

**UNIVERSIDAD TECNÓLOGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**TESIS**

“Evaluación de la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas – Abancay, 2022”

Presentado por:

**BACH. GERMAN RUIZ RIOS**

Para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Abancay - Apurímac - Perú**

**2023**

## **Tesis**

“Evaluación de la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas - Abancay, 2022”

### **Línea de investigación:**

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

### **Asesor:**

Ing. Abbon Alex Vásquez Ramírez Ph. D



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES AUTOCONSTRUIDOS EN CENTRO POBLADO LAS AMÉRICAS - ABANCAY, 2022”**

Presentado por el Bach. **GERMAN RUIZ RIOS**, para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

Sustentado y aprobado el 15 de junio del 2023 ante el jurado:

**Presidente** : Mg. Fredy, Quispe Ferrel  
**Primer miembro** : ing. Holguer, Cayo Baca  
**Segundo miembro** : ing. Milson, Moran Moreno  
**Asesor** : Ph.D Abbon Alex, Vásquez Ramírez

# Evaluación de la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas – Abancay, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
5	Wei He, Zhishen Wu, Yoshiyuki Kojima, Toshihiro Asakura. "Failure Mechanism of Deformed Concrete Tunnels Subject to Diagonally Concentrated Loads", Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2009 Publicación	1%
6	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%

## **Dedicatoria**

Mi tesis se la dedico a Dios  
nuestro creador.

A mi padre Aquiles Ruiz Salcedo, a mi  
madre Ceferina Rios Bravo, hermanos y  
hermanas por motivarme en todo el momento,  
en transcurso de mi formación académica y ser  
gran profesional.

German Ruiz Rios

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios nuestro creador celestial por guiarme, el camino correcto, a mi padre Aquiles Ruiz Salcedo y a mi madre Ceferina Rios Bravo.

A mis hermanos, hermanas, docentes de la Universidad, compañeros y amiga por apoyo en absoluto que aportaron en mi tesis.

Así mismo agradecer a mi asesor de tesis Ph.D Abbon Alex Vásquez Ramírez por guiarme en todo el transcurso de la investigación.

German Ruiz Rios

## Índice de contenido

Portada.....	i
Post Portada .....	ii
Página de jurados.....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenido .....	vi
Índice de tablas.....	xiii
Índice de figuras .....	xviii
Acrónimos .....	xxii
Resumen .....	xxiii
Abstract .....	xxiv
Capítulo I.....	1
Planteamiento del problema .....	1
1.1    Realidad problemática.....	1
1.2    Planteamiento del problema .....	3
1.2.1    Formulación de problemas.....	3
1.2.2    Problema general.....	3

1.2.3	Problemas específicos.....	3
1.3	Justificación de la investigación.....	3
1.4	Objetivos de la investigación .....	4
1.4.1	Objetivo general .....	4
1.4.2	Objetivos específicos.....	4
1.5	Delimitación de la investigación.....	4
1.5.1	Espacial .....	4
1.5.2	Temporal .....	4
1.5.3	Social .....	4
1.5.4	Conceptual .....	5
1.6	Viabilidad de la investigación.....	5
1.7	Limitaciones .....	6
Capítulo II.....		7
Marco teórico .....		7
2.1	Antecedentes de la investigación .....	7
2.1.1	A nivel internacional.....	7
2.1.2	A nivel nacional .....	9
2.1.3	A nivel regional y local.....	11
2.2	Bases teóricas .....	12
2.2.1	Resistencia del concreto armado.....	12



2.2.1.1	Historia del concreto .....	12
2.2.1.2	Historia del concreto armado .....	12
2.2.1.3	Definición concreto .....	12
2.2.1.4	Concreto simple .....	13
2.2.1.5	Concreto armado .....	13
2.2.1.6	Cemento .....	13
2.2.1.6.1	Clasificación del cemento .....	13
2.2.1.6.2	Composición química del cemento .....	14
2.2.1.7	Agregados .....	15
2.2.1.7.1	Propiedades de los agregados .....	15
2.2.1.7.2	Clasificación de agregados .....	16
2.2.1.8	Propiedad del concreto fresco .....	16
2.2.1.9	Propiedad del concreto endurecido .....	17
2.2.1.10	Confiability del concreto en su resistencia .....	18
2.2.1.11	Vida útil de concreto.....	19
2.2.2	Métodos de ensayo de la resistencia de concreto.....	19
2.2.2.1	Ensayo no destructivo .....	19
2.2.2.2	Ensayo de dureza superficial esclerómetro (ASTM C 805) .....	20
2.2.2.3	Esclerómetro .....	20
2.2.2.3.1	Ventajas y desventajas del esclerómetro .....	20

2.2.2.3.2	Esclerómetro digital .....	21
2.2.2.3.3	Número de rebote (R, Q) .....	21
2.2.2.3.4	Campo de aplicación .....	22
2.2.2.3.5	Procedimiento .....	22
2.2.3	Características del proyecto .....	23
2.2.3.1	Ubicación .....	23
2.2.3.2	Clima .....	24
2.2.4	Descripción de la infraestructura .....	25
2.2.4.1	Sismicidad de la zona .....	25
2.2.4.2	Antecedentes sísmicos de la región Apurímac .....	27
2.2.4.3	Tipos y sistema constructivo .....	28
2.2.4.3.1	Categoría de la infraestructura .....	28
2.2.4.4	Sistema estructural .....	30
2.2.4.5	Categoría y sistema estructural según normativa .....	30
2.2.5	Investigación de campo .....	31
2.2.5.1	Trabajo en gabinete .....	31
2.2.5.2	Norma de la investigación .....	32
2.2.5.3	Trabajo de campo .....	32
2.3	Marco conceptual .....	35
Capítulo III	.....	38

Metodología .....	38
3.1 Hipótesis.....	38
3.1.1 Hipótesis general .....	38
3.1.2 Hipótesis específicos .....	38
3.2 Método .....	39
3.3 Tipo de investigación.....	39
3.4 Nivel o alcance de investigación .....	39
3.5 Diseño de investigación .....	39
3.6 Operacionalización de variables.....	41
3.7 Población, muestra.....	42
3.7.1 Población.....	42
3.7.2 Muestra.....	42
3.8 Técnicas e instrumentos .....	46
3.8.1 Técnicas .....	46
3.8.2 Instrumentos.....	46
3.9 Consideraciones éticas .....	47
3.10 Procedimiento estadístico.....	47
Capítulo IV .....	48
Resultados y discusión.....	48
4.1 Resultados .....	48

4.1.1	Presentación de resultados descriptivos de la resistencia a la compresión del concreto (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	49
4.1.2	Presentación de resultados descriptivos de resistencia a la flexión (módulo de rotura, MPa) .....	79
4.2	Discusión de resultados .....	120
4.3	Prueba de hipótesis.....	124
4.3.1	Hipótesis general .....	124
4.3.2	Hipótesis específico 1 .....	126
4.3.3	Hipótesis específico 2 .....	128
	Conclusiones .....	131
	Recomendaciones .....	132
	Bibliografía .....	133
	Anexos .....	137
	Anexo 1: Matriz de consistencia .....	138
	Anexo 2: Instrumento de recolección de información .....	139
	Anexo 3: Resultado base de datos de la edificación 1 Asociación Aviación – María Magdalena .....	141
	Anexo 4: Base de datos de la edificación 2 Urbanización San Cristóbal .....	150
	Anexo 5: Base de datos de la edificación 3 Urbanización San Javier .....	159
	Anexo 6: Base de datos de la edificación 4 Asociación Bella Paraíso .....	170

Anexo 7: Base de datos de la edificación 5 Urbanización Monseñor Isidro Salas .....	179
Anexo 8: Base de datos de la edificación 6 Urbanización José María Arguedas .....	186
Anexo 9: Base de datos de la edificación 7 Urbanización Bellavista Alta .....	189
Anexo 10: Base de datos de la edificación 8 Asociación San Francisco .....	196
Anexo 11: Evidencias .....	211

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructura.....	19
<b>Tabla 2.</b> Factores de zona "Z" .....	26
<b>Tabla 3.</b> Cuadró de sismos históricos en la región Apurímac (GORE) .....	27
<b>Tabla 4.</b> Categoría de las edificaciones.....	29
<b>Tabla 5.</b> Categoría y sistema estructural de las edificaciones .....	30
<b>Tabla 6.</b> Normatividad aplicada en trabajo de investigación .....	32
<b>Tabla 7.</b> Operacionalización de variables.....	41
<b>Tabla 8.</b> Nombres de la ubicación de Urbanización y Asociación del estudio .....	44
<b>Tabla 9.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría en edificación 1 - Columnas .....	49
<b>Tabla 10.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 1 - Vigas .....	50
<b>Tabla 11.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 1 .....	51
<b>Tabla 12.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría en edificación 2 - Columnas .....	53
<b>Tabla 13.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría en edificación 2 - Vigas .	54
<b>Tabla 14.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 2 .....	54
<b>Tabla 15.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 3 - Columnas	56
<b>Tabla 16.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 3 - Vigas .....	57
<b>Tabla 17.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 3 .....	58
<b>Tabla 18.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 4 - Columnas	60
<b>Tabla 19.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 4 - Vigas .....	61
<b>Tabla 20.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 4 .....	61

<b>Tabla 21.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 5 - Columnas	63
<b>Tabla 22.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 5 - Vigas .....	64
<b>Tabla 23.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 5 .....	65
<b>Tabla 24.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 6 - Columnas	67
<b>Tabla 25.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 6 - Vigas .....	68
<b>Tabla 26.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 6 .....	68
<b>Tabla 27.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 7- Columnas	70
<b>Tabla 28.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 7- Vigas .....	71
<b>Tabla 29.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 7 .....	72
<b>Tabla 30.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 8 - Columnas	74
<b>Tabla 31.</b> Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 8 - Vigas .....	75
<b>Tabla 32.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 8 .....	75
<b>Tabla 33.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación en general las 8 edificaciones.....	77
<b>Tabla 34.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1 – Columnas .....	80
<b>Tabla 35.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1 – Vigas.....	82
<b>Tabla 36.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1 .....	82
<b>Tabla 37.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 2 - Columnas.....	85
<b>Tabla 38.</b> Resultado: Módulo de Rotura y Elasticidad en edificación 2 - vigas .....	86

<b>Tabla 39.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 2 .....	87
<b>Tabla 40.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 3 - Columnas.....	89
<b>Tabla 41.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 3 - Vigas .....	91
<b>Tabla 42.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 3 .....	91
<b>Tabla 43.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Columnas.....	94
<b>Tabla 44.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Vigas .....	95
<b>Tabla 45.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 .....	96
<b>Tabla 46.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 5 - Columnas.....	99
<b>Tabla 47.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 5 - Vigas .....	100
<b>Tabla 48.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 5 .....	101
<b>Tabla 49.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 6 - Columna.....	103



<b>Tabla 50.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 6 - Viga .....	105
<b>Tabla 51.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 6 .....	105
<b>Tabla 52.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 7 - Columnas.....	108
<b>Tabla 53.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 7 - Vigas .....	109
<b>Tabla 54.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 7 .....	110
<b>Tabla 55.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 8 - Columnas.....	112
<b>Tabla 56.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 8 - Vigas .....	114
<b>Tabla 57.</b> Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 8 .....	114
<b>Tabla 58.</b> Porcentaje general de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificaciones .....	116
<b>Tabla 59.</b> Resultado general de edificaciones autoconstruidos, resistencia máxima alcanzado a la compresión más flexión tomado por el ensayo no destructivo.....	124
<b>Tabla 60.</b> Edificación 2 - Urbanización San Cristóbal resistencia máxima alcanzado (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	126

<b>Tabla 61.</b> Edificación 4 Asociación Bella Paraíso resistencia mínima alcansado (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	127
<b>Tabla 62.</b> Resultado: Resistencia máxima flexión (módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 2 - Columnas.....	128
<b>Tabla 63.</b> Resultado: Resistencia máxima módulo de Rotura y Elasticidad en edificación 2 - Vigas .....	128
<b>Tabla 64.</b> Resultado: Resistencia mínima a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Columnas.....	129
<b>Tabla 65.</b> Resultado: Resistencia mínima a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Vigas .....	130

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del proyecto.....	24
<b>Figura 2.</b> Caracterización climática del distrito de Abancay .....	25
<b>Figura 3.</b> Mapa Zonificación Sísmica .....	26
<b>Figura 4.</b> Componentes de Esclerometría .....	33
<b>Figura 5.</b> Equipo esclerómetro, digital PINZUAR PC 137A .....	34
<b>Figura 6.</b> En la imagen se observa un ejemplo de diseño de la investigación .....	40
<b>Figura 7.</b> Vista de ubicación del centro poblado Las Américas .....	45
<b>Figura 8.</b> Edificación 1 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión	49
<b>Figura 9.</b> Edificación 1 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	50
<b>Figura 10.</b> Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 1, Asociación Aviación - María Magdalena .....	51
<b>Figura 11.</b> Edificación 2 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión .....	52
<b>Figura 12.</b> Edificación 2 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	53
<b>Figura 13.</b> Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 2, Urbanización San Cristóbal .....	55
<b>Figura 14.</b> Edificación 3 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión .....	56
<b>Figura 15.</b> Edificación 3 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	57
<b>Figura 16.</b> Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 3, Urbanización San Javier .....	58

<b>Figura 17.</b> Edificación 4 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión .....	59
<b>Figura 18.</b> Edificación 4 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	60
<b>Figura 19.</b> Presentación porcentual de resistencia de concreto en edificación 4, Asociación Bella Paraíso .....	62
<b>Figura 20.</b> Edificación 5 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión .....	63
<b>Figura 21.</b> Edificación 5 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	64
<b>Figura 22.</b> Presentación porcentual de resistencia de concreto en edificación 5, Urbanización Monseñor Isidro Salas.....	65
<b>Figura 23.</b> Edificación 6 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión .....	66
<b>Figura 24.</b> Edificación 6 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	67
<b>Figura 25.</b> Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 6, Urbanización José María Arguedas .....	69
<b>Figura 26.</b> Edificación 7- Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión	70
<b>Figura 27.</b> Edificación 7 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	71
<b>Figura 28.</b> Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 7, Urbanización Bellavista Alta .....	72
<b>Figura 29.</b> Edificación 8 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión .....	73
<b>Figura 30.</b> Edificación 8 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión.....	74

<b>Figura 31.</b> Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 8, Asociación San Francisco.....	76
<b>Figura 32.</b> Representación porcentual de resistencia del concreto en 8 edificaciones en general .....	77
<b>Figura 33.</b> Edificación 1 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	79
<b>Figura 34.</b> Edificación 1 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	80
<b>Figura 35.</b> Edificación 1 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	81
<b>Figura 36.</b> Edificación 1 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	81
<b>Figura 37.</b> Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1 – Vigas.....	84
<b>Figura 38.</b> Edificación 2 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	84
<b>Figura 39.</b> Edificación 2 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	85
<b>Figura 40.</b> Edificación 2 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	86
<b>Figura 41.</b> Edificación 3 Columnas presentación gráfica de Módulo de Rotura .....	88
<b>Figura 42.</b> Edificación 3 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	89
<b>Figura 43.</b> Edificación 3 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	90
<b>Figura 44.</b> Edificación 3 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	90
<b>Figura 45.</b> Edificación 4 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	93
<b>Figura 46.</b> Edificación 4 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	93
<b>Figura 47.</b> Edificación 4 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	94
<b>Figura 48.</b> Edificación 4 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	95
<b>Figura 49.</b> Edificación 5 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	98
<b>Figura 50.</b> Edificación 5 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	98

<b>Figura 51.</b> Edificación 5 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	99
<b>Figura 52.</b> Edificación 5 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	100
<b>Figura 53.</b> Edificación 6 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	102
<b>Figura 54.</b> Edificación 6 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	103
<b>Figura 55.</b> Edificación 6 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	104
<b>Figura 56.</b> Edificación 6 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	104
<b>Figura 57.</b> Edificación 7 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	107
<b>Figura 58.</b> Edificación 7 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	107
<b>Figura 59.</b> Edificación 7 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	108
<b>Figura 60.</b> Edificación 7 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	109
<b>Figura 61.</b> Edificación 8 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura .....	111
<b>Figura 62.</b> Edificación 8 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad .....	112
<b>Figura 63.</b> Edificación 8 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura.....	113
<b>Figura 64.</b> Edificación 8 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad.....	113
<b>Figura 65.</b> Representación gráfica de porcentaje general de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en 8 edificaciones .....	117

## **Acrónimos**

RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones
NEC	: Normas Ecuatorianas de la Construcción
ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Society of Testing Materials
UNE	: Norma Española en Europa
NTP	: Norma Técnica Peruana
NTE	: Normas Técnicas de Edificación
EHE	: Instrucción de Hormigón Estructural
BAM	: Instituto Federal Alemán para la Investigación y el Ensayo de Materiales

## Resumen

En la presente tesis se ha evaluado las edificaciones autoconstruidas en centro poblado Las Américas del distrito de Abancay con el objetivo específico de determinar la resistencia a la compresión, flexión y elasticidad del concreto armado, con el resultado de resistencia a la compresión, se analizó la resistencia a flexión aplicando la NTE. E.060 del Capítulo 8 y 9 indicado, el Módulo de Elasticidad  $E_c = 4700\sqrt{f'c}$  y Módulo de Rotura  $f_r = 0.62\sqrt{f'c}$ . Utilizando el equipo de medición el esclerómetro, digital PINZUAR PC 137A. Se aplicó a 8 edificaciones autoconstruidas, al respecto se tomó la población de 590 cuadrículas en vigas y columnas, se determinó una edificación por urbanización y asociación del centro poblado Las Américas, con muestra de 58 cuadrículas conformado por elemento estructural (vigas y columnas), con 16 lecturas por cuadrícula llegando 928 rebotes esclerométricos, de tipo de investigación aplicada con enfoque cuantitativo.

La recolección de dato de campo fue, la ficha de observación para sintetizar a través de programas básicos como el Excel, Microsoft Word y Software de esclerómetro para descargar los datos almacenados.

Después de toda la información recogida de edificaciones autoconstruidas, se llega a una conclusión a través de ensayo no destructivo el esclerómetro, la prueba de resistencia alcanzado del concreto, no cumple las edificaciones con la Norma Técnica de Edificación E.060, donde se propone la alternativa de solución con valores de la edificación 2, siendo superior a  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la tesis.

**Palabras clave:** Ensayo no destructivo (esclerómetro), resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, edificación.



## Abstract

In the present thesis, the self-constructed buildings in the Las Américas populated center of the Abancay district have been evaluated with the specific objective of determining the resistance to compression, flexion and elasticity of the concrete, with the result of resistance to compression, the resistance was analyzed to bending applying the NTE. E.060 of Chapter 8 and 9 indicated, the Modulus of Elasticity  $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$  and Modulus of Rupture  $f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$ . Using the PINZUAR PC 137A digital sclerometer measuring equipment. It was applied to 8 self-built buildings, in this regard the population of 590 squares in beams and columns was taken, a building was determined by urbanization and association of the Las Américas populated center, with a sample of 58 squares made up of structural elements (beams and columns), with 16 readings per grid, reaching 928 sclerometric rebounds, of the type of applied research with a quantitative approach.

After all the information collected from self-constructed buildings, a conclusion is reached through the non-destructive test of the sclerometer, the resistance test reached of the reinforced concrete, the buildings do not comply with the Technical Building Standard E.060, where it is proposed the solution alternative with building 2 values, being higher than  $210 \text{ kg/cm}^2$  in the thesis.

**Keywords:** Non-destructive test (sclerometer), compressive strength, flexural strength, building

## Capítulo I

### Planteamiento del problema

#### 1.1 Realidad problemática

Según Llamccaya (2018): Las viviendas en el mundo son cada vez más importantes para el hombre. En país de América Latina en desarrollo presenta carencia las viviendas en diferentes lugares, aumenta la construcción informal. El sismo es el fenómeno que genera mayor destrucción en ciudades, no existe lugar en el mundo la contingencia que ocurra el sismo.

Así mismo CAPECO, indica que el 80 % las viviendas en el Perú son informales, y este valor sube al 90 % en los suburbios y ciudades pequeñas, también según los datos del censo de 2017 en la región Apurímac, existen 19,043 viviendas particulares, de los cuales es de interés saber el estado de las mismas.

Para Enríquez & Granda (2018): El Perú está ubicado en una zona tectónica de mayor sismicidad, siendo comprometidas por la placa de Nazca y Continental. Además, presenta cambios naturales que genera incertidumbre en cuanto a su exposición sobre posibles desastres, donde las familias peruanas deben ser conscientes y tomar la asesoría técnica en la construcción.

En efecto se requiere saber la resistencia y qué calidad tiene el concreto en las columnas y vigas existentes, y así proponer la solución frente a las futuras construcciones de las edificaciones, que estén en concordancia según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 y así garantizar la vida de las familias que ocupan en las edificaciones.

En centro poblado Las Américas de la ciudad de Abancay, las edificaciones autoconstruidas, las obras particulares, no tiene control a la resistencia del concreto, debido que es construido sin supervisión y orientación técnica de profesionales esto trae consigo problemas, Se ve constante el incremento de edificaciones que se construyen con materiales de baja calidad debido a escasa recurso económico, este proceso constructivo lleva de manera informal, esto no garantiza la vida útil de la edificación. También las vigas y columnas en una condición pésima, motivo probable de la mala dosificación de concreto y colocación, para ello es necesario el control de calidad del concreto para evitar los desastres futuros que puede darse frente al sismo.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 *Formulación de problemas***

#### **1.2.2 *Problema general***

¿Cuál es la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022?

#### **1.2.3 *Problemas específicos***

- 1) ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022?
- 2) ¿Cuál es la resistencia a la flexión del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022?

## **1.3 Justificación de la investigación**

La presente tesis se realiza con el propósito de contribuir con la información científica sobre la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas en la ciudad de Abancay.

La justificación científica; es importante saber qué tan confiable es la alternativa, la prueba de resistencia a la compresión y flexión en columnas y vigas con el equipo esclerómetro, para dar el uso fácil, siendo importante porque permite conocer su resistencia del concreto sin recurrir a ensayos destructivos.

Justificación social; la mayoría de las edificaciones construidas en el centro poblado Las Américas, desconocen la resistencia de concreto en la ejecución de obras, al respecto se busca evaluar la resistencia del concreto en columnas y vigas existentes, tomando el equipo de medida para llenar los datos del ensayo.

Justificación económica; es importante conocer que el sector de autoconstrucción de edificaciones, se incrementa a diaria, la situación con el tiempo genera perjuicios económicos a las familias, donde el costo de edificaciones autoconstruidos será mayor frente al perjuicio por sismo.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- 1) Determinar la resistencia a la compresión del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022
- 2) Determinar la resistencia a la flexión del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas – Abancay, 2022

## **1.5 Delimitación de la investigación**

### **1.5.1 Espacial**

Se delimita espacialmente en el centro poblado Las Américas, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac que corresponde para obtener los resultados pertinentes.

### **1.5.2 Temporal**

Corresponde, evaluación de edificaciones en el año 2022.

### **1.5.3 Social**

La delimitación social, no se aplica en este caso se va evaluar el concreto armado.

#### **1.5.4 Conceptual**

La investigación que se realizó, contempla de aspectos puntuales de evaluación a la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos. Los marcos teóricos fueron extraídos de repositorios digitales, fuentes primarias relacionados con el texto de Escuela Profesional de Ingeniería, Normas Técnicas Peruanas entre otros. Para evaluar el concreto se utilizó el equipo esclerómetro tomando lectura el rebote sobre el concreto en cuadrículas.

#### **1.6 Viabilidad de la investigación**

La evaluación del concreto, es factible porque existen investigaciones para determinar los resultados realizando el uso de fórmulas y ensayos. Por citar algunos, libros, Norma Técnica Peruanas como referencia.

La viabilidad tecnológica; es viable cuenta con el equipo de medida el esclerómetro para el ensayo en campo.

Social; es viable porque los propietarios de las edificaciones autoconstruidas nos permiten el ingreso al interior de su edificación para recolectar el ensayo correspondiente de la resistencia del concreto, así mismo, se tiene a disposición del laboratorio Conchipa. EIRL.

Económicamente es viable, pues el equipo que se usó fue manipulado por un experto para el ensayo en el lugar para determinar los resultados, si es económico al alcance del investigador el costo.

## **1.7 Limitaciones**

No se contó la disponibilidad de edificaciones para el acceso inmediatamente, se tenía que solicitar a los propietarios, de cuya edificación sea no tarrajado. También se limitó debido a que el laboratorio de la facultad no cuenta con todos los equipos posibles, para ensayos no destructivos del concreto en estado endurecido. Se solicitó a servicio de un laboratorio particular en la ciudad de Abancay. Donde ocasionó mayor costo la presente investigación y los datos estadísticos para viviendas autoconstruidas del centro poblado Las Américas no cuenta.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 A nivel internacional

Cedeño & Coello (2019), realizaron un estudio titulado *“Análisis de la resistencia de columnas de hormigón armado mediante método no destructivo, para la ampliación del edificio ministerio de niños tierra prometida”*, Universidad de Guayaquil, Ecuador. El objetivo de la investigación fue analizar columnas de concreto armado por el método no destructivo. Como muestra realiza el análisis en situ de 23 columnas, aplicó cálculos estadísticos obtenidos por los rebotes del esclerómetro, donde fueron efectuados en las 23 columnas para obtener un promedio de resistencia y ser comparados con norma NEC y ACI. El diseño del estudio fue alcance descriptivo y arribo a la siguiente conclusión, analizando un total de 23 columnas tomo por columna 6 rebotes para su cálculo respectivo en donde 16 columnas representan al 70% del total, según las normas NEC y ACI cumpliendo con la resistencia con la cual fue diseñado, mientras 7 columnas representan 30% de total no cumplen con la resistencia para la norma ACI



mientras 3 columnas no cumplen con la resistencia de norma NEC tampoco cumple con las especificaciones.

Naira & Palacios (2019), realizaron un estudio titulado *“Obtención de correlaciones para determinar la resistencia a la compresión y módulo de rotura del hormigón mediante ensayos esclerométricos”*, Universidad Central del Ecuador. El objetivo fue determinar la resistencia a compresión y módulo de rotura del hormigón mediante ensayos esclerométricos empleando modelos matemáticos y de predicción con un 90 % de confiabilidad en los resultados. El diseño de la investigación es experimental correlacional observacional la muestra de dicha investigación se elaboró a partir de 18 diseños de hormigón donde 108 cilindros y 36 vigas normalizadas, realizaron ensayos esclerométricos, de compresión y flexión. Llegando a una conclusión, ensayos no destructivos permite obtener la resistencia del hormigón sin afectar la integridad de edificaciones al emplear la evaluación de estructuras existentes, también que el martillo de rebote permite obtener una estimación de la resistencia del hormigón en sitio, determina la uniformidad del hormigón, delimita zonas de baja calidad.

Calle (2018), realizó un estudio titulado *“Evaluación correcta del hormigón mediante ensayos esclerométricos”*, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. El objetivo es evaluar la aplicación del ensayo no destructivo de esclerometría para la previsión de la resistencia a compresión del concreto.

Barreto & Ganzhi (2018), realizaron un estudio titulado *“Evaluación de columnas de hormigón armado mediante método no destructivo”*, Universidad de Cuenca, Ecuador. El objetivo de esta investigación fue analizar por el método no destructivos las

columnas en edificaciones. Donde se evalúa 4 unidades educativas para verificar la resistencia a la compresión, la carbonatación y comparar con norma correspondiente, conforma muestra de 170 con 16 rebotes en cada una. Llegando a una conclusión que el análisis realizado en campo con esclerómetro que la resistencia a la compresión de columnas varía de acuerdo a la intemperie y la humedad en el cual fue ensayada.

Ipiates (2015), realizó un estudio titulado “Guía de evaluación de estructuras de hormigón armado y procedimientos de ensayos no destructivos, previo a su intervención y reparación”, Universidad Internacional del Ecuador. El objetivo fue elaborar una guía de evaluación de estructuras de hormigón para los profesionales; así mismo para el organismo de ingeniería civil. Desarrolló con el método inductivo, experimental, cuantitativo donde le permitió realizar un estudio específico y determinar los más importantes de la encuesta. En conclusión, los problemas se enfocaron a la calidad del concreto aplicada, se determinó resistencias inaceptables menores al 85 % de la resistencia de diseño  $240 \text{ kg/cm}^2$ .

### **2.1.2 A nivel nacional**

Arévalo & Vásquez (2021), realizaron un estudio titulado “*Evaluación por el método no destructivo del concreto estructural de las viviendas de Puerto Casma, 2021*”, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. El objetivo fue evaluar el estado actual de columnas y vigas del concreto armado, con muestra representativa de 37 viviendas él estudio es descriptivo, de nivel cuantitativo, diseño comparativo. En conclusión, que la resistencia a la compresión de los elementos estructurales, no llega a la resistencia requerida (21MPa) en elementos estructurales.

Quispe (2019), realizó un estudio titulado *“Evaluación de la resistencia a compresión del concreto en edificaciones comunes de la ciudad de Puno 2018”*, Universidad Nacional de Altiplano, Puno, Perú. El objetivo de esta tesis fue conocer el estado actual del concreto en edificaciones comunes, realizado con esclerómetro, por ser de fácil muestreo y precisión considerable. Tomó las normas ASTM C805 y UNE-EN-12504-2 el uso del esclerómetro. El diseño que aplico es no experimental, transversal correlacional llegando a una conclusión los resultados muestran la precariedad en construcción de viviendas, concretamente la resistencia del concreto a esfuerzos de compresión, el 82.26 % del concreto vaciado en viviendas en la ciudad de Puno no supera a los 210 kg/cm<sup>2</sup> considerado según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Cuyate (2019), realizó un estudio titulado *“Evaluación de la resistencia en compresión del concreto usado en construcciones informales en la ciudad de Monsefú, Chiclayo”*, Universidad César vallejo, Chiclayo, Perú. El objetivo de esta tesis fue evaluar la resistencia del concreto en las construcciones informales y verificar los elementos estructurales si cumplen los parámetros estipulados en la norma. El diseño es tipo correlacional, cuantitativo se recolecto muestras en llenado de zapatas, cimentaciones, columnas y losas de diferentes sectores, la muestra corresponde a 13 viviendas. Concluye los resultados obtenidos fue alarmante por las construcciones ninguno llego a cumplir la resistencia mínima en la norma, llegando a una resistencia promedio de 139.09 kg/cm<sup>2</sup>, en probetas curadas por el método de aspersion directa.

