento. la manifestación de la rotura por torsión en una viga es inversa a la cortante, genera fisuras a 45° helicoidalmente. (Guzmán – Romero, 2017).

Defectos:

- Armadura longitudinal y transversal insuficiente.
- Sección insuficiente del elemento estructural.
- Estribos con escasa longitud de anclaje.
- Mayor torsor del calculado.
- Concreto de baja resistencia.

En la Figura N° 12 se muestra la forma de las fisuras o grietas en forma contraria que la falla Cortante en viga por Torsión.

Figura N° 12 rotura por torsión en vigas



Fuente: Guzmán – Romero, 2017.

#### • **CORROSION DE LA ARMADURA**

La corrosión es la reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades. (NRMCA, 2007).

Defectos:

- Agua y agregados inadecuados.
- Aditivos inadecuados.
- Concretos muy fluidos, escaso vibrado, que dejan poros.
- Escaso recubrimiento.
- Ambientes agresivos, de forjados sanitarios, bodegas o depósitos bastante húmedos.

En la Figura N° 13 se muestra la corrosión en vigas.

Figura N° 13 Corrosión en vigas



Fuente: Camata, 2018.

## PRUEBAS EXPERIMENTALES

### NO DESTRUCTIVAS

#### ➤ Escaneo de refuerzo.

El equipo usado es un sistema de detección de barras de refuerzo ultraligero y compacto modelo Profoscope+ de la reconocida marca PROCEQ, la cual nos permite utilizar la tecnología de inducción de impulso no destructiva para detectar y analizar sistemas de barras de refuerzo en el concreto.

Esta técnica no destructiva con método magnético tiene como finalidad principalmente la detección de la presencia, dirección y el diámetro de las barras de acero dentro de los elementos de hormigón armado, propinando, el espesor de la capa de hormigón y la distancia entre las varillas de acero. (AAENDE, 2013).

En la Figura N° 14 se muestra el detector de metales, también conocido como pacómetro.

Figura N° 14 Escaneo de refuerzo



Fuente: CJE INGENIEROS, 2018.

Características:

- Detección de barras de refuerzo y otros elementos de construcción metálicos y determinación de su orientación.
- Medición de la profundidad del recubrimiento de concreto.
- Medición del diámetro de las barras de refuerzo.
- Funciones de corrección de la influencia de las barras adyacentes.
- Dispositivo indicador compacto y fácil de usar con pantalla retroiluminada.

➤ **Ensayo de Esclerometría.**

El equipo empleado martillo SCHMIDT evalúa las propiedades de calidad y dureza del concreto.

La fuerza de compresión que se determina mediante el ensayo corresponde se obtiene golpeando el concreto con una determinada energía. De esa manera se mide el rebote del martillo. El rebote corresponde a la dureza del concreto. Utilizando tablas de conversión, el valor de rebote puede correlacionarse con la fuerza de compresión. Este instrumento permite medir en campo la fuerza de estructuras de concreto, para controlar la calidad del concreto y detectar puntos débiles. Previamente a este ensayo se realizó un mapeo superficial con un escáner de refuerzo, para liberar las zonas congestionadas con refuerzo y así poder ensayar solamente sobre el concreto.

En la Figura N° 15 se muestra el martillo SCHMIDT, Martillo de rebote.

Figura N° 15 Ensayo de Esclerometría



Fuente: CJE INGENIEROS, 2018.

- Estimar la resistencia a compresión del concreto a través de un ensayo no destructivo.
- Evalúa la uniformidad del concreto endurecido en sitio.
- Reconoce regiones del elemento de concreto simple o armado con calidad inferior.
- Contribuir, conjuntamente con otros métodos no destructivos a la evaluación de las estructuras.

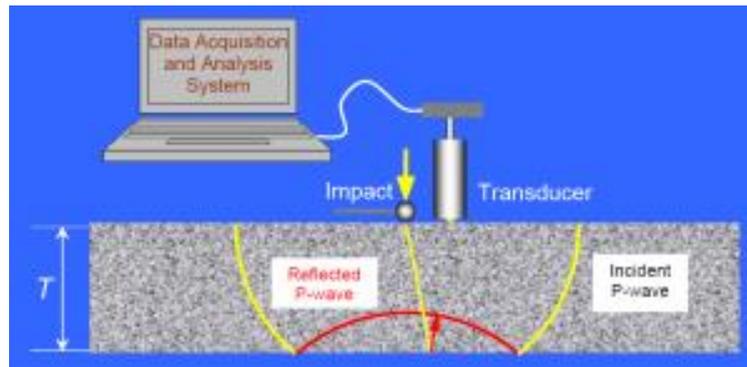
➤ **Las pruebas de Eco impacto**

El Eco impacto se basa en el uso de ondas de impacto de compresión que viajan a través del elemento estructural y se reflejan por defectos internos y de superficies externas. Estas pruebas permiten medir el espesor de pavimentos, revestimientos de asfalto;

detectar la presencia y profundidad de cangrejera o “paneles de abeja”, evaluar la calidad de la inyección de lechadas de concreto en ductos de postensado, integridad del pavimento rígido por debajo de una capa de asfalto, evaluar calidad de reparaciones, medir la profundidad de grietas de superficie.

En la Figura N° 16 se muestra el método de la prueba eco impacto.

Figura N° 16 Pruebas Eco impacto



Fuente: GLEM ESTUDIOS Y PROYECTOS, 2016.

## DESTRUCTIVAS

### ➤ Extracción de testigos diamantina

Los Ensayos destructivos como la obtención y ensayo de corazones diamantinos de concreto, sirven para determinar características físico-mecánicas, químicos y microscópicos del concreto con los cuales se determina la resistencia al concreto.

En la Figura N° 17 se muestra la extracción de testigo diamantina, en una columna.

Figura N° 17 Extracción de Testigos Diamantina



Fuente: GLEM ESTUDIOS Y PROYECTOS, 2016.

En la Figura N° 18 se muestra los testigos ya extraídos y nombrados de acuerdo al elemento analizado.

Figura N° 18 Testigos de concreto



Fuente: CJE INGENIEROS, 2018.

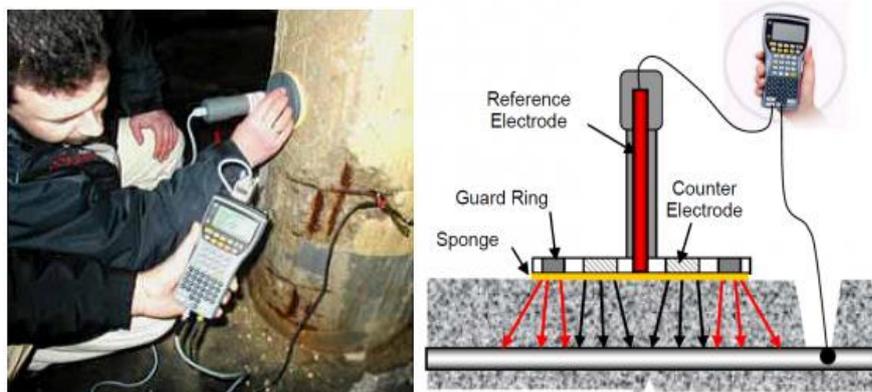
- Calculo de la resistencia del concreto con la prueba a compresión en laboratorio.
- Pases en elementos de concreto simple y/o armado (ductos, tuberías)
- Procedimiento según ASTM C42
- Ensayo previo al estudio de Evaluación estructural.

➤ **Pulso Galvanostático.**

Se utiliza este método electroquímico cuando se quiere determinar el nivel de corrosión en los aceros. En el caso de la corrosión se usa la técnica del pulso Galvanostático mediante el cual se impone al acero de refuerzo una corriente de intensidad "i" desde un electrodo colocado sobre el concreto y se registra el cambio de potencial electroquímico de corrosión.

En la Figura N° 19 se muestra la técnica para poder corroborar el estado de corrosión de los aceros.

Figura N° 19 Pulso Galvanostático



Fuente: GLEM ESTUDIOS Y PROYECTOS, 2016.

➤ **Prueba de Carbonatación.**

Para la determinación cualitativa del grado de carbonatación del concreto se utiliza la fenolftaleína. Si la muestra toma un color rosáceo es que el concreto no está carbonatado. Si la zona no cambia de color el concreto tiene un grado de carbonatación.

En la Figura N° 20 se muestra la carbonatación del concreto (lo que no esté pintado de color rosáceo).

Figura N° 20 Profundidad de Carbonatación



Fuente: CJE INGENIEROS, 2018.

## 1.7 Hipótesis

### 1.7.1 Hipótesis general

Cómo se identificará mediante una evaluación estructural que permitirá establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.

### 1.7.2 Hipótesis específicas

1. Reconocer e identificar mediante una evaluación estructural los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.
2. La determinación de las características reales del acero y concreto con la prueba experimental no destructiva de escaneo de refuerzo, permitirá establecer la situación crítica de las vigas y columnas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.
3. La determinación de las características mecánicas del concreto con la prueba experimental no destructiva de ensayo de esclerometría, permitirá establecer la situación crítica de las vigas y columnas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra

### 1.7.3 Operacionalización de variables

- **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Daños en vigas y columnas críticas.

- **VARIABLE DEPENDIENTE**

Viviendas informales.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACIÓN		
		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Daños en vigas y columnas críticas	Son las lesiones que sufren los elementos estructurales de una vivienda por algún defecto o error cometido en diseño, material y/o construcción.	Daños visibles	Fisuras y grietas	Aspectos técnicos, deficiencia de la estructura, proceso constructivo, antecedentes, Fotos.
			Corrosión	
			Cangrejeras	
			Eflorescencia	
		Pruebas experimentales	Escaneo de Refuerzo	Pacómetro
			Ensayo de Esclerometría	martillo SCHMIDT
		Clase de daño	Leve	Aspectos técnicos, tipos de fisuras o grietas por tamaño, pandeo o corrosión del acero, Fotos.
			Moderado	
Fuerte				
Severo				
Viviendas informales	En Lima Metropolitana, 7 de cada 10 viviendas han sido construidas de manera informal.	Se espera que con estas recomendaciones el poblador sea capaz de concientizar las futuras construcciones de sus viviendas con el propósito de ir eliminando los daños y desastres en nuestras edificaciones.	Las encuestas realizadas a los pobladores en la zona para identificar la ubicación exacta a realizar el estudio.	Ficha de encuesta y ficha de reporte.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

Esta tesis tiene un diseño de investigación no experimental, transversal - descriptivo con una orientación cuantitativa, ya que se observa y describe los daños estructurales de vigas y, columnas críticas de viviendas informales.

### 2.2 Población y muestra

#### Población

El distrito de puente piedra tiene un total de 353 489 habitantes y éste cuenta con 18 sectores, dentro del Sector 6 se encuentra La Asociación de Vivienda Los Gramadales I etapa del Distrito de Puente Piedra que cuenta con 32 manzanas y 450 lotes.

#### Muestra

La encuesta fue hecha a 40 viviendas informales según cálculo estadístico, pero solo se pudieron realizar las pruebas experimentales a 6 viviendas informales debido a las limitaciones.

### 2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

- **Fichas de encuestas**, en donde se recopilará datos técnicos como ubicación, antecedentes, daños visibles, fotos, plano distribución.
- **Fichas de reporte**, donde se resume las características técnicas, elaborando e identificando los defectos y daños generados en estas viviendas informales.
- **Pruebas experimentales no destructivas**, no compromete la resistencia del elemento analizado.

#### Escaneo de refuerzo:

- Realidad de las armaduras de acero y lectura de posición.
- Conoce el recubrimiento de concreto y espesor de tarrajeo.

#### Ensayo de esclerometría:

- Evalúa la uniformidad del concreto endurecido en sitio.
- Estima la calidad y resistencia a compresión del concreto.

- **Análisis de información**, se elaboraron tablas de resumen en base del total de viviendas encuestadas donde se identifica los daños y defectos más comunes.

También se demuestra la cantidad de viviendas seleccionadas, según el tamaño de muestra obtenido por la siguiente fórmula:

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

Tamaño de muestra (feedback network, 2018)

Donde:

- N: Tamaño de la población o universo
- k: Constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos.

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

Tabla N° 4 Valor de nivel de confianza (feedback network, 2018)

- e: Error muestral deseado. Este coeficiente es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.
- p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$ , que es la opción más segura.
- q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .
- n: tamaño de la muestra.

Reemplazando valores determinados

- N = 450      Cantidad de lotes establecidos por la municipalidad de Puente Piedra.
- k = 1.65      nivel de confianza 90%.
- e = 10%      metodología descriptiva cuantitativa y criterio del evaluador.
- p = 0.8      se toma la opción más segura
- q = 0.2       $1 - p \rightarrow 1 - 0.8 = 0.2$
- n = 40      cantidad de viviendas a evaluar.

## 2.4 Procedimientos

### 2.4.1 FICHA DE ENCUESTAS

En esta investigación se tomaron los elementos estructurales más importantes de una vivienda, pues se realizó una evaluación estructural de daños en vigas y columnas críticas de viviendas informales, con esta información podríamos detectar el estado en que se encuentran realmente las viviendas de Puente Piedra y hacer un llamado a las autoridades como defensa civil para estar atentos y actuar con prevención para evitar daños de suma importancia.

Se realizaron entrevistas a 40 viviendas ubicadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.

La muestra fue tomada de 6 viviendas que demostraban tener mayores deficiencias estructurales y con la colaboración de los propietarios se pudo recopilar información de las viviendas que estratégicamente fueron seleccionadas, ya que los antecedentes de éstas, nos darían a conocer las características por las cuales fue construida.

Se realizó un proceso ordenado para poder evaluar los daños encontrados de las columnas y vigas en las viviendas y así poder empezar a estimar si éstos representan algún problema estructural actual o a futuro.

Pasos a seguir para realizar la evaluación estructural:

1. Realizar ficha de encuestas para obtener datos técnicos y daños visibles como fisuras, grietas, corrosión, etc.
2. Con el apoyo del propietario se valida la información proporcionada como los antecedentes reales de construcción como si fue autoconstruida, sin planos, antigüedad, materiales utilizados, etc.
3. Ya en la propiedad se debe de identificar las vigas y columnas críticas, para ubicar dimensiones de las fisuras o grietas expuestas en las vigas y columnas analizadas, observar desprendimiento de tarrajeo o concreto y manchas de óxido.
4. Monitorear y comparar las fisuras con el transcurrir del tiempo y determinar si son fisuras vivas o muertas.
5. Revisar los antecedentes de la vivienda con respecto a los planos, especificaciones técnicas de la estructura y específicamente las dimensiones y tipo de acero por la cual fueron diseñados las vigas y columnas examinadas. Generando así posibles errores de diseño o ejecución de obra.
6. Determinar la presencia de fisuras, vacíos internos y profundidad de las fisuras visibles. Para ello de forma práctica puede golpearse con un martillo y el sonido hueco indicará la cantidad de fisuras que se puedan encontrar debajo de la superficie.
7. Establecer las posibles causas de la fisuración, grieta, pandeo, deflexión o nivel de corrosión que se observe en vigas y columnas.
8. Recopilar información de datos y realizar un análisis estructural en base a la inspección ocular realizada en campo.
9. Intentar determinar si los daños observados representan algún problema estructural actual o a futuro, considerando las condiciones actuales y las condiciones de carga estimadas para el futuro. Tomar medidas al respecto como desalojar la vivienda e intervenir inmediatamente.

**FICHA DE ENCUESTA**  
**PRIMERA VIVIENDA**

En la Figura N° 21 se muestra recolección de datos técnicos, daños visibles y levantamiento.