Vélez (2019), realizó un estudio titulado *“Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclérometría”*, en la Universidad

Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. El objetivo de esta tesis fue determinar la resistencia del concreto. La muestra representativa es de un total de 323 probetas efectivas, el instrumento aplicado es esclerómetro, Máquina de ensayo Uniaxial y tamiz granulométrico. En conclusión, el método desarrollado es más confiable que el método tradicional con grado de confiabilidad mayor del 95 %.

Amat y León & Valero (2018), realizaron un estudio titulado *“Análisis comparativo y relación entre los métodos destructivos y no destructivos de la resistencia a compresión de concreto para la ciudad de Arequipa”*, en la Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. El objetivo fue realizar análisis comparativo experimental aplicable entre las resistencias obtenidas mediante método no destructivos y los métodos tradicionales. Muestra el diseño de mezcla en tres tipos de cemento tales como: cemento tipo I, tipo HE y tipo IP para cinco diferentes resistencias, 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup>, 280 kg/cm<sup>2</sup>, 350 kg/cm<sup>2</sup> y 420 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, que los resultados que presentan las tablas y figuras en esta tesis son aplicables para concretos de la ciudad de Arequipa en el campo de construcción, el ensayo no destructivo nos permite estimar aproximadamente la resistencia y la calidad del concreto in situ sin embargo los ensayos no destructivos no remplazan el ensayo destructivo de rotura de briqueta.

### **2.1.3 A nivel regional y local**

A nivel local, no se encontró la información sobre la evaluación del concreto armado con ensayo no destructivo.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Resistencia del concreto armado**

#### **2.2.1.1 Historia del concreto**

Instituto del concreto (2005) afirma lo siguiente. El concreto nace en la época de griego donde en la civilización los humanos vieron obtener su casa para ello utilizaron una mezcla de arcilla, cal y arena para el muro de estructura simple para la construcción.

La adición en la mezcla, piedra triturada, ladrillos rotos, da como origen como primer concreto en la historia, posteriormente fue por romanos siguiendo la idea de los griegos también en Latinoamérica quedo las muestras construidas por Mayas, Aztecas, Machu Pichu y otros se desarrolló con materia prima para estructuras importantes de ingeniería y tecnología del concreto, durante la civilización precolombina. (pp. 14-15)

#### **2.2.1.2 Historia del concreto armado**

Nistal, y otros (2012) enuncia así. Se sabe que la unión del concreto más el acero forman un concreto armado, nace en el año 50 del siglo XIX. En la década de imperio romano y renacimiento ellos utilizaron como recurso para reforzar la albañilería con grapas de bronce o hierro cuando la tracción era excesiva particularmente en bóvedas y arcos en forma de U en cara traccionada. Donde la primera vez se realizó las cajas de flores y jarrones para decoración de jardines por Monier, Francia 1850 y la segunda fue la barca de Lambot presentado en Paris 1855. (PP. 6-7)

#### **2.2.1.3 Definición concreto**

Abanto (2009) afirma. El concreto es la unión de cemento, agregados, aire y agua en cantidades adecuadas según diseño esencialmente para la resistencia.

El cemento al entrar en contacto con el agua y agregados reacciona químicamente, esto forman un material heterogéneo. (p. 11)

#### **2.2.1.4 Concreto simple**

Abanto (2009), Define así. Es la unión de cemento, agregados y agua. Lo cual el agregado grueso cumple de ser envuelto en su totalidad con la pasta del cemento, mientras el agregado fino es llenar los espacios de agregado grueso y ser cubierto con la misma pasta. (pp.12-13)

#### **2.2.1.5 Concreto armado**

Abanto (2019) afirma así. Es cuando el concreto simple lleva armaduras de acero para reforzar, que trabajan los dos materiales en conjunto, la armadura permite soportar a tracción e incrementa resistencia a la compresión del concreto. (p. 13)

#### **2.2.1.6 Cemento**

Quispe (2019), el cemento es el que une los materiales aglomerantes como también es más resaltante en mundo de la construcción.

Presentado por Joseph Aspdin en el año 1824 Inglaterra, a partir de esos años el cemento viene consolidando en la industria de la construcción, donde más de 800 millones de toneladas se produce al año. El cemento es un Clinker finamente molido, calcinado a temperatura elevado, que contiene cal, alúmina, fierro y sílice en una cantidad determinada. (p.26)

##### **2.2.1.6.1 Clasificación del cemento**

Abanto (2009), el cemento es fabricado en cinco tipos con propiedades normalizados en base de la norma ASTM, para el cemento portland (C 150) y se tiene.

**Tipo I:** Es para obras de concreto en general, también no se especifica el uso de otros cuatro tipos de cementos.

**Tipo II:** Es para obras de concreto en general, expuestas a sulfatos donde requiere calor moderado de hidratación.

**Tipo III:** Tiene una resistencia inicial alta, llegando en tres días la resistencia desarrollada en 28 días realizado con cemento tipo I y tipo II.

**Tipo IV:** Requiere bajo calor de hidratación

**Tipo V:** Requiere alta resistencia a acción de sulfatos, se aplica en obras de hidráulica expuesta a aguas con alto contenido de álcalis y aguas del mar.

#### **2.2.1.6.2 Composición química del cemento**

Se sabe que el cemento tiene una mezcla de diferentes compuestos, da resultado impráctico la representación como fórmula química. No obstante, pero se considera cuatro componentes que contribuyen más del 90 % el peso del cemento.

<b>Compuesto químico</b>	<b>abreviatura</b>
Silicato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )	$\text{C}_3 \text{S}$
Silicato dicálcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )	$\text{C}_2 \text{S}$
Aluminato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )	$\text{C}_3 \text{A}$
Aluminato ferrita tricálcica ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )	$\text{C}_4\text{AF}$

Estos componentes determinan el comportamiento en cemento, al momento de ser en estado plástico al pasar en endurecimiento después de la hidratación. (pp. 17-18)

### **2.2.1.7 Agregados**

Norma Técnica de Edificación (E.060) (2015), los agregados para concreto deben cumplir la NTP correspondientes. En cuanto no cumpla el requisito indicado en la NTP deberá ser utilizado siempre en cuanto demuestre el constructor, A través de ensayos, y por experiencias de obra, que producen concreto con la resistencia y durabilidad requeridas.

Para ello el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior de:

- a.  $\frac{1}{5}$  de la menor separación entre los lados del encofrado.
- b.  $\frac{1}{3}$  de la altura de la losa, de ser el caso.
- c.  $\frac{3}{4}$  del espaciamiento mínimo libre entre las barras, alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones.

El enunciado anterior se puede omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación de concreto se puede colocar sin vacío. (p.417)

#### **2.2.1.7.1 Propiedades de los agregados**

ASTM como cito Arévalo & Vásquez (2021), define lo siguiente:

Muestreo de agregado, el material proveniente, tiene de igual importancia que los ensayos realizados a los materiales pétreos, de obtener muestras de canteras y de yacimientos de origen natural con sus respectivas características tales como:

Contenido de humedad, gravedad específica de agregado grueso, gravedad específica de agregado fino, densidad de agregados pétreos, granulometría y especificaciones normalizadas de agregados. (p.10)



### **2.2.1.7.2 Clasificación de agregados**

Abanto (2009), en función de estado natural se clasifica en:

- ❖ Materiales finos
  - Arena fina
  - Arena gruesa
- ❖ Materiales gruesos
  - Grava
  - Piedra

### **2.2.1.8 Propiedad del concreto fresco**

- **Trabajabilidad**

Es tener facilidad y manejable el concreto en estado fresco para ser mezclado, colocado, sin segregación y exudación durante la operación.

No existe prueba hasta el momento, que permita cuantificar esta propiedad solo se le aprecia en ensayos de consistencia.

- **Segregación**

Presenta en propiedades del concreto fresco, disgregación del agregado grueso del mortero. Fenómeno perjudicial para el concreto, producido en el elemento llenado, bolsones de piedra, cangrejeras y otros.

- **Resistencia**

La resistencia no se prueba en estado plástico, la resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra.

- **Exudación**

Ascensos de una parte del agua de la mezcla sube hacia la superficie en consecuencia de sedimentación de sólidos, suele pasar en momentos después de que el concreto ha sido colocado en los encofrados.

- **Durabilidad**

El concreto debe ser capaz de soportar la resistencia a la intemperie, desgastes y a reacciones de productos químicos, pero la totalidad que ha sufrido el daño por la intemperie se puede atribuir en el ciclo de congelación y descongelación de la resistencia del concreto se pueden mejorar la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6 % de aire, aplicando un revestimiento a la superficie.

- **Impermeabilidad**

Se mejora reduciendo la cantidad del agua según el diseño de mezcla con mejor control, donde la abundancia de agua deja vacíos después de la evaporación, el agua traspasa por el concreto con mucha facilidad. (pp.23-58)

### **2.2.1.9 Propiedad del concreto endurecido**

Pasquel (1998), define de la siguiente manera.

- **Elasticidad**

La elasticidad es la capacidad de deformarse bajo la carga del concreto sin necesidad de tener deformación permanente, el concreto no es elástico tampoco tiene un comportamiento lineal en ningún tramo del diagrama de carga versus deformación en compresión. Un módulo de elasticidad estático es una recta tangente a la inicial del diagrama también se puede decir que es una recta secante que une el origen del diagrama regularmente es 1 % de la tensión última.

- **Resistencia**

Tiende a ser la capacidad de soportar una carga determinada por unidad de área, las cargas y esfuerzos lo cual tiene la mayor resistencia en la compresión que la tracción, respecto a sus propiedades adherentes de la pasta del cemento. Un factor de suma importancia es el curado del concreto un proceso complemento de hidratación para llegar a una resistencia adecuada del concreto. Estos normalmente llegan a una resistencia a compresión normal de 100 a 400 kg/cm<sup>2</sup>, sin aditivos se ha obtenido resistencias sobre los 700 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Extensibilidad**

Esta propiedad se deforma sin agrietarse, determina en función de la deformación unitaria máxima que puede tomar el concreto sin ocurrencias a fisuración. Dependerá a la elasticidad y del flujo plástico, considerado por el cambio que tiene el concreto bajo la carga, la microfisuración normalmente es de 60 % del esfuerzo última, en deformación unitaria es 0.0012, y en condiciones normales es de 0.003 la deformación unitaria. (pp. 142-145)

#### **2.2.1.10 Confiabilidad del concreto en su resistencia**

Ruiz (2011), afirma los instrumentos que recolectan datos deben ser resumidos en dos, la validez y confiabilidad.

Validez aplica para determinar el contraste de indicadores que miden las variables. Mientras confiabilidad en un instrumento que mide cuando permite determinar el mismo, quiere decir sale el mismo resultado. (pp.182-183)

### 2.2.1.11 Vida útil de concreto

Badilla (2014), menciona para la norma EHE-08 denominado “Instituto de Hormigón Estructural” determina o define lo siguiente: Toma en consideración la seguridad y funcionalidad estructural, la seguridad en caso de incendio e higiene, salud y protección del medio ambiente.

Se detalla en la siguiente tabla 1.

**Tabla 1.**

*Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructura*

Tipo de estructura	Vida útil (años)
Estructura de carácter temporal	3-10
Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías)	10-25
Edificios o instalaciones agrícolas o industriales y obras marítimas	15-50
Edificios de viviendas u oficinas, puentes u obras de paso de longitud total inferior a 10 metros y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas ) de repercusión económica bajo o media.	50
Edificios de carácter monumental o de importancia especial.	100
Puentes de longitud total igual o superior a 10 metros y otras estructuras de ingeniería civil.	100

**Nota.** Fuente: Badilla (2014).

## 2.2.2 Métodos de ensayo de la resistencia de concreto

### 2.2.2.1 Ensayo no destructivo

Vélez (2019), afirma que ensayo no destructivo es el que no daña al concreto en estudio, pero el método nuevo establece como daño a la superficie del concreto. Existen distintos métodos de ensayo no destructivo para el concreto, cada uno de ellos depende del parámetro que se desee controlar entre estos métodos se tiene.

- ❖ Ensayo de velocidad de pulso ultrasónico
- ❖ Ensayo con esclerómetro
- ❖ Ensayo de resistencia a penetración
- ❖ Prueba de ruptura
- ❖ Prueba de cargas
- ❖ Método de madurez (pp.22-23)

### **2.2.2.2 Ensayo de dureza superficial esclerómetro (ASTM C 805)**

Vélez (2019), afirma que este ensayo mide la resistencia superficial empleando el martillo de Schmidt, el resultado se realiza desde el momento que toma el contacto sobre la superficie del concreto en choque y dando un valor de resistencia superficial.

La determinación de dicho estudio del ensayo de dureza superficial es necesario para saber la calidad del concreto en diferentes partes de la edificación. Para ello para poder medir se tiene tres tipos de esclerómetros: El martillo Schmidt, analógico y digital.

### **2.2.2.3 Esclerómetro**

Borja (2018), afirma el esclerómetro es un equipo de medición, que lleva un resorte de carga, esto si se libera impacta sobre un embolo de acero y en contacto a la superficie del concreto endurecido. Mayormente el esclerómetro sirve para determinar la resistencia a la compresión del concreto endurecido, también para su evaluación uniformidad in situ, por recomendación de fábrica se calibra cada vez cuando llega a 2000 impactos. (p.16)

#### **2.2.2.3.1 Ventajas y desventajas del esclerómetro**

Quispe (2019), señala respecto de.

### **Ventaja**

- Ensayo no destructivo
- No es costoso
- Es de uso fácil para su determinación de gran cantidad

### **Desventaja**

- No tener una superficie lisa para determinar
- Operador del equipo
- Factores que influyen al ensayar

#### **2.2.2.3.2 Esclerómetro digital**

Borja (2018), define el esclerómetro digital tiene la misma función a la de convencional, es incorporado por una pantalla digital y muestra directamente el valor o resultado. Elimina valores erráticos, muestra la desviación estándar y corrige directamente la dirección del impacto donde traduce directamente el valor medio de R a las unidades de resistencia ( $\text{kg/cm}^2$ ).

Tiene la ventaja el esclerómetro digital.

- Denominado el valor (Q) se aprecia directamente en la pantalla con presión de 0.5 unidades, esto elimina el error de aproximación de ábacos impresos del esclerómetro manual.
- Almacena los datos de varios ensayos y resumirlos con estadísticas descriptivas.

#### **2.2.2.3.3 Número de rebote (R, Q)**

Borja (2018), define R, Q es valor adimensional que relaciona la dureza superficial del concreto con su resistencia a la compresión. Los valores se toman

midiendo la rapidez de impacto antes y después de rebote, por otro lado, el esclerómetro digital el valor R ya no es necesario corregirlo en función al ángulo de inclinación.

#### **2.2.2.3.4 Campo de aplicación**

NTP 339.181 (2013), afirma lo siguiente.

1. La NTP 339.181 es para evaluar la uniformidad del concreto, para detectar zonas de áreas de concreto deteriorado de una estructura y estimar el desarrollo de la resistencia in situ.
2. Este método de ensayo estima la resistencia debido a una correlación entre esfuerzos y número de rebote. Proporciona indicadores de la resistencia del concreto en relación a diferentes lugares de elemento de estructuras.
3. Los números de rebote generalmente son afectados por factores tales como el contenido de humedad, el tipo de acabado y condición de encofrado de materiales. Estos factores requieren de una interpretación de resultados de ensayos.
4. Utilizar martillos diferentes en transcurso de ensayo puede dar resultados diferentes números rebotes de 1 a 3 unidades, se debe aplicar el mismo equipo con fin de tomar un resultado fiable.
5. Sin embargo, esto método no se utiliza como base para aceptación o rechazo del concreto. (pp. 2-3)

#### **2.2.2.3.5 Procedimiento**

NTP 339.181 (2013), el equipo deberá ser sostenido firmemente sobre la superficie del ensayo para que el embolo se forme en perpendicular. Someter una

fuerza gradual al equipo hacia la superficie de ensayo hasta obtener el impacto, leer y registrar el número de rebote en la escala así sucesivamente para los 16 puntos de impacto por ensayo y estarán separado por más de a 2.5 cm. (p.6)

### **2.2.3 Características del proyecto**

#### **2.2.3.1 Ubicación**

Se ubica en la región de Apurímac en la zona centro sur del Perú, tiene una superficie de 20896 Km<sup>2</sup>, limita Norte y Este con región Cusco, Sur con Arequipa y al Oeste con Ayacucho, formado por siete provincias.

Región : Apurímac

Provincia : Abancay

Distrito : Abancay

Abancay es la provincia capital de la región Apurímac. Limita hacia el Norte con región Cusco, por Este región Cusco y provincia Cotabambas, Por Sur provincia Grau y Aymaraes, por Oeste la provincia Aymaraes y Andahuaylas.

El área del proyecto conforma el centro poblado Las Américas del distrito y provincia de Abancay ubicado en las coordenadas.

Altitud : 2244 msnm

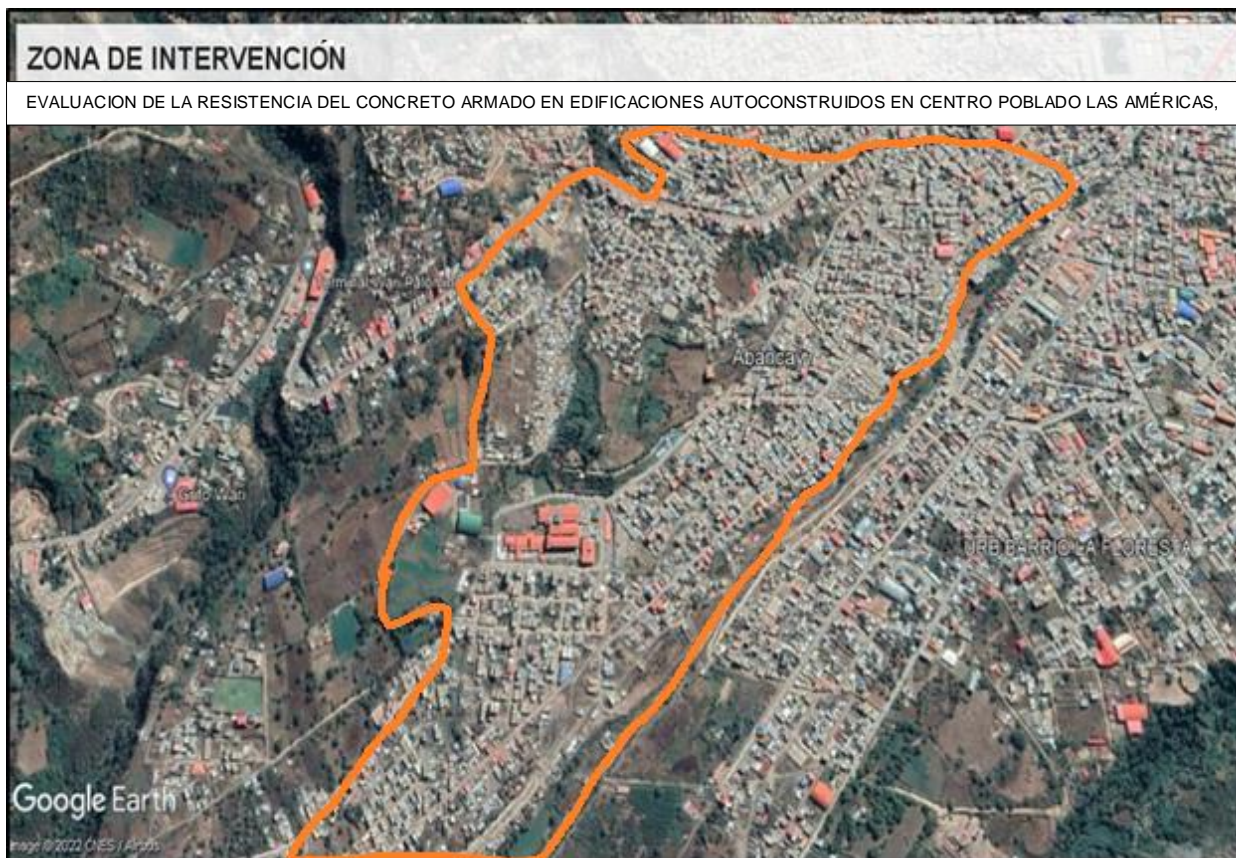
Latitud : 13°38'31.02"

Longitud : 72°53'47.72"



## Figura 1.

Ubicación geográfica del proyecto



**Fuente:** Google Earth

### 2.2.3.2 Clima

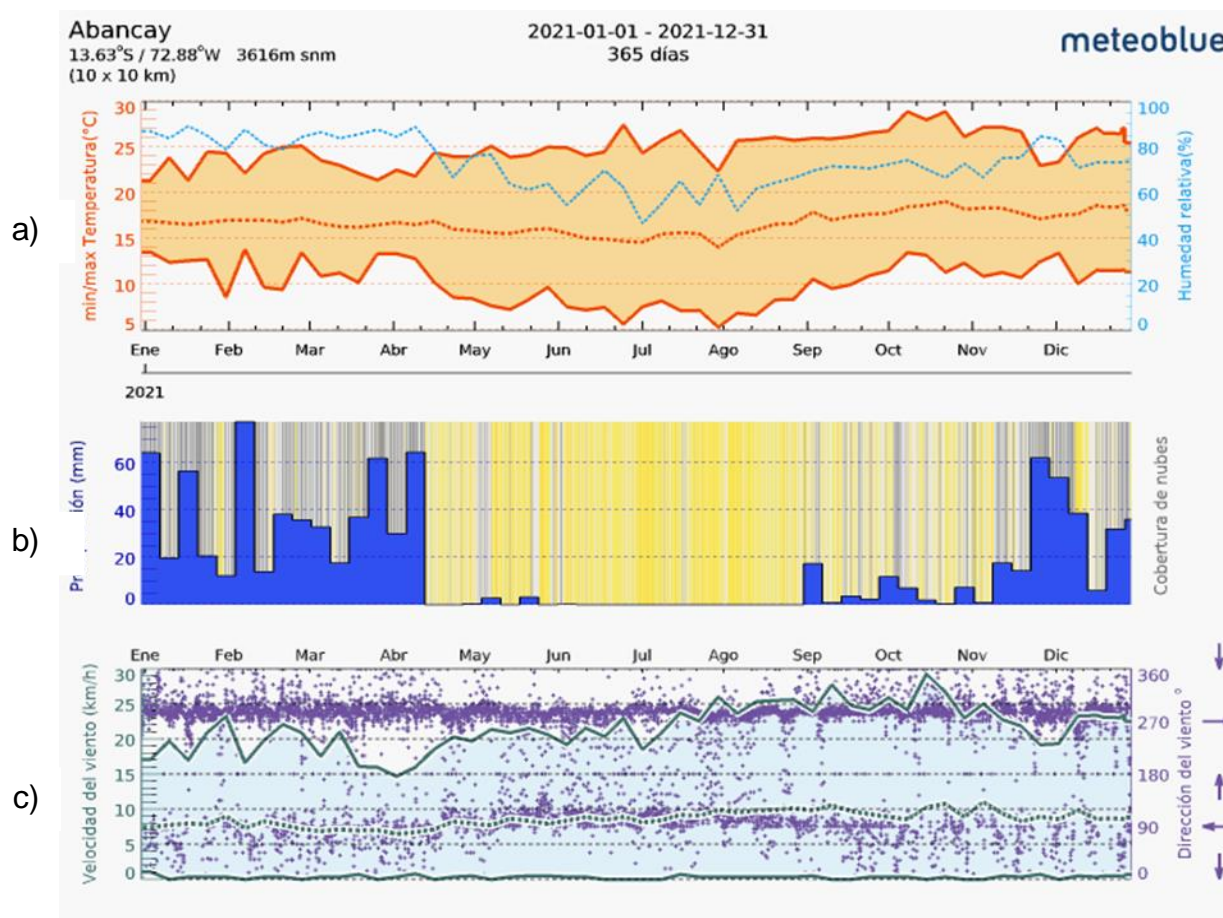
Tiene un clima suave, cálido y templado. En los meses de invierno en la ciudad Abancay hay mucha lluvia. Y se considera Cwb según la clasificación climática de Koppen – Geiger. Acude a una temperatura media anual  $16.7^{\circ}\text{C}$ , con precipitación promedio 685 mm.

En mes de junio tiene una precipitación más baja, llegando un promedio de 7 mm, y 139 mm la caída media en febrero donde tiene mayor precipitación del año.

La temperatura media de  $18.6^{\circ}\text{C}$ , en mes de octubre donde hace mayor calor durante el año. Hace frío en el mes de junio llegando a una temperatura media  $15.7^{\circ}$ .

Figura 2.

Caracterización climática del distrito de Abancay



Fuente: Meteobue, 2021.

**Nota:** a) min/máx. Temperatura (C°) b) Precipitación (mm) c) Velocidad del viento (km/h)

## 2.2.4 Descripción de la infraestructura

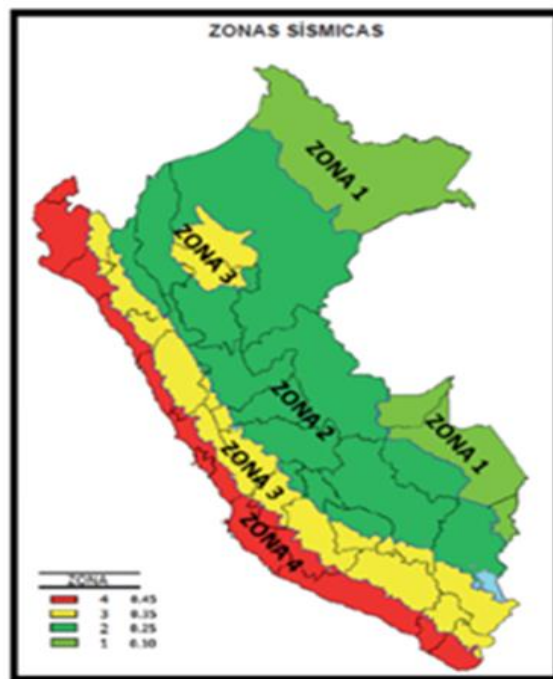
### 2.2.4.1 Sismicidad de la zona

El Perú considerado de gran actividad sísmica que está conformado por el cinturón de fuego del pacifico, existe también de algunas zonas más sísmicas que el Perú. Ello es considerado como un fenómeno que afecta a la geodinámica interna e indirectamente a la externa de la subdivisión de placa Nazca bajo la placa Sudamérica.

La ciudad de Abancay corresponde a la Zona 2 según la Zonificación Sísmica.

**Figura 3.**

Mapa Zonificación Sísmica



**Fuente:** RNE E.030-2016

Donde las zonas son asignadas por un factor Z en la tabla 2 siguiente. El factor interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10 % de excedido en 50 años. Este factor Z expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

**Tabla 2.**

*Factores de zona "Z"*

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

**Fuente:** RNE E.030 – 2016.

El distrito de Abancay se encuentra en la zona 2, cuyo factor de zona “Z” es de valor 0.25.

### 2.2.4.2 Antecedentes sísmicos de la región Apurímac

El distrito Chalhuanca está a una altura de 2900 msnm a 110 km al Sur Oeste de Abancay y se ubica en coordenadas geográficas. Latitud Sur 14°17'40”, Latitud Oeste 73°14'64”, donde se recopilan los datos reportados por Instituto Geodésico del Perú en el siguiente cuadro y se muestra.

**Tabla 3.**

*Cuadro de sismos históricos en la región Apurímac (GORE)*

LUGAR	DAÑOS Y ÁREA AFECTADA	FECHA	INTENSIDAD
Aymaraes	Terremoto en el pueblo de Santa Catalina provincia de Aymaraes y poblaciones aledañas.	1739-03-24	
Huancarama	Terremoto destruye el pueblo de Huancarama al Oeste de Abancay.	1847-01-01	
Andahuaylas	Terremoto ocasionado en Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.	1862-04-13	
Cotabambas	Sismo de regular intensidad con destrucción de algunas viviendas y daños materiales.	1870-07-10	
Abancay	Fuerte sismo en Abancay a las 21:30 produciendo averías en muchas edificaciones con 27 réplicas hasta 06 a.m. del día siguiente, fue percibido en forma notoria en Curahuasi.	1875-12-05	
Abancay	Terremoto ocasionado en Huamán marca, al SW de Abancay, cuyo pueblo quedó desolado a consecuencia de este fenómeno.	1905-01-20	
Aymaraes	Violento sismo en la provincia de Aymaraes, puente Huayquipa, Sañayca, con daños en Colcabamba, Amoray, murieron más de 150 personas con réplicas en Chalhuanca, Abancay con daños de las construcciones.	1913-11-04	
Abancay	Sismo de gran intensidad con extensos daños	1925-01-05	VI MM
Aymaraes	Terremoto que afectó las viviendas de comunidades en toda la zona	1964-07-01	(5.3) MM
Chalhuanca	Sismo de proporciones con consecuencias en toda la zona.	1965-12-19	(5.1) MM
Chuquibambilla	Fuerte temblor sentido en la población y alrededores.	1969-06-12	(5.2) MM
Aymaraes	Sismo destructor en Soraya, Moscco, Sañayca, Toraya: Ubicados al margen izquierdo del río Pachachaca. Los deslizamientos destruyeron diversos tramos en las carreteras de Abancay Chalhuanca.	1971-10-14	
Cotaruse	Sismo de regular intensidad con afectación de construcciones.	1994-06-16	(4.4) MM
Antabamba	Sismo de 6.2 en la escala de Richter con daños materiales en construcciones de viviendas.	2001-08-08	

**Fuente:** Zamalloa & Medina (2019).

### **2.2.4.3 Tipos y sistema constructivo**

Las edificaciones a evaluar fueron construidas con un sistema estructural apropiado, en un proceso constructivo se usó concreto y acero.

#### **2.2.4.3.1 Categoría de la infraestructura**

La infraestructura se clasifica de acuerdo las categorías indicadas en la NTE E.030.

**Tabla 4.***Categoría de las edificaciones*

<b>CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FACTOR U</b>
<b>A</b> <b>Edificaciones esenciales</b>	<p>A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p> <p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Establecimientos de Salud no comprendidos en la categoría A1</li> <li>– Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales Municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>– Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y Policía.</li> <li>– Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>– Instituciones Educativas, Institutos Superiores Tecnológicos y Universidades.</li> <li>– Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósito de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>– Edificios que almacenan archivos e información esencial del estado.</li> </ul>	<p>Ver nota 1</p> <p>1,5</p>
<b>B</b> <b>Edificaciones Importantes</b>	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guarden patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el establecimiento.</p>	1,3
<b>C</b> <b>Edificaciones Comunes</b>	Edificaciones comunes tales como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no cree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
<b>D</b> <b>Edificaciones Temporales</b>	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

**Fuente:** RNE E.030

Por lo cual la vivienda en evaluación se encuentra dentro de **categoría C**, por ser viviendas multifamiliares.

#### 2.2.4.4 Sistema estructural

El sistema estructural de la infraestructura en evaluación corresponde al sistema aporticado de concreto armado de elementos estructurales denominado columnas y vigas conectadas a través de nudos que forman pórticos.

#### 2.2.4.5 Categoría y sistema estructural según normativa

Según NTE E.030, la categoría y zona se emplea el sistema estructural en la tabla a continuación.

**Tabla 5.**

*Categoría y sistema estructural de las edificaciones*

CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la edificación	Zona	Sistema estructural
A1	4 y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras con acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: sistema dual, muros de concreto armado. Albañilería armado o confinado
A2(**)	4,3 y 2	Estructuras con acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: sistema dual, muros de concreto armado. Albañilería armado o confinado.
	1	Cualquier sistema.
B	4,3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF Y EBF. Estructuras de concreto: pórticos, sistema dual, muros de concreto armado. Albañilería armada o confinada Estructura de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4,3,2 y 1	Cualquier sistema.

**Fuente:** RNE E.030

(\*) Para edificaciones con cobertura liviana se podrá usar cualquier sistema estructural.

(\*\*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se puede usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.



Siendo de esta manera que la infraestructura al ser de categoría A2 y está en la zona sísmica 2, NO cumple con la normativa vigente al contar por el sistema aporticado.

### **2.2.5 Investigación de campo**

#### **2.2.5.1 Trabajo en gabinete**

Se han realizado los trabajos de gabinete, para lo cual se ha elaborado en proceso los datos tomando en cuenta las siguientes normativas.

Reglamento Nacional de Construcción E-050 de suelos y cimentaciones, E-030 Diseño Sismo – Resistente, E-020 de Cargas, E-060 Concreto Armado y la Norma ASTM C805.

Ensayo que permite determinar la resistencia de elementos estructurales de concreto a partir del número de rebote del esclerómetro en el concreto endurecido, pero tener en cuenta que este método no destructivo no sea como base de aceptación o rechazo del concreto.



### 2.2.5.2 Norma de la investigación

**Tabla 6.**

*Normatividad aplicada en trabajo de investigación*

Normatividad	Descripción	Requerimiento mínimo de muestra de viviendas	Resistencia alcanzada máxima según parámetro $f'c = 210\text{kg/cm}^2$
Norma E-060	Concreto armado (edificaciones autoconstruidos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>La norma indica que la resistencia a la compresión mínima deberá ser <math>f'c = 175\text{kg/cm}^2</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La norma indica que los elementos estructurales, así como vigas y columnas no debe ser menor a la resistencia de concreto <math>f'c = 210\text{ kg/cm}^2</math> para que cumpla con el parámetro.</li> <li>Se utilizará el cálculo de Módulo de Rotura y Módulo de Elasticidad de acuerdo a la norma E.060 del concreto armado utilizando las expresiones indicadas en el capítulo 8 y 9 de la NTE, ahora la fórmula de Módulo de Elasticidad (MPa) <math>E_c = 4700\sqrt{f'c}</math> y la fórmula Módulo de Rotura <math>f_r = 0.62\sqrt{f'c}</math> para obtener el resultado de resistencia a la flexión.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Requerimiento para prueba de significancia en edificaciones N.T.E. (Norma E.060)

### 2.2.5.3 Trabajo de campo

Se hizo el reconocimiento de las estructuras para finalmente adecuar los puntos de muestra para evaluar la estructura de las edificaciones en centro poblado Las Américas, por lo cual se utilizó el esclerómetro.

Las muestras de los elementos estructurales contribuyen al proyecto que permite determinar sus propiedades del sistema estructural, la evaluación a través de

puntos de exploración permite inferir en la estructura original, recabar los datos representativos del estudio de zona que nos permitirá plantear estudio técnico.

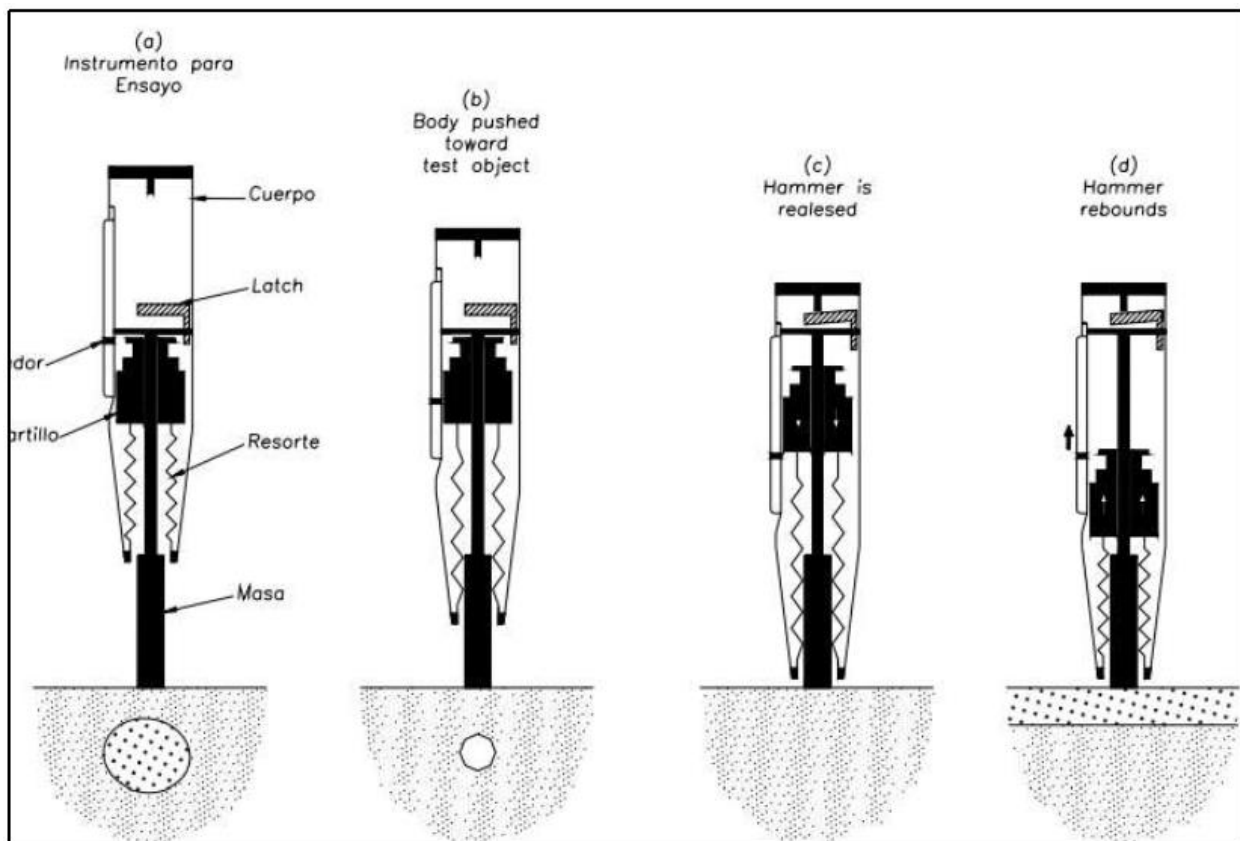
Para el ensayo esclerómetro toma en consideración que el elemento estructural deberá ser no menor de 100 mm de espesor y el área de la prueba no menor de 150 mm de diámetro.

En el ensayo se utilizó el martillo de rebote, ello determina la resistencia superficial del concreto.

Esta prueba de martillo se realiza en superficie plana y lisa como se aprecia.

#### Figura 4.

*Componentes de Esclerometría*



Fuente: Google

Los parámetros de la resistencia calculado fueron obtenidos del software propio del equipo por lo cual no se ha utilizado ábacos se aplica el índice de rebote del martillo suizo, porque el equipo utilizado fue digital.

**Dónde:**

Rm : Numero de rebote promedio corregido por el Software

Fcu : Resistencia a compresión en MPa

f'c : Resistencia a compresión alcanzada en kg/cm<sup>2</sup>

**Figura 5.**

*Equipo esclerómetro, digital PINZUAR PC 137A*



**Fuente:** Google

### 2.3 Marco conceptual

- **Flujo plástico:** Sánchez (2013), se origina en pasta de cemento endurecida que consiste en un gel sólido de cemento que presentan numerosos poros capilares; el gel de cemento se compone de láminas separados por el agua absorbida. (p.4)
- **Módulo de elasticidad:** Chero & Rodríguez (2021), es parámetros que regula el comportamiento de materiales elástico, en función de la dirección que aplica una fuerza. También conocido como módulo de Young. (p.32)
- **Elasticidad:** Chero & Rodríguez (2021), por lo general, se considera la capacidad del concreto de deformarse bajo la carga, sin tener deformación permanente, el concreto no es considerado como material elástico, porque no posee el comportamiento lineal visual en un diagrama de carga versus deformación durante la compresión, más lo contrario es una recta tangente a la parte inicial del diagrama con una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido en un porcentaje de la tensión última. (p.31)
- **Adherencia:** Rojas (2021), resistencia que desliza entre el concreto y varillas acero, se expresa en unidad  $\text{kg/cm}^2$ , el logro de evitar los deslizamientos entre las varillas de refuerzo y concreto de gran importancia que se tiene en concreto armado. Se dice que forman una adherencia química cuando los dos materiales se unen y conforman una sustancia, la adherencia mecánica es cuando ocasiona penetración y endurecimiento del cemento interiormente los poros de materiales que une. (p.55)

- **Resistencia a la compresión:** (INSTRON,2018), citado por Cedeño & Coello (2019), es esfuerzo máximo que soporta un material cuando está sometido a carga de aplastamiento. Se calcula el valor de la resistencia a la compresión dividiendo carga máxima sobre el área transversal original de una probeta en ensayo. (p.25)
- **Autoconstrucción:** Alfaro (2006), no aparece definido en lenguaje castellana, pero en idioma inglesa es Self-housing 1 patentado por Edward Allen y Jhon F.  
Es construir una edificación, a la posibilidad **y** necesidad de los usuarios que puede trabajar sin considerar la asistencia técnica. (p.1)
- **Resistencia mínima:** RNE E.060 (2015), dado que la resistencia para concreto simple con fines estructurales medida a los 28 días será no menor de 14 MPa. Para la fabricación del concreto deberá cumplir los requisitos de NTE junto a la exigencia en la dosificación de materiales y ensayos correspondientes tales como probetas cilíndricas, encofrados, colocación, curado, evaluación y aceptación del concreto fabricado. (p.496)
- **Resistencia a la tracción del concreto:** Ottazzi (2011), denominado tracción por flexión del concreto, de magnitud variable también la resistencia a la tracción ( $f_t$ ) varía entre 8 y 15 por ciento de la resistencia en compresión ( $f'_c$ ). La resistencia a la tracción en concreto es importante porque al corte del concreto, la adherencia entre la unión del concreto y acero, la fisuración por retracción y temperatura, tiene que ver mucho con ello. (p.19-20)

- **Cuadrícula:** Una cuadrícula es un conjunto de cuadrados de medidas regulares, los denominados cuadrículas son una recta de líneas horizontales y verticales espaciadas a uniforme. Se registran cada impacto de número de rebote por cada escala, las líneas serán separados a una distancia entre 2.5 cm.



**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** La figura representa cuadrícula ensayada en edificación

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1 Hipótesis**

##### **3.1.1 *Hipótesis general***

La resistencia del concreto armado alcanzado por número de rebote en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022 es inferior a  $210 \text{ kg/cm}^2$

##### **3.1.2 *Hipótesis específicos***

- 1) La resistencia a la compresión alcanzado por número de rebote del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022 es inferior a  $210 \text{ kg/cm}^2$
- 2) La resistencia a la flexión alcanzado por número de rebote del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022 es inferior a  $210 \text{ kg/cm}^2$

### 3.2 Método

En este estudio se aplicó enfoque cuantitativo porque está muy concerniente, ya que parte de una identificación del problema. Según Ñaupá, Mejía Novoa y Villagómez (2014) el enfoque cuantitativo se identifica por utilizar métodos y técnicas, tiene que ver con la medición, la observación y muestra.

### 3.3 Tipo de investigación

**Aplicada:** Este estudio resuelve aplicando el equipo esclerómetro, para describir de qué modo o porque causa produce Paz, (2014, p.11). porque se evaluará la resistencia del concreto en vigas y columnas a través la lectura de número del rebote, tomando en cuenta 16 lecturas en concreto por cuadrícula en edificaciones autoconstruidas.

### 3.4 Nivel o alcance de investigación

**Explicativo:** Tiene para explicar más allá en la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relación entre conceptos; se puede decir, está dirigido a responder las causas de eventos y fenómenos físicos, sobre todo se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en que se relacionan dos o más variables Sampieri, (2014, p.95). se explicará la resistencia del concreto armado de columnas y vigas tomados.

### 3.5 Diseño de investigación

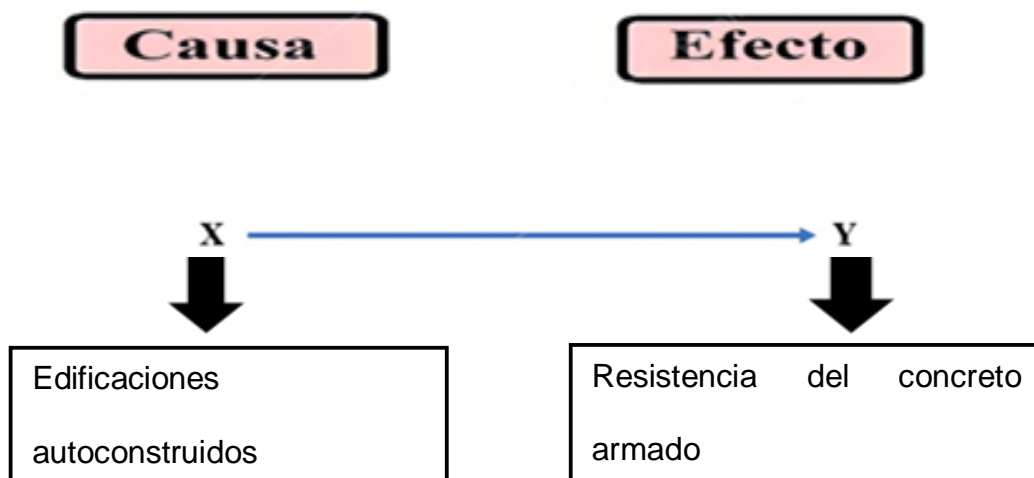
**No experimental:** Sampieri (2003), el diseño es dividido tomando en cuenta el tiempo durante la recolección de datos, tal como. Diseño transversal, esto recolecta datos en un solo momento, en tiempo único, con propósito de describir las variables y su ocurrencia de interrelación dado, la variable independiente (causa) es manipulado,



variable dependiente (efecto) es medida (Sampieri,2014), porque evaluaremos la resistencia del concreto en edificaciones autoconstruidas en el centro poblado Las Américas, con equipo ensayo No destructivo aplicado el esclerómetro por lectura del número de rebote para así determinar dicho resultado.

### Figura 6.

*En la imagen se observa un ejemplo de diseño de la investigación*



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6 Operacionalización de variables

**Tabla 7.**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumento
<b>Independiente</b> Edificaciones autoconstruidos	Arévalo & Vásquez, fundamenta el análisis de estructuras por método no destructivo analizando la resistencia a la compresión del concreto en columnas y vigas, midiendo las lecturas en cuadrículas con el equipo de medición "esclerómetro"	Para determinar la resistencia a compresión, módulo de rotura y elasticidad del concreto armado $f'c =$ $kg/cm^2$ , en edificaciones autoconstruidos (2002 a 2021), en la ciudad Abancay.	Ensayo No destructivo	Lectura del número de rebotes sobre el concreto	Adimensional (R)	Instrumento de medición esclerómetro – REBOUND HAMMER DE Esclerometría, digital PINZUAR PC 137A
<b>Dependiente</b> Resistencia del concreto armado	Pasquel (1998), describe la resistencia del concreto, debe tener en cuenta de soportar las cargas y esfuerzos, donde tiene un mejor comportamiento a compresión que de tracción. Denominado así el concreto armado porque lleva armadura de acero como refuerzo y está diseñado bajo la hipótesis de dos materiales que conjuntamente trabajan.	De acuerdo a los estudios anteriores determinaremos los aportes para la investigación aportando a la variable dependiente; los estudios de resistencia a la compresión del concreto en columnas y vigas $f'c =$ $kg/cm^2$ .  Calcula el módulo de rotura y elasticidad de concreto en columnas y vigas $f'c = kg/cm^2$ , donde determinara la evaluación empleando el esclerómetro en las edificaciones autoconstruidos para obtener los datos de resultado de resistencia según parámetro asignado, en la ciudad de Abancay.	Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia según parámetro 210 $kg/cm^2$ por año de construcción	$kg/cm^2$	Ficha técnica del método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido esclerómetro Normas ASTM C 805, MTC E-725 y NTP 339.181
			Resistencia a la flexión (módulo de rotura) y elasticidad	Resistencia según parámetro 21 MPa por año de construcción	MPa	Ficha técnica para el cálculo de módulo de rotura y elasticidad norma E.060 concreto armado. Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) $f_r = 0.62\sqrt{f'c}$ , Módulo de Elasticidad MPa $E_c = 4700\sqrt{f'c}$

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.7 Población, muestra

#### 3.7.1 Población

Población es conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Sampieri, 2018, p.198), la unidad mínima población se tiene 8 edificaciones autoconstruidos. Del 2002 al 2021, tratándose de ensayo. Se tomará en cuenta como población 590 cuadrículas en vigas y columnas, tomando a la elección la fórmula finita para la muestra por cuadrículas, con 16 lecturas por cuadrícula en número del rebote con el equipo de medida el esclerómetro donde accederán 9440 lecturas totales.

#### 3.7.2 Muestra

Forma parte de subconjunto de elementos que pertenecen al conjunto definido en sus características denominado población (H. Sampieri, citado por Balestrini 2001).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot \sigma^2} \dots\dots\dots 1$$

En donde:

N: Tamaño de la población a prueba

Z: Confiabilidad con el que va trabajar el 95 % valor estándar de Z = 1.96

n: Muestra

E: Error al 5 % valor E = 0.05

$\sigma$ : Delta =1.2

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \sigma^2}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

$$n = \frac{590(1.96)^2 \cdot (1.2)^2}{590(0.05)^2 + (1.96)^2 \cdot (1.2)^2}$$

$$n = \frac{590(3.8416) \cdot (1.44)}{590(0.0025) + (3.8416) \cdot (1.44)}$$

$$n = \frac{(2266.8544) \cdot (1.44)}{1.475 + 5.531904}$$

$$n = \frac{3263.82336}{7.006904}$$

$$n = 465.580$$

$$n = 466 \text{ total}$$

### La cantidad de cuadrícula a analizar

$$n = \frac{\text{número de cuadrícula total}}{\text{número de edificación total}} \dots\dots\dots \mathbf{2}$$

$$n = \frac{466}{8}$$

$$n = 58$$

Tomando como muestra 58 cuadrículas de ensayos no destructivos en vigas y columnas con 16 lecturas por cuadrícula el número de rebote, midiendo con esclerómetro se obtuvo un total 928 disparos, en 8 edificaciones de 2 niveles a más.

### Muestra y toma de datos del elemento resistentes en la edificación

Se presentan las cantidades números de puntos por ambiente para el desarrollo del estudio de evaluación estructural por ensayo No destructivo (por esclerometría) de las viviendas multifamiliares.

**Tabla 8.**

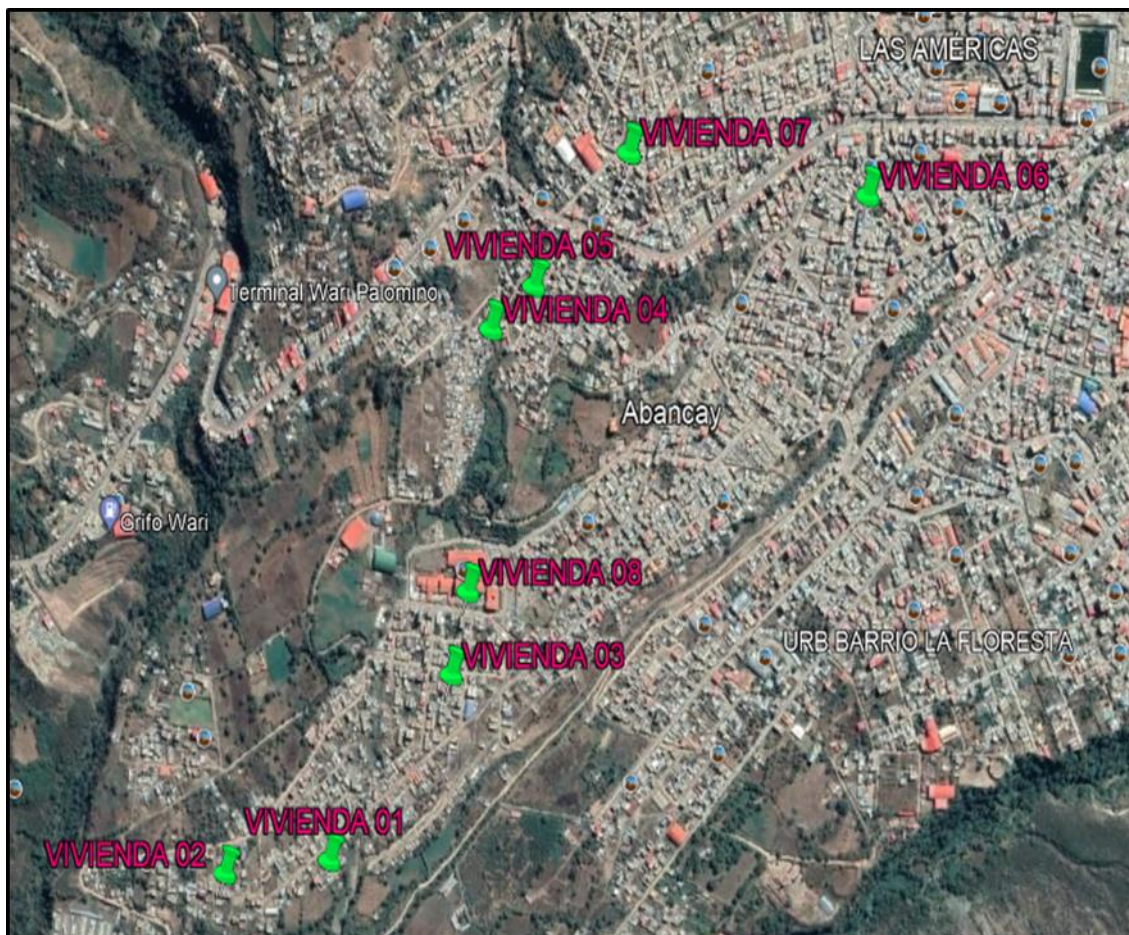
*Nombres de la ubicación de Urbanización y Asociación del estudio*

<b>Edificaciones autoconstruidos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Columnas de concreto</b>	<b>Vigas de concreto</b>	<b>Nro. De ensayos</b>
1	Asociación Aviación – María Magdalena	4	4	8
2	Urbanización San Cristóbal	4	4	8
3	Urbanización San Javier	6	4	10
4	Asociación Bella Paraíso	4	4	8
5	Urbanización Monseñor Isidro Salas	4	2	6
6	Urbanización José María Arguedas	1	1	2
7	Urbanización Bellavista Alta	3	3	6
8	Asociación San Francisco	5	5	10
			<b>Total</b>	<b>58</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7.**

*Vista de ubicación del centro poblado Las Américas*



**Fuente:** Elaboración propia del Google en Google Earth

El concreto deberá ser por lo menos 100 mm de espesor y fijos dentro de la estructura, evitar áreas que exhiben vacíos entre el agregado grueso, la porosidad, la superficie no debe estar tarrajado. El área de ensayo tiene que tener por lo menos de 150 mm de diámetro.

### **3.8 Técnicas e instrumentos**

#### **3.8.1 Técnicas**

**Recolección de datos:** Es prolectivo cuando la obtención de dicha información realiza simultáneamente con ocurrencia de ensayo. (Talavera, 2011, p.55), esta investigación es no experimental, por que hará la recolección de datos durante el empleo de los ensayos no destructivo la resistencia a la compresión en vigas y columnas.

La técnica que se aplicó es observación directa, para ver las propiedades del concreto endurecido (resistencia a compresión, resistencia a flexión (Módulo de Rotura), Elasticidad) y dar resultado del ensayo no experimental.

#### **3.8.2 Instrumentos**

**Ensayo no destructivo:** son pruebas estadísticas para evaluar resistencia a compresión usando el esclerómetro un ensayo No destructivo mide la dureza superficial del concreto que determina rápido y sencillo para verificar la uniformidad del concreto con 16 lecturas de número de rebote, esto estima la resistencia de concreto armado. La hipótesis propone que los grupos difieren entre sí de manera significativa, la hipótesis nula plantea que los grupos no difieren significativamente, la comparación se hace sobre una variable. Es razón que motiva la creación de los grupos puede ser concebida variable dependiente, pero se tiene que tener el experimento que lo sustente, apoyado en el Software Excel, fichas técnicas (Sampieri,2018, p.353). Se aplica la técnica de procesamientos de datos, porque cuenta con las características necesarias para poder aplicar dicha técnica. Se utilizó los siguientes instrumentos:

- Ficha técnica para determinar el número de rebote sobre el concreto endurecido (Esclerómetro), de acuerdo Normas ASTM C805, MTC-725 y NTP 339.181
- Ficha técnica para el cálculo de Módulo de Rotura y Elasticidad norma E.060 concreto armado. Resistencia a flexión (Módulo de Rotura)  $f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$ , Módulo de Elasticidad MPa  $E_c = 4700\sqrt{f'_c}$

### **3.9 Consideraciones éticas**

El principal objetivo es velar por la integridad y el bienestar de los investigadores, a fin de proteger y no vulnerar su derecho de autor de este estudio.

### **3.10 Procedimiento estadístico**

El proceso del estudio de la investigación es la comparación que se hace sobre una variable dependiente, y así teniendo un experimento que lo sustente, apoyándonos en el software Excel (Sampieri, 2018, p.353). Aplicaremos la técnica de procesamiento de datos, tomando como muestra 58 cuadrículas de ensayo no destructivo en vigas y columnas con 16 lecturas por cuadrícula en número del rebote con el equipo de medición esclerómetro.



## **Capítulo IV**

### **Resultados y discusión**

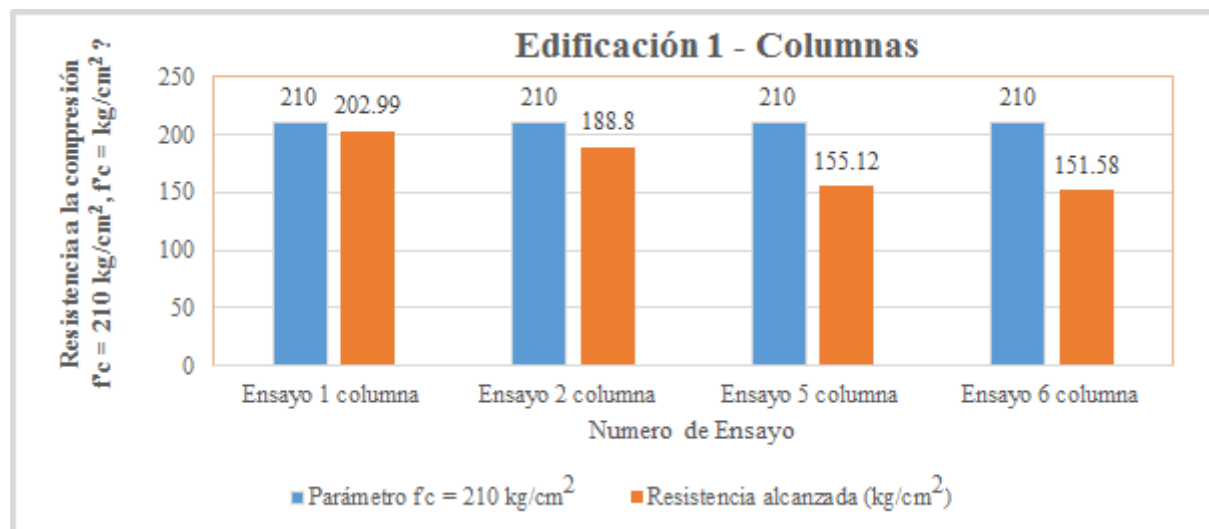
#### **4.1 Resultados**

El resultado obtenido de ensayo no destructivo de las diferentes edificaciones autoconstruidos, se presenta una edificación por asociación y urbanización que forman 8 edificaciones totales, donde el número de ensayo es correlativo por nivel de edificaciones en columnas y vigas.

#### 4.1.1 Presentación de resultados descriptivos de la resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

Figura 8.