Figura N° 21 Encuesta Primera Vivienda

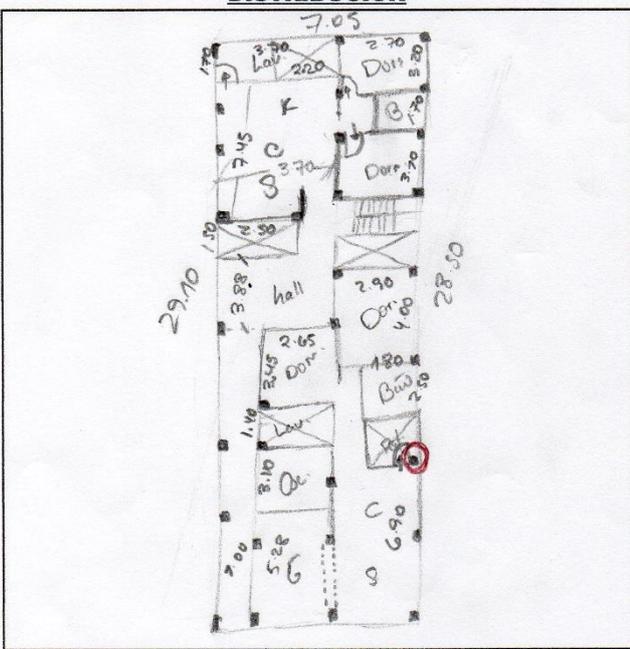
<b>FICHA DE ENCUESTA</b>		N° 2	
a.- Propietario:	Roberto Culla Acuña		
b.- Ubicación de la vivienda:	Mz H Lote 10A Pasaje Alfonso Ugarte - Los Gramadales		
c.- Área del terreno:	112 aprox.		
d.- Planos de vivienda:	NO		
e.- Dirección técnica en la construcción:	NO / Solo maestro		
f.- Pisos construidos:	2		
g.- Antigüedad de la vivienda:	15 años		
h.- Sistema Estructural:	Albanilería Confinada		
i.- Columnas (inspección ocular):	25x25, 15x40 / 4 φ 12		
j.- Vigas (inspección ocular):	30x50, L3 5.09 / h = 2.40		
<b>DAÑOS VISIBLES</b>			
COLUMNAS		VIGAS	
Fisuras visibles	Si	Fisuras visibles	Si
Grietas en diagonal o vertical	Si	Grietas en diagonal o vertical	NO
Pandeo apreciable	NO	Deflexión apreciable	Si
Corrosión	Si	Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	NO
Cangrejeras	Si	Cangrejeras	NO
Salitre	Si	Humedad	NO
<b>DISTRIBUCIÓN</b>			
		<p style="text-align: center;"><i>Observaciones</i></p> <p>Columnas: Con grietas, Salitre.</p> <p>Vigas: Lucea, largas, vigas chatas.</p>	

Fuente: Autor.

## SEGUNDA VIVIENDA

En la Figura N° 22 se muestra recolección de datos técnicos, daños visibles y levantamiento.

Figura N° 22 Encuesta Segunda Vivienda

FICHAS DE ENCUESTA		Nº 10	
a.- Propietario:	Alipio Francisco Valverde Osorio		
b.- Ubicación de la vivienda:	Hz. A. Lote No. Calle los Clavetes - Los Gramadales.		
c.- Área del terreno:	200 m <sup>2</sup> (8 x 25)		
d.- Planos de vivienda:	NO		
e.- Dirección técnica en la construcción:	NO / Solo maestro		
f.- Pisos construidos:	2		
g.- Antigüedad de la vivienda:	30 años		
h.- Sistema Estructural:	Albanelería Confinada.		
i.- Columnas (inspección ocular):	25 x 25, 15 x 40, 25 x 35, 4φ 112		
j.- Vigas (inspección ocular):	25 x 40, chatas / h = 2.50 ml.		
DAÑOS VISIBLES			
COLUMNAS		VIGAS	
Fisuras visibles	Si	Fisuras visibles	Si
Grietas en diagonal o vertical	Si	Grietas en diagonal o vertical	NO
Pandeo apreciable	NO	Deflexión apreciable	NO
Corrosión	NO	Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	NO	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si
Cangrejeras	NO	Cangrejeras	NO
Salitre	Si	Humedad	NO
DISTRIBUCIÓN			
		<p>Observaciones</p> <p>Columnas: con grietas, fisuras y salitre.</p> <p>Vigas: con fisura vertical a lo ancho de la viga, viga peraltada de luz 4.10 ml.</p>	

Fuente: Autor.

**TERCERA VIVIENDA**

En la Figura N° 23 se muestra recolección de datos técnicos, daños visibles y levantamiento.

Figura N° 23 Encuesta Tercera Vivienda

<b>FICHA DE ENCUESTA</b>		N° 12	
a.- Propietario:	Rosana Auigaela Robles Chavez		
b.- Ubicación de la vivienda:	Hz. H. LT 10 Pasaje Alfonso Ugarte - Los Gramadales.		
c.- Área del terreno:	109 m <sup>2</sup>		
d.- Planos de vivienda:	NO		
e.- Dirección técnica en la construcción:	NO / Solo maestro		
f.- Pisos construidos:	2		
g.- Antigüedad de la vivienda:	13 años		
h.- Sistema Estructural:	Alaillería Continuada		
i.- Columnas (inspección ocular):	25x25, 25x35, 15x40, 15x25, 4φ 1/2		
j.- Vigas (inspección ocular):	Vigas chatas y peraltadas / h = 2.65 ml.		
<b>DAÑOS VISIBLES</b>			
COLUMNAS		VIGAS	
Fisuras visibles	Si	Fisuras visibles	NO
Grietas en diagonal o vertical	Si	Grietas en diagonal o vertical	NO
Pandeo apreciable	NO	Deflexión apreciable	NO
Corrosión	NO	Corrosión	Si
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si
Cangrejerías	NO	Cangrejerías	Si
Salitre	Si	Humedad	NO
<b>DISTRIBUCIÓN</b>			
		<p><u>Observaciones</u></p> <p>Columnas: Con fisuras muy delgadas.</p> <p>Vigas: Se observa después del desencofrado las vigas con varios errores, techo 2º nivel se observa en una viga partes de parquet como encofrado.</p>	

Fuente: Autor.

**CUARTA VIVIENDA**

En la Figura N° 24 se muestra recolección de datos técnicos, daños visibles y levantamiento.

Figura N° 24 Encuesta Cuarta Vivienda

<b>FICHA DE ENCUESTA</b>		N° 26
a.- Propietario:	Flora Azucena Morales Jimenez	
b.- Ubicación de la vivienda:	Hz. y lot. 6 Asoc. de vivienda los Gramadales I etapa	
c.- Área del terreno:	110.4 m <sup>2</sup>	
d.- Planos de vivienda:	NO	
e.- Dirección técnica en la construcción:	NO / solo maestro	
f.- Pisos construidos:	1	
g.- Antigüedad de la vivienda:	12 años	
h.- Sistema Estructural:	Albañilería confinada	
i.- Columnas (inspección ocular):	25 x 25, 15 x 25, 4 d 1/2	
j.- Vigas (inspección ocular):	25 x 40, cunete 25 x 20 / h = 2.50	

<b>DAÑOS VISIBLES</b>			
<b>COLUMNAS</b>		<b>VIGAS</b>	
Fisuras visibles	SI	Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI	Grietas en diagonal o vertical	NO
Pandeo apreciable	NO	Deflexión apreciable	SI
Corrosión	SI	Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	SI	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	NO
Cangrejeras	SI	Cangrejeras	NO
Salitre	SI	Humedad	SI

**DISTRIBUCIÓN**

Observaciones

Columnas: con fisuras grietas cangrejeras, poco tarrajeo.

Vigas: pequeñas fisuras poco tarrajeo.

Fuente: Autor.

**QUINTA VIVIENDA**

En la Figura N° 25 se muestra recolección de datos técnicos, daños visibles y levantamiento.

Figura N° 25 Encuesta Sexta Vivienda

<b>FICHA DE ENCUESTA</b>		N° 33
a.- Propietario:	Lorenza Reyna Caycho	
b.- Ubicación de la vivienda:	Mz. 15 Lote 4 Calle Los Amapolos - Los Gramadales	
c.- Área del terreno:	170 m <sup>2</sup>	
d.- Planos de vivienda:	Si	
e.- Dirección técnica en la construcción:	No / maestro de obra (familiar)	
f.- Pisos construidos:	2	
g.- Antigüedad de la vivienda:	30	
h.- Sistema Estructural:	Albanilería confinada	
i.- Columnas (inspección ocular):	25x25, 25x30, 15x40, 4 φ 1/2	
j.- Vigas (inspección ocular):	25x40, 30x45, 25x20 / n=2-60	

<b>DAÑOS VISIBLES</b>			
COLUMNAS		VIGAS	
Fisuras visibles	Si	Fisuras visibles	Si
Grietas en diagonal o vertical	Si	Grietas en diagonal o vertical	Si
Pandeo apreciable	NO	Deflexión apreciable	NO
Corrosión	Si	Corrosión	Si
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si
Cangrejeras	NO	Cangrejeras	Si
Salitre	Si	Humedad	Si

**DISTRIBUCIÓN**

Columnas: Lucas largas... fisuras, salitre.

Vigas: mal encastrado... falta recubrimiento, aceros expuestos.

Fuente: Autor.

**SEXTA VIVIENDA**

En la Figura N° 26 se muestra recolección de datos técnicos, daños visibles y levantamiento.

Figura N° 26 Encuesta Séptima Vivienda

<b>FICHA DE ENCUESTA</b>		N° 38
a.- Propietario:	Marcos Rafael Valencia Ccaycuri	
b.- Ubicación de la vivienda:	Calle los Amaputas Nz "Y" Lote 4 - Jcs. Gramadales, I.era Etapa	
c.- Área del terreno:	152.52	
d.- Planos de vivienda:	NO	
e.- Dirección técnica en la construcción:	NO / Solo	
f.- Pisos construidos:	1	
g.- Antigüedad de la vivienda:	20 años	
h.- Sistema Estructural:	Albañilería Comprimada	
i.- Columnas (inspección ocular):	25x25, 25x40, 6φ 1/2	
j.- Vigas (inspección ocular):	25x20 Anclaje, 25x40, h=2.50m	

<b>DAÑOS VISIBLES</b>			
	<b>COLUMNAS</b>		<b>VIGAS</b>
Fisuras visibles	Si	Fisuras visibles	Si
Grietas en diagonal o vertical	Si	Grietas en diagonal o vertical	Si
Pandeo apreciable	NO	Deflexión apreciable	NO
Corrosión	NO	Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento	Si
Cangrejeras	NO	Cangrejeras	Si
Salitre	Si	Humedad	Si

**DISTRIBUCIÓN**

*Observaciones*

Columnas: humedad por descuido.

Vigas: mala mano de obra, desintegración mezcla y encofrado de techo, luces faros, viga paralela con exposición del acero.

Fuente: Autor.

## PRUEBAS EXPERIMENTALES NO DESTRUCTIVAS

Para poder realizar estas pruebas experimentales se tuvo que dialogar, explicar y obtener la confianza de los propietarios, la tarea fue complicada ya que las respuestas eran negativas por la falta de conocimiento e incomodidades q podían existir, pero gracias a la comprensión de algunos propietarios se pudo seleccionar 2 columnas y 2 vigas para realizar el escaneo de refuerzo, 2 columnas y 1 viga para el ensayo de esclerometría en diferentes tipos de vivienda.

### ESCANEO DE REFUERZO

#### Viga Armada V1, Primera Vivienda

Pasos a seguir:

1. Ubicar e identificar el elemento a analizar.
2. Esta viga tiene por dimensiones 0.30mx0.50m, L = 5.09m, H(vivienda) = 2.40m, está ubicada entre la sala - comedor de un 1er nivel.

En la Figura N° 27 se observa la viga peraltada analizada y sus fisuras visibles.

Figura N° 27 Viga Armada V1



Fuente: Autor.

3. Se procede a realizar el Escaneo de Refuerzo.

En la Figura N° 28 se observa el escaneo de la viga para encontrar la ubicación y tipo de armadura que existe en la realidad.

Figura N° 28 Escaneo de Refuerzo transversal (estribos)



Fuente: Autor.

En la Figura N° 29 se observa la luz encendida del pacómetro indicando que se detectó el acero longitudinal.

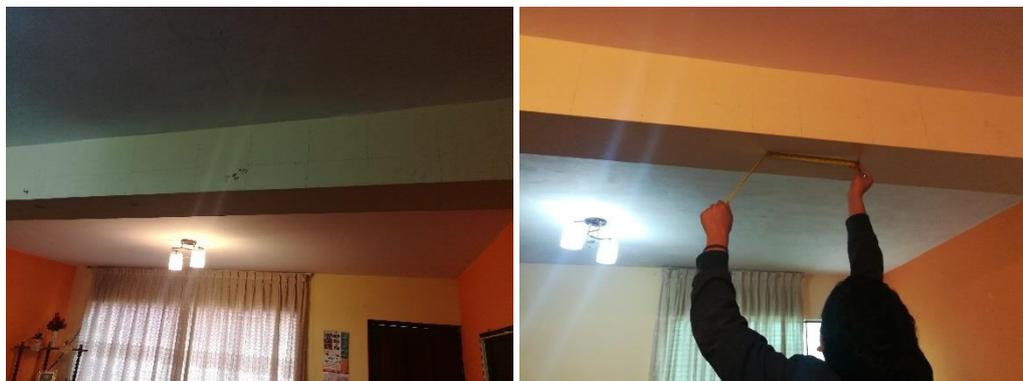
Figura N° 29 Escaneo de Refuerzo Longitudinal



Fuente: Autor

En la Figura N°30 se observa el trazado del esqueleto de la viga, acero longitudinal y transversal.

Figura N° 30 Trazado de Refuerzo en viga



(Fuente: Autor)

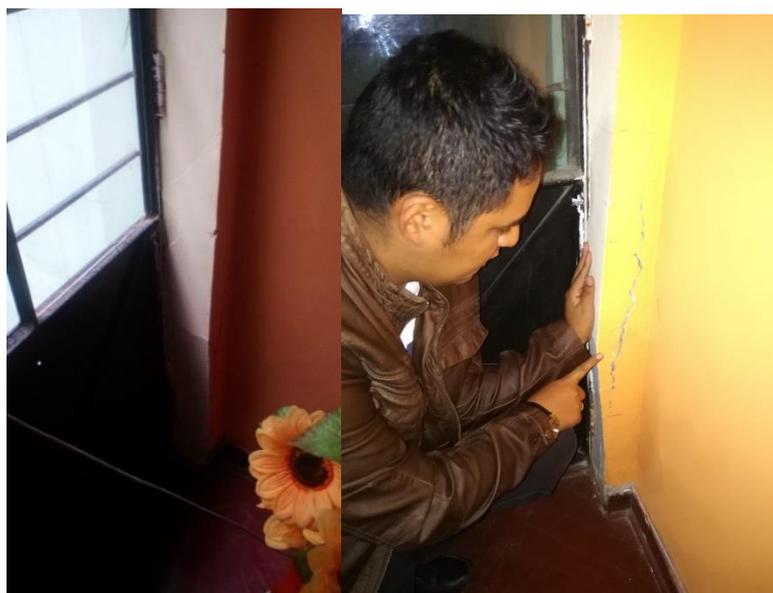
### Columna Armada C1, Segunda Vivienda

Pasos a seguir:

1. Ubicar e identificar el elemento a analizar.
2. Esta columna tiene por dimensiones 0.25mx0.25ml, H = 2.50ml, H(vivienda) = 2.50ml, está ubicada entre la cocina - patio de un 1er nivel.

En la Figura N° 31 se observa la grieta de 850mm en la parte inferior de la columna.

Figura N° 31 Columna Armada C1



Fuente: Autor.

3. Se procede a realizar el Escaneo de Refuerzo.

En la Figura N° 32 se observa el escaneo de la columna para encontrar la ubicación y acero de los estribos.

Figura N° 32 Escaneo de Refuerzo transversal



Fuente: Autor.

En la Figura N°33 se observa la detección del acero longitudinal en la columna.

Figura N° 33 Escaneo de Refuerzo Longitudinal



Fuente: Autor.

En la Figura N°34 se observa el trazado del esqueleto de la columna, acero longitudinal y transversal.

Figura N° 34 Trazado de Refuerzo en Columna



Fuente: Autor.