Edificación 1 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

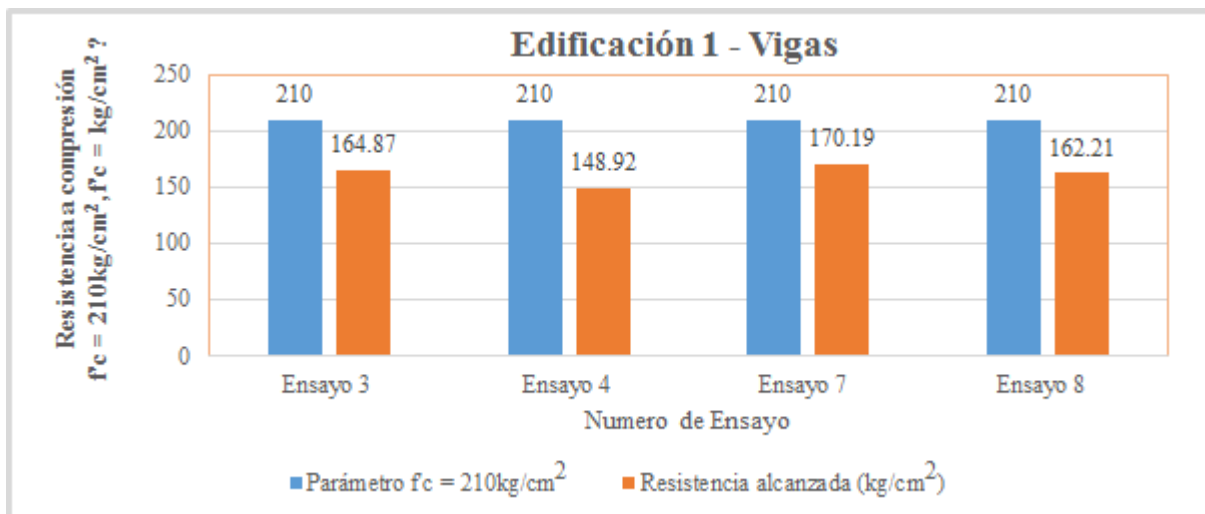
Resultado de ensayo a compresión esclerometría en edificación 1 - Columnas

Edificación 1 Asociación Aviación – María Magdalena Columnas					Condición de ensayo	de
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia alcanzada (kg/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	5	210	202.99	0°	horizontal
Ensayo 2	1	5	210	188.8	0°	horizontal
Ensayo 5	2	5	210	155.12	0°	horizontal
Ensayo 6	2	5	210	151.58	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.**

Edificación 1 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.**

Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 1 - Vigas

Edificación 1 Asociación Aviación – María Magdalena						
Descripción	Vigas			Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Condición de ensayo	
	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 3	1	5	210	164.87	0°	Horizontal
Ensayo 4	1	5	210	148.92	0°	Horizontal
Ensayo 7	2	5	210	170.19	0°	Horizontal
Ensayo 8	2	5	210	162.21	0°	Horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.**

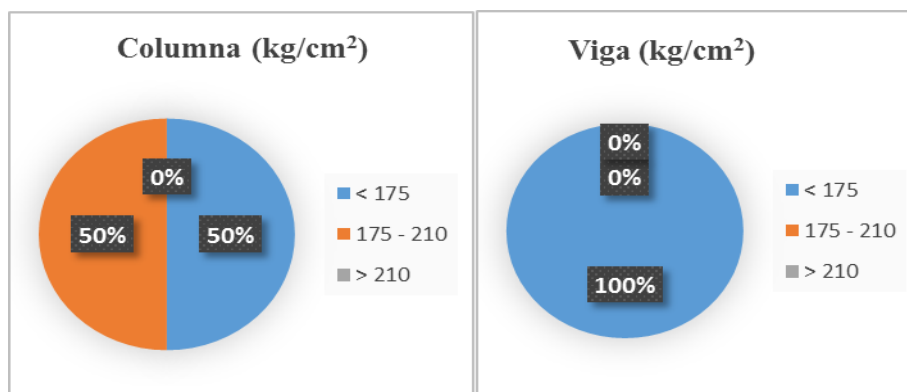
*Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 1*

Edificación 1 Asociación Aviación – María Magdalena					
Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Viga	%
< 175	2	50 %	< 175	4	100 %
175 - 210	2	50 %	175 - 210	0	0 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	4	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 10.**

*Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 1, Asociación Aviación - María Magdalena*



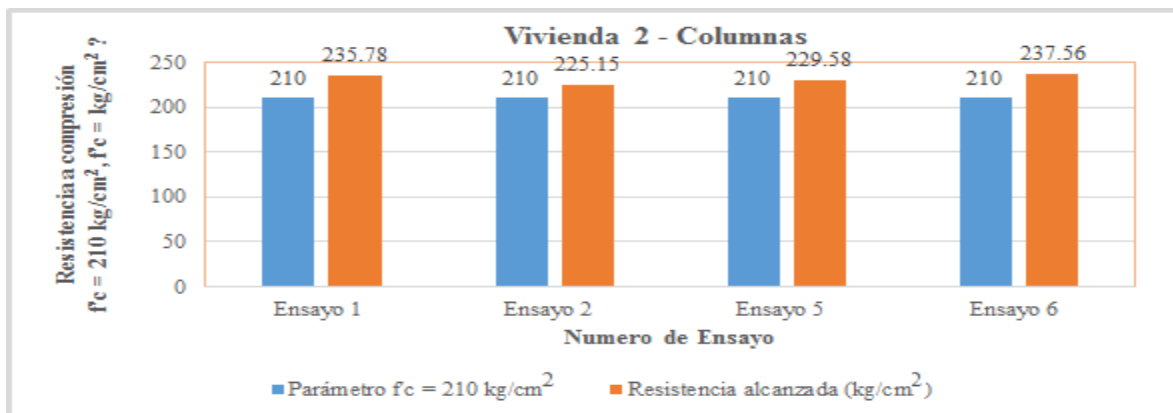
**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 10 muestra la edificación 1, Asociación Aviación María Magdalena con edad del concreto 5 años presenta porcentualmente las columnas, el 50 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 columnas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 50 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 columnas se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 0 % representa resultados mayores de

resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 100 % de 64 lecturas esclerométricas de 4 vigas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

**Figura 11.**

*Edificación 2 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12.**

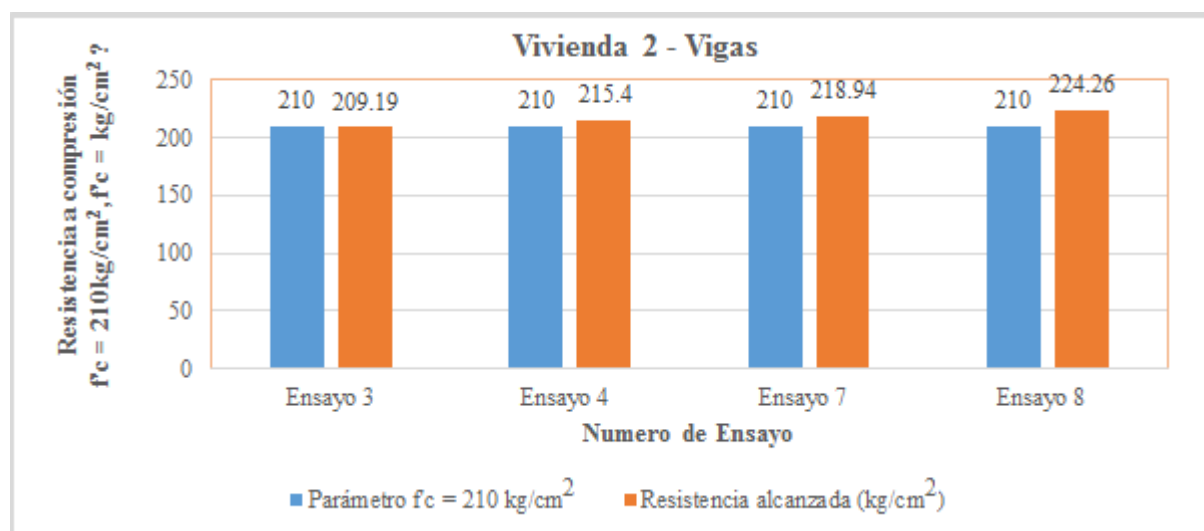
Resultado de ensayo a compresión esclerometría en edificación 2 - Columnas

Edificación 2 Urbanización San Cristóbal						
Columnas					Condición de ensayo	
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'c = 210$ $kg/cm^2$	Resistencia alcanzada ( $kg/cm^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	8	210	235.78	0°	Horizontal
Ensayo 2	1	8	210	225.15	0°	Horizontal
Ensayo 5	2	8	210	229.58	0°	Horizontal
Ensayo 6	2	8	210	237.56	0°	Horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 12.**

Edificación 2 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13.***Resultado de ensayo a compresión esclerometría en edificación 2 - Vigas*

<b>Edificación 2 Urbanización San Cristóbal</b>						
<b>Vigas</b>					<b>Condición de ensayo</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>	<b>Edad del concreto (años)</b>	<b>Parámetro f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia alcanzada (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ángulo de disparo</b>	<b>Dirección de disparo</b>
Ensayo 3	1	8	210	209.19	0°	Horizontal
Ensayo 4	1	8	210	215.4	0°	Horizontal
Ensayo 7	2	8	210	218.94	0°	Horizontal
Ensayo 8	2	8	210	224.26	0°	Horizontal

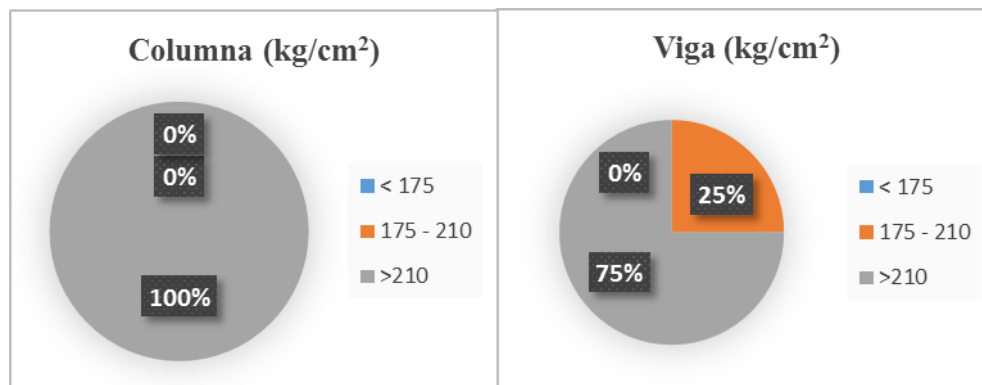
**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 14.***Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 2*

<b>Edificación 02 Urbanización San Cristóbal</b>					
<b>Descripción kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 175	0	0 %	< 175	0	0 %
175 - 210	0	0 %	175 - 210	1	25 %
> 210	4	100 %	> 210	3	75 %
Total	4	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

### Figura 13.

Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 2, Urbanización San Cristóbal



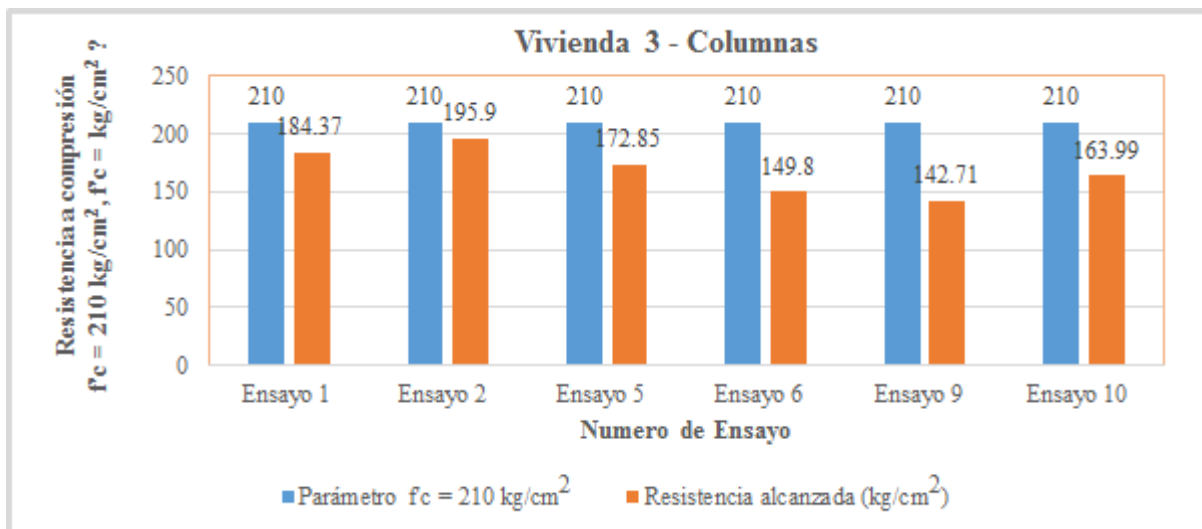
**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 13 muestra la edificación 2, Urbanización San Cristóbal con edad del concreto 8 años presenta porcentualmente en las columnas, el 0 % de columnas menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  no aceptables, el 0 % de columnas se encuentran dentro de la norma mínima aceptable a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está en margen de diseño de concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 100 % representa resultados mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas cumple en edificación autoconstruido. En vigas el 0 % menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  no aceptables al diseño estructural de concreto, el 25 % de 16 lecturas esclerométricas de 1 viga son menores representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y el 75 % de 48 lecturas esclerométricas de 3 vigas teniendo los resultados mayores a resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  cumpliendo con norma en edificación autoconstruido, finalmente se llega que el resultado **(CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.



**Figura 14.**

Edificación 3 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.**

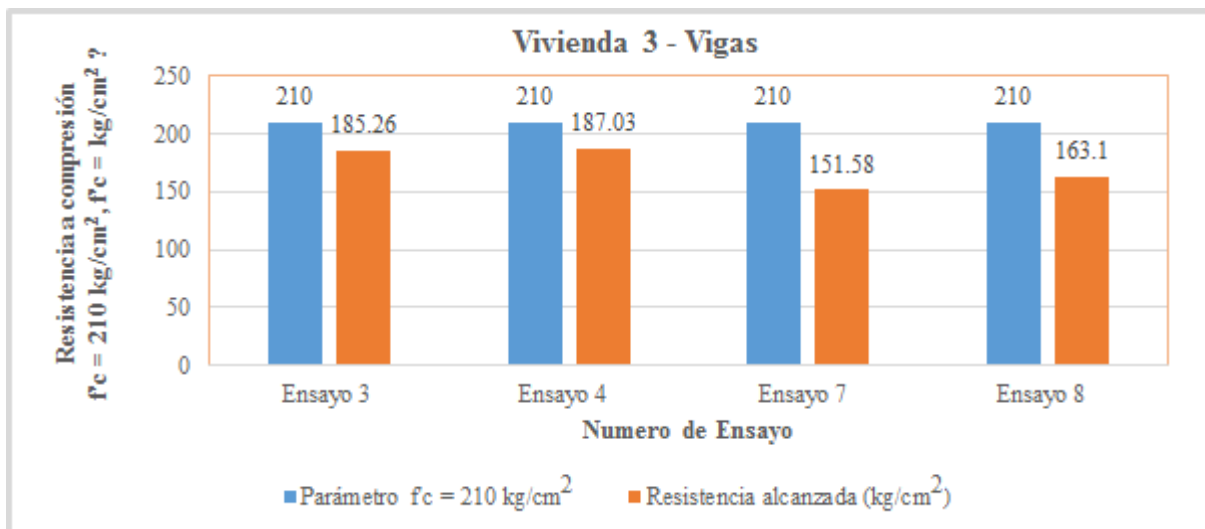
Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 3 - Columnas

Edificación 3 Urbanización San Javier						
Columnas					Condición de ensayo	
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	4	210	184.37	0°	Horizontal
Ensayo 2	1	4	210	195.9	0°	Horizontal
Ensayo 5	2	1	210	172.85	0°	Horizontal
Ensayo 6	2	1	210	149.8	0°	Horizontal
Ensayo 9	3	1	210	142.71	0°	Horizontal
Ensayo 10	3	1	210	163.99	0°	Horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15.**

Edificación 3 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.**

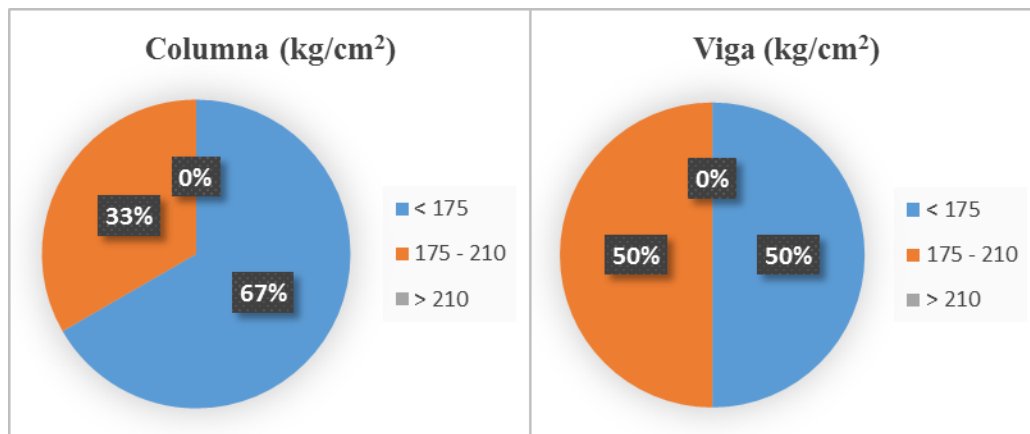
Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 3 - Vigas

Edificación 3 Urbanización San Javier						
Descripción	Nivel	Vigas			Condición de ensayo	
		Edad del concreto (años)	Parámetro $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 3	1	4	210	185.26	0°	Horizontal
Ensayo 4	1	4	210	187.03	0°	Horizontal
Ensayo 7	2	1	210	151.58	0°	Horizontal
Ensayo 8	2	1	210	163.1	0°	Horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17.***Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 3*

<b>Edificación 3 Urbanización San Javier</b>					
Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Viga	%
< 175	4	67 %	< 175	2	50 %
175 - 210	2	33 %	175 - 210	2	50 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	6	100 %		4	100 %

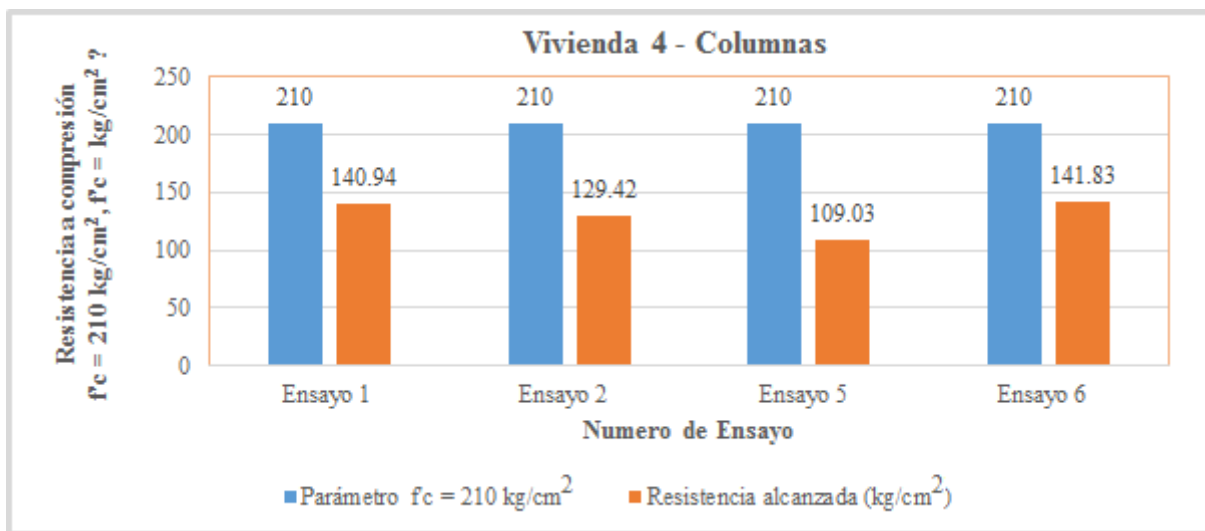
**Fuente:** Elaboración propia**Figura 16.***Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 3, Urbanización San Javier***Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 16 muestra la edificación 3, Urbanización San Javier con edad del concreto 4 años presenta porcentualmente las columnas, el 67 % de 64 lecturas esclerométricas de 4 columnas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 33 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 columnas se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175$

kg/cm<sup>2</sup> al  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>), mientras el 0 % representa resultados mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en columnas. En vigas el 50 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 vigas son menores a  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 50 % representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> al  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

**Figura 17.**

*Edificación 4 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 18.**

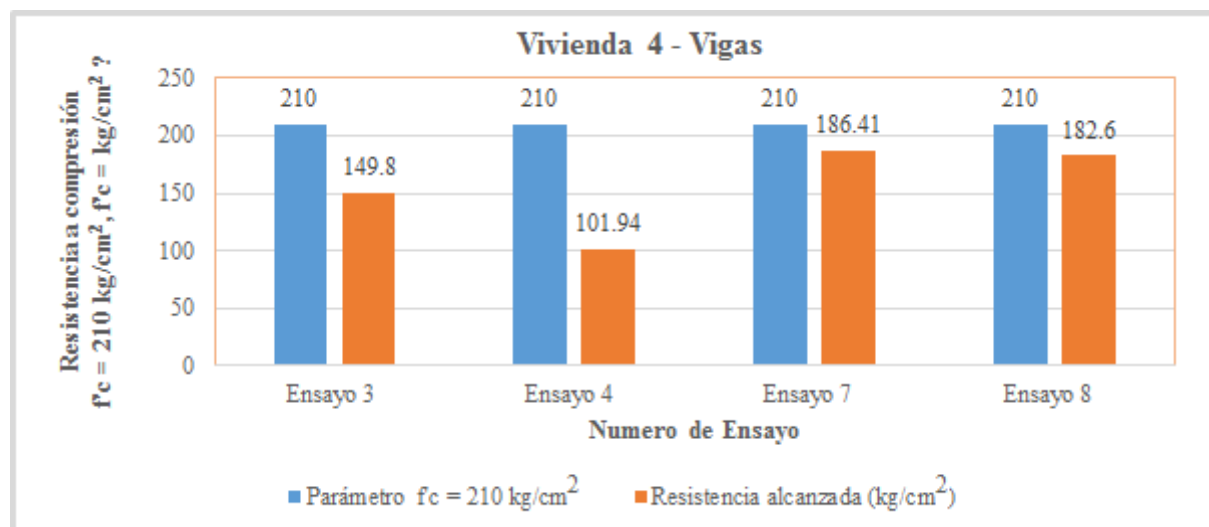
Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 4 - Columnas

Edificación 4 Asociación Bella Paraíso						
Columnas				Condición de ensayo		
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro $f'_c = 210$ $\text{kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 01	1	1	210	140.94	0°	Horizontal
Ensayo 02	1	1	210	129.42	0°	Horizontal
Ensayo 05	2	1	210	109.03	0°	Horizontal
Ensayo 06	2	1	210	141.83	0°	Horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 18.**

Edificación 4 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19.***Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 4 - Vigas*

Edificación 4 Asociación Bella Paraíso						
Vigas				Condición de ensayo		
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia alcanzada (kg/cm <sup>2</sup> )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 3	1	1	210	149.8	0°	Horizontal
Ensayo 4	1	1	210	101.94	0°	Horizontal
Ensayo 7	2	1	210	186.41	90°	Vertical
Ensayo 8	2	1	210	182.6	0°	Horizontal

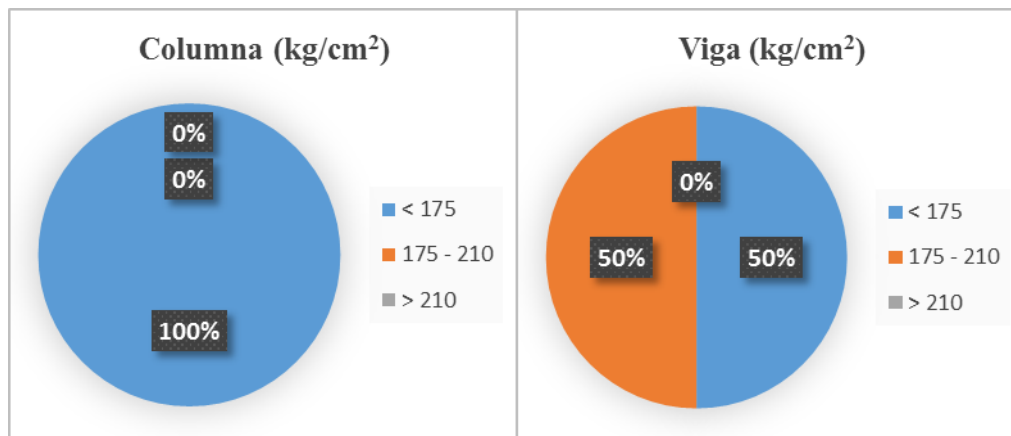
**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 20.***Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 4*

Edificación 4 Asociación Bella Paraíso					
Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Viga	%
< 175	4	100 %	< 175	2	50 %
175 - 210	0	0 %	175 - 210	2	50 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	4	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

### Figura 19.

Presentación porcentual de resistencia de concreto en edificación 4, Asociación Bella Paraíso

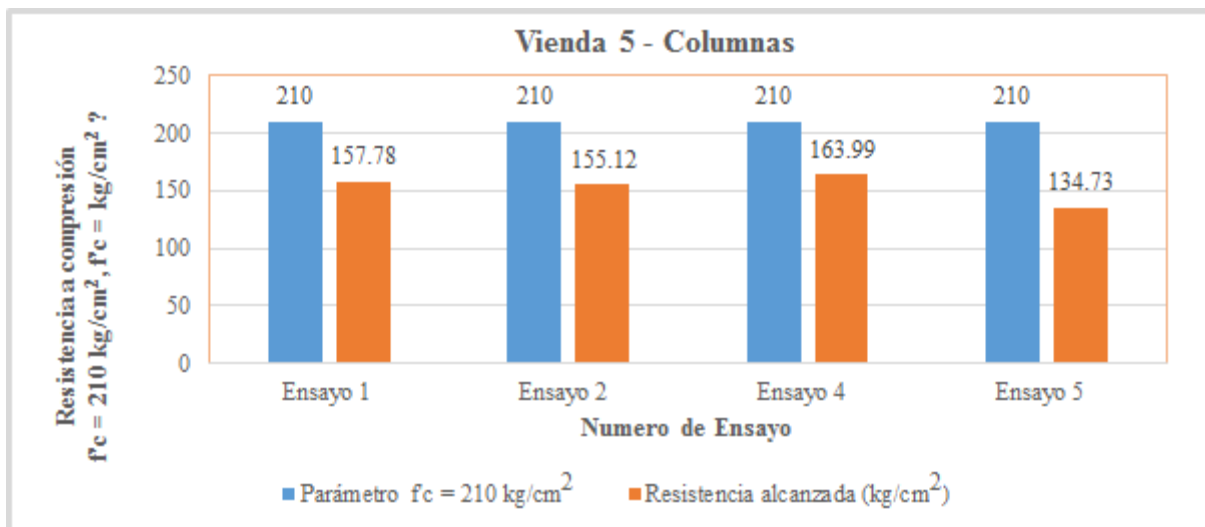


**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 19 muestra la edificación 4, Asociación Bella Paraíso con edad del concreto 1 año presenta porcentualmente las columnas, el 100 % de 64 lecturas esclerométricas de 2 columnas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 0 % representa resultados mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 50 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 vigas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 50 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 vigas representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

**Figura 20.**

Edificación 5 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21.**

Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 5 - Columnas

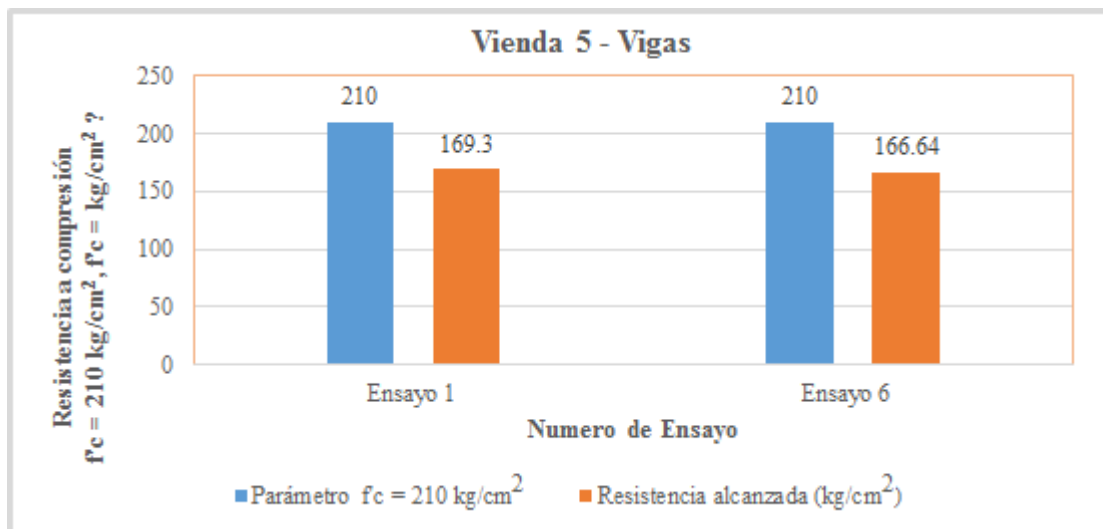
Edificación 5 Urbanización Monseñor Isidro Salas						
Columnas					Condición de ensayo	
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	8	210	157.78	0°	horizontal
Ensayo 2	1	8	210	155.12	0°	horizontal
Ensayo 4	2	2	210	163.99	0°	horizontal
Ensayo 5	2	2	210	134.73	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21.**