### **Columna Armada C2, Tercera Vivienda**

Pasos a seguir:

1. Ubicar e identificar el elemento a analizar.
2. Esta columna tiene por dimensiones 0.23mx0.28ml, H = 2.65ml, H(vivienda) = 2.65ml, está ubicada en la fachada de ingreso hacia la sala de un 1er nivel.

En la Figura N° 35 se observa grietas y desprendimiento de tarrajeo y, recubrimiento de concreto.

Figura N° 35 Columna Armada C2



Fuente: Autor.

3. Se procede a realizar el Escaneo de Refuerzo.

En la Figura N° 36 se observa el escaneo de la columna para encontrar la ubicación y acero de los estribos.

Figura N° 36 Escaneo de Refuerzo transversal



Fuente: Autor.

En la Figura N°37 se observa la detección del acero longitudinal en la columna.

Figura N° 37 Escaneo de Refuerzo Longitudinal



Fuente: Autor.

En la Figura N°38 se observa el trazado del esqueleto de la columna, acero longitudinal y transversal.

Figura N° 38 Trazado de Refuerzo en Columna



Fuente: Autor.

### **Viga Armada V2, Cuarta Vivienda**

Pasos a seguir:

1. Ubicar e identificar el elemento a analizar.
2. Esta viga tiene por dimensiones  $0.26m \times 0.50m$ ,  $L = 4.00m$ ,  $H(\text{vivienda}) = 2.80m$ , está ubicada dentro de la vivienda por un pasadizo.

En la Figura N° 39 se observa a inspección ocular ligeras fisuras en la viga.

Figura N° 39 Viga Armada V2



Fuente: Autor.

3. Se procede a realizar el Escaneo de Refuerzo.

En la Figura N° 40 se observa mediante el escaneo de la viga la mala distribución de los estribos siendo estos de 3/8”.

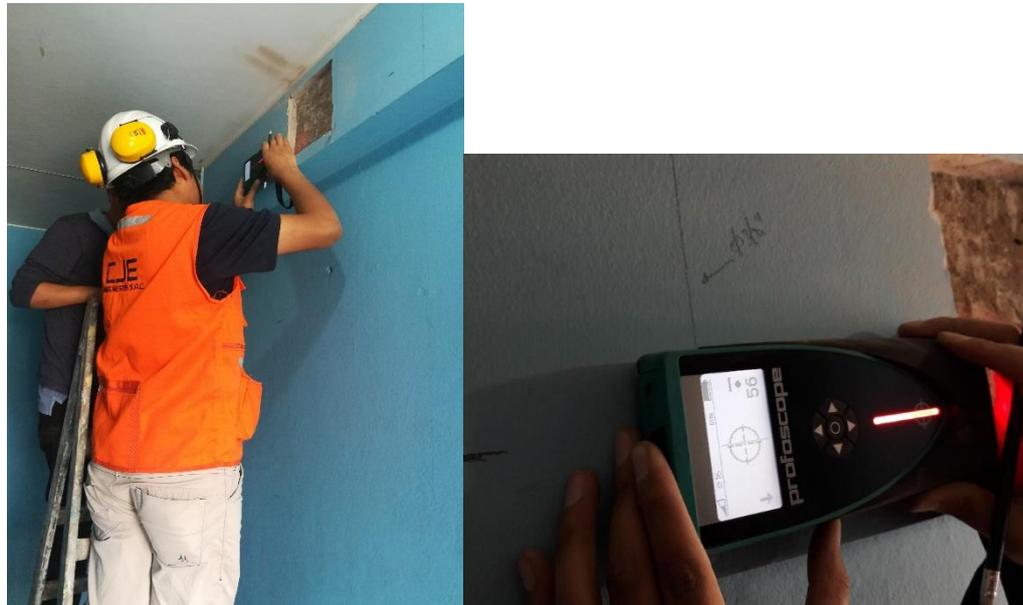
Figura N° 40 Escaneo de Refuerzo transversal



Fuente: Autor.

En la Figura N° 41 se observa la detección del acero longitudinal mal ubicado, dejando un recubrimiento de 70 mm aproximadamente, encontrando aceros de 5/8”.

Figura N° 41 Escaneo de Refuerzo Longitudinal



Fuente: Autor.

En la Figura N° 42 se observa el trazado del esqueleto de la viga, teniendo una forma incorrecta tanto en el acero longitudinal y transversal.

Figura N° 42 Trazado de Refuerzo en Viga



Fuente: Autor.

## ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

### Columna Armada C3, Quinta Vivienda

Pasos a seguir:

1. Ubicar e identificar el elemento a analizar.
2. Realizar 3 recortes de cuadrículas por elemento analizado de dimensiones.

En la Figura N° 43 se procede a realizar los recortes de cuadrículas (0.20x0.20cm) en 3 lados de la columna, para quitar el tarrajeo.

Figura N° 43 Columna Armada C3



Fuente: Autor.

3. Se prepara la superficie con la Piedra abrasiva, para que la prueba tenga mayor precisión en el resultado.

En la Figura N° 44 se procede a limpiar las 3 cuadrículas de la columna con la piedra abrasiva, dejando la superficie lo más lisa posible.

Figura N° 44 Limpieza con Piedra abrasiva



Fuente: Autor.

4. Se procede a realizar el Ensayo de Esclerometría en la región previamente habilitada, se tuvo cuidado de no ensayar sobre el refuerzo existente, para ello se procedió a realizar un escaneo previo.

En la Figura N° 45 se procede a realizar los golpes con el martillo de rebote y la toma de datos por cada 10 golpes en cada cuadrícula.

Figura N° 45 Ensayo con martillo de rebote.



Fuente: Autor.

#### **Columna Armada C4, Sexta Vivienda**

Pasos a seguir:

1. Ubicar e identificar el elemento a analizar.
2. Realizar 3 recortes de cuadrículas por elemento analizado de dimensiones 0.20x0.20ml como mínimo quitando tarrajeo.

En la Figura N° 46 se procede a realizar los recortes de cuadrículas (0.20x0.20cm) en 3 lados de la columna, para quitar el tarrajeo, después de este acto se observa fisuras y grietas.

Figura N° 46 Columna Armada C4



Fuente: Autor.

3. Se prepara la superficie con la Piedra abrasiva, para que la prueba tenga mayor precisión en el resultado.

En la Figura N° 47 se procede a limpiar las 3 cuadrículas de la columna con la piedra abrasiva, dejando la superficie lo más lisa posible.

Figura N° 47 Limpieza con Piedra abrasiva



Fuente: Autor.

4. Se procede a realizar el Ensayo de Esclerometría en la región previamente habilitada, se tuvo cuidado de no ensayar sobre el refuerzo existente, para ello se procedió a realizar un escaneo previo.

En la Figura N° 48 se procede a realizar los golpes con el martillo de rebote y la toma de datos por cada 10 golpes en cada cuadrícula.

Figura N° 48 Ensayo con martillo de rebote



Fuente: Autor.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### DAÑOS

Los resultados de los daños encontrados en las viviendas encuestadas de inspección ocular son los siguientes:

En la tabla N° 5 se observa que el 100% de las viviendas tiene fisuras y eflorescencia en sus columnas, mientras que las vigas muestran un 83,33% de viviendas con fisuras.

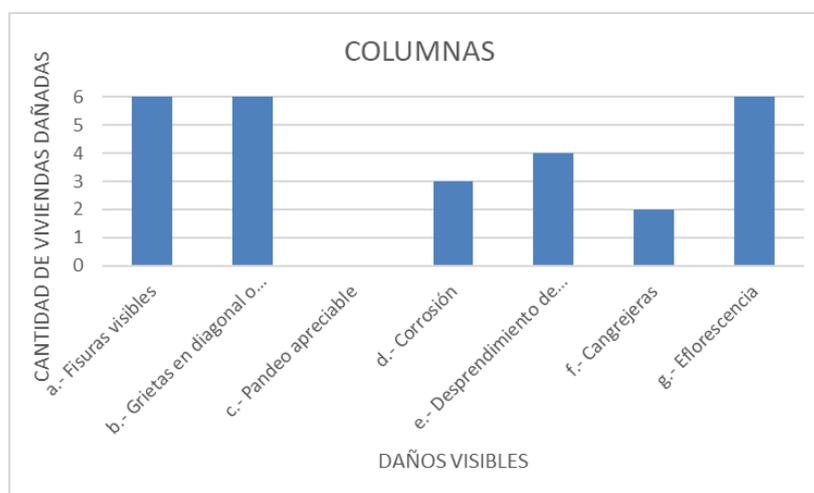
Tabla N° 5 Daños visibles

ENCUESTADOS							
N° DE VIVIENDAS	2	10	12	26	33	38	Total
<b>EN COLUMNAS:</b>							
a.- Fisuras visibles	x	x	x	x	x	x	6
b.- Grietas en diagonal o vertical	x	x	x	x	x	x	6
c.- Pandeo apreciable							0
d.- Corrosión	x			x	x		3
e.- Desprendimiento de tarrajeo o recubrimiento	x		x	x	x	x	5
f.- Cangrejeras	x			x			2
g.- Eflorescencia	x	x	x	x	x	x	6
<b>EN VIGAS:</b>							
a.- Fisuras visibles	x	x		x	x	x	5
b.- Grietas en diagonal o vertical					x	x	2
c.- Deflexión apreciable	x			x			2
d.- Corrosión			x		x		2
e.- Desprendimiento de tarrajeo o recubrimiento		x	x		x	x	4
f.- Cangrejeras			x		x	x	3
g.- Humedad				x	x	x	3

Fuente: Autor.

En la Figura N° 49 se observa que las columnas presentan daños visibles como fisuras, grietas y eflorescencia.

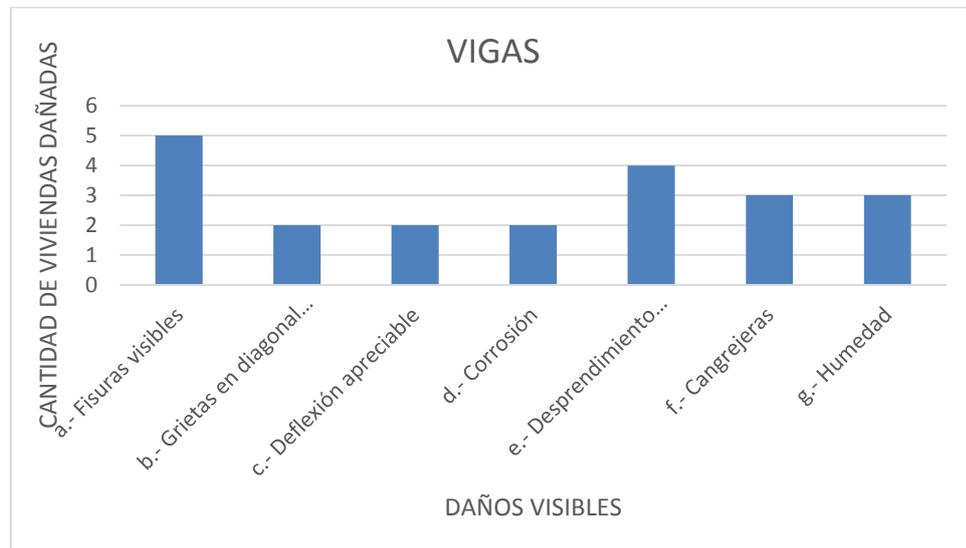
Figura N° 49 Cantidad de viviendas dañadas vs Daños visibles



Fuente: Autor.

En la Figura N° 50 se observa que las vigas en su mayoría presentan daños visibles como fisuras visibles mientras que el 66,66% muestran desprendimiento de tarrajeo o recubrimiento.

Figura N° 50 Cantidad de viviendas dañadas vs Daños visibles



Fuente: Autor.

## VIVIENDAS ANALIZADAS

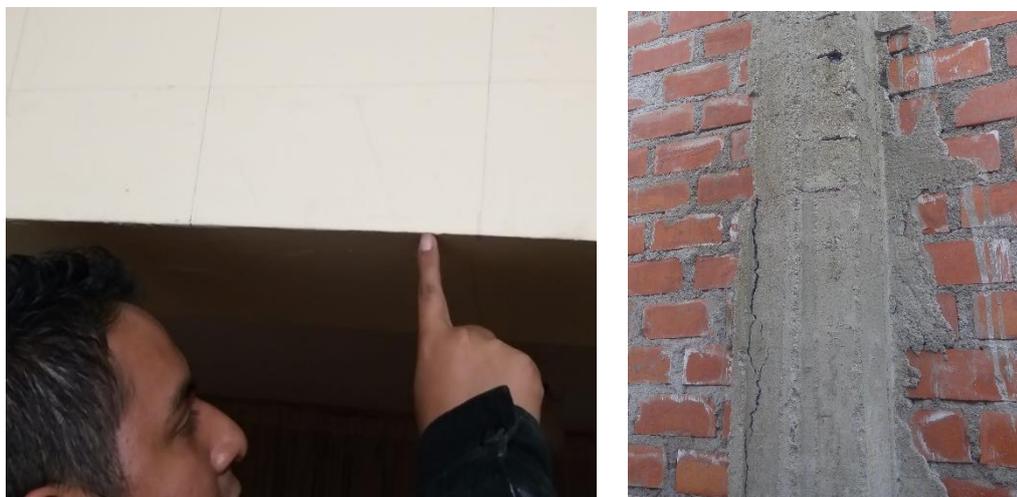
### PRIMERA VIVIENDA

En Vigas, se encontró fisuras apreciables y una ligera deflexión, esto indica UN DAÑO LEVE.

En Columnas, se encontró fisuras abiertas en la parte central con un espesor de 2mm con una altura de 750 mm, esto indica un DAÑO MODERADO.

En la Figura N° 51 se observa las fisuras en el centro de la viga y en el tercio central de la columna.

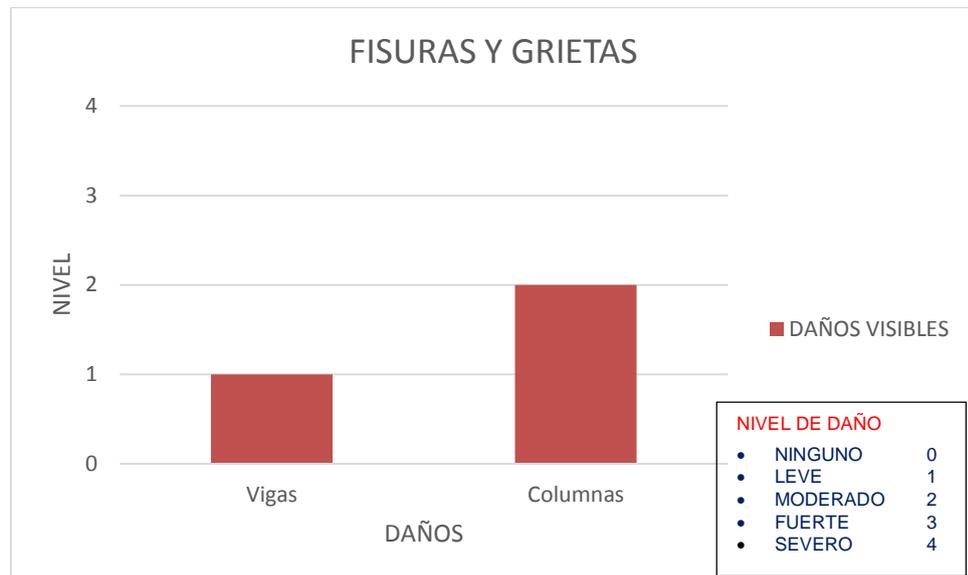
Figura N° 51 Fisuras y grietas en vigas y columnas.



Fuente: Autor.

En la Figura N° 52 el nivel de daño en viga es leve y en columna es moderado.

Figura N° 52 Nivel de daños en vigas y columnas



Fuente: Autor.

**SEGUNDA VIVIENDA**

En Vigas, se encontró fisuras apreciables y una ligera deflexión, esto indica UN DAÑO LEVE.

En Columnas, se encontró en la parte inferior grietas abiertas de 8mm con una altura de 850mm, esto indica un DAÑO FUERTE.

En la Figura N° 53 se observa las fisuras transversales a lo largo de la viga y en la parte inferior de la columna grietas.

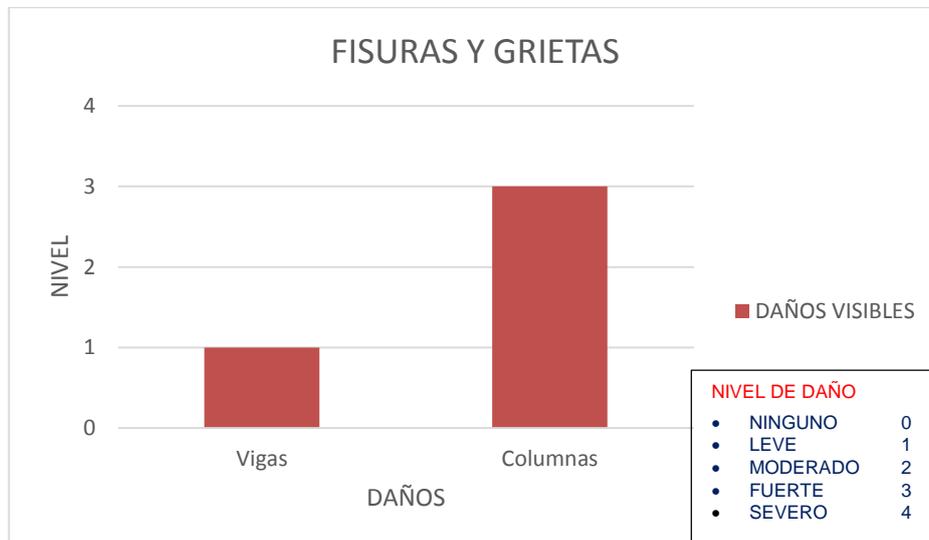
Figura N° 53 Cantidad de viviendas dañadas vs Daños visibles



Fuente: Autor.

En la Figura N° 54 el nivel de daño en viga es leve y en columna es fuerte.

Figura N° 54 Nivel de daños en vigas y columnas



Fuente: Autor.

### TERCERA VIVIENDA

En Vigas, se encontró pérdida de recubrimiento y corrosión del acero de refuerzo, esto indica UN DAÑO FUERTE.

En Columnas, se encontró grietas abiertas de 6mm, esto indica un DAÑO FUERTE.

En la Figura N° 55 se observa la corrosión de los aceros y elementos no adecuados (parquet, bolsas de cemento y plástico) dentro de la viga de la viga y en la parte exterior de la vivienda una columna con grietas.

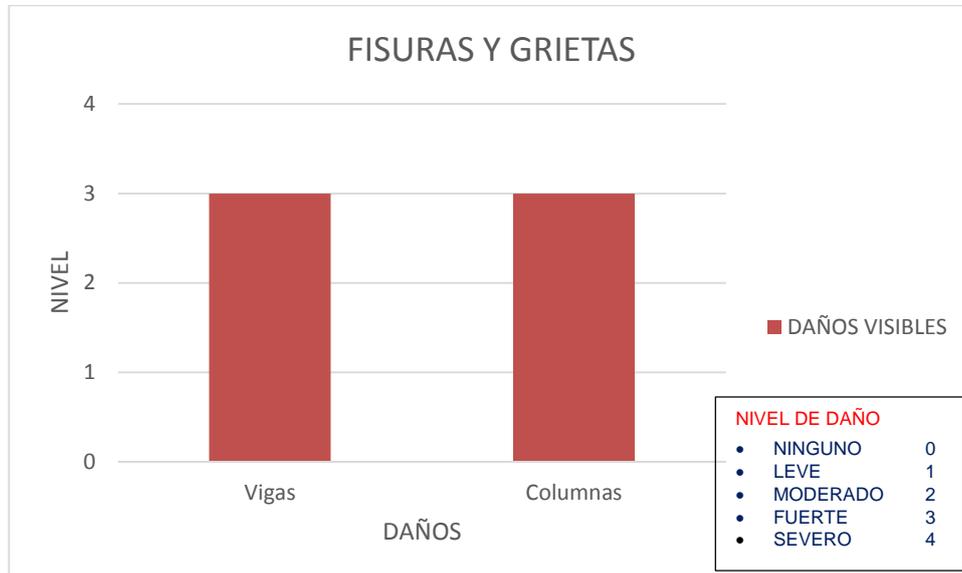
Figura N° 55 Fisuras y grietas en vigas y columnas.



Fuente: Autor.

En la Figura N° 56 el nivel de daño en viga y columna es fuerte.

Figura N° 56 Nivel de daños en vigas y columnas



Fuente Autor.

#### CUARTA VIVIENDA

En Vigas, se encontró fisuras apreciables y una ligera deflexión, esto indica UN DAÑO LEVE.

En Columnas, se encontró pérdida de recubrimiento y corrosión del acero de refuerzo, esto indica un DAÑO FUERTE.

En la Figura N° 57 se observa aparentemente en buen estado la viga y columna, pero después del escaneo se encuentra una mala ubicación de sus armaduras.

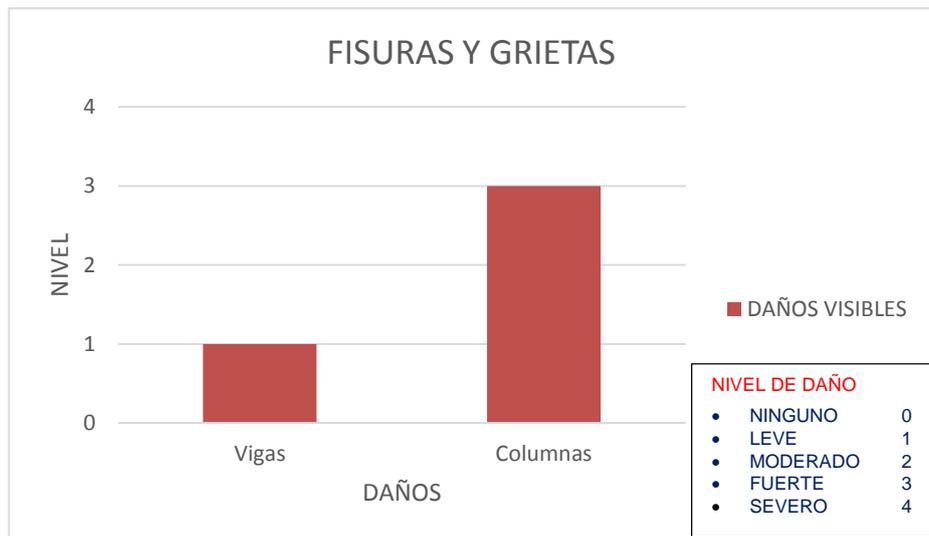
Figura N° 57 Fisuras y grietas en vigas y columnas.



Fuente: Autor.

En la Figura N° 58 el nivel de daño en viga es leve y en columna es fuerte.

Figura N° 58 Nivel de daños en vigas y columnas



Fuente: Autor.

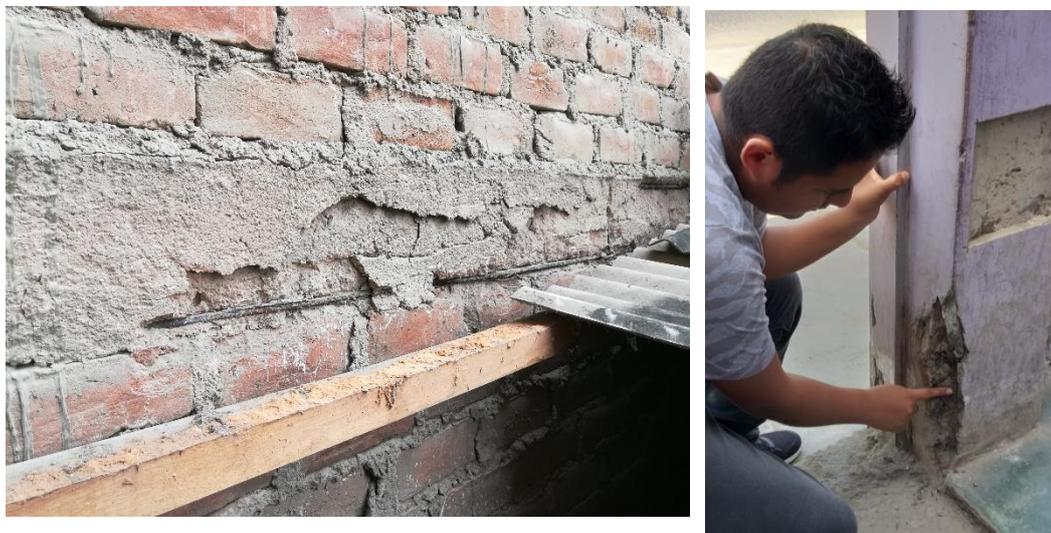
#### QUINTA VIVIENDA

En Vigas, se encontró pérdida de recubrimiento y corrosión del acero de refuerzo, esto indica UN DAÑO MODERADO.

En Columnas, se encontró pérdida de recubrimiento y corrosión del acero de refuerzo, esto indica un DAÑO FUERTE.

En la Figura N° 59 se observa por la parte externa la corrosión en viga y por el lado lateral la columna en ingreso a escalera independiente.

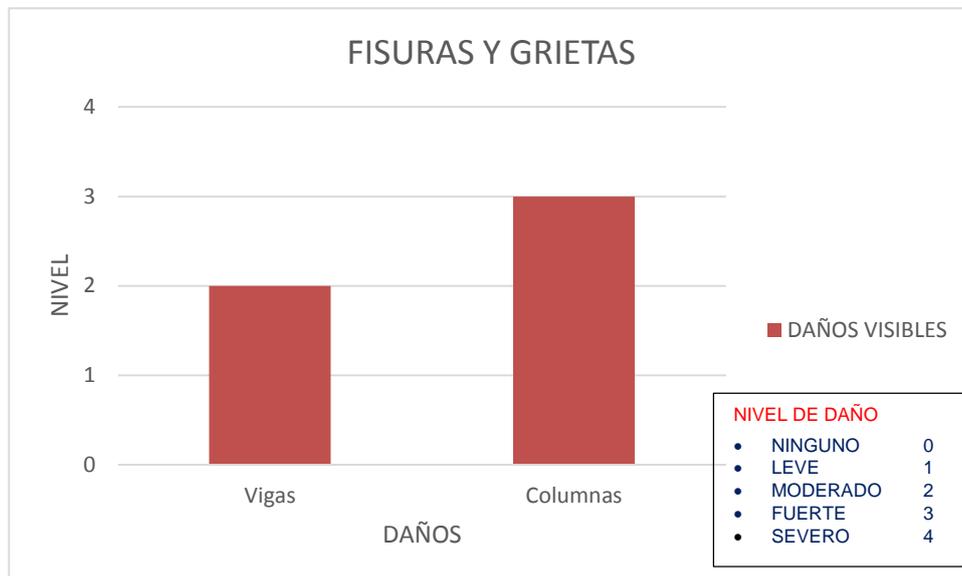
Figura N° 59 Fisuras y grietas en vigas y columnas.



Fuente: Autor.

En la Figura N° 60 el nivel de daño en viga es moderado y en columna es fuerte.

Figura N° 60 Nivel de daños en vigas y columnas



Fuente: Autor.

### SEXTA VIVIENDA

En Vigas, se encontró pérdida de recubrimiento y corrosión del acero de refuerzo, esto indica UN DAÑO MODERADO.

En Columnas, se encontró fisuras apreciables, esto indica un DAÑO MODERADO.

En la Figura N° 61 se observó pérdida de recubrimiento y por ende corrosión de acero en viga, en columnas después quitar tarrajeo se encontró fisuras y grietas.

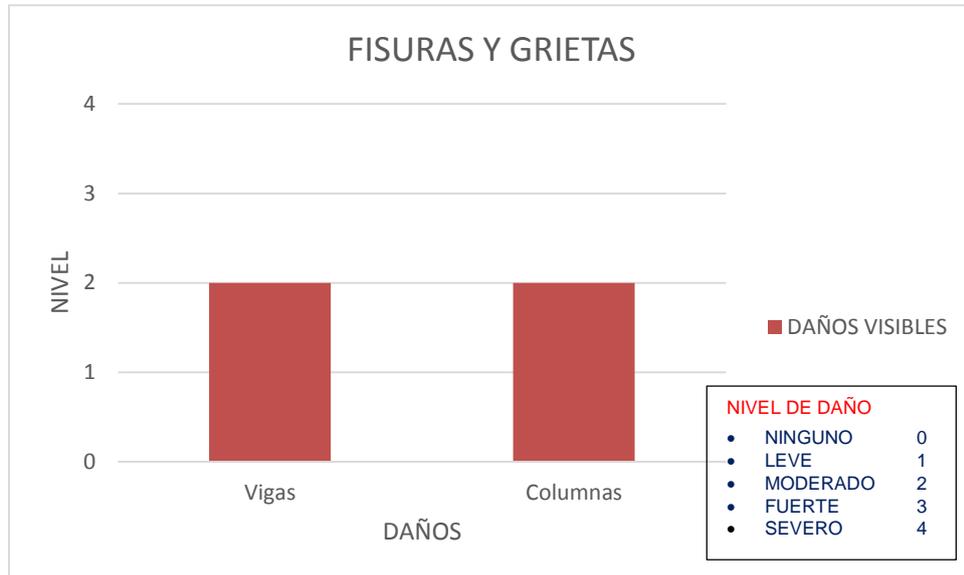
Figura N° 61 Fisuras y grietas en vigas y columnas.



Fuente: Autor.

En la Figura N° 62 el nivel de daño en viga y columna es moderado.

Figura N° 62 Nivel de daños en vigas y columnas



Fuente: Autor.

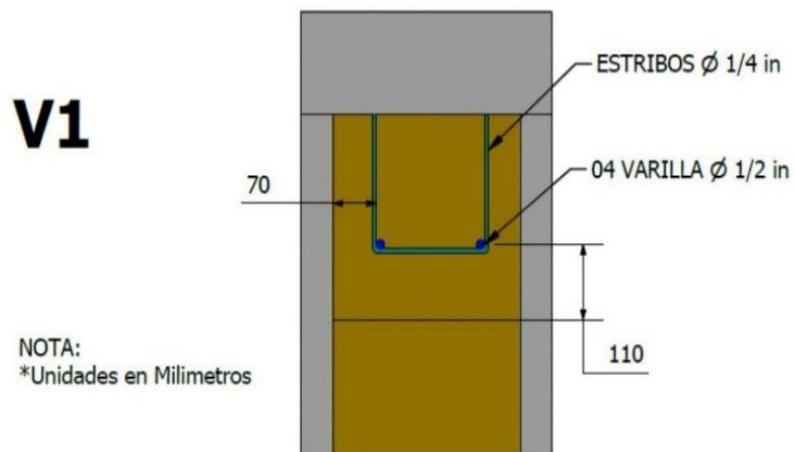
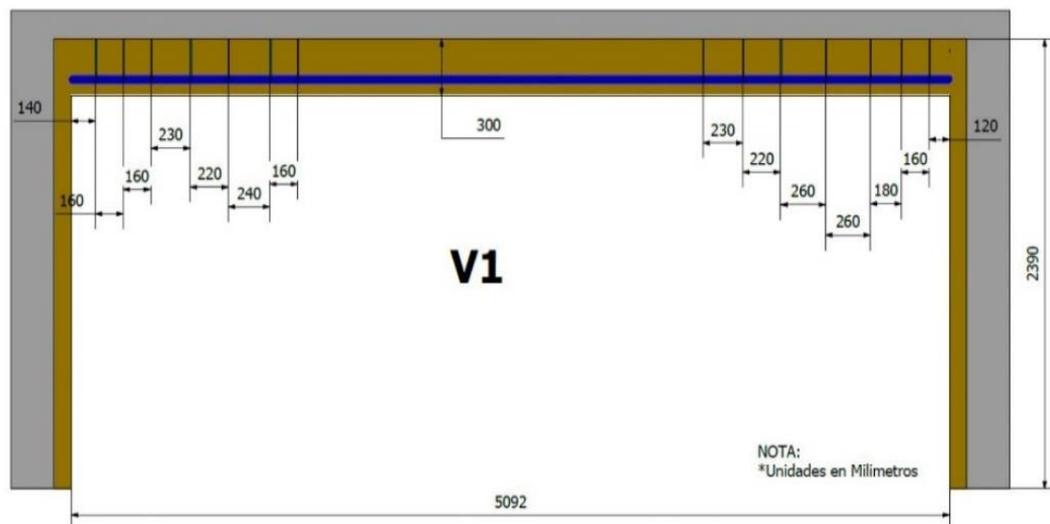
## ESCANEEO DE REFUERZO

### VIGA ARMADA V1

Distribución de refuerzo longitudinal y transversal de la **viga V1** collar ubicada en el primer nivel que pertenece a la vivienda 1. El refuerzo transversal presenta un **recubrimiento variable entre 60mm - 70mm**, mientras que refuerzo longitudinal presenta un **recubrimiento excesivo de 110 - 120mm**. En los extremos del elemento, no se evidencia un nivel de confinamiento adecuado, es decir los estribos tienen una separación  $>100\text{mm}$ .