Edificación 5 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.**

Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 5 - Vigas

Edificación 5 Urbanización Monseñor Isidro Salas						
Descripción	Nivel	Vigas			Condición de ensayo	
		Edad del concreto (años)	Parámetro $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	8	210	169.3	0°	horizontal
Ensayo 6	2	2	210	166.64	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.**

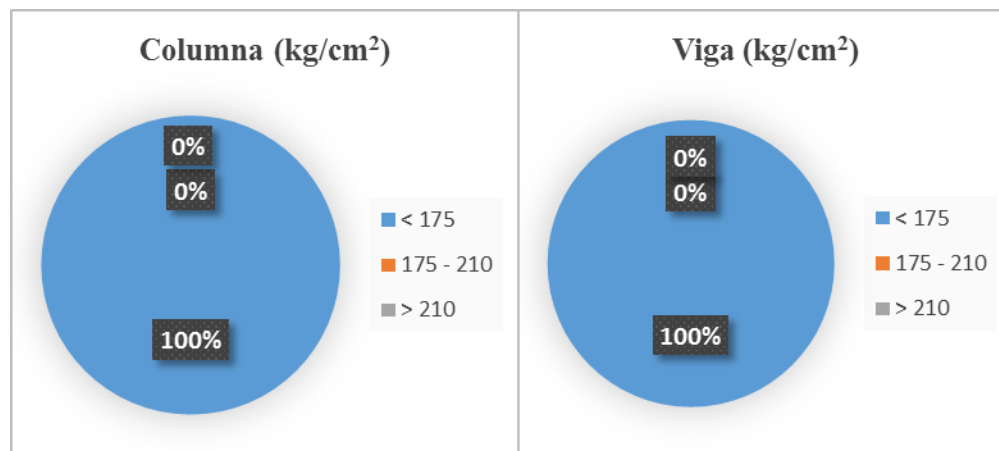
Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 5

Edificación 5 Urbanización Monseñor Isidro Salas					
Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Viga	%
< 175	4	100 %	< 175	2	100 %
175 - 210	0	0 %	175 - 210	0	0 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	4	100 %		2	100 %

Fuente: Elaboración propia

**Figura 22.**

Presentación porcentual de resistencia de concreto en edificación 5, Urbanización Monseñor Isidro Salas



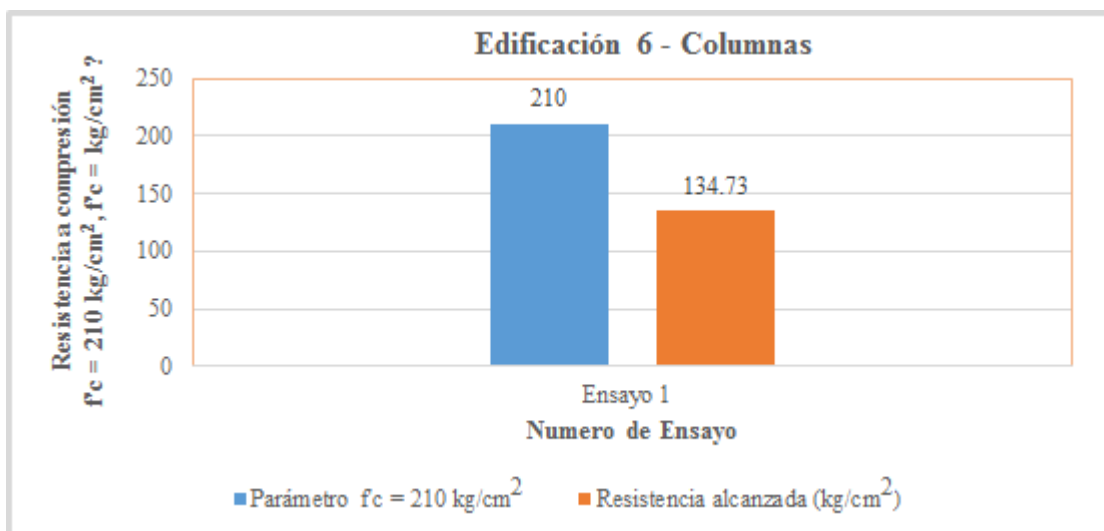
Fuente: Elaboración propia

**Nota:** Figura 22 muestra la edificación 5, Urbanización Monseñor Isidro Salas con edad del concreto 8 años presenta porcentualmente las columnas, el 100 % de 64 lecturas esclerométricas de 4 columnas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 0 % representa

resultados mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 100 % de 32 lecturas esclerométricas de 2 vigas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

### Figura 23.

*Edificación 6 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 24.**

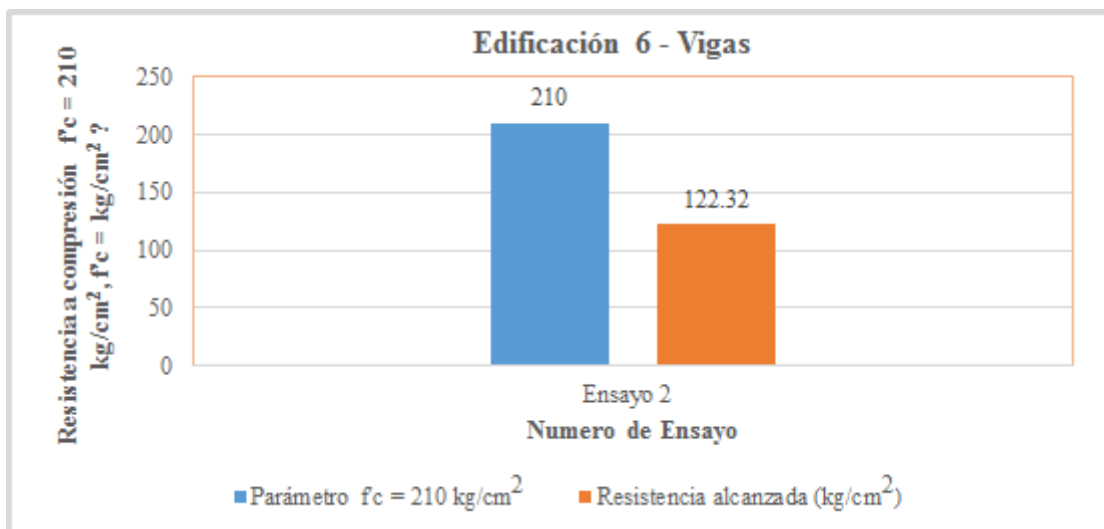
Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 6 - Columnas

Edificación 6 Urbanización José María Arguedas						
Columnas					Condición de ensayo	
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'_c = 210$ $\text{kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	20	210	134.73	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 24.**

Edificación 6 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.***Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 6 - Vigas*

<b>Edificación 6</b>						
<b>Urbanización José María Arguedas</b>						
<b>Vigas</b>					<b>Condición de ensayo</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>	<b>Edad del concreto (años)</b>	<b>Parámetro f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia alcanzada (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ángulo de disparo</b>	<b>Dirección de disparo</b>
Ensayo 2	1	20	210	122.32	0°	horizontal

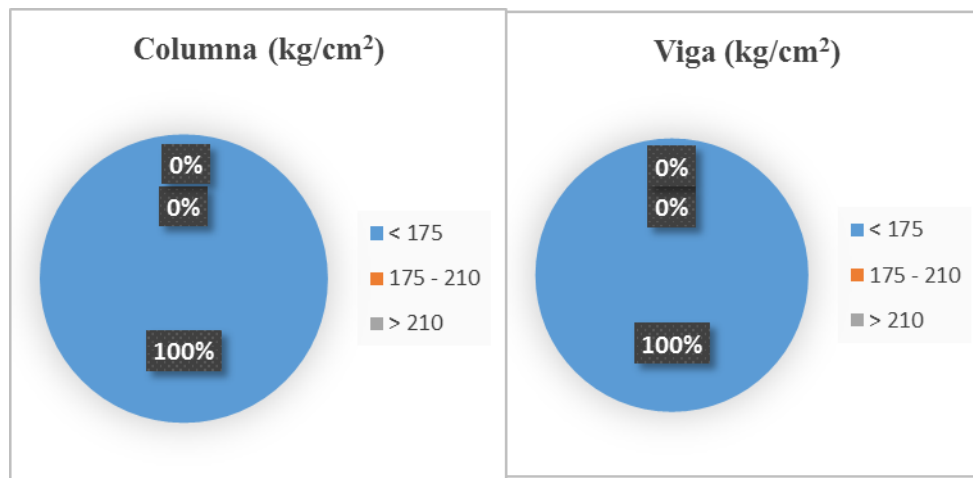
**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 26.***Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 6*

<b>Edificación 6</b>					
<b>Urbanización José María Arguedas</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>kg/cm<sup>2</sup></b>		
< 175	1	100 %	< 175	1	100 %
175 - 210	0	0 %	175 - 210	0	0 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	1	100 %		1	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

## Figura 25.

Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 6, Urbanización José María Arguedas

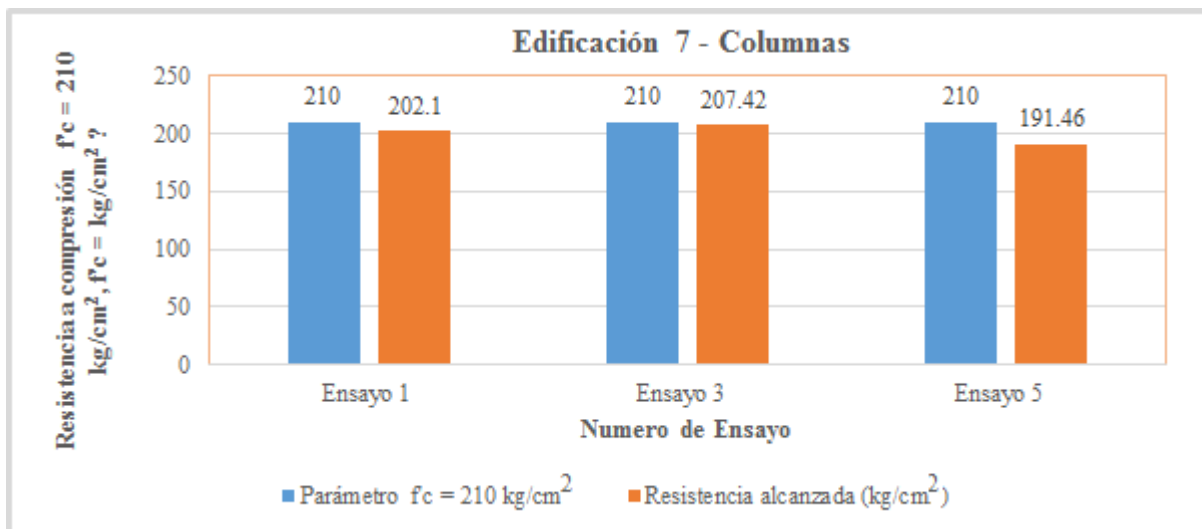


**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 25 muestra la edificación 6, Urbanización José María Arguedas con edad del concreto 20 años presenta porcentualmente las columnas, el 100 % de 16 lecturas esclerométricas de 1 columnas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 0 % representa resultados mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 100 % de 16 lecturas esclerométricas de 1 vigas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

**Figura 26.**

Edificación 7- Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.**

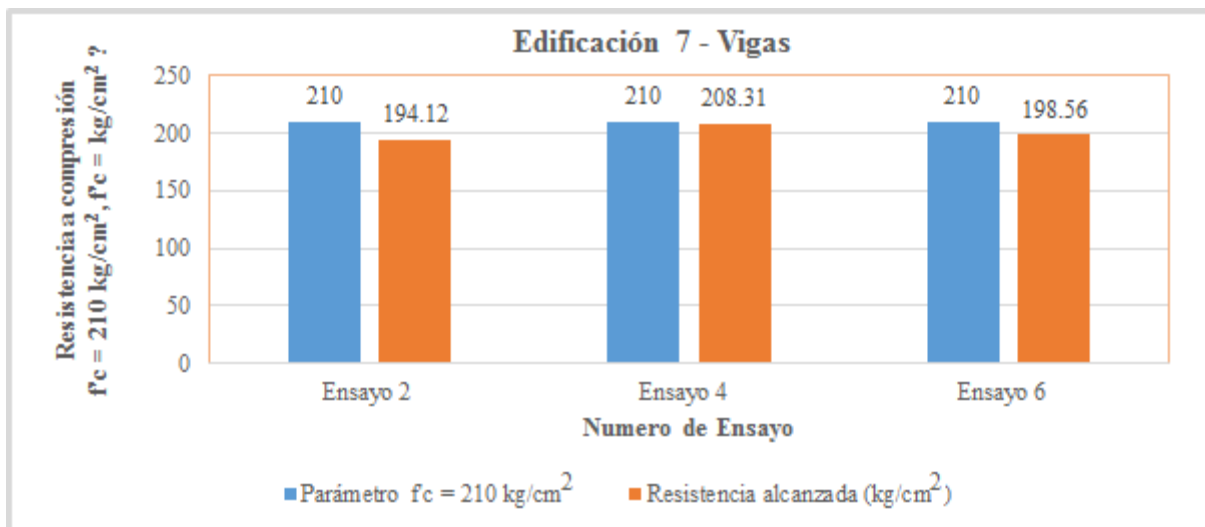
Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 7- Columnas

Edificación 7 Urbanización Bellavista Alta						
Descripción	Nivel	Columnas			Condición de ensayo	
		Edad del concreto (año)	Parámetro $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	1	210	202.1	0°	horizontal
Ensayo 3	2	1	210	207.42	0°	horizontal
Ensayo 5	4	1	210	191.46	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 27.**

Edificación 7 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.**

Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 7- Vigas

Edificación 7 Urbanización Bellavista Alta						
Descripción	Nivel	Vigas			Condición de ensayo	
		Edad del concreto (año)	Parámetro $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia alcanzada ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 2	1	1	210	194.12	0°	horizontal
Ensayo 4	2	1	210	208.31	0°	horizontal
Ensayo 6	4	1	210	198.56	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 29.**

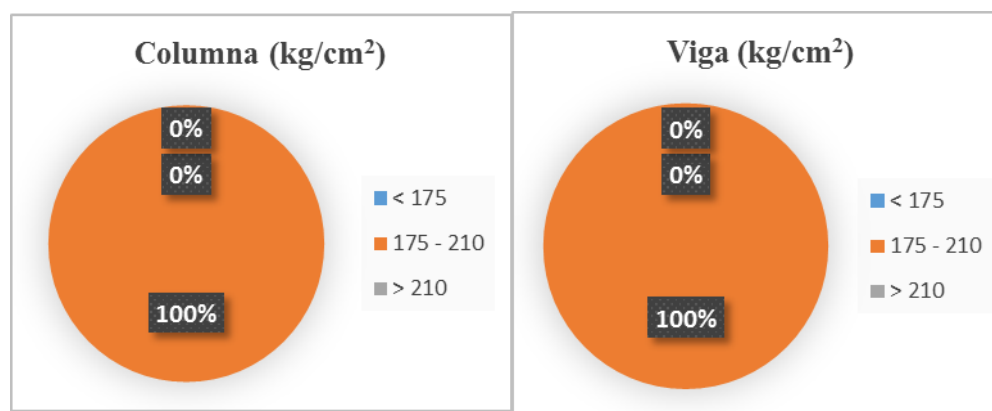
Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 7

Edificación 7 Urbanización Bellavista Alta					
Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción kg/cm <sup>2</sup>	viga	%
< 175	0	0 %	< 175	0	0 %
175 - 210	3	100 %	175 - 210	3	100 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	3	100 %		3	100 %

Fuente: Elaboración propia

**Figura 28.**

Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 7, Urbanización Bellavista Alta



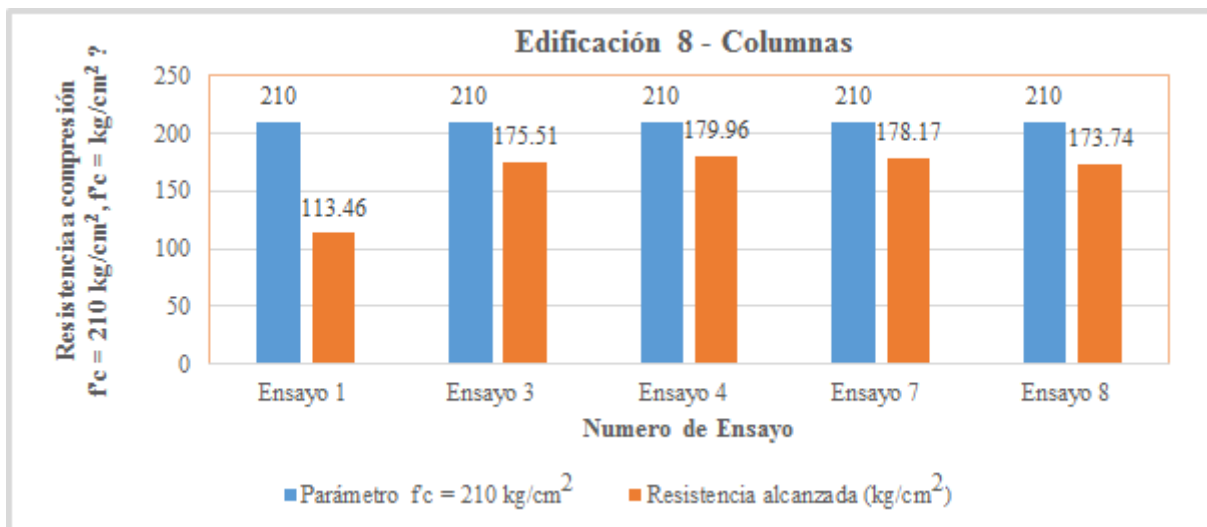
Fuente: Elaboración propia

**Nota:** Figura 28 muestra la edificación 7, Urbanización Bellavista Alta con edad del concreto 1 años presenta porcentualmente las columnas, el 0 % son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 100 % de 48 lecturas esclerométricas de 3 se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 0 % representa resultados

mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 0 % son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 100 % de 48 lecturas esclerométricas de 3 vigas representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

**Figura 29.**

*Edificación 8 - Columnas presentación gráfica resistencia a la compresión*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 30.**

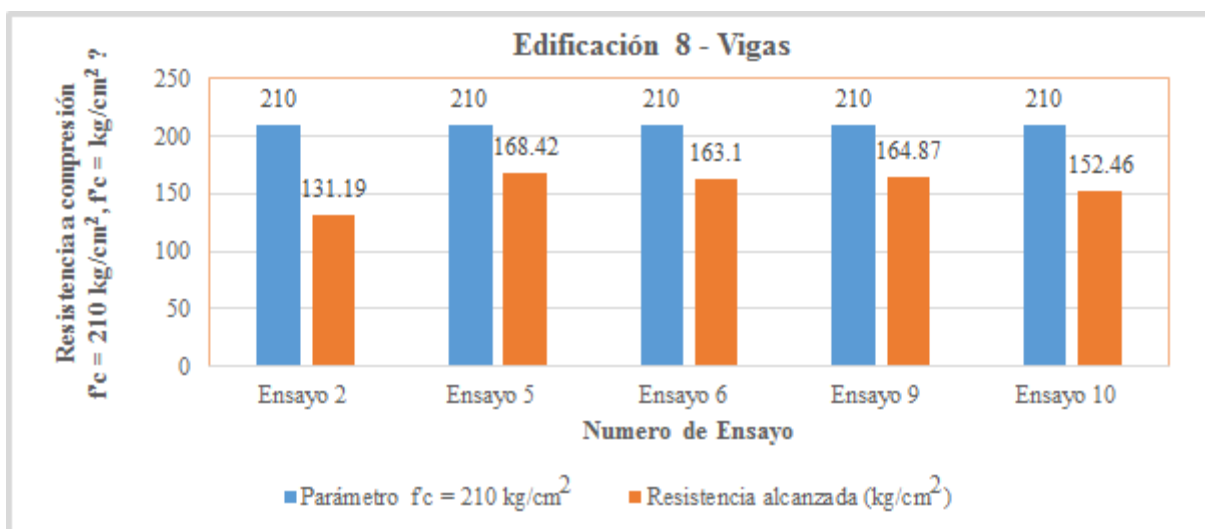
Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 8 - Columnas

Edificación 8 Asociación San Francisco						
Columnas					Condición de ensayo	
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'c = 210$ $kg/cm^2$	Resistencia alcanzada ( $kg/cm^2$ )	Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1	1	4	210	113.46	0°	horizontal
Ensayo 3	3	1	210	175.51	0°	horizontal
Ensayo 4	3	1	210	179.96	0°	horizontal
Ensayo 7	4	1	210	178.17	0°	horizontal
Ensayo 8	4	1	210	173.74	0°	horizontal

Fuente: Elaboración propia

**Figura 30.**

Edificación 8 - Vigas presentación gráfica resistencia a la compresión



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31.***Resultado de ensayo a compresión esclerometría edificación 8 - Vigas*

<b>Edificación 8</b>						
<b>Asociación San Francisco</b>						
<b>Vigas</b>					<b>Condición de ensayo</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Nivel</b>	<b>Edad del concreto (años)</b>	<b>Parámetro f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Resistencia alcanzada (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ángulo de disparo</b>	<b>Dirección de disparo</b>
Ensayo 2	1	4	210	131.19	0°	horizontal
Ensayo 5	3	1	210	168.42	0°	horizontal
Ensayo 6	3	1	210	163.1	0°	horizontal
Ensayo 9	4	1	210	164.87	0°	horizontal
Ensayo 10	4	1	210	152.46	0°	horizontal

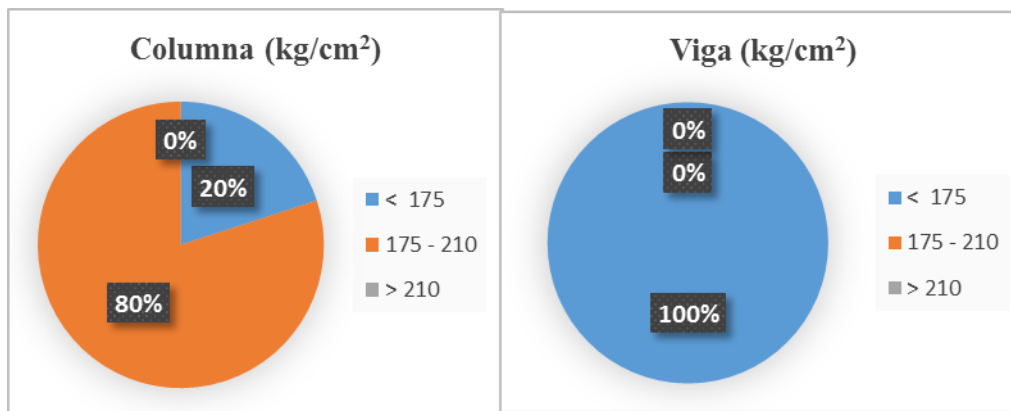
**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 32.***Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación 8*

<b>Edificación 08</b>					
<b>Asociación San Francisco</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>			<b>kg/cm<sup>2</sup></b>		
< 175	1	20 %	< 175	5	100 %
175 - 210	4	80 %	175 - 210	0	0 %
> 210	0	0 %	> 210	0	0 %
Total	5	100		5	100 %
		%			

**Fuente:** Elaboración propia

### Figura 31.

Presentación porcentual de resistencia del concreto en edificación 8, Asociación San Francisco



**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 31 muestra la edificación 8, Asociación San Francisco con edad del concreto 1 año presenta porcentualmente las columnas, el 20 % de 16 lecturas esclerométricas de 1 columna son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 80 % de 64 lecturas esclerométricas de 4 columnas se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 0 % representa resultados mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 100 % de 80 lecturas esclerométricas de 5 vigas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 0 % representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 0 % de vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dicha edificación empleando el esclerómetro.

**Tabla 33.**

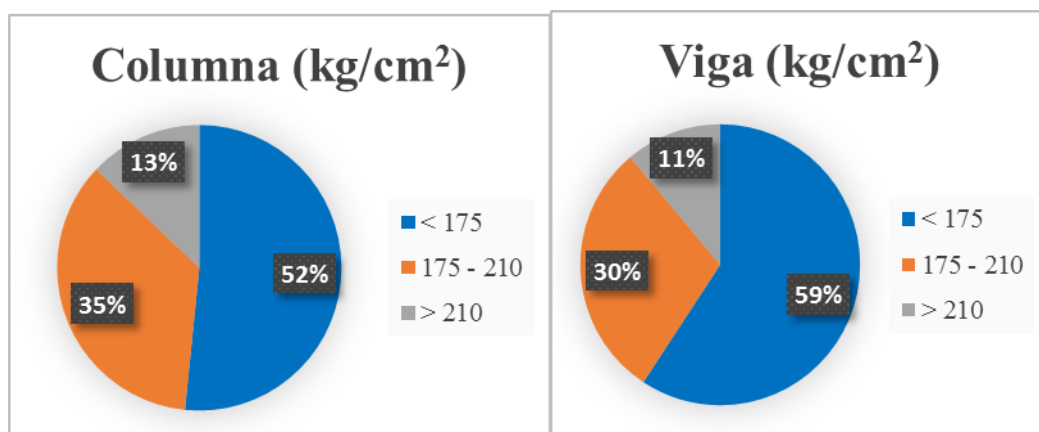
*Representación porcentual de resistencia del concreto en edificación en general las 8 edificaciones*

Representación de edificación en general el porcentaje en columna y viga resistencia a compresión					
Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción kg/cm <sup>2</sup>	Viga	%
< 175	16	52 %	< 175	16	59 %
175 - 210	11	35 %	175 - 210	8	30 %
> 210	4	13 %	> 210	3	11 %
Total	31	100 %		27	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 32.**

*Representación porcentual de resistencia del concreto en 8 edificaciones en general*



**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 32 muestra resultado de edificaciones en general obtenido del ensayo no destructivo, en diferentes edificaciones Autoconstruidos se llegó al siguiente resultado, en columnas el 52 % de 256 lecturas esclerométricas de 16 columnas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 35 % de 176 lecturas esclerométricas de 11 columnas se encuentran dentro de la normatividad mínima aceptable  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  está dentro del margen de diseño del concreto ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras el 13 % de 64

lecturas esclerométricas de 4 columnas el resultado mayores de resistencia de diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas. En vigas el 59 % de 256 lecturas esclerométricas de 16 vigas son menores a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  lo cual no cumple para norma E.060, no es aceptable en el diseño estructural, el 30 % de 128 lecturas esclerométricas de 8 vigas representa al diseño mínimo del concreto estructural ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  al  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), y 11 % de 48 lecturas esclerométricas de 3 vigas de resultado aceptable al diseño estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente se llega que el resultado **(NO CUMPLE)** en vigas y columnas la calidad de elementos estructurales evaluados de dichas edificaciones empleando el esclerómetro. Una edificación que **(SI CUMPLE)**.

#### 4.1.2 Presentación de resultados descriptivos de resistencia a la flexión (módulo de rotura, MPa)

En ausencia de resultados experimentales confiables se presenta la resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y el Módulo de Elasticidad del concreto se considera utilizando las expresiones indicadas en el capítulo 8 y 9 en NTE (E.060 concreto armado).