En la Figura N° 63 se presenta la ubicación real del acero longitudinal y de diámetro de 1/2", el acero transversal lleva de diámetro de 1/4".

Figura N° 63 Resultados de escaneo a Viga Armada V1.



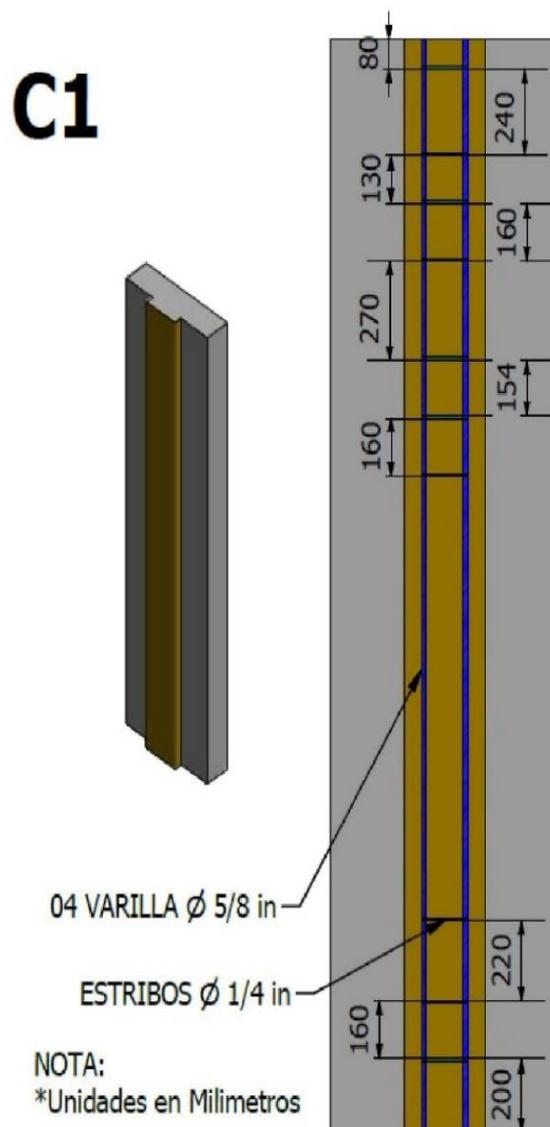
Fuente: Autor.

### COLUMNA ARMADA C1

Distribución de refuerzo longitudinal y transversal de **columna** que pertenece a la vivienda 2. El refuerzo transversal está compuesto por estribos de  $\varnothing 1/4''$ , mientras que los **longitudinales por 4 varillas de  $\varnothing 5/8''$**  en la cara correspondiente al interior de la vivienda. Cabe indicar que la lectura del diámetro pudo haberse distorsionado por la presencia de oxidación del refuerzo y grietas de espesor considerable en la base de la columna. La separación de estribos en los extremos no presenta un confinamiento adecuado, es decir los estribos tienen una separación  $>100\text{mm}$ .

En la Figura N° 64 se presenta la ubicación real del acero longitudinal y de diámetro de  $5/8''$ , el acero transversal lleva de diámetro de  $1/4''$  pero de mala distribución.

Figura N° 64 Resultados de escaneo a Columna Armada C1



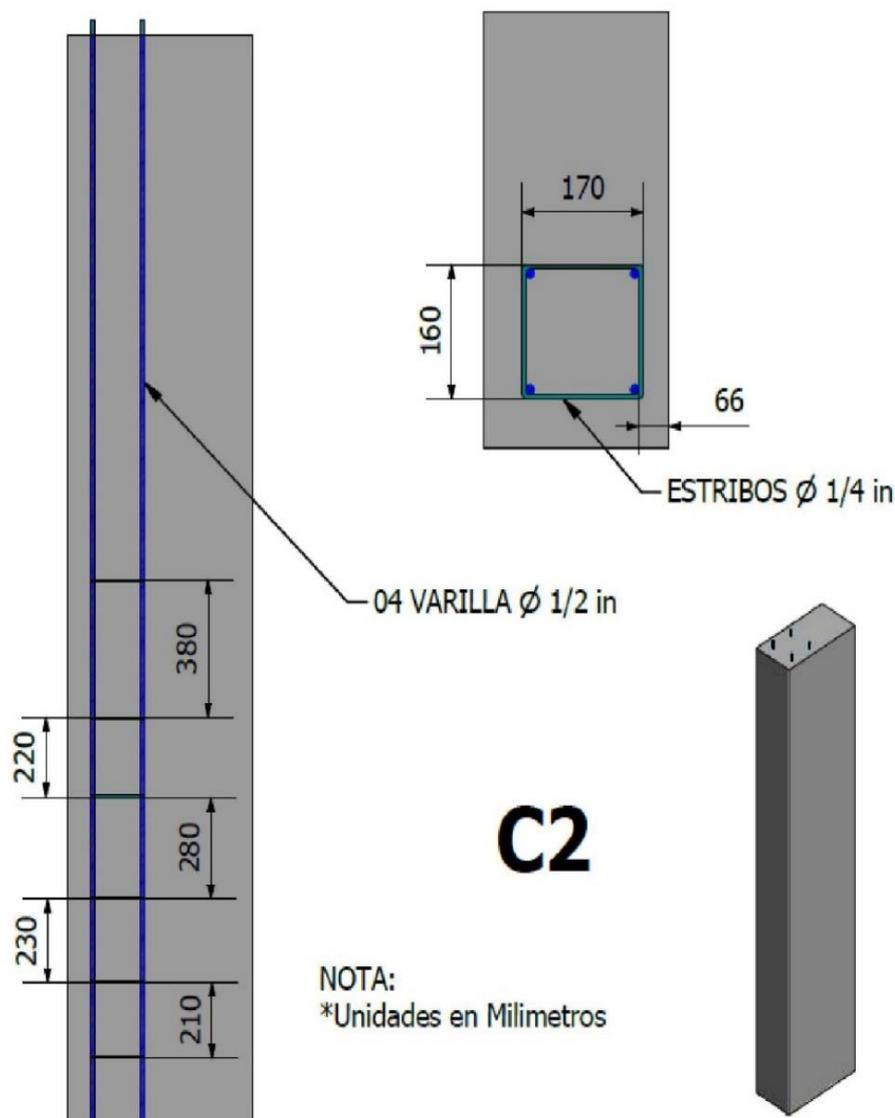
Fuente: Autor.

### COLUMNA ARMADA C2

Distribución de refuerzo longitudinal y transversal de **columna** que pertenece a la vivienda 3. El refuerzo transversal está compuesto por estribos de  $\phi 1/4''$ , mientras que los **longitudinales por 4 varillas de  $\phi 1/2''$** . Columna ubicada en el exterior de la vivienda 3. En los extremos del elemento, especialmente en la base, no se evidencia un nivel de confinamiento adecuado, es decir los estribos tienen una separación  $>100\text{mm}$ .

En la Figura N° 65 se presenta la ubicación real del acero longitudinal y de diámetro de  $1/2''$ , el acero transversal lleva de diámetro de  $1/4''$ , pero de mala distribución y recubrimiento desproporcionado.

Figura N° 65 Resultados de escaneo a Columna Armada C2.



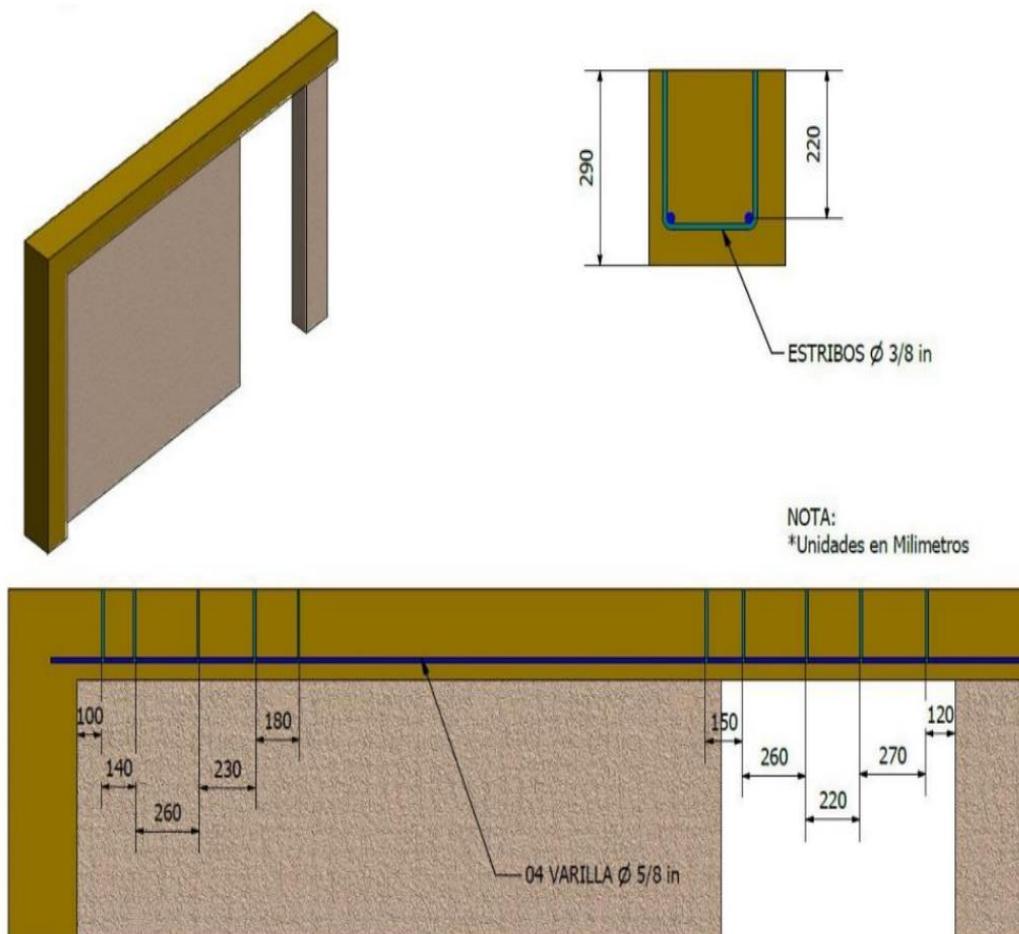
Fuente: Autor.

### VIGA ARMADA V2

Distribución de refuerzo longitudinal y transversal de **la viga** que pertenece a la vivienda 4. El refuerzo transversal está compuesto por estribos de  $\phi 3/8"$ , la viga presenta extremos de confinamiento inadecuados, es decir los estribos tienen una separación  $>100\text{mm}$ . Por otro lado, el refuerzo longitudinal **está compuesto por 4 varillas de  $\phi 5/8"$** . El refuerzo inferior se encuentra ubicado a 70mm con respecto a la base inferior de la viga, es decir se encuentra correctamente posicionado.

En la Figura N° 66 se presenta la ubicación real del acero longitudinal y de diámetro de  $5/8"$ , el acero transversal lleva de diámetro de  $3/8"$ , pero de mala distribución, recubrimiento desproporcionado y sin refuerzo en zona de confinamiento.

Figura N° 66 Resultados de escaneo a Viga Armada V2.



Fuente: Autor.

## ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

### VIGA ARMADA V2

En la tabla N° 6 se presenta la toma de datos para la conversión del ensayo de esclerometría, donde la resistencia a compresión de la Viga Armada V2 es de,  $f'c = 235 \text{ kgf/cm}^2$ .

Tabla N° 6 Resultados de ensayo de esclerometría Viga Armada V2.

Dirección de impacto: Horizontal (2)

Observaciones: Se retiró el tarrajeo en las zonas a ensayar

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	32
Lectura 2	34
Lectura 3	34
Lectura 4	34
Lectura 5	32
Lectura 6	32
Lectura 7	32
Lectura 8	32
Lectura 9	32
Lectura 10	32
PROM.	32.60
D.E.	0.97
C.V.	3.0%

Cuadrícula 2	Golpes
Lectura 1	26
Lectura 2	28
Lectura 3	32
Lectura 4	28
Lectura 5	28
Lectura 6	30
Lectura 7	30
Lectura 8	30
Lectura 9	30
Lectura 10	30
PROM.	29.20
D.E.	1.69
C.V.	5.8%

Cuadrícula 3	Golpes
Lectura 1	28
Lectura 2	32
Lectura 3	32
Lectura 4	30
Lectura 5	30
Lectura 6	32
Lectura 7	30
Lectura 8	28
Lectura 9	26*
Lectura 10	32
PROM.	30.44
D.E.	1.67
C.V.	5.5%

XX\*: lectura eliminada para el calculo del promedio.

D.E.: Desviación estándar de todos los valores de la muestra, en las unidades correspondientes.

C.V.: Coeficiente de variación de la muestra, expresado en porcentaje (%).



Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción
Pedestal	-	>28	2	30.7	235	Superficie escarificada

Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:  
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Fuente: Autor.

### COLUMNA ARMADA C3

En la tabla N° 7 se presenta la toma de datos para la conversión del ensayo de esclerometría, donde la resistencia a compresión de la Columna Armada C3 es de,  $f_c = 147 \text{ kgf/cm}^2$ .

Tabla N° 7 Resultados de ensayo de esclerometría Columna Armada C3.

Dirección de impacto: Horizontal (2)

Observaciones: Se retiró el tarrajeo en las zonas a ensayar

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	20
Lectura 2	22
Lectura 3	22
Lectura 4	22
Lectura 5	22
Lectura 6	20
Lectura 7	22
Lectura 8	24*
Lectura 9	24
Lectura 10	22
PROM.	21.78
D.E.	1.20
C.V.	5.5%

Cuadrícula 2	Golpes
Lectura 1	24
Lectura 2	26
Lectura 3	26
Lectura 4	24
Lectura 5	22
Lectura 6	24
Lectura 7	26
Lectura 8	26
Lectura 9	24
Lectura 10	26
PROM.	24.80
D.E.	1.40
C.V.	5.6%

Cuadrícula 3	Golpes
Lectura 1	24
Lectura 2	24
Lectura 3	26
Lectura 4	24
Lectura 5	24
Lectura 6	26
Lectura 7	28*
Lectura 8	28*
Lectura 9	24
Lectura 10	24
PROM.	24.50
D.E.	0.93
C.V.	3.8%

XX\*: lectura eliminada para el cálculo del promedio.

D.E.: Desviación estándar de todos los valores de la muestra, en las unidades correspondientes.

C.V.: Coeficiente de variación de la muestra, expresado en porcentaje (%).



Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción
Pedestal	-	>28	2	23.7	147	Superficie escarificada

Notas:

Norma de ensayo: **ASTM C 805**

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:  
**ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR**

Fuente: Autor.

## COLUMNA ARMADA C4

En la tabla N° 8 se presenta la toma de datos para la conversión del ensayo de esclerometría, donde la resistencia a compresión de la Columna Armada C4 es de,  $f'c = 196 \text{ kgf/cm}^2$ .