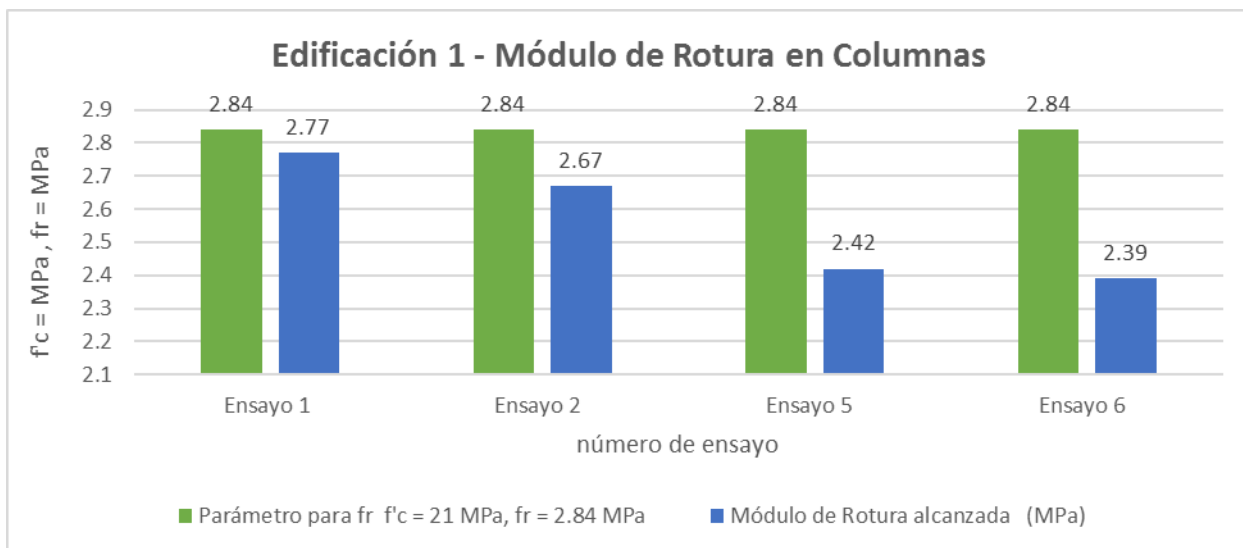
$$E_c = 4700\sqrt{f'c} \rightarrow \text{Módulo de elasticidad (MPa)}$$

$$f_r = 0.62\sqrt{f'c} \rightarrow \text{Módulo de rotura (MPa)}$$

$f'c \rightarrow$  Resistencia a compresión del concreto

#### Figura 33.

Edificación 1 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura

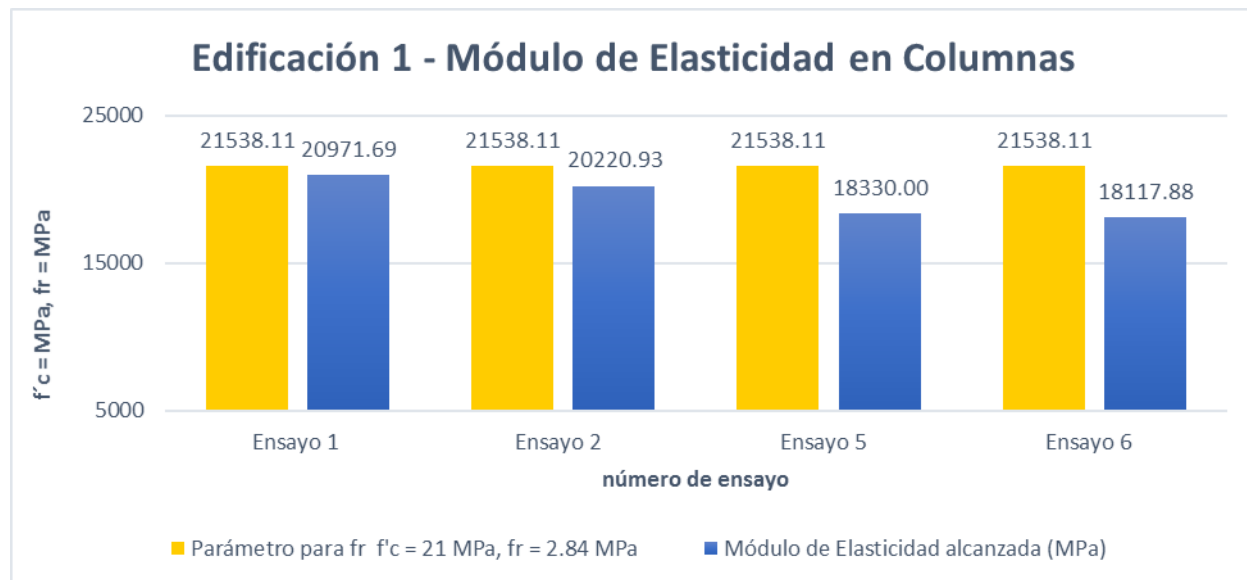


Fuente: Elaboración propia



**Figura 34.**

Edificación 1 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34.**

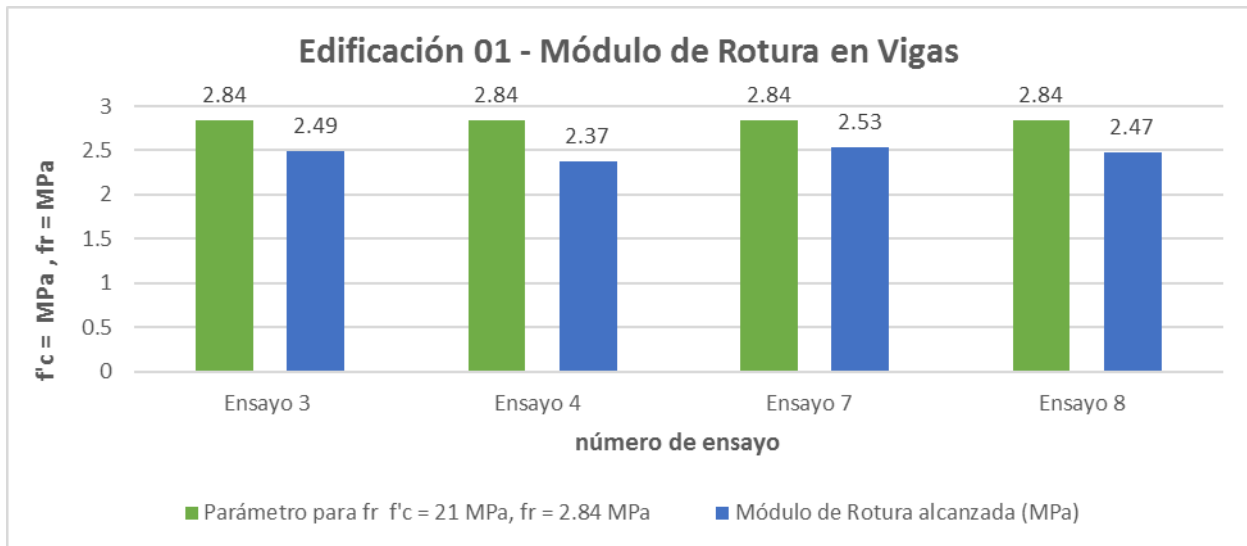
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1 – Columnas

Edificación 1 Aviación – María Magdalena Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para $E_c$ $f'c = 21$ MPa, $E_c = 21538.11$ MPa	Parámetro para $fr$ $f'c = 21$ MPa, $fr = 2.84$ MPa	Resistencia a compresión ( $kg/cm^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	5	21538.11	2.84	202.99	19.91	20971.69	2.77
Ensayo 2	1	5	21538.11	2.84	188.8	18.51	20220.93	2.67
Ensayo 5	2	5	21538.11	2.84	155.12	15.21	18330.00	2.42
Ensayo 6	2	5	21538.11	2.84	151.58	14.86	18117.88	2.39

Fuente: Elaboración propia

**Figura 35.**

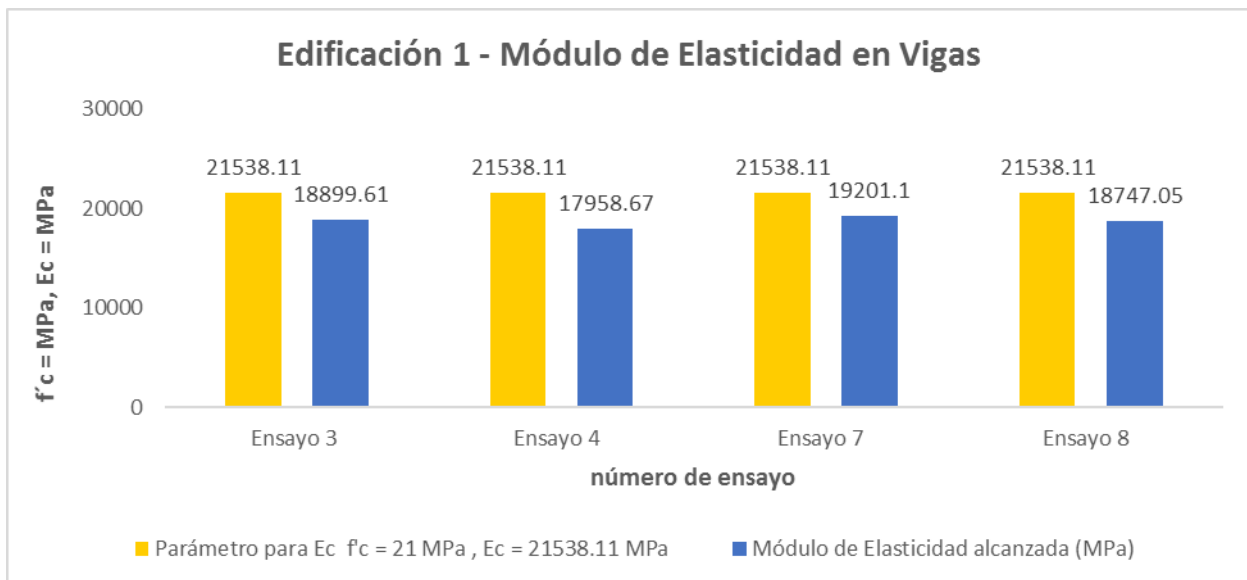
Edificación 1 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 36.**

Edificación 1 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1 – Vigas

Edificación 1 Asociación Aviación – María Magdalena								
Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa , Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	5	21538.11	2.84	164.87	16.17	18899.61	2.49
Ensayo 4	1	5	21538.11	2.84	148.92	14.6	17958.67	2.37
Ensayo 7	2	5	21538.11	2.84	170.19	16.69	19201.1	2.53
Ensayo 8	2	5	21538.11	2.84	162.21	15.91	18747.05	2.47

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 36.**

Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 1

Edificación 1 Asociación Aviación – María Magdalena					
Descripción fr = MPa	Columna	%	Descripción fr = MPa	Viga	%
< 2.84	4	100 %	< 2.84	4	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
Total	4	100 %		4	100 %
Descripción Ec = MPa	Columna	%	Descripción Ec = MPa	Viga	%
< 21538.11	4	100 %	< 21538.11	4	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
Total	4	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 36 muestra la edificación 1, Asociación Aviación - María Magdalena con edad del concreto 5 años presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 4 columnas en la descripción fr = MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al

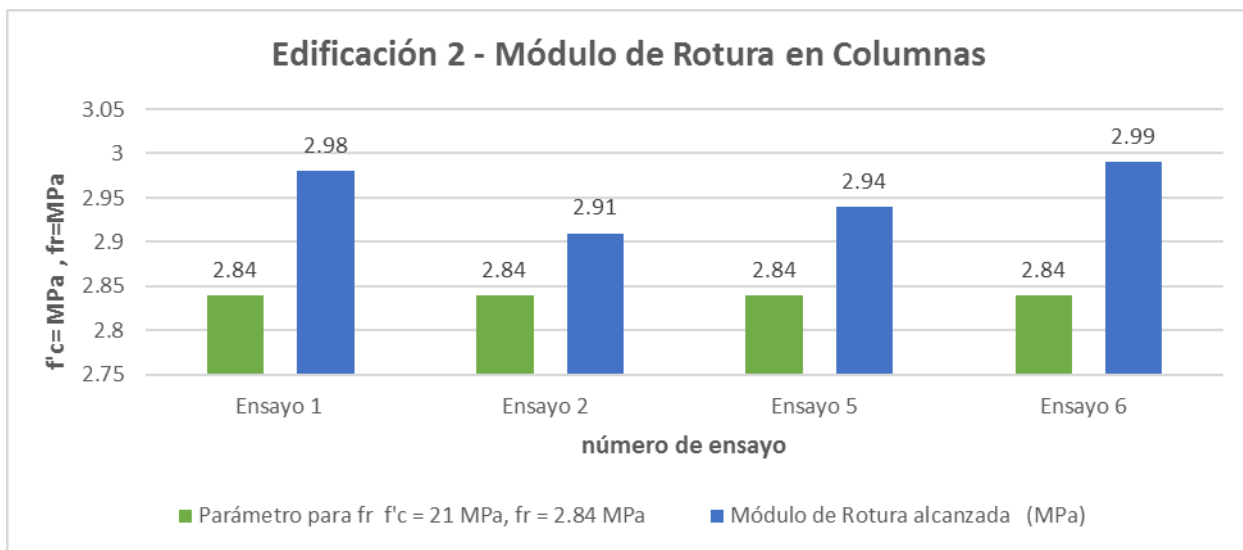
parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 19.91$  MPa,  $f'c = 18.51$  MPa,  $f'c = 15.21$  MPa,  $f'c = 14.86$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.77 MPa, 2.67 MPa, 2.42 MPa, 2.39 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado para el módulo de rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 columnas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 20971.69 MPa, 20220.93 MPa, 18330.00 MPa, 18117.88 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 4 vigas en la descripción  $f_r =$  MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 16.17$  MPa,  $f'c = 14.6$  MPa,  $f'c = 16.69$  MPa,  $f'c = 15.91$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.49 MPa, 2.37 MPa, 2.53 MPa, 2.47 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado para el módulo de rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 columnas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de

Elasticidad (MPa); 18899.61 MPa, 17958.67 MPa, 19201.1 MPa y 18747.05 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E.060.

**Figura 37.**

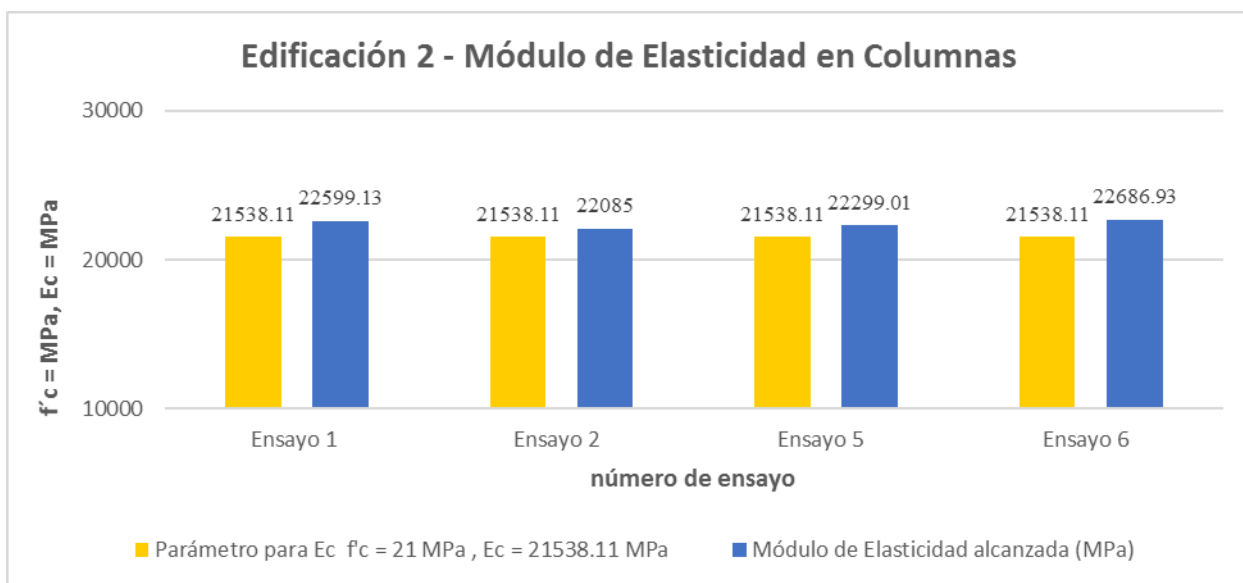
*Edificación 2 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 38.**

*Edificación 2 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 37.**

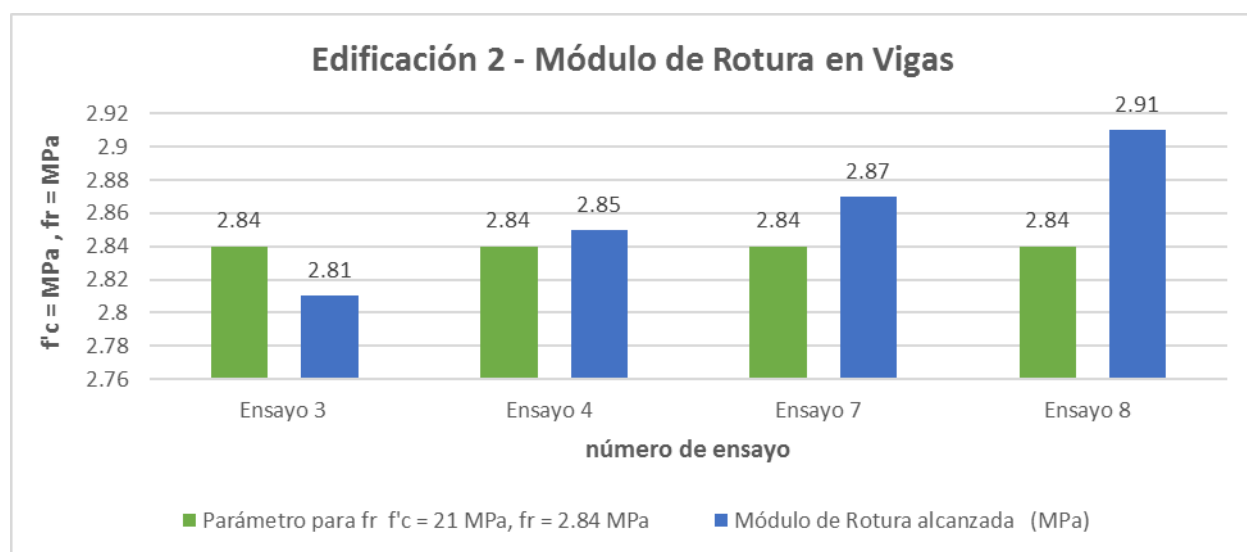
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 2 - Columnas

Edificación 2 Urbanización San Cristóbal								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa , Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 21 MPa, fr = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	8	21538.11	2.84	235.78	23.12	22599.13	2.98
Ensayo 2	1	8	21538.11	2.84	225.15	22.08	22085	2.91
Ensayo 5	2	8	21538.11	2.84	229.58	22.51	22299.01	2.94
Ensayo 6	2	8	21538.11	2.84	237.56	23.3	22686.93	2.99

Fuente: Elaboración propia

**Figura 39.**

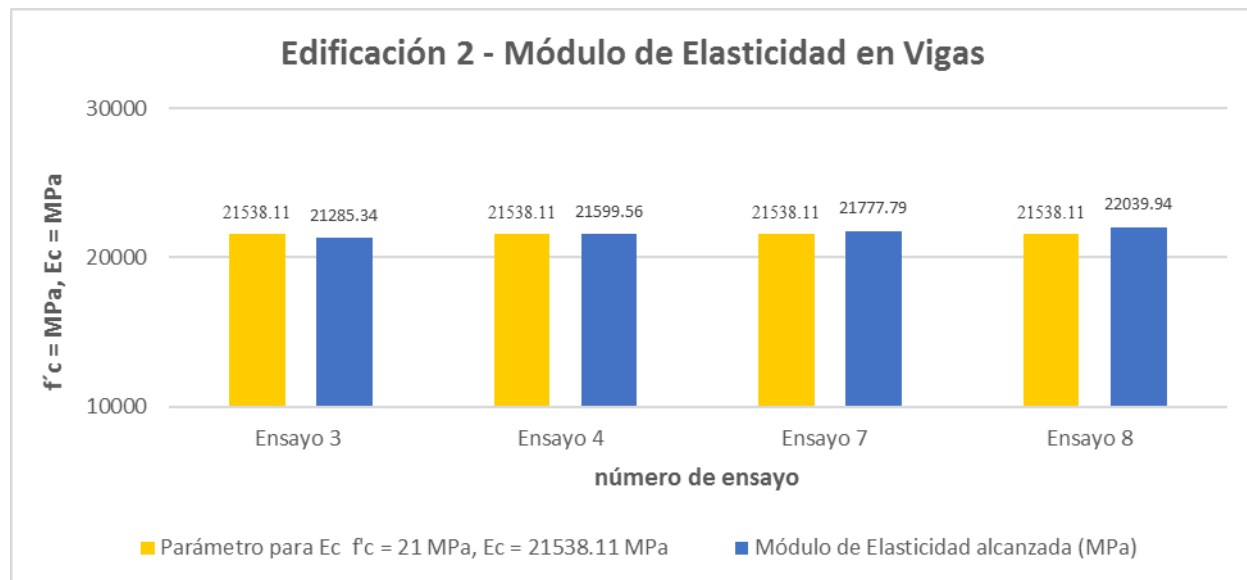
Edificación 2 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 40.**

Edificación 2 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.**

Resultado: Módulo de Rotura y Elasticidad en edificación 2 - vigas

Edificación 2 Urbanización San Cristóbal								
Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa , Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 21 MPa, fr = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	8	21538.11	2.84	209.19	20.51	21285.34	2.81
Ensayo 4	1	8	21538.11	2.84	215.4	21.12	21599.56	2.85
Ensayo 7	2	8	21538.11	2.84	218.94	21.47	21777.79	2.87
Ensayo 8	2	8	21538.11	2.84	224.26	21.99	22039.94	2.91

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39.***Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 2*

<b>Edificación 2</b>					
<b>Urbanización San Cristóbal</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
<b>fr = MPa</b>			<b>fr = MPa</b>		
< 2.84	0	0 %	< 2.84	1	25 %
> 2.84	4	100 %	> 2.84	3	75 %
Total	4	100 %		4	100 %
<b>Descripción</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
<b>Ec = MPa</b>			<b>Ec = MPa</b>		
< 21538.11	0	0 %	< 21538.11	1	25 %
> 21538.11	4	100 %	> 21538.11	3	75 %
Total	4	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 39 muestra la edificación 2, Urbanización San Cristóbal con edad del concreto 8 años se presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 0 % de columnas en la descripción fr = MPa menor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables del 100 % en 4 columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 23.12$  MPa,  $f'c = 22.08$  MPa,  $f'c = 22.51$  MPa,  $f'c = 23.3$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.98 MPa, 2.91 MPa, 2.94 MPa, 2.99 MPa **(SI CUMPLE)** el parámetro asignado para el módulo de rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 0 % de columnas en la descripción Ec = MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables del 100 % en 4 columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de

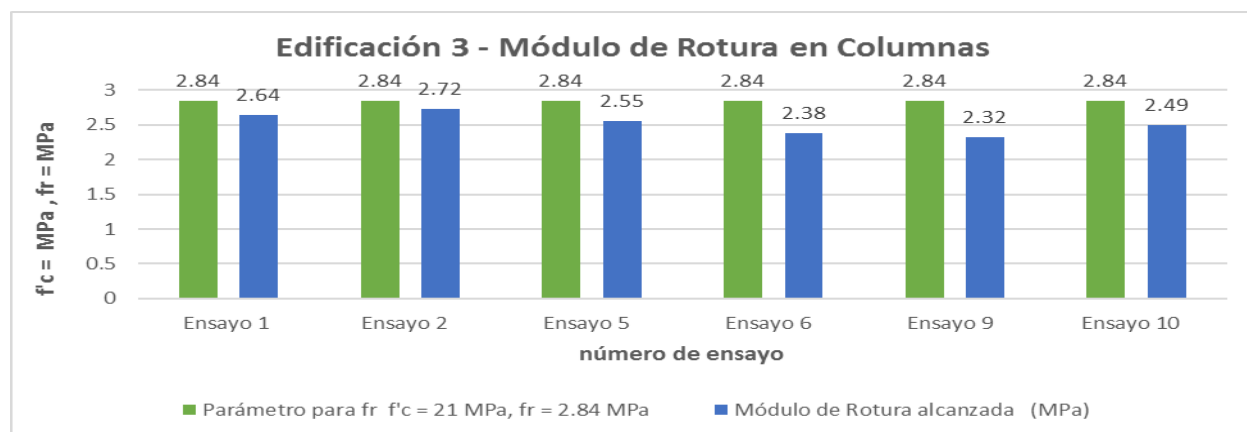


Módulo de Elasticidad (MPa); 22599.13 MPa, 22085 MPa, 22299.01 MPa 22686.93 MPa **(SI CUMPLE)** el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 25 % en 1 viga en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables del 75 % en 3 vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  de: ( $f'_c = 20.51 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 21.12 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 21.47 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 21.99 \text{ MPa}$ ) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.81 MPa, 2.85 MPa, 2.87 MPa, 2.91 MPa **(SI CUMPLE)** el parámetro asignado para el módulo de rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 25 % de 1 viga en la descripción  $E_c = \text{MPa}$  menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables del 75 % en 3 vigas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 21285.34 MPa, 21599.56 MPa, 21777.79 MPa 22039.94 MPa **(SI CUMPLE)** el parámetro asignado de acuerdo a fórmula N.T.E en E.060.

### Figura 41.

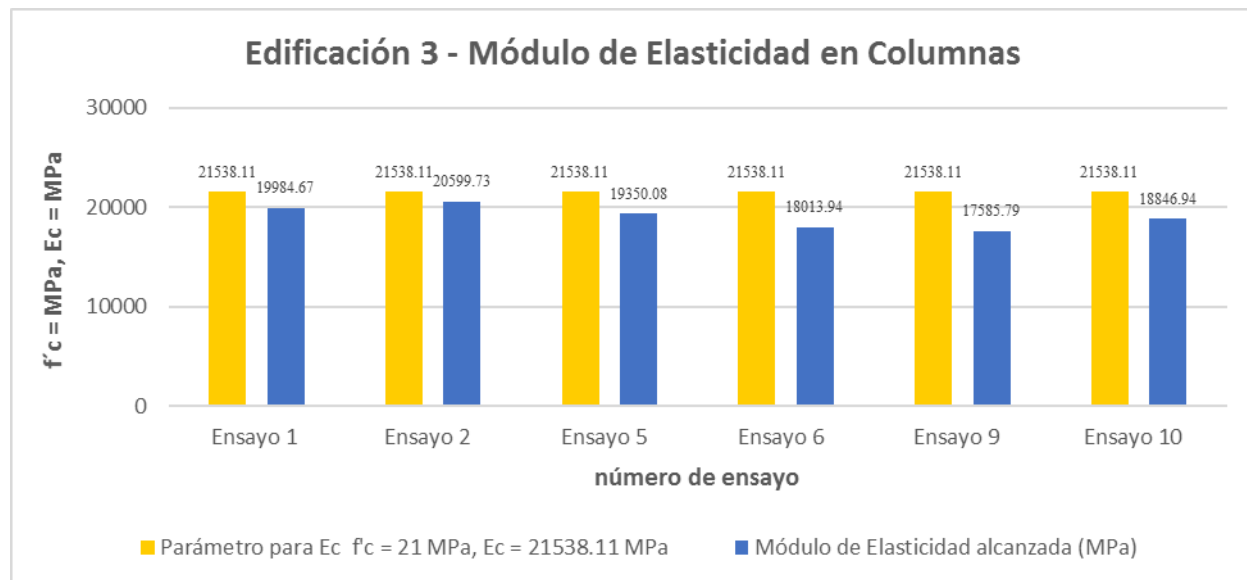
*Edificación 3 Columnas presentación gráfica de Módulo de Rotura*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 42.**

Edificación 3 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40.**

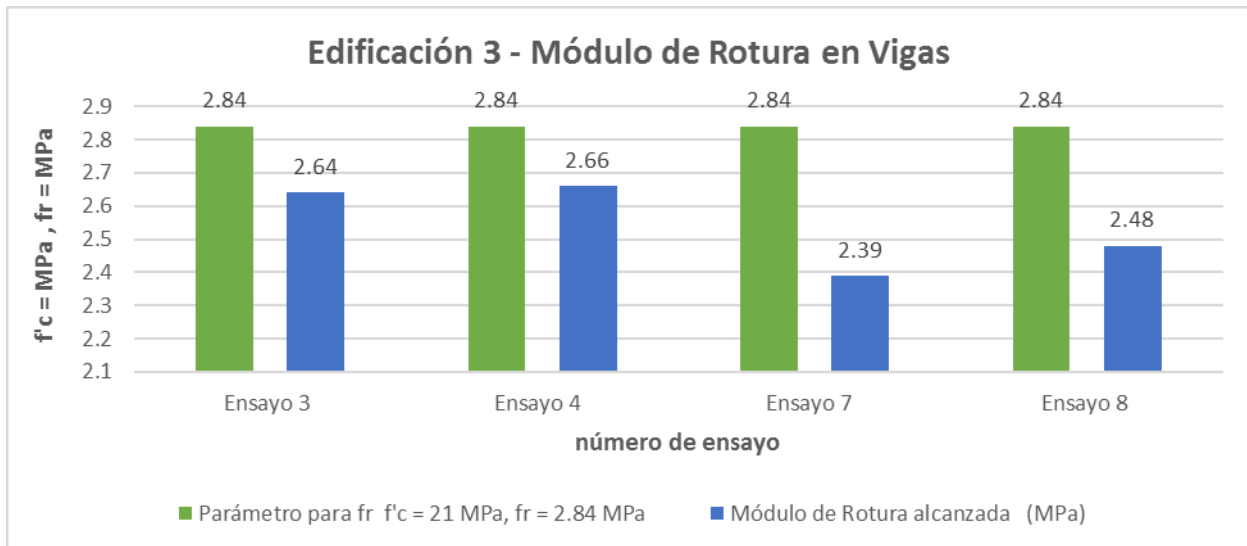
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 3 - Columnas

Edificación 03 Urbanización San Javier								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para $E_c$ $f'c = 21 \text{ MPa}$ , $E_c = 21538.11 \text{ MPa}$	Parámetro para $f_r$ $f'c = 21 \text{ MPa}$ , $f_r = 2.84 \text{ MPa}$	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	4	21538.11	2.84	184.37	18.08	19984.67	2.64
Ensayo 2	1	4	21538.11	2.84	195.9	19.21	20599.73	2.72
Ensayo 5	2	1	21538.11	2.84	172.85	16.95	19350.08	2.55
Ensayo 6	2	1	21538.11	2.84	149.8	14.69	18013.94	2.38
Ensayo 9	3	1	21538.11	2.84	142.71	14	17585.79	2.32
Ensayo 10	3	1	21538.11	2.84	163.99	16.08	18846.94	2.49

Fuente: Elaboración propia

**Figura 43.**

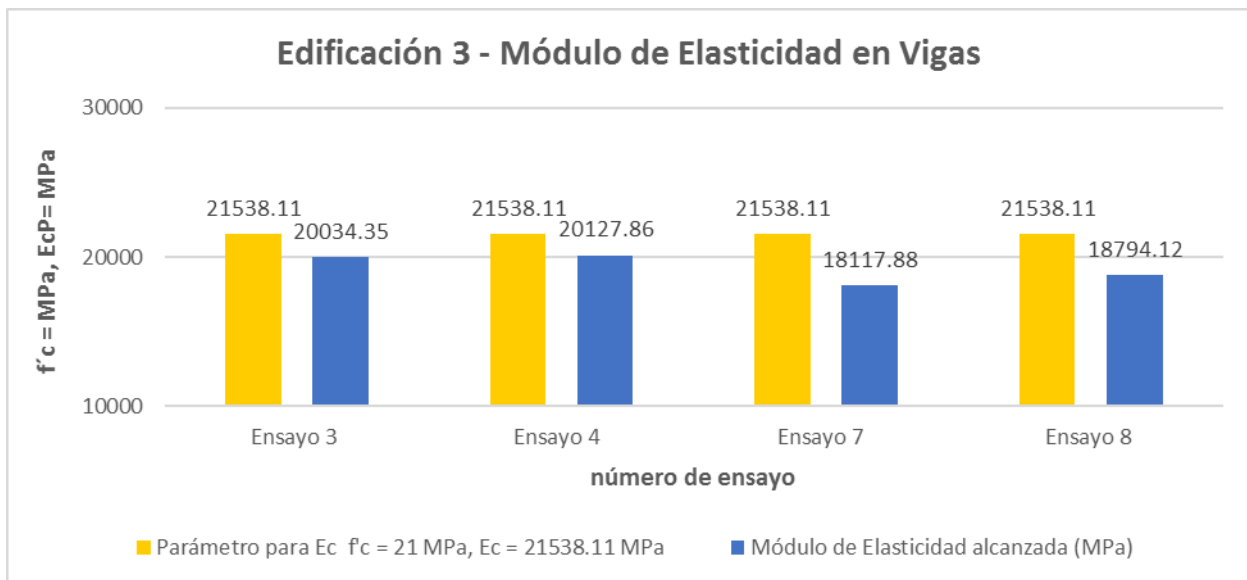
Edificación 3 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 44.**

Edificación 3 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 3 - Vigas

<b>Edificación 3</b>								
<b>Urbanización San Javier</b>								
<b>Vigas</b>								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para $E_c$ $f'_c = 21$ MPa , $E_c = 21538.11$ MPa	Parámetro para $f_r$ $f'_c = 2.84$ MPa, $f_r = 2.84$ MPa	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	4	21538.11	2.84	185.26	18.17	20034.35	2.64
Ensayo 4	1	4	21538.11	2.84	187.03	18.34	20127.86	2.66
Ensayo 7	2	1	21538.11	2.84	151.58	14.86	18117.88	2.39
Ensayo 8	2	1	21538.11	2.84	163.1	15.99	18794.12	2.48

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 42.**

Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 3

<b>Edificación 3</b>					
<b>Urbanización San Javier</b>					
Descripción $f_r = \text{MPa}$	Columna	%	Descripción $f_r = \text{MPa}$	Viga	%
< 2.84	6	100 %	< 2.84	4	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
Total	6	100 %		4	100 %
Descripción $E_c = \text{MPa}$	Columna	%	Descripción $E_c = \text{MPa}$	Viga	%
< 21538.11	6	100 %	< 21538.11	4	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
Total	6	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

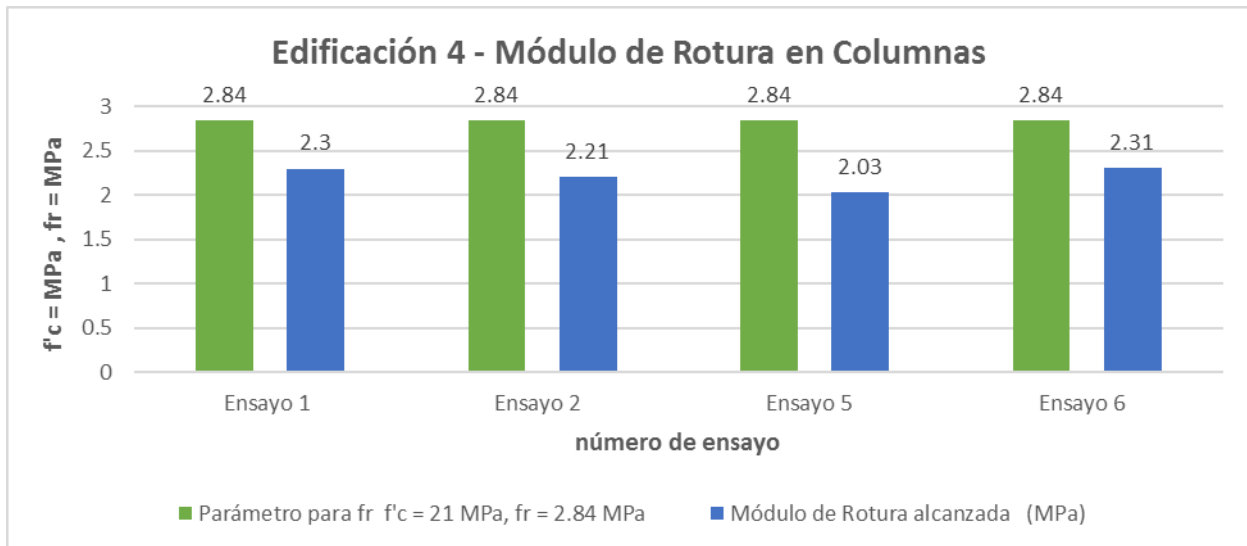
**Nota:** Tabla 42 muestra la edificación 3, Urbanización San Javier con edad del concreto 4 años presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 6 columnas en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 %

en columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 18.08$  MPa,  $f'c = 19.21$  MPa,  $f'c = 116.95$  MPa,  $f'c = 14.69$  MPa,  $f'c = 14$  MPa,  $f'c = 16.08$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.64 MPa, 2.72 MPa, 2.55 MPa, 2.38 MPa, 2.32 MPa, 2.49 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 6 columnas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 19984.67 MPa, 20599.73 MPa, 19350.08 MPa , 18013.94 MPa, 17585.79 MPa, 18846.94 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 4 vigas en la descripción  $f_r =$  MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 18.17$  MPa,  $f'c = 18.34$  MPa,  $f'c = 14.86$  MPa,  $f'c = 15.99$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.64 MPa, 2.66 MPa, 2.39 MPa, 2.48 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 vigas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 20034.35 MPa, 20127.86 MPa, 18117.88 MPa y 18794.12 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E 060.

**Figura 45.**

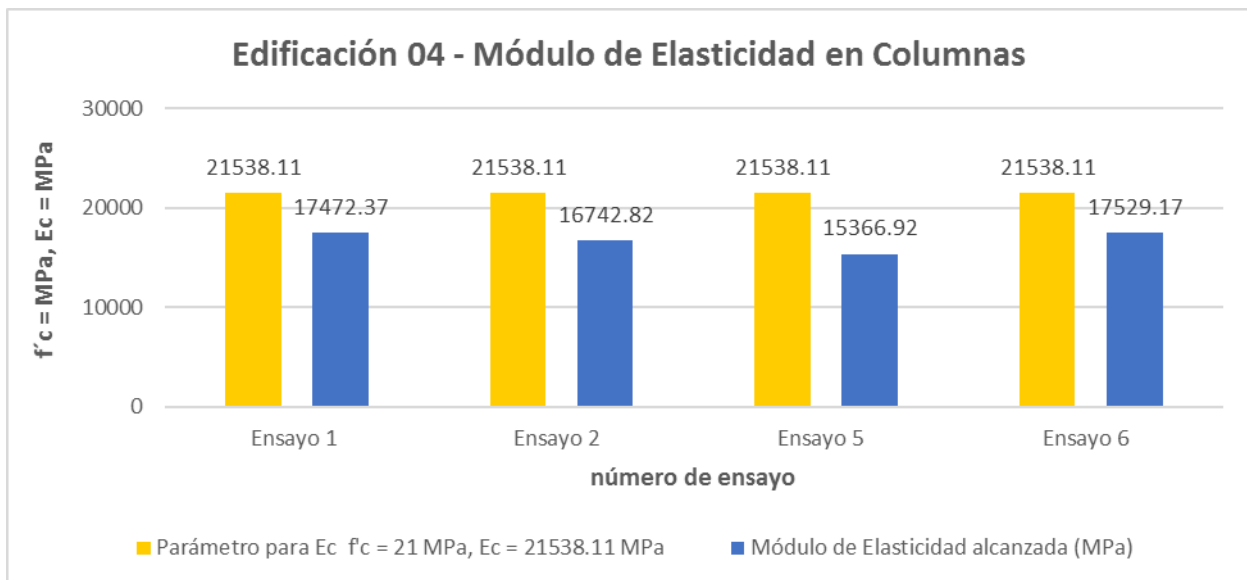
Edificación 4 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 46.**

Edificación 4 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 43.**

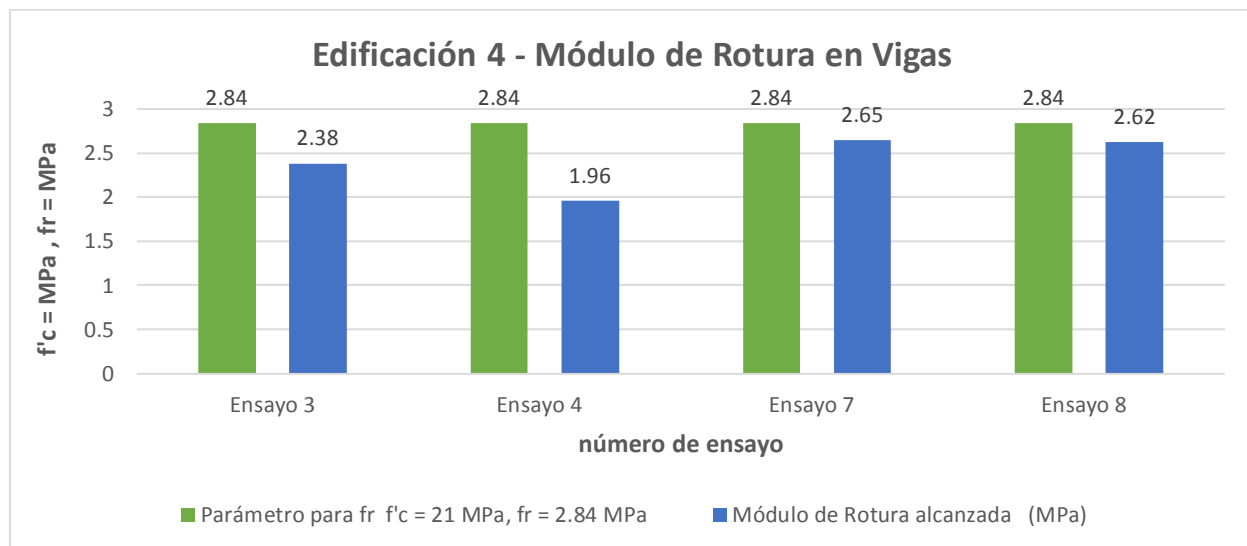
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Columnas

Edificación 4 Asociación Bella Paraíso								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para $E_c$ $f'_c = 21$ MPa, $E_c = 21538.11$ MPa	Parámetro para $f_r$ $f'_c = 21$ MPa, $f_r = 2.84$ MPa	Resistencia a compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	1	21538.11	2.84	140.94	13.82	17472.37	2.3
Ensayo 2	1	1	21538.11	2.84	129.42	12.69	16742.82	2.21
Ensayo 5	2	1	21538.11	2.84	109.03	10.69	15366.92	2.03
Ensayo 6	2	1	21538.11	2.84	141.83	13.91	17529.17	2.31

Fuente: Elaboración propia

**Figura 47.**

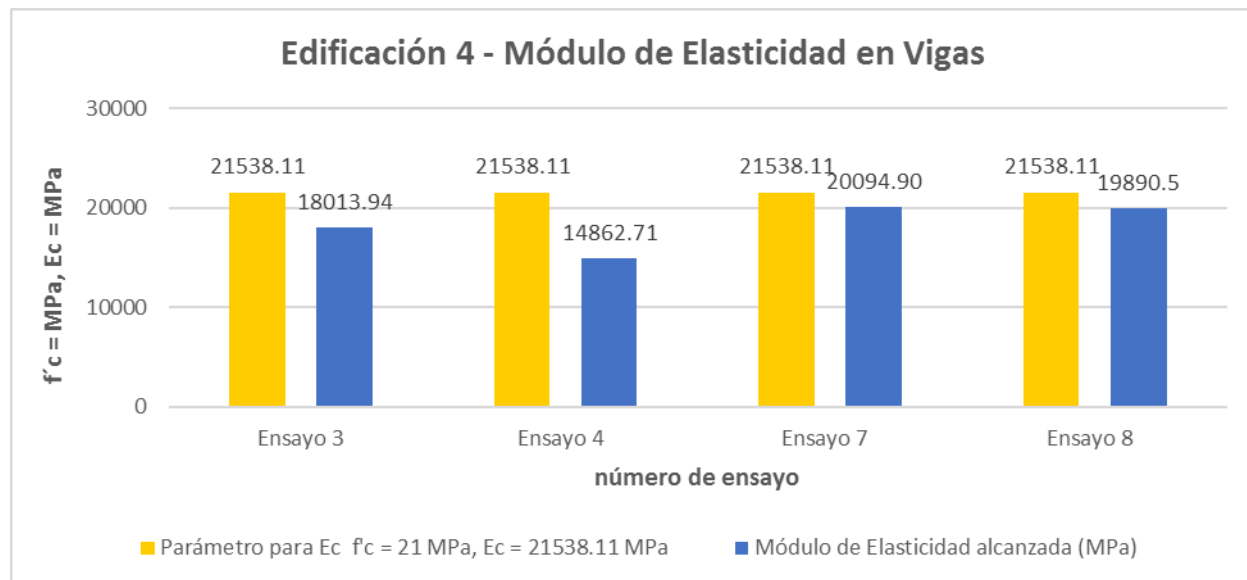
Edificación 4 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 48.**

Edificación 4 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 44.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Vigas

Edificación 4 Asociación Bella Paraíso Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa , Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 21 MPa, fr = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	1	21538.11	2.84	149.8	14.69	18013.94	2.38
Ensayo 4	1	1	21538.11	2.84	101.94	10	14862.71	1.96
Ensayo 7	2	1	21538.11	2.84	186.41	18.28	20094.90	2.65
Ensayo 8	2	1	21538.11	2.84	182.6	17.91	19890.5	2.62

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 45.***Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4*

<b>Edificación 4</b>					
<b>Asociación Bella Paraíso</b>					
<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 2.84	4	100 %	< 2.84	4	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
Total	4	100 %		4	100 %
<b>Descripción Ec = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción Ec = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 21538.11	4	100 %	< 21538.11	4	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
Total	4	100 %		4	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

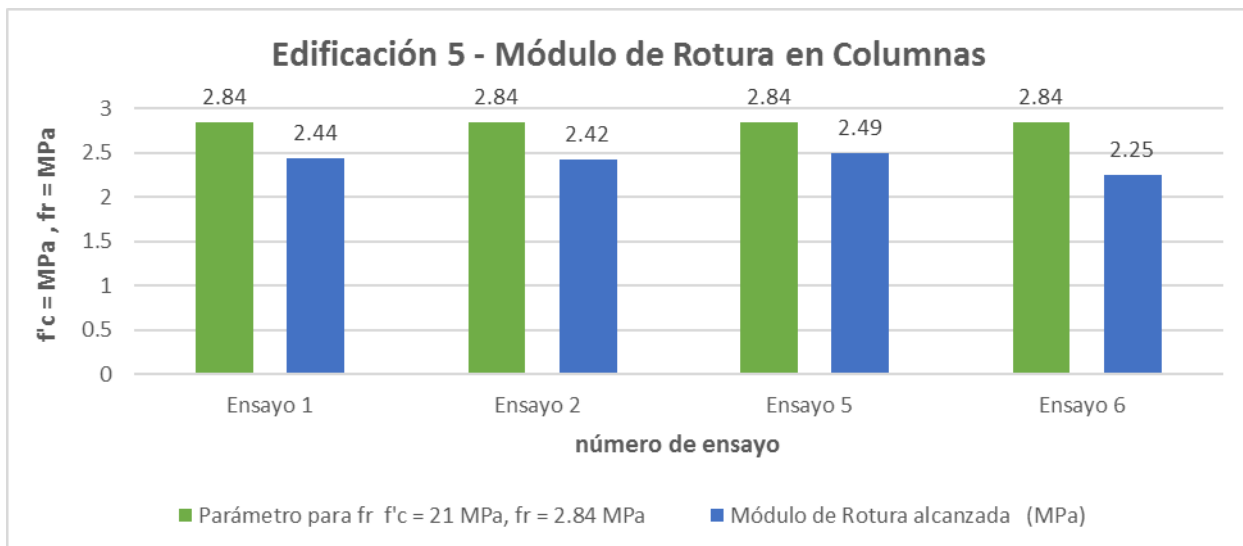
**Nota:** Tabla 45 muestra la edificación 4, Asociación Bella Paraíso con edad del concreto 1 año se presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 4 columnas en la descripción fr = MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 13.82$  MPa,  $f'c = 12.69$  MPa,  $f'c = 10.69$  MPa,  $f'c = 13.91$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.3 MPa, 2.21 MPa, 2.03 MPa, 2.31 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 columnas en la descripción Ec = MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa);

17472.37 MPa, 16742.82 MPa, 15366.92 MPa, 17529.17 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el módulo de rotura se alcanzó 100 % de 4 vigas en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21\text{MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0% en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  de: ( $f'_c = 14.69 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 10 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 18.28 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 17.91 \text{ MPa}$ ) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa) ; 2.38 MPa, 1.96 MPa, 2.65 MPa, 2.62 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 vigas en la descripción  $E_c = \text{MPa}$  menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 18013.94 MPa, 14862.71MPa, 20094.90MPa y 19890.5MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E 060.

**Figura 49.**

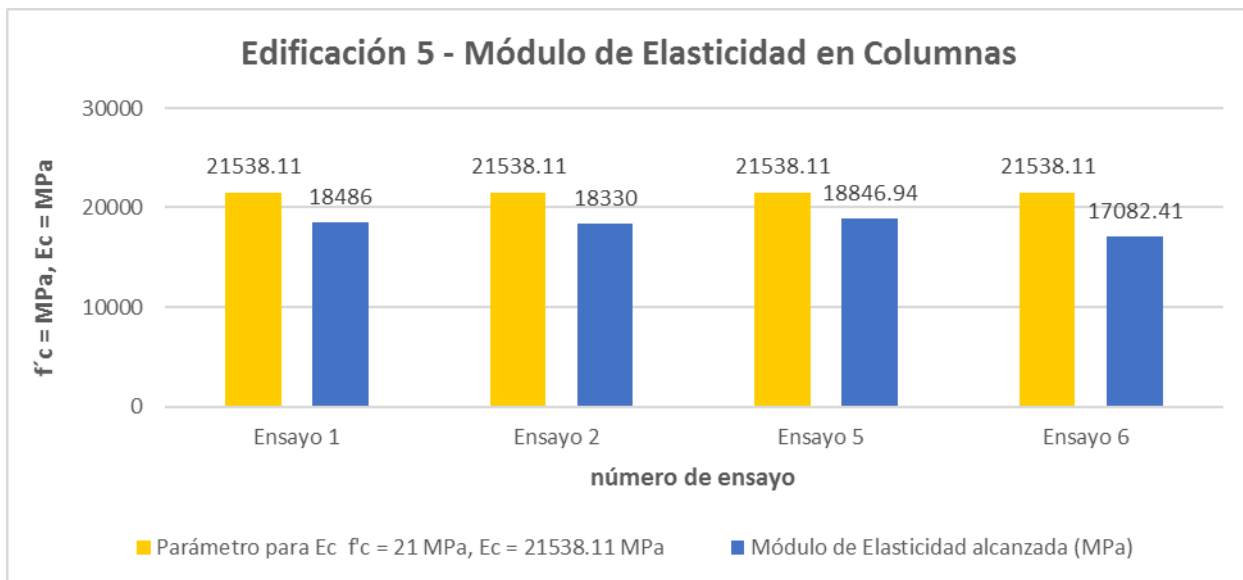
Edificación 5 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 50.**

Edificación 5 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 46.**

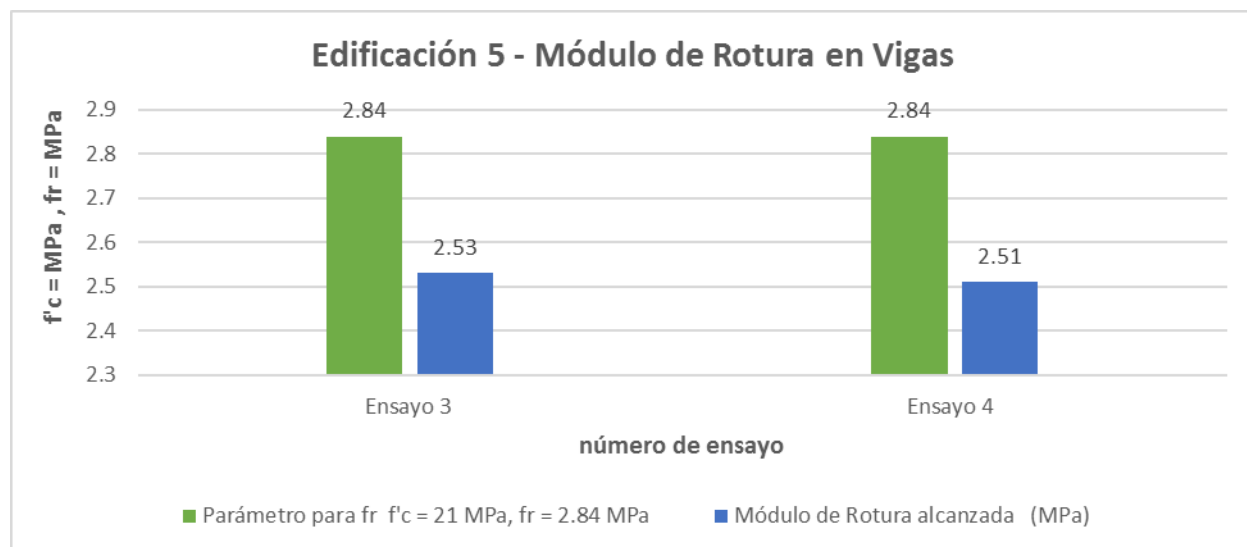
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 5 - Columnas

Edificación 05								
Urbanización Monseñor Isidro Salas								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para $E_c$ $f'_c = 21$ MPa, $E_c = 21538.11$ MPa	Parámetro para $f_r$ $f'_c = 21$ MPa, $f_r = 2.84$ MPa	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	8	21538.11	2.84	157.78	15.47	18486	2.44
Ensayo 2	1	8	21538.11	2.84	155.12	15.21	18330	2.42
Ensayo 5	2	2	21538.11	2.84	163.99	16.08	18846.94	2.49
Ensayo 6	2	2	21538.11	2.84	134.73	13.21	17082.41	2.25

Fuente: Elaboración propia

**Figura 51.**

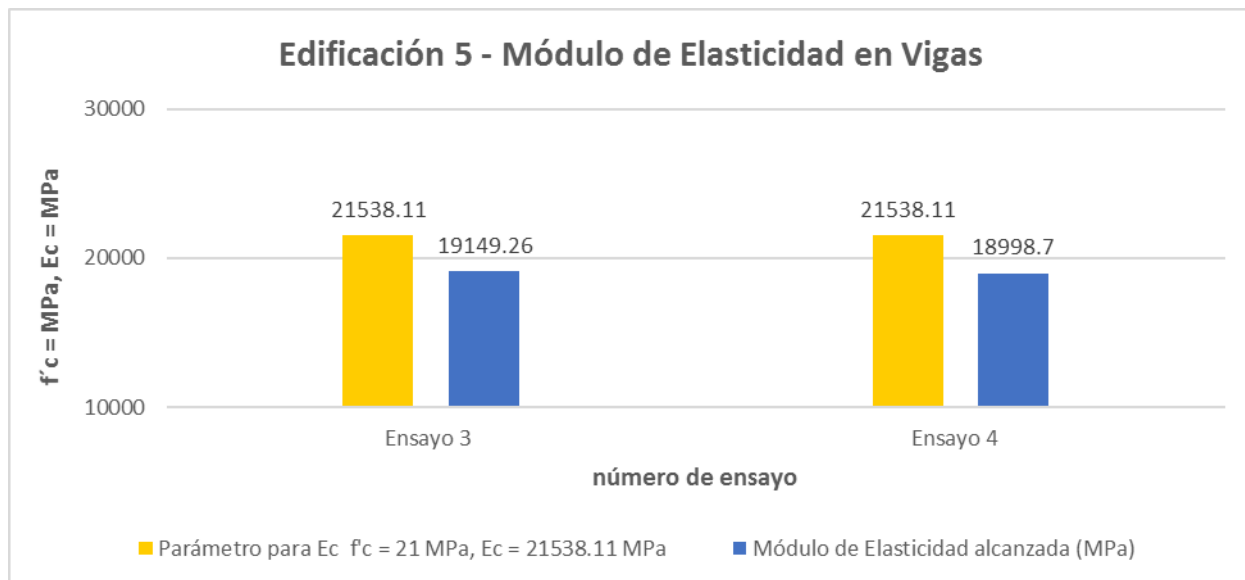
Edificación 5 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 52.**

Edificación 5 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 47.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 5 - Vigas

Edificación 5								
Urbanización Monseñor Isidro Salas								
Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec $f'c = 21 \text{ MPa}$ , $E_c = 21538.11 \text{ MPa}$	Parámetro para $f_r$ $f'c = 21 \text{ MPa}$ , $f_r = 2.84 \text{ MPa}$	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	8	21538.11	2.84	169.3	16.6	19149.26	2.53
Ensayo 4	2	2	21538.11	2.84	166.64	16.34	18998.7	2.51

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48.***Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 5*

<b>Edificación 5</b>					
<b>Urbanización Monseñor Isidro Salas</b>					
<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 2.84	4	100 %	< 2.84	2	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
Total	4	100 %		2	100 %
<b>Descripción Ec = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción Ec = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 21538.11	4	100 %	< 21538.11	2	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
Total	4	100 %		2	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

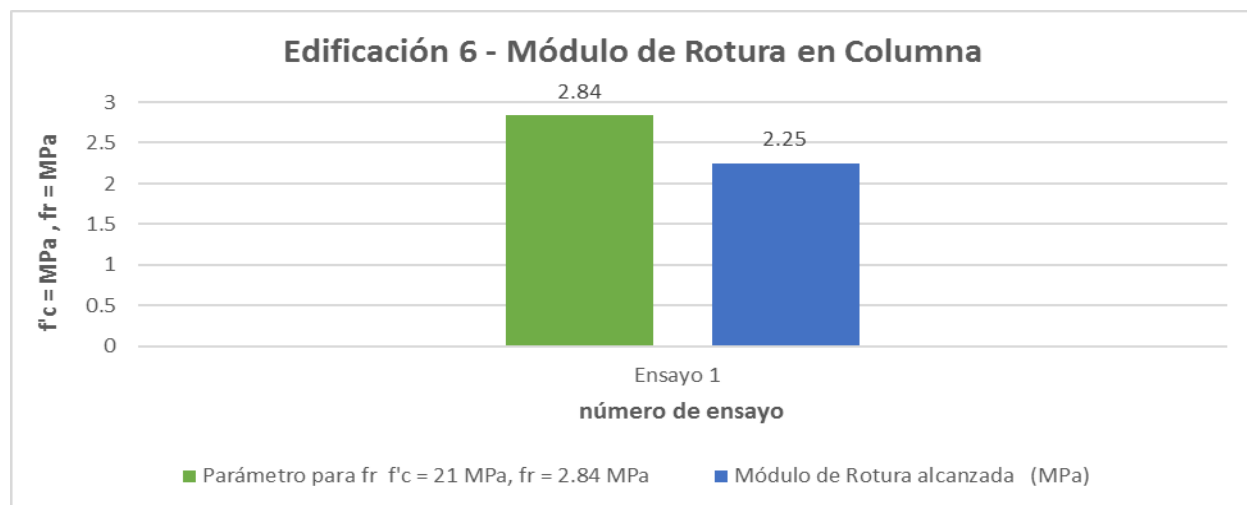
**Nota:** Tabla 48 muestra la edificación 5, Urbanización Monseñor Isidro Salas con edad del concreto 8 años presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el módulo de rotura se alcanzó 100 % de 4 columnas en la descripción fr = MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 15.47$  MPa,  $f'c = 15.21$  MPa,  $f'c = 16.08$  MPa,  $f'c = 13.21$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.44 MPa, 2.42 MPa, 2.49 MPa, 2.25 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 columnas en la descripción Ec = MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa);

18486 MPa, 18330 MPa, 18846.94 MPa 17082.41 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 2 vigas en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0 % en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  de: ( $f'_c = 16.6 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 16.34 \text{ MPa}$ ) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.53 MPa, 2.51 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 2 vigas en la descripción  $E_c = \text{MPa}$  menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas Mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 19149.26 MPa, 18998.7 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E 060.