Tabla N° 8 Resultados de ensayo de esclerometría Columna Armada C4.

Dirección de impacto: Horizontal (2)

Observaciones: Fisuramiento, presento doble rebote.

Cuadrícula 1	Golpes
Lectura 1	24
Lectura 2	24
Lectura 3	24
Lectura 4	24
Lectura 5	24
Lectura 6	24
Lectura 7	24
Lectura 8	22
Lectura 9	22
Lectura 10	24
PROM.	23.60
D.E.	0.84
C.V.	3.6%

Cuadrícula 2	Golpes
Lectura 1	26
Lectura 2	26
Lectura 3	28
Lectura 4	26
Lectura 5	28
Lectura 6	28
Lectura 7	30
Lectura 8	28
Lectura 9	28
Lectura 10	26
PROM.	27.40
D.E.	1.35
C.V.	4.9%

Cuadrícula 3	Golpes
Lectura 1	30
Lectura 2	24*
Lectura 3	28
Lectura 4	30
Lectura 5	24*
Lectura 6	30
Lectura 7	30
Lectura 8	32
Lectura 9	30
Lectura 10	30
PROM.	30.00
D.E.	1.07
C.V.	3.6%

XX\*: lectura eliminada para el calculo del promedio.

D.E.: Desviación estándar de todos los valores de la muestra, en las unidades correspondientes.

C.V.: Coeficiente de variación de la muestra, expresado en porcentaje (%).



Identificación	Localización	Edad (días)	Dirección de impacto	Nº Rebotes (Prom)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción
Pedestal	-	>28	2	27.0	196	Superficie escaificada

Notas:

Norma de ensayo: ASTM C 805

Dirección de Impacto:



(1)



(2)



(3)



Tipo y serie de martillo empleado:  
ORIGINAL SCHMIDT Modelo N/NR

Fuente: Autor.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

Si una evaluación estructural se realizara solo de inspección ocular, observando algún tipo de daño visible, basándose solo a la teoría dada por casos del pasado en lugares diferentes de estudio, estaríamos cometiendo un grave error ya que no tendríamos la capacidad de realizar una evaluación estructural de manera correcta pues nuestros resultados serían defectuosos y no tendrían la precisión para determinar la realidad física de nuestras vigas y columnas, sin embargo realizando el escaneo de refuerzo y ensayo de esclerometría tendríamos un panorama más claro de los daños que existen en el presente y poder proyectar los daños a mayor escala que tendría nuestros elementos estructurales en un futuro.

La evaluación estructural nos va ayudar a definir el estado actual de la estructura de una vivienda, donde nos dirá que tan buena fue la decisión de construir sin planos, sin un guía profesional y en manos de un maestro constructor empírico.

Se podría haber logrado obtener más información de estudio y de análisis de la asociación de vivienda los gramadales con respecto a los daños encontrados en otras viviendas que tenían un aspecto más crítico comparados con los q fueron analizados pero que lamentablemente no se pudo ingresar por respuesta negativa del propietario.

El aporte que nos brinda la tecnología es de gran apoyo para la evaluación estructural de los daños en las columnas y vigas analizadas, ya que estas pruebas experimentales no destructivas ayudan de gran manera a evaluar sin tener que destruir y/o afectar en mayor proporción a los elementos estructurales, estas pruebas como el escaneo de refuerzo nos brindan las características reales del acero como ubicación, diámetro y recubrimiento de concreto, mientras que el ensayo de esclerometría nos brindará las características mecánicas reales del concreto como la resistencia de compresión y la uniformidad del concreto para así poder definir el estado real de la estructura como concreto armado y además proyectar la clase de daño que existe y, buscar una solución que se adecuó a su realidad física.

## CONCLUSIONES

- Realizado el estudio sistemático se concluye que los daños visibles más comunes en columnas son el de Fisuras y Eflorescencia, en la columna C1 se encontró grietas en forma vertical de un espesor de 8mm y una altura de 630mm. En vigas se encontró en la tercera vivienda corrosión de acero, cangrejas y material inadecuado dentro del concreto (retazos de parquet, botellas y bolsas de plástico), es decir existen daños fuertes en sus vigas y columnas.
- Se establece en base al escaneo de refuerzo que la ubicación de acero, diámetro, distribución y recubrimiento de concreto de las columnas y vigas analizadas no respetan las normas que realmente deben de existir por reglamento, es decir la V1 tiene la distancia entre la varilla y la base inferior de la viga entre 110-120mm, esto disminuye considerablemente el peralte efectivo de la viga.
- En todas las vigas y columnas analizadas se encontró un nivel de confinamiento inadecuado en los extremos, es decir la separación de los estribos  $> 100\text{mm}$ .
- Se establece en base al ensayo de esclerometría que la resistencia a compresión de las columnas es baja y menor que las vigas, es decir la columna C3,  $f'_c=147\text{kgf/cm}^2$  y la C4,  $f'_c=196\text{kgf/cm}^2$ .
- Según la norma E0.70 Albañilería confinada, establece que la resistencia a compresión del concreto en los elementos de confinamiento sea mayor o igual que  $f'_c=175\text{kgf/cm}^2$ . Y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma técnica de edificación E0.60 Concreto Armado; sin embargo, esto no se cumple en la Columna C3 que tiene  $f'_c=147\text{kgf/cm}^2$ .

## RECOMENDACIONES

- Que las pruebas experimentales no destructivas se complementen con las pruebas destructivas para que los resultados de la evaluación estructural tengan una mayor precisión.
- Con la claridad del problema podemos definir un tipo de reforzamiento adecuado como por ejemplo en la columna C1 que muestra grietas y corrosión avanzado, lo recomendado sería reemplazar por una nueva columna con un mejor diseño, concreto de alta resistencia y con correcto procedimiento constructivo.
- La evaluación de vigas y columnas debe complementarse con una evaluación general de todos los elementos estructurales que comprometen a una edificación ya que solo así se podría realizar un análisis estructural de toda la vivienda y se buscará el método adecuado para el reforzamiento sin dejar de lado la arquitectura existente de la vivienda.
- La viga V1 presente daños leves que son un indicador de posibles daños fuertes o severos en un futuro, debido a la sobrecarga de su cambio de uso (gimnasio) en los siguientes pisos generó, pues estas nuevas cargas y vibraciones no fueron diseñadas a soportar, por lo tanto, se recomienda reforzar la vivienda para evitar un desastre a futuro o ante cualquier evento sísmico.
- Una evaluación estructural a viviendas existentes con años de antigüedad, no puede ser analizar con los códigos y normas actuales, Ingeniería moderna, ya que por esos años eran otros los métodos a diseñar y construir, por tal motivo tenemos que ser flexibles para la evaluación.
- Ubicar las zonas donde posiblemente pueda existir daños estructurales moderados y así defensa civil y la policía pueda estar prevenida en llegar a tiempo para la ayuda o brindar charlas para optimizar la evacuación en caso de sismo.

## REFERENCIAS

### Documentos:

- Astorga, A & Rivero, P. (2009) CIGIR. Centro de investigación en Gestión integral de Riesgos Patologías en las edificaciones. Módulo III – Sección IV.
- Camata, G. (2018). Evaluación de la seguridad estructural. Diplomatura de estudio en diseño estructural. Perú.
- CENAPRED. Coordinación Nacional de Protección Civil. (10 de noviembre de 2014). Metodología para la evaluación de la seguridad estructural de edificios. México.
- Contrato de Servicios de consultoría. (Abril del 2014). Informe de Vulnerabilidad estructural estudio San Bernardo de Bata. Bogotá, D.C. – Colombia.
- Maurial A. (2007). I curso Alemania – México – Perú. Reforzamiento de Construcciones Existentes. CISMID – FIC – UNI.
- NRMCA – National Ready Mixed Concrete Association. (2007). CIP 25 Corrosión del acero en el concreto.
- Reinoso E. (2012). Instituto de Ingeniería UNAM. Evaluación de estructuras de concreto en la ciudad de México.
- San Bartolomé. A. (2005). Comentarios a la norma técnica de edificación E.0.70 Albañilería. Sencico – PUCP, Lima – Perú.
- San Bartolomé. A. (s.f). Estudio Experimental de una técnica de reforzamiento para edificaciones existentes con problemas de columna corta proyecto Sencico – PUCP, Lima – Perú

### Libros:

- Blanco Blasco A. (2011). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Capítulo de Ingeniería. Consejo departamental de Lima.
- CORPORACION ACEROS AREQUIPA (2010). *Manual del maestro constructor*. Lima – Perú.
- Ottazzi Pasino. G. (2011). *Diseño de concreto armado*. Asociación capítulo peruano del Instituto americano del concreto, 2da. edición.

PNUD (2009). *Manual para la reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos*. Lima – Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *E.060, Norma técnica Concreto Armado*. Lima – Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *E.070, Norma técnica Albañilería*. Lima – Perú.

### **Textos / Internet:**

AAENDE Asociación Argentina de ensayos no destructivos y estructurales. (octubre del 2013)  
[http://www.sismlab.com/doc/IXCORENDE\\_Trabajo\\_Porco\\_Romano\\_Valer\\_Montero.pdf](http://www.sismlab.com/doc/IXCORENDE_Trabajo_Porco_Romano_Valer_Montero.pdf).

CISMID - Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de desastres. (2018). Laboratorio de Estructuras. <http://www.cismid-uni.org/laboratorio-de-estructuras>.

CJE INGENIEROS (2018). Evaluaciones Estructurales.  
<http://www.cjeingenieros.com/evaluaciones-estructurales/>

Feedback Networks. (2018). Calcular la muestra correcta.  
<http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>

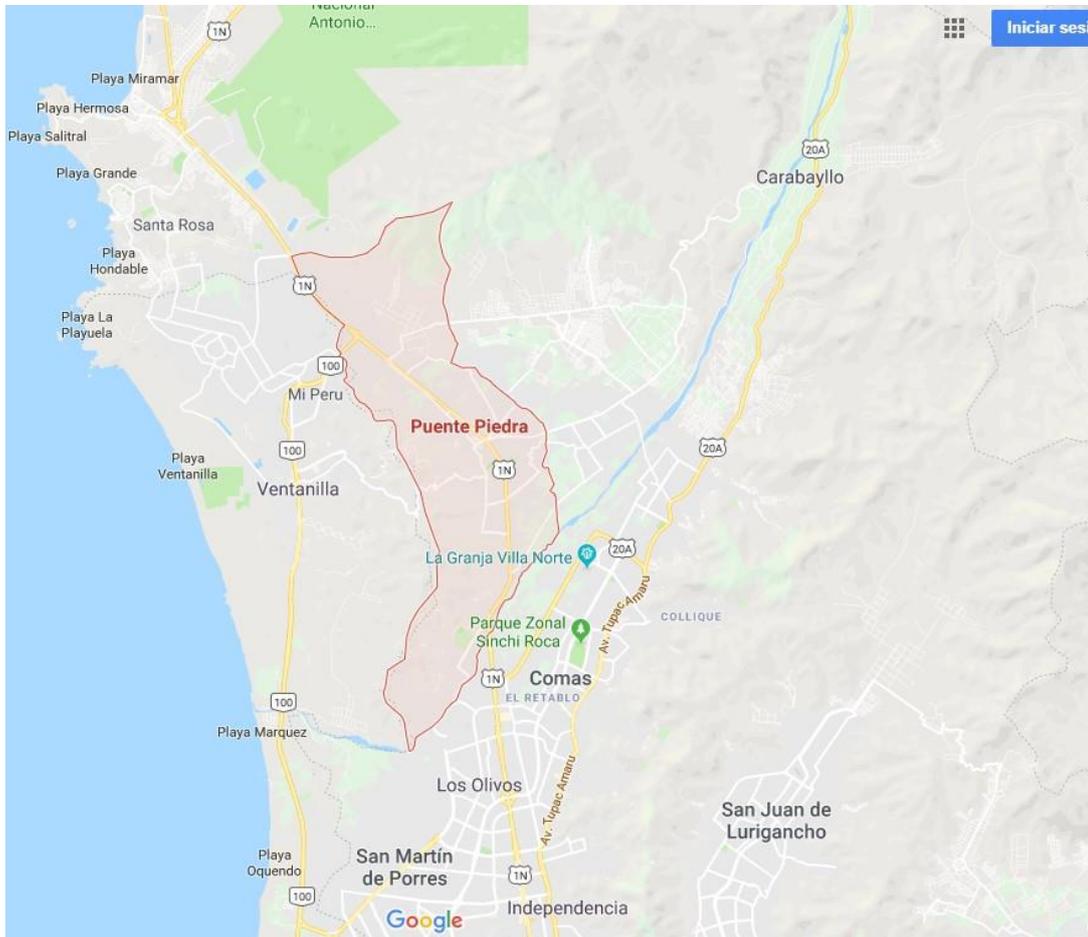
GLEM ESTUDIOS Y PROYECTOS. (2016) Ensayos destructivos, semidestructivos y no destructivos en la evaluación de estructuras. <http://glem.com.pe/ensayos-destructivos-semidestructivos-y-no-destructivos-en-la-evaluacion-de-estructuras/>

INEI (2018) Evolución mensual de la Actividad del Sector Construcción (PBI de Construcción): 2014 – 2018 – Variación porcentual mensual.  
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/construction/>

Municipalidad distrital de Puente Piedra (2018) <https://www.muniPuentePiedra.gob.pe/>

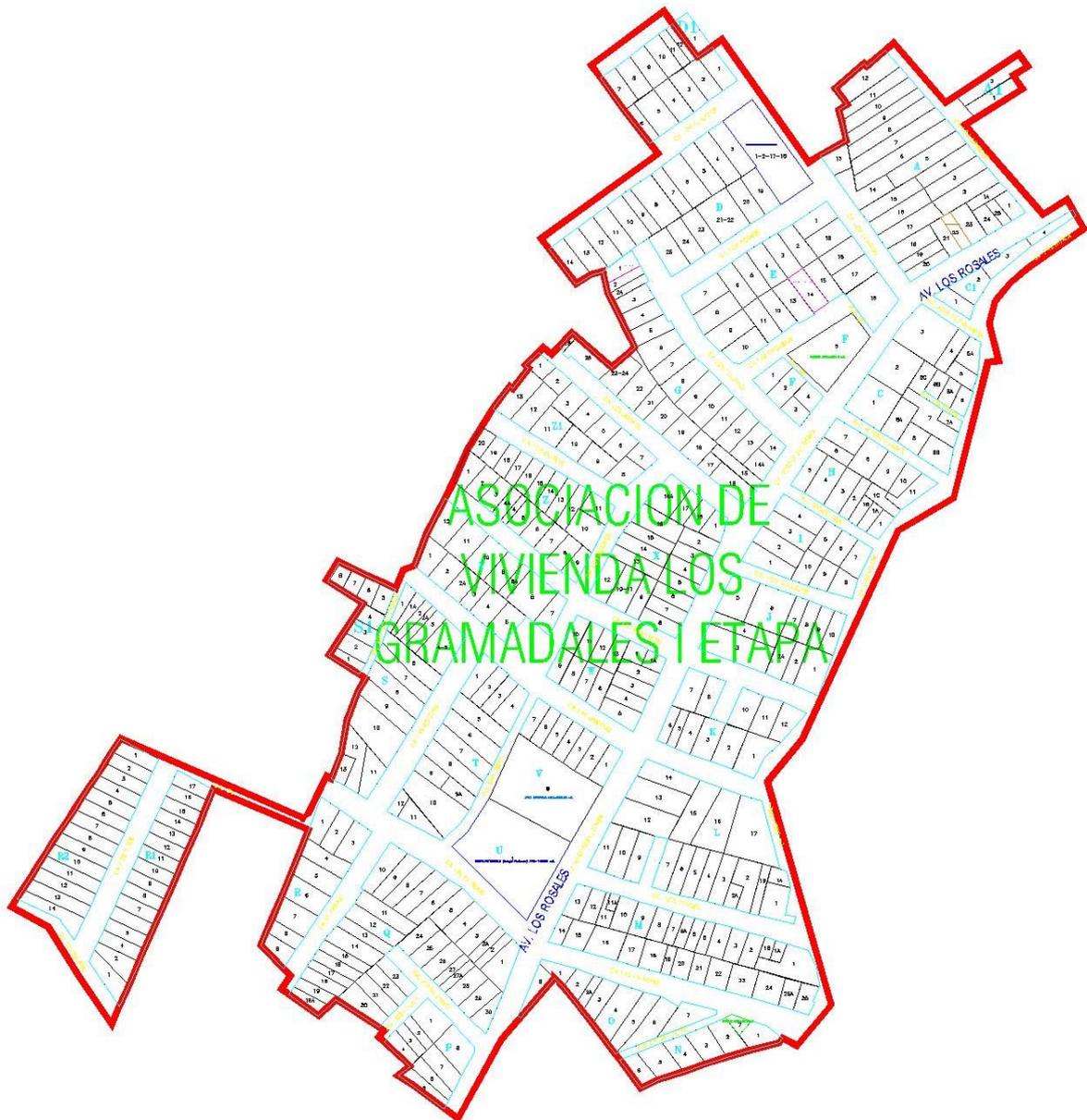
## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Distrito de Puente Piedra



Google Maps - Octubre 2018

**ANEXO N° 2.** Asociación de Vivienda los Gramadales I etapa – Distrito Puente Piedra



Municipalidad Distrital de Puente Piedra - Octubre 2018

**ANEXO N° 3. Formato de Ficha de Encuesta.**

<b>FICHA DE ENCUESTA</b>	
<p>a.- Propietario: .....</p> <p>b.- Ubicación de la vivienda: .....</p> <p>c.- Área del terreno: .....</p> <p>d.- Planos de vivienda: .....</p> <p>e.- Dirección técnica en la construcción: .....</p> <p>f.- Pisos construidos: .....</p> <p>g.- Antigüedad de la vivienda: .....</p> <p>h.- Sistema Estructural: .....</p> <p>i.- Columnas (inspección ocular): .....</p> <p>j.- Vigas (inspección ocular): .....</p>	
<b>DAÑOS VISIBLES</b>	
<b>COLUMNAS</b>	<b>VIGAS</b>
Fisuras visibles .....	Fisuras visibles .....
Grietas en diagonal o vertical .....	Grietas en diagonal o vertical .....
Pandeo apreciable .....	Deflexión apreciable .....
Corrosión .....	Corrosión .....
Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento .....	Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento .....
Cangrejas .....	Cangrejas .....
Salitre .....	Humedad .....
<b>DISTRIBUCIÓN</b>	
	<p>Columnas: .....</p> <p>Vigas: .....</p>

**ANEXO N° 4. Formato de Ficha de Reporte.**

**FICHA DE REPORTE**

**Antecedentes:**

Vivienda N° :

Propietario: .....  
 Ubicación: .....  
 Área:.....  
 Planos de vivienda: .....  
 Dirección técnica en la construcción: .....  
 Pisos construidos: .....  
 Antigüedad de la vivienda: .....  
 Sistema Estructural .....  
 Columnas (inspección ocular) .....  
 Vigas (inspección ocular) .....

**DAÑOS VISIBLES**

**COLUMNAS**

**DAÑOS** .....  
 Fisuras visibles .....  
 Grietas en diagonal o vertical .....  
 Pandeo apreciable .....  
 Corrosión .....  
 Desprendimientos de tarrajeo o recubrimier .....  
 Cangrejas .....  
 Eflorescencia .....

**VIGAS**

**DAÑOS** .....  
 Fisuras visibles .....  
 Grietas en diagonal o vertical .....  
 Deflexión apreciable .....  
 Corrosión .....  
 Desprendimientos de tarrajeo o recubri .....  
 Cangrejas .....  
 Humedad .....

**Plano de distribución y fotografías:**



## ANEXO N° 5. Desarrollo de Evaluación, inspección ocular primera vivienda.

### FICHA DE REPORTE

#### Antecedentes:

Vivienda N° : 2

Propietario: ROBERTO CULLA ACUÑA  
 Ubicación: Asoc. de vivienda Los Gramadales Mz "H" Lote 10A  
 Área: 112.00 m<sup>2</sup> Irregular  
 Planos de vivienda: No  
 Dirección técnica en la construcción: No, solo maestro de obra  
 Pisos construidos: 2  
 Antigüedad de la vivienda: 15 años  
 Sistema Estructural: Albañilería confinada - Pórtico  
 Columnas (inspección ocular): Dimensiones: 0.25x0.25m, 0.15x0.40m aceros expuestos 4 de 1/2".  
 Vigas (inspección ocular): Dimensiones: longit. 0.30x0.50m; transvers. 0.25x20, Luz = 5.09ml.;  
 H (vivienda)=2.40ml

#### DAÑOS VISIBLES

##### COLUMNAS

##### DAÑOS

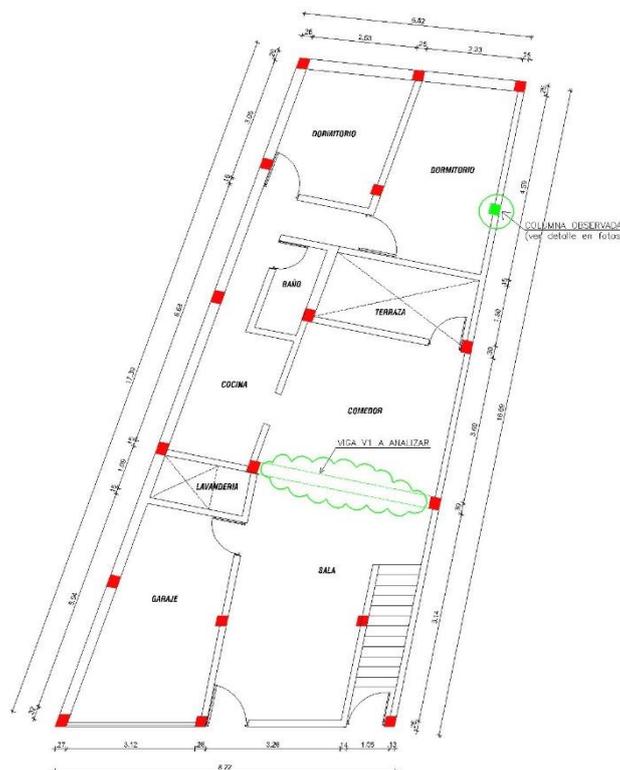
Fisuras visibles SI  
 Grietas en diagonal o vertical SI  
 Pandeo apreciable NO  
 Corrosión SI  
 Desprendimientos de tarrajeo o  
 Cangrejeras SI  
 Eflorescencia SI

##### VIGAS

##### DAÑOS

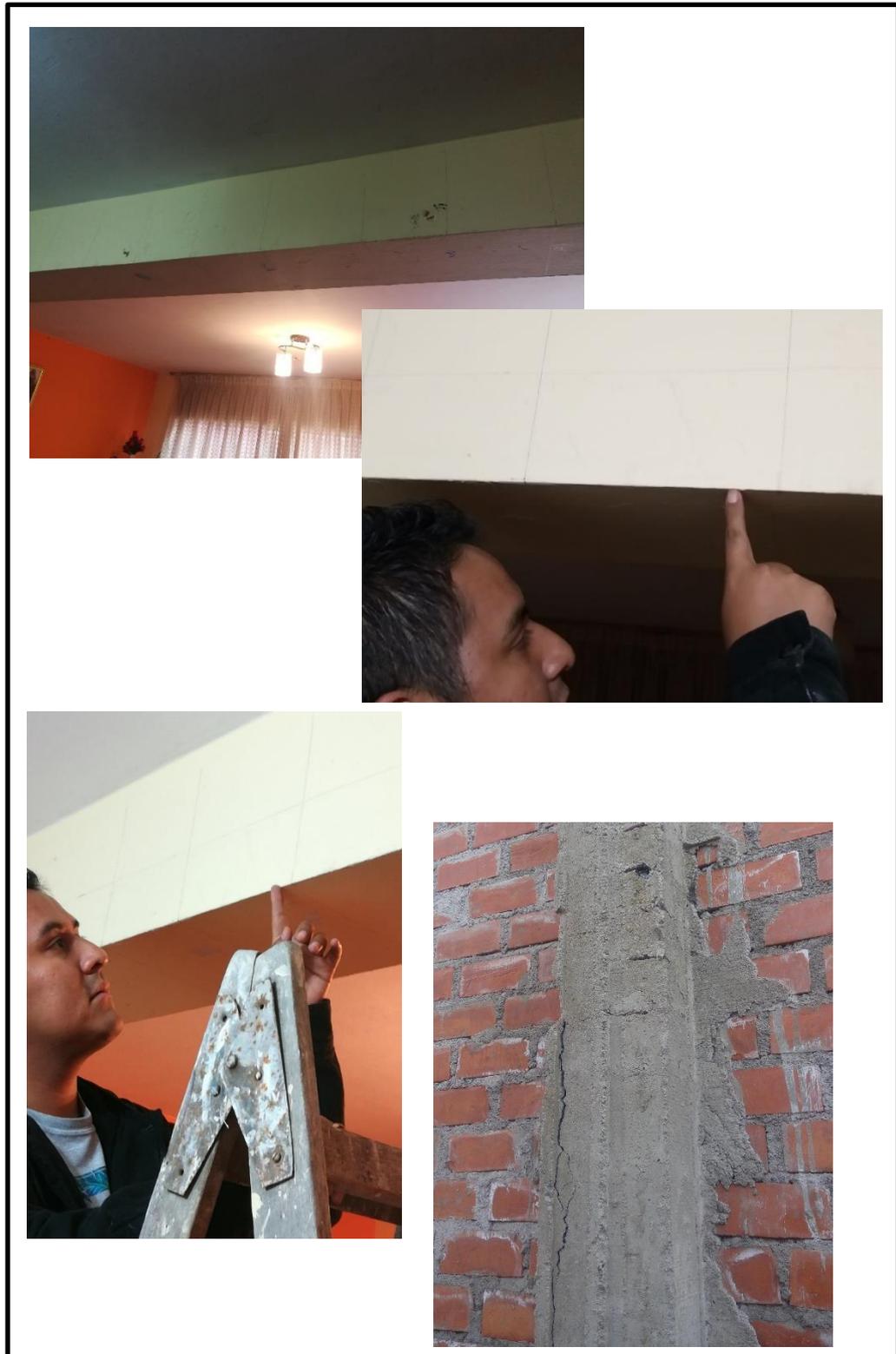
Fisuras visibles SI  
 Grietas en diagonal o vertical NO  
 Deflexión apreciable SI  
 Corrosión NO  
 Desprendimientos de tarrajeo o recubrimiento NO  
 Cangrejeras NO  
 Humedad NO

#### Plano de distribución y fotografías:



1° PISO

**FOTOS**



## ANEXO N° 6. Desarrollo de Evaluación, inspección ocular segunda vivienda.

### FICHA DE REPORTE

#### Antecedentes:

Vivienda N° : 10

Propietaria: ALIPIO FRANCISCO VALVERDE OSORIO  
 Ubicación: Asoc. de vivienda Los Gramadales Mz "A" Lote 16  
 Área: 200.00 m<sup>2</sup> Irregular Aprox. 7x18.50  
 Planos de vivienda: No  
 Dirección técnica en la construcción: No, solo maestro de obra  
 Pisos construidos: 2  
 Antigüedad de la vivienda: 30 años  
 Sistema Estructural: Albañilería confinada  
 Columnas (inspección ocular): Dimensiones: 0.25x0.25m, 0.15x0.40m, 0.25x0.35m; aceros expuestos 4 de 1/2".  
 Vigas (inspección ocular): Dimensiones: longit. 0.25x0.40m; transvers. 0.25x0.20m y amarre 0.25x0.20m, l  
 H (vivienda)=2.50m

#### DAÑOS VISIBLES

##### COLUMNAS

##### DAÑOS

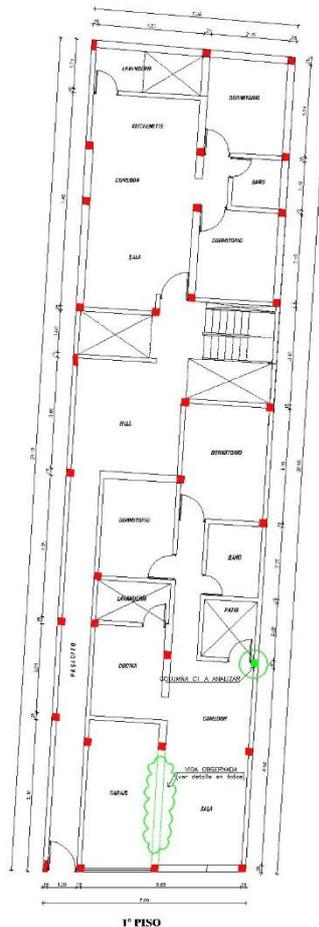
Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Pandeo apreciable	NO
Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o	NO
Cangrejeras	NO
Eflorescencia	SI

##### VIGAS

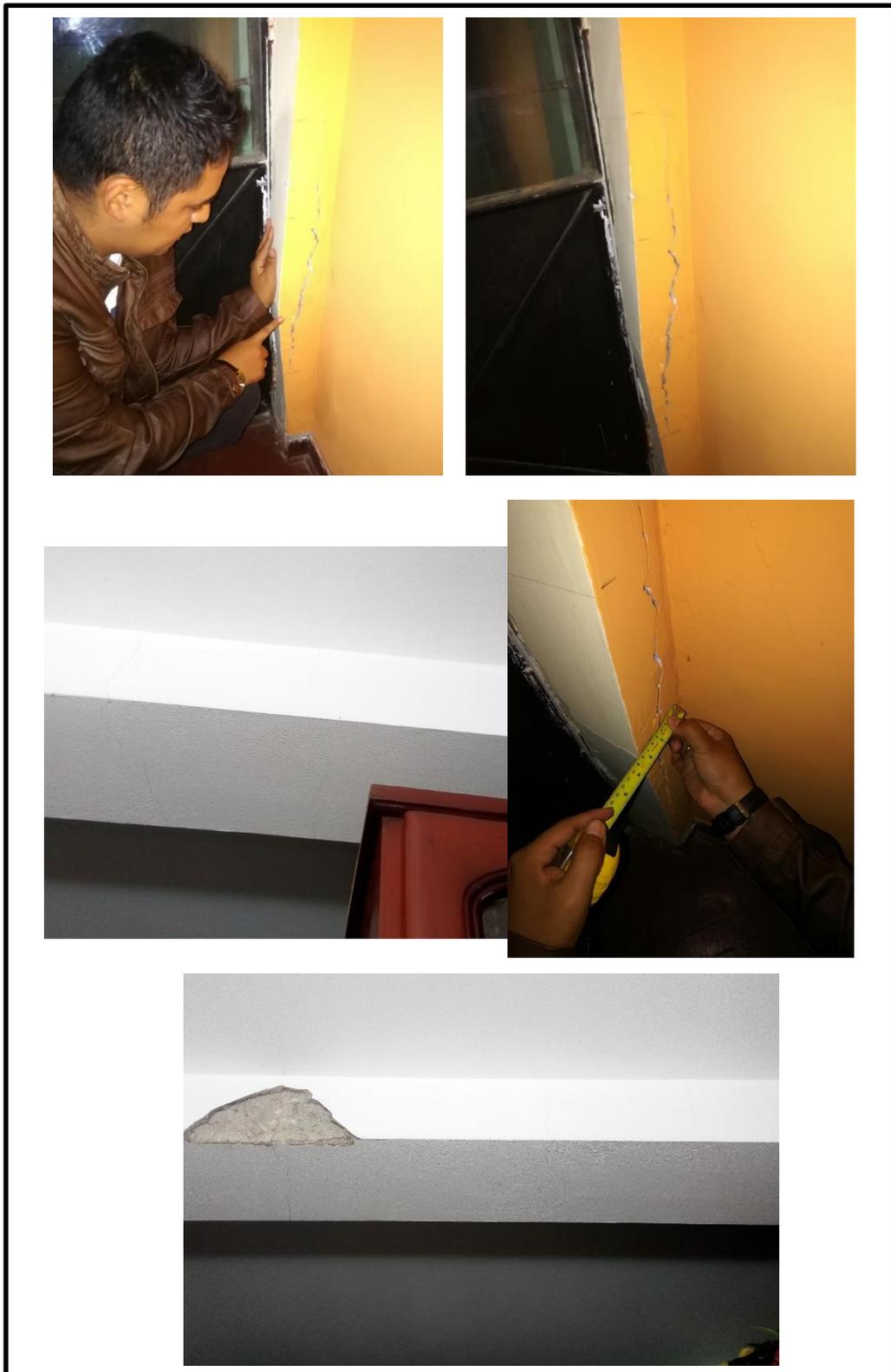
##### DAÑOS

Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	NO
Deflexión apreciable	NO
Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubri	SI
Cangrejeras	NO
Humedad	NO

#### Plano de distribución y fotografías:



**FOTOS**



## ANEXO N° 7. Desarrollo de Evaluación, inspección ocular tercera vivienda.

### FICHA DE REPORTE

#### Antecedentes:

Vivienda N° : 12

Propietario: ROSANA AVIGAELO ROBLES CHAVEZ  
 Ubicación: Asoc. de vivienda Los Gramadales Mz "H" Lote 10  
 Área: 109.00 m<sup>2</sup> Irregular  
 Planos de vivienda: No  
 Dirección técnica en la construcción: No, solo maestro de obra  
 Pisos construidos: 2  
 Antigüedad de la vivienda: 13 años  
 Sistema Estructural: Albañilería confinada  
 Columnas (inspección ocular): Dimensiones: 0.25x0.25m, 0.15x0.40m, 0.15x0.25m; aceros expuestos 4 de 1/2", 6 de 1/2".  
 Vigas (inspección ocular): Dimensiones: Todas las vigas son chatas de 25x20m, 40x20m H (vivienda)=2.65m.

#### DAÑOS VISIBLES

##### COLUMNAS

##### DAÑOS

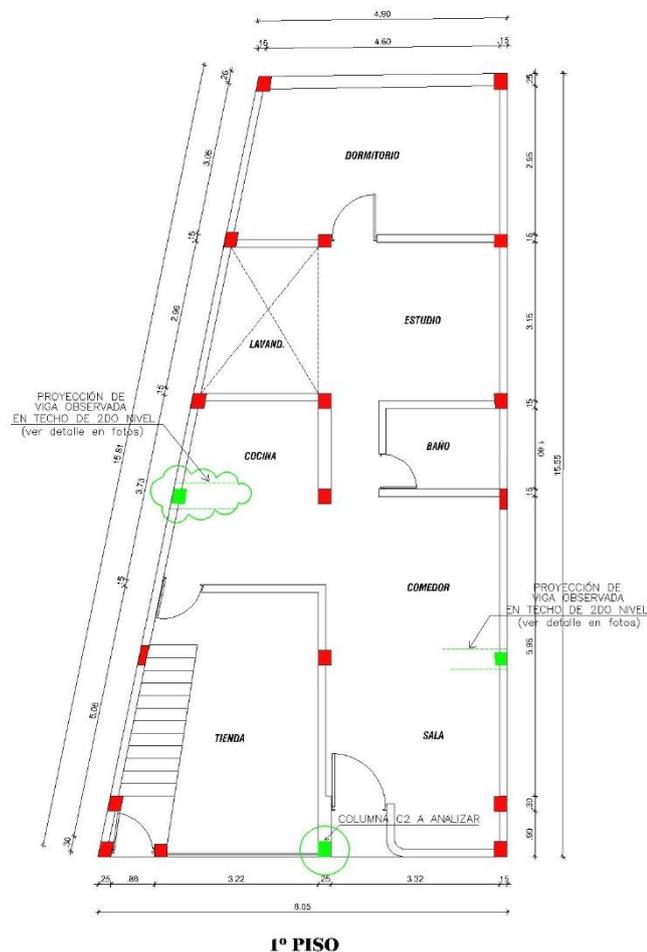
Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Pandeo apreciable	NO
Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o	SI
Cangrejeras	NO
Eflorescencia	SI

##### VIGAS

##### DAÑOS

Fisuras visibles	NO
Grietas en diagonal o vertical	NO
Deflexión apreciable	NO
Corrosión	SI
Desprendimientos de tarrajeo o recubri	SI
Cangrejeras	SI
Humedad	NO

#### Plano de distribución y fotografías:



**FOTOS**



## ANEXO N° 8. Desarrollo de Evaluación, inspección ocular cuarta vivienda.

### FICHA DE REPORTE

#### Antecedentes:

Vivienda N° : 26

Propietario: FLORA AZUCENA MORALES JIMENEZ  
Ubicación: Asoc. de vivienda Los Gramadales Mz "Y" Lote 6B  
Área: 110.62 m<sup>2</sup>  
Planos de vivienda: No  
Dirección técnica en la construcción: No, solo maestro de obra  
Pisos construidos: 1  
Antigüedad de la vivienda: 12 años  
Sistema Estructural: Albañilería confinada  
Columnas (inspección ocular Dimensiones: 0.25x0.25m, 0.15x0.25m, aceros expuestos 4 de 1/2".  
Vigas (inspección ocular) Dimensiones: longitudinales 0.25x0.40m, amarre 0.25x0.20m; H (altura)=2.50ml.

#### DAÑOS VISIBLES

##### COLUMNAS

##### DAÑOS

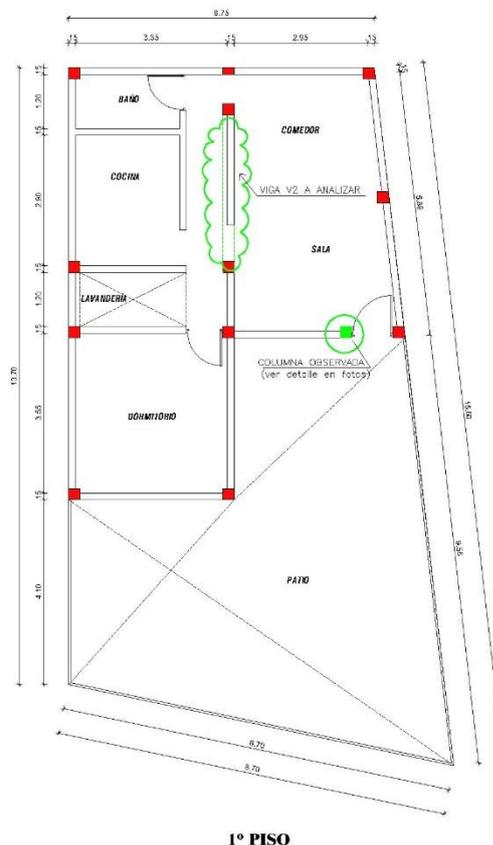
Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Pandeo apreciable	NO
Corrosión	SI
Desprendimientos de tarrajec	SI
Cangrejeras	SI
Eflorescencia	SI

##### VIGAS

##### DAÑOS

Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	NO
Deflexión apreciable	SI
Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubri	NO
Cangrejeras	NO
Humedad	SI

#### Plano de distribución y fotografías:



FOTOS



## ANEXO N° 9. Desarrollo de Evaluación, inspección ocular quinta vivienda.

### FICHA DE REPORTE

#### Antecedentes:

Vivienda N° : 33

Propietario: LORENZA REYNA CAYCHO  
 Ubicación: Asoc. de vivienda Los Gramadales Mz "T" Lote 4  
 Área: 170.00 Aprox.  
 Planos de vivienda: Si  
 Dirección técnica en la construcción: No, solo maestro de obra  
 Pisos construidos: 2  
 Antigüedad de la vivienda: 30 años  
 Sistema Estructural: Albañilería confinada  
 Columnas (inspección ocular): Dimensiones: 0.25x0.25m, 0.25x0.30m; aceros expuestos 4 de 1/2"  
 Vigas (inspección ocular): Dimensiones: longitudinales 0.25x0.40m, 0.30x0.45 y amarre 0.25x0.20m, H (vivienda)=2.60

#### DAÑOS VISIBLES

##### COLUMNAS

##### DAÑOS

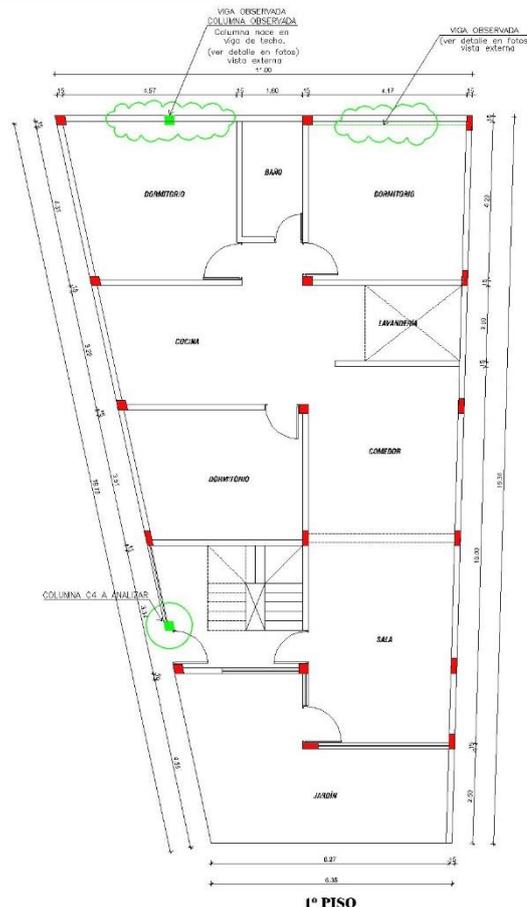
Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Pandeo apreciable	NO
Corrosión	SI
Desprendimientos de tarrajeo o	SI
Cangrejeras	NO
Eflorescencia	SI

##### VIGAS

##### DAÑOS

Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Deflexión apreciable	NO
Corrosión	SI
Desprendimientos de tarrajeo o recubri	SI
Cangrejeras	SI
Humedad	SI

#### Plano de distribución y fotografías:



FOTOS



**ANEXO N° 10.** Desarrollo de Evaluación, inspección ocular sexta vivienda.

**FICHA DE REPORTE**

**Antecedentes:**

Vivienda N° : 38

Propietario: MARCOS RAFAEL VALENCIA CCAYCURI  
 Ubicación: Asoc. de vivienda Los Gramadales Mz "Y" Lote 4 - Calle las Amapolas  
 Área: 152.52 m<sup>2</sup> (10.35x14.75)  
 Planos de vivienda: No  
 Dirección técnica en la construcción: No, solo maestro de obra  
 Pisos construidos: 1  
 Antigüedad de la vivienda: 20 años  
 Sistema Estructural Albañilería confinada  
 Columnas (inspección ocular) Dimensiones: 0.25x0.25m, 0.25x0.40m, aceros expuestos 4 de 1/2", 6 de 1/2".  
 Vigas (inspección ocular) Dimensiones: longitudinales 0.25x0.40m, amarre 0.25x0.20m; H (altura)=2.50m.

**DAÑOS VISIBLES**

**COLUMNAS**

**DAÑOS**

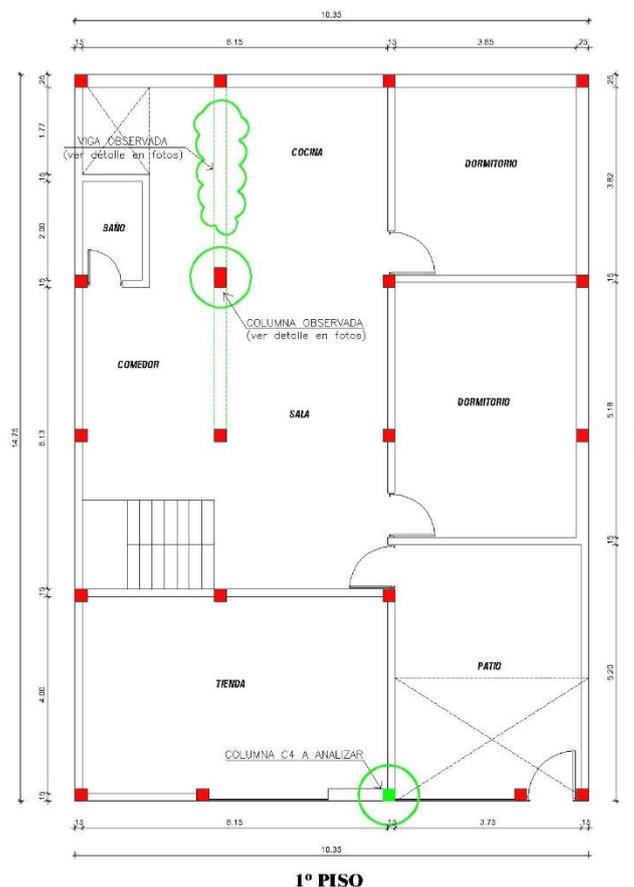
Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Pandeo apreciable	NO
Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo	SI
Cangrejeras	NO
Eflorescencia	SI

**VIGAS**

**DAÑOS**

Fisuras visibles	SI
Grietas en diagonal o vertical	SI
Deflexión apreciable	NO
Corrosión	NO
Desprendimientos de tarrajeo o recubri	SI
Cangrejeras	SI
Humedad	SI

**Plano de distribución y fotografías:**



FOTOS



## ANEXO N° 11. Matriz de consistencia

Título: Evaluación estructural de daños en vigas y columnas críticas en viviendas informales localizadas en la Asociación de Vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.					
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	MUESTRA	DISEÑO
<p><b>Pregunta general:</b></p> <p>¿En qué forma la evaluación estructural permite establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Realizar una evaluación estructural que permite establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El reconocimiento e identificación mediante una evaluación estructural permitirá establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p>	<p><b>Variable:</b></p>	<p><b>Población:</b></p> <p>La población de la investigación está constituida por 40 viviendas informales ubicadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p>	<p><b>Método:</b></p> <p>Encuesta</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>Cuestionario</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>Descriptivo</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>El diseño de la investigación es no experimental, pues durante el proceso de estudio no se manipuló la variable. Además, según su temporalización es transaccional</p>
<p><b>Preguntas específicas:</b></p> <p><b>P 1:</b> ¿En qué forma la evaluación permite establecer los daños en vigas y columnas críticas a través de un estudio sistemático estructural en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?</p> <p><b>P 2:</b> ¿En qué forma se podrá establecer las características reales del acero y concreto con la prueba experimental no destructiva de escaneo de refuerzo en vigas y columnas críticas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?</p> <p><b>P 3:</b> ¿En qué forma se podrá establecer las características mecánicas reales del concreto con la prueba experimental no destructiva de ensayo de esclerometría en vigas y columnas críticas de las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p><b>OE 1:</b> Realizar una evaluación estructural que permite establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p> <p><b>OE 2:</b> Establecer las características reales del acero y concreto con la prueba experimental no destructiva de escaneo de refuerzo en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p> <p><b>OE 3:</b> Establecer las características mecánicas reales del concreto con la prueba experimental no destructiva de ensayo de esclerometría en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p><b>HE 1:</b> Reconocer e identificar mediante una evaluación estructural que permite establecer los daños en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p> <p><b>HE 2:</b> La determinación de las características reales del acero y concreto con la prueba experimental no destructiva de escaneo de refuerzo en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p> <p><b>HE 3:</b> La determinación de las características mecánicas reales del concreto con la prueba experimental no destructiva de ensayo de esclerometría en vigas y columnas críticas en las viviendas informales localizadas en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p>	<p><b>Daños en vigas y columnas críticas</b></p>	<p><b>Muestra:</b></p> <p>Muestreo no probabilístico por conveniencia, tomando en cuenta los daños en columnas y vigas críticas, lo que nos indica que solo se han escogido a 7 del total de viviendas ubicados en la Asociación de vivienda los Gramadales I etapa del distrito de Puente Piedra.</p>	