### Figura 53.

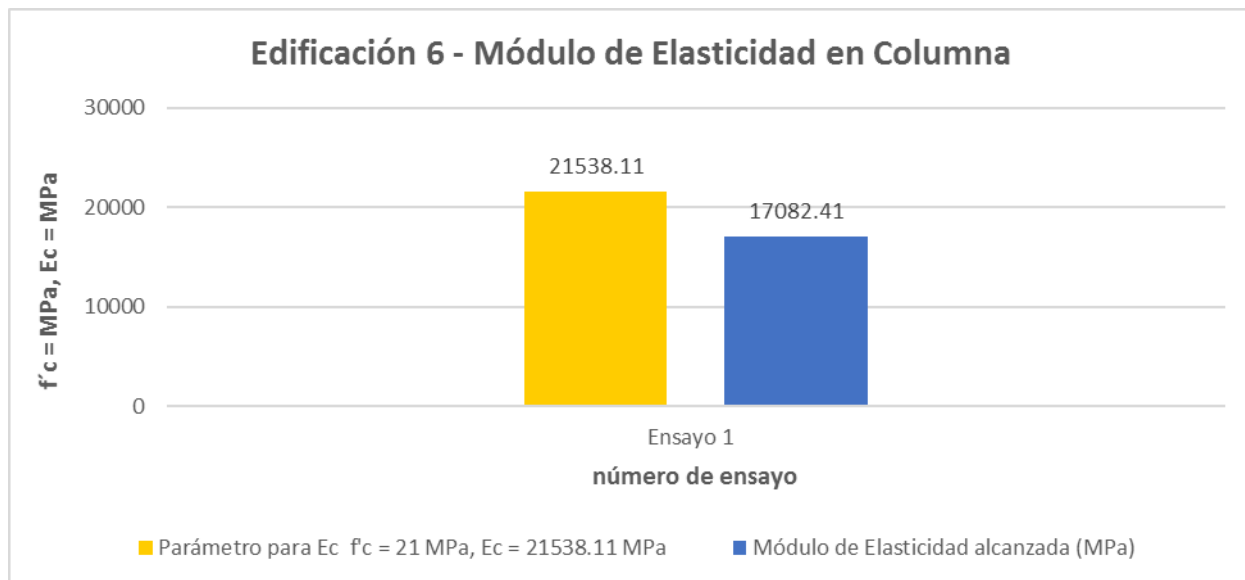
Edificación 6 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 54.**

Edificación 6 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 49.***Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 6 - Columna*

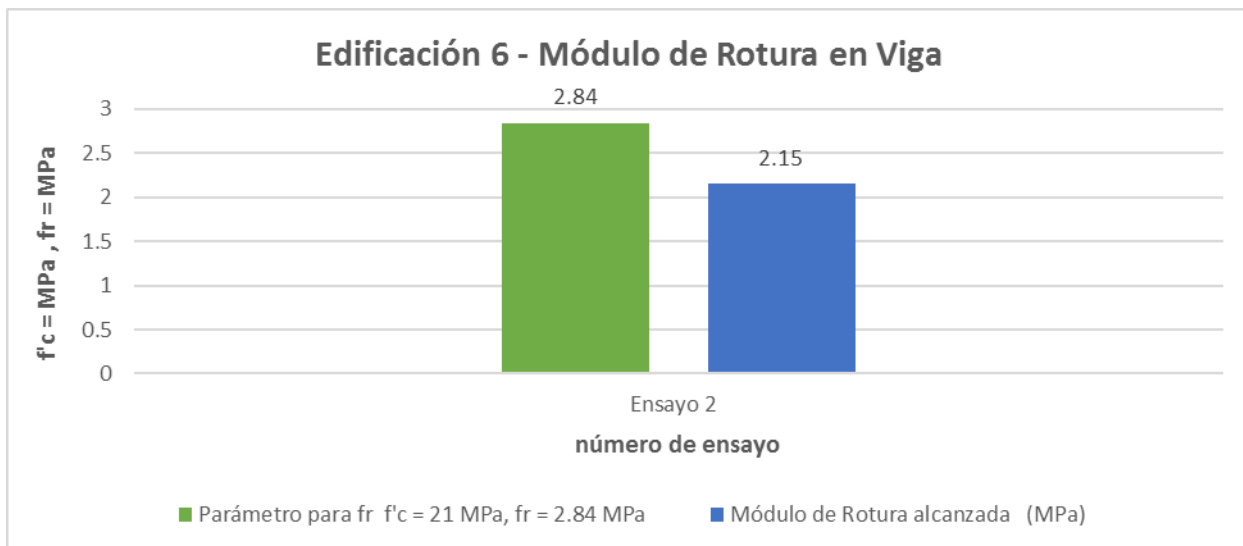
Edificación 6								
Urbanización José María Arguedas								
Columna								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa , Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 21 MPa, fr = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	20	21538.11	2.84	134.73	13.21	17082.41	2.25

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 55.**

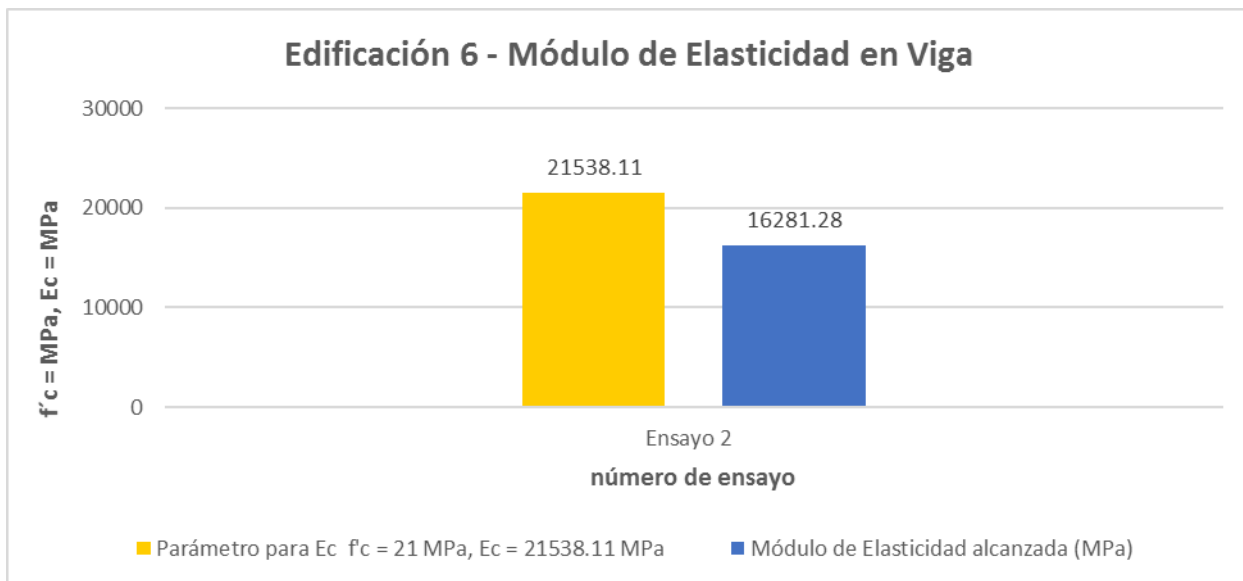
Edificación 6 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 56.**

Edificación 6 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propio

**Tabla 50.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 6 - Viga

Edificación 6								
Urbanización José María Arguedas								
Viga								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para $f'c = 21 \text{ MPa}$ , $E_c = 21538.11 \text{ MPa}$	Parámetro para $f_r f'c = 21 \text{ MPa}$ , $f_r = 2.84 \text{ MPa}$	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 2	1	20	21538.11	2.84	122.32	12	16281.28	2.15

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 51.**

Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 6

Edificación 6					
Urbanización J. María Arguedas					
Descripción $f_r = \text{MPa}$	Columna	%	Descripción $f_r = \text{MPa}$	Viga	%
< 2.84	1	100 %	< 2.84	1	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
total	1	100 %		1	100 %
Descripción $E_c = \text{MPa}$	Columna	%	Descripción $E_c = \text{MPa}$	Viga	%
< 21538.11	1	100 %	< 21538.11	1	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
total	1	100 %		1	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

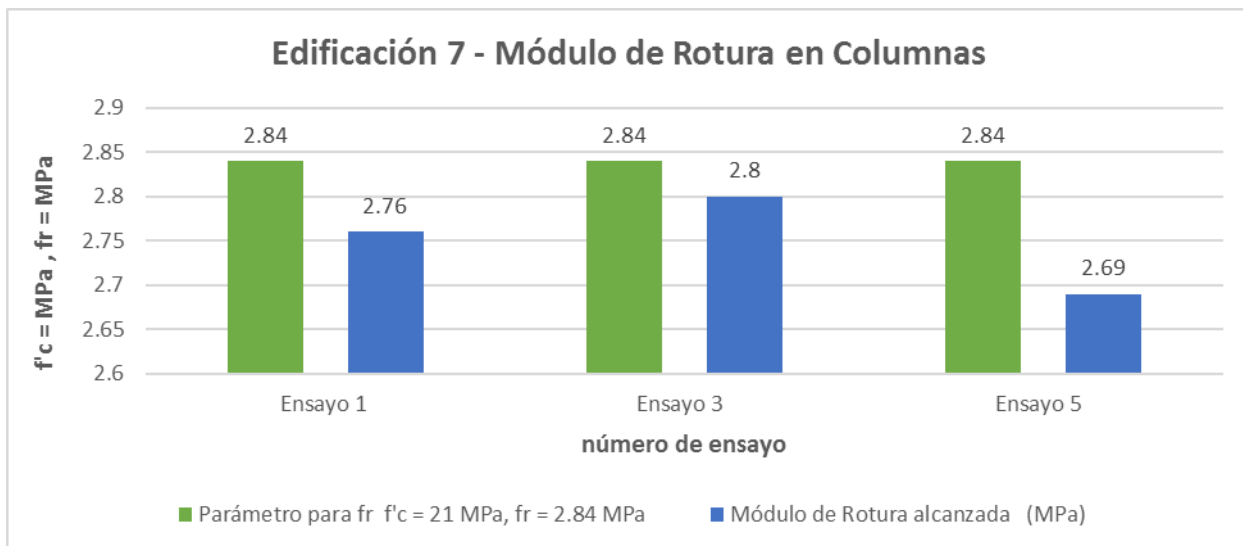
**Nota:** Tabla 51 muestra la Edificación 6, Urbanización José María Arguedas con edad del concreto 20 años presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el módulo de rotura se alcanzó 100 % de 1 columna en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c =$

21 MPa de: ( $f'c = 13.21$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.25 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 1 columna en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 17082.41 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el módulo de rotura se alcanzó 100 % de 1 vigas en la descripción  $f_r =$  MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 12$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa) ; 2.15 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 1 vigas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 16281.28 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E 060.

**Figura 57.**

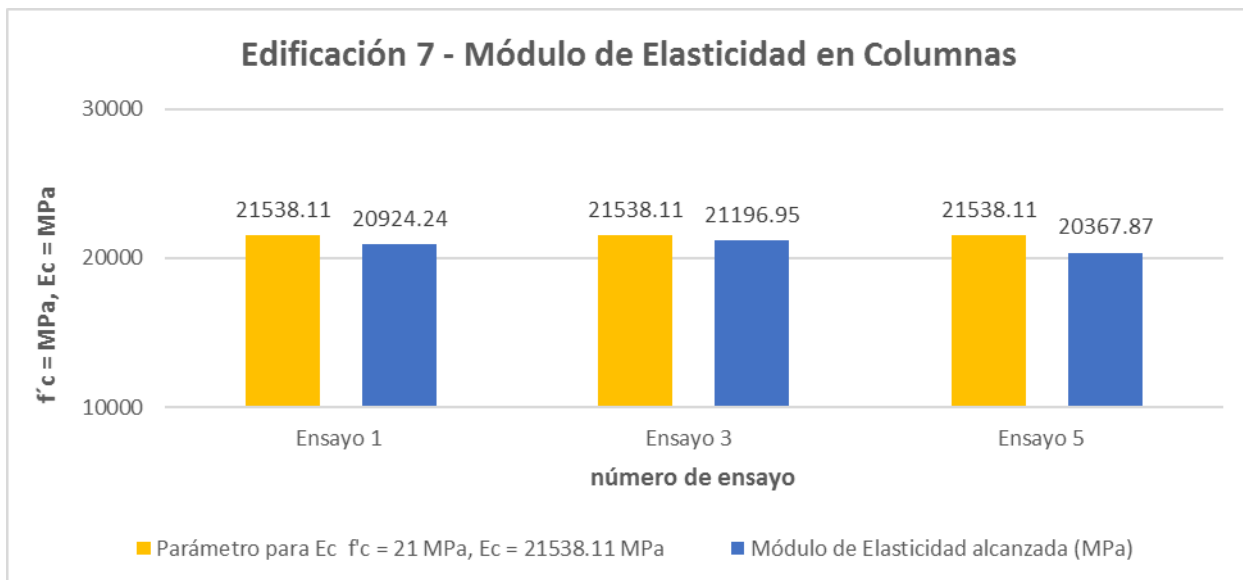
Edificación 7 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 58.**

Edificación 7 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 52.**

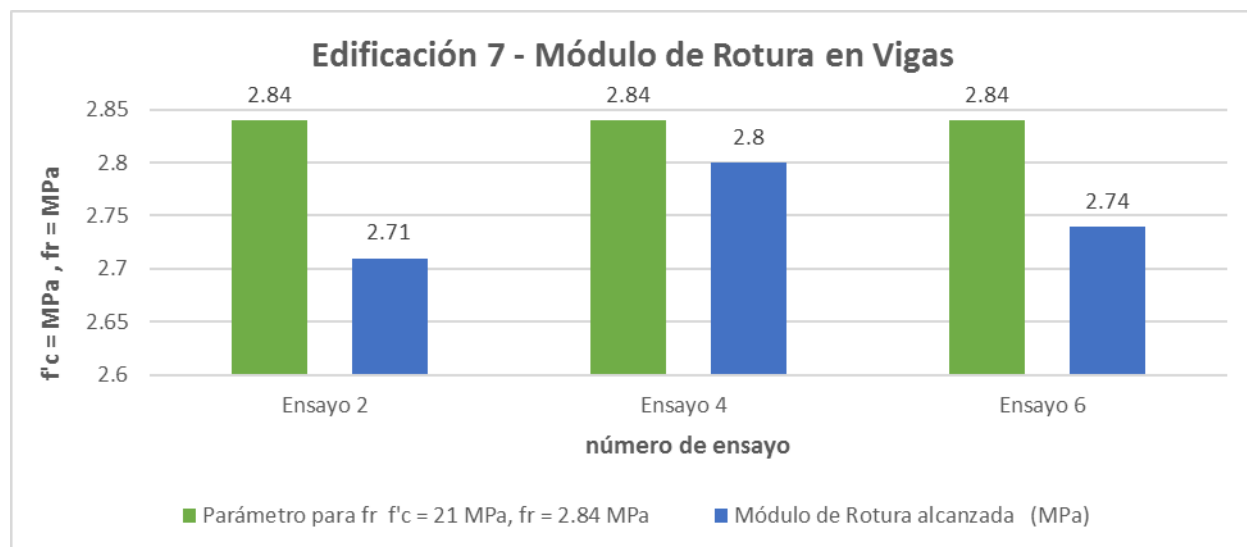
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 7 - Columnas

Edificación 7 Urbanización Bellavista Alta								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa , Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 21 MPa, fr = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	1	21538.11	2.84	202.1	19.82	20924.24	2.76
Ensayo 3	2	1	21538.11	2.84	207.42	20.34	21196.95	2.8
Ensayo 5	4	1	21538.11	2.84	191.46	18.78	20367.87	2.69

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 59.**

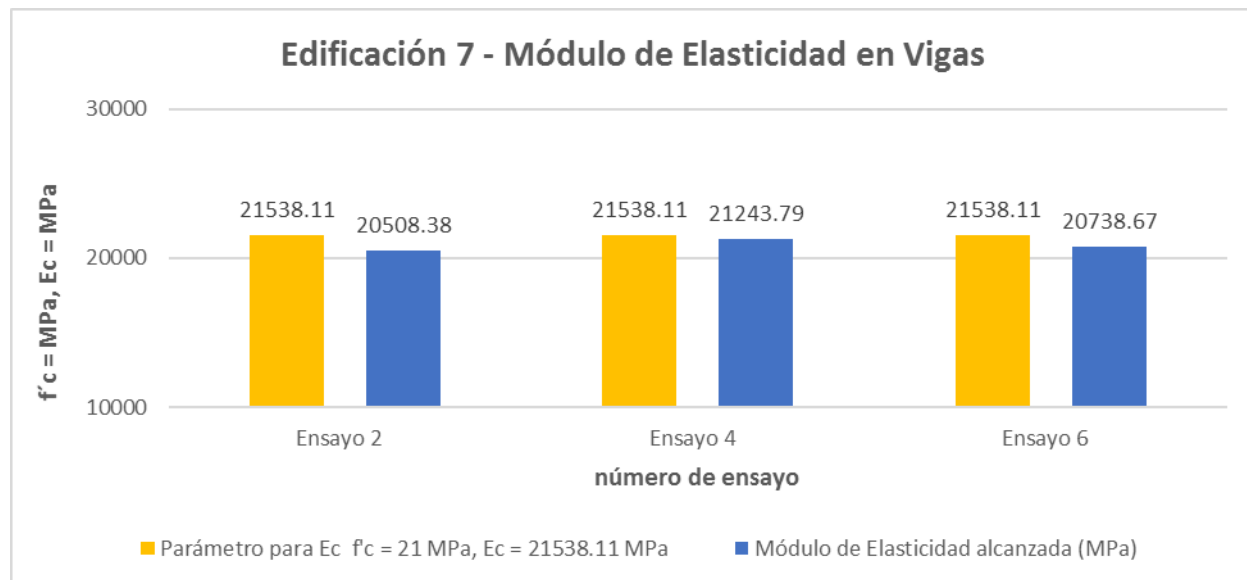
Edificación 7 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 60.**

Edificación 7 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 53.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 7 - Vigas

Edificación 7 Urbanización Bellavista Alta								
Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa, Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 21 MPa, fr = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 2	1	1	21538.11	2.84	194.12	19.04	20508.38	2.71
Ensayo 4	2	1	21538.11	2.84	208.31	20.43	21243.79	2.8
Ensayo 6	4	1	21538.11	2.84	198.56	19.47	20738.67	2.74

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 54.***Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 7*

<b>Edificación 7</b>					
<b>Urbanización Bellavista Alta</b>					
<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 2.84	3	100 %	< 2.84	3	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
Total	3	100 %		3	100 %
<b>Descripción Ec = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción Ec = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 21538.11	3	100 %	< 21538.11	3	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
Total	3	100 %		3	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

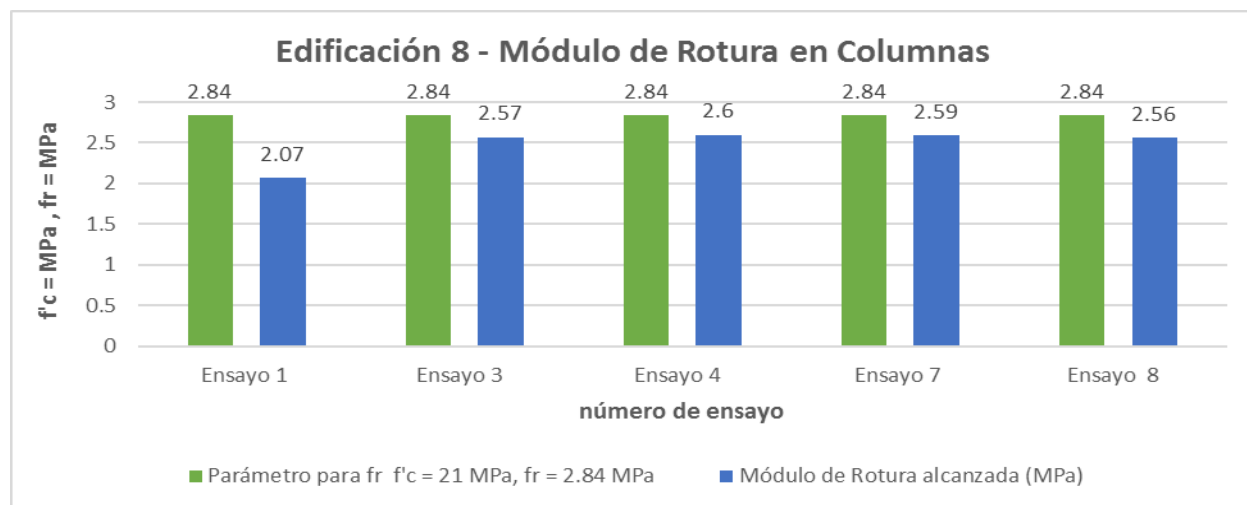
**Nota:** Tabla 54 muestra la edificación 7, Urbanización Bellavista Alta con edad del concreto 1 año presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 3 columnas en la descripción fr = MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 19.82$  MPa,  $f'c = 20.34$  MPa,  $f'c = 18.78$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.76 MPa, 2.8 MPa, 2.69 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 3 columnas en la descripción Ec = MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados

de Módulo de Elasticidad (MPa); 20924.24 MPa, 21196.95 MPa, 20367.87 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 100 % de 3 vigas en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0 % en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  de: ( $f'_c = 19.04 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 20.43 \text{ MPa}$ ,  $f'_c = 19.47 \text{ MPa}$ ) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa) ; 2.71 MPa, 2.8 MPa, 2.74 MPa no cumplió el parámetro asignado para el módulo de rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 3 vigas en la descripción  $E_c = \text{MPa}$  menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ , obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$  alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 20508.38 MPa, 21243.79 MPa y 20738.67 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E.060.

**Figura 61.**

*Edificación 8 Columnas presentación gráfica Módulo de Rotura*

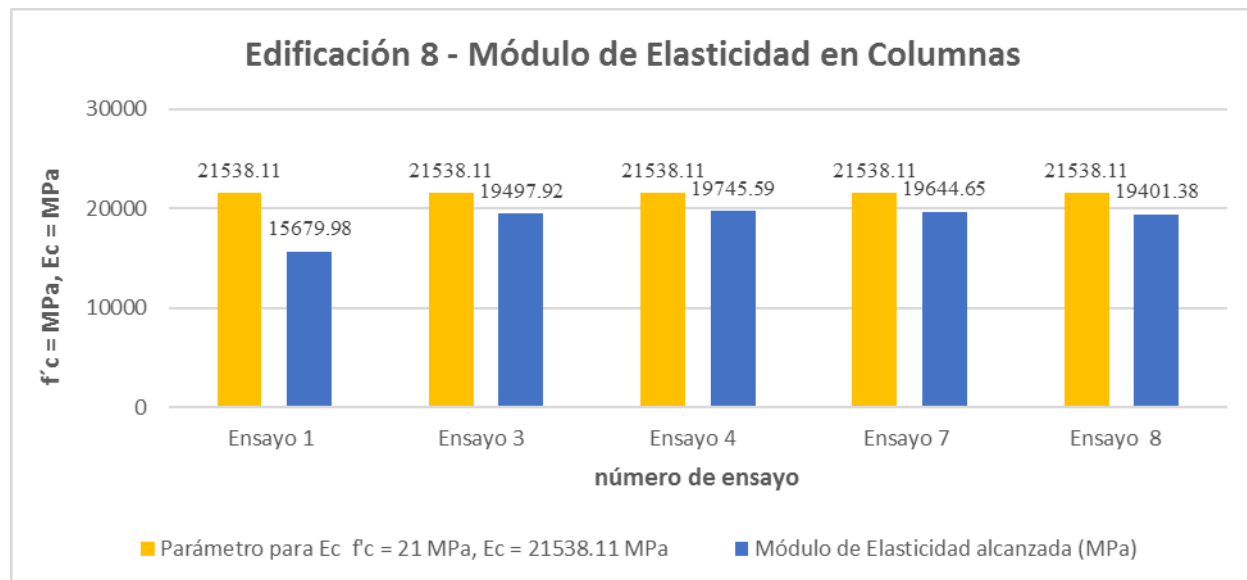


**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 62.**

Edificación 8 Columnas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 55.**

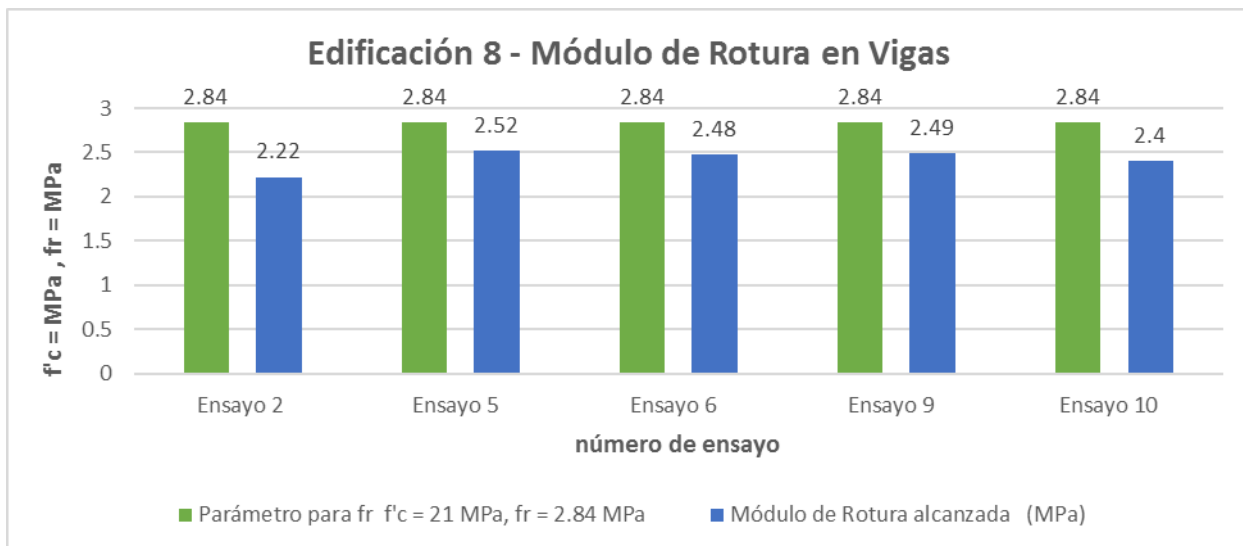
Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 8 - Columnas

Edificación 8 Asociación San Francisco								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec $f'_c = 21$ MPa, $E_c = 21538.11$ MPa	Parámetro para fr $f'_c = 21$ MPa, $f_r = 2.84$ MPa	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	4	21538.11	2.84	113.46	11.13	15679.98	2.07
Ensayo 3	3	1	21538.11	2.84	175.51	17.21	19497.92	2.57
Ensayo 4	3	1	21538.11	2.84	179.96	17.65	19745.59	2.6
Ensayo 7	4	1	21538.11	2.84	178.17	17.47	19644.65	2.59
Ensayo 8	4	1	21538.11	2.84	173.74	17.04	19401.38	2.56

Fuente: Elaboración

**Figura 63.**

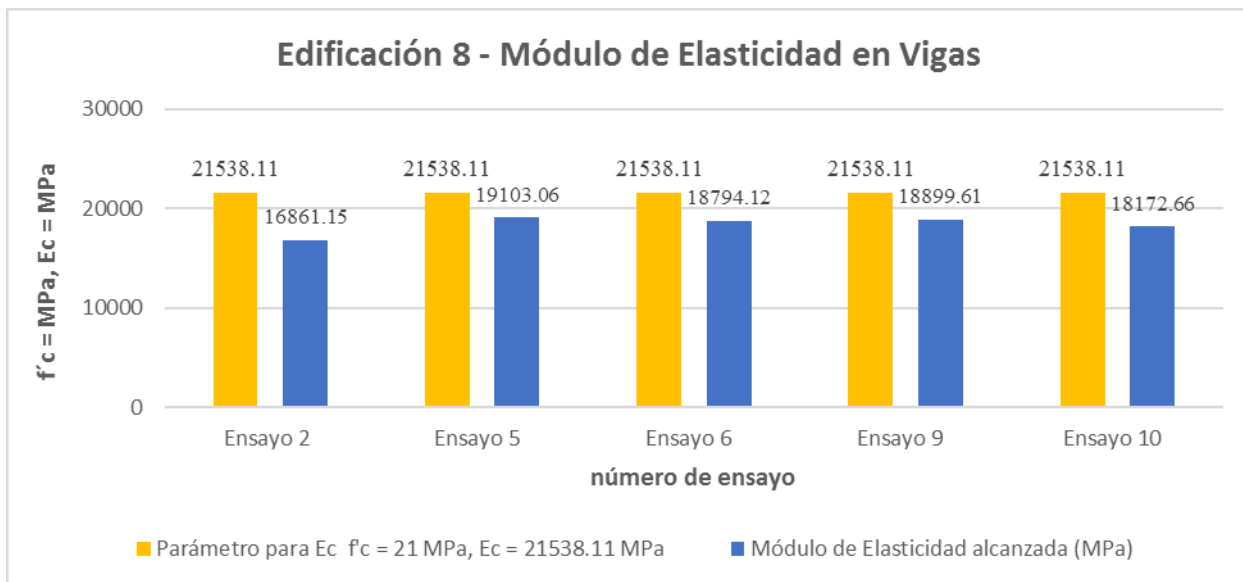
Edificación 8 Vigas presentación gráfica Módulo de Rotura



Fuente: Elaboración propia

**Figura 64.**

Edificación 8 Vigas presentación gráfica Módulo de Elasticidad



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 56.**

Resultado: Resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 8 - Vigas

Edificación 8 Asociación San Francisco Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21 MPa, Ec = 21538.11 MPa	Parámetro para fr f'c = 2.84 MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 2	1	4	21538.11	2.84	131.19	12.87	16861.15	2.22
Ensayo 5	3	1	21538.11	2.84	168.42	16.52	19103.06	2.52
Ensayo 6	3	1	21538.11	2.84	163.1	15.99	18794.12	2.48
Ensayo 9	4	1	21538.11	2.84	164.87	16.17	18899.61	2.49
Ensayo 10	4	1	21538.11	2.84	152.46	14.95	18172.66	2.4

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 57.**

Porcentaje de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 8

Edificación 8 Asociación San Francisco					
Descripción fr = MPa	Columna	%	Descripción fr = MPa	Viga	%
< 2.84	5	100 %	< 2.84	5	100 %
> 2.84	0	0 %	> 2.84	0	0 %
Total	5	100 %		5	100 %
Descripción Ec = MPa	Columna	%	Descripción Ec = MPa	Viga	%
< 21538.11	5	100 %	< 21538.11	5	100 %
> 21538.11	0	0 %	> 21538.11	0	0 %
Total	5	100 %		5	100 %

Fuente: Elaboración propia

**Nota:** Tabla 57 muestra la edificación 8, Asociación San Francisco con edad del concreto 1 año presenta porcentualmente en las columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el módulo de rotura se alcanzó 100 % de 5 columnas en la descripción fr = MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro

tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0% en columnas mayor 2.84MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 11.13$  MPa,  $f'c = 17.21$  MPa,  $f'c = 17.65$  MPa,  $f'c = 17.47$  MPa,  $f'c = 17.04$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.07 MPa, 2.57 MPa, 2.6 MPa, 2.59 MPa, 2.56 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 5 columnas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0% en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 15679.98 MPa, 19497.92 MPa, 19745.59 MPa , 19644.65 MPa, 19401.38 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el módulo de rotura se alcanzó 100 % de 5 vigas en la descripción  $f_r =$  MPa menor 2.84 MPa no aceptables de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c=12.87$  MPa,  $f'c = 16.52$  MPa,  $f'c = 15.99$  MPa,  $f'c = 16.17$  MPa,  $f'c = 14.95$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.22 MPa, 2.52 MPa, 2.48 MPa, 2.49 MPa, 2.4 MPa **(NO CUMPLE)** el parámetro asignado para el módulo de rotura, así mismo para el Módulo de Elasticidad el 100 % de 4 vigas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa, obteniendo resultados aprobables 0 % en columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 16861.15 MPa, 19103.06 MPa, 18794.12 MPa,

18899.61 MPa y 18172.66 MPa (**NO CUMPLE**) el parámetro asignado de acuerdo a fórmula del N.T.E en E.060.

**Tabla 58.**

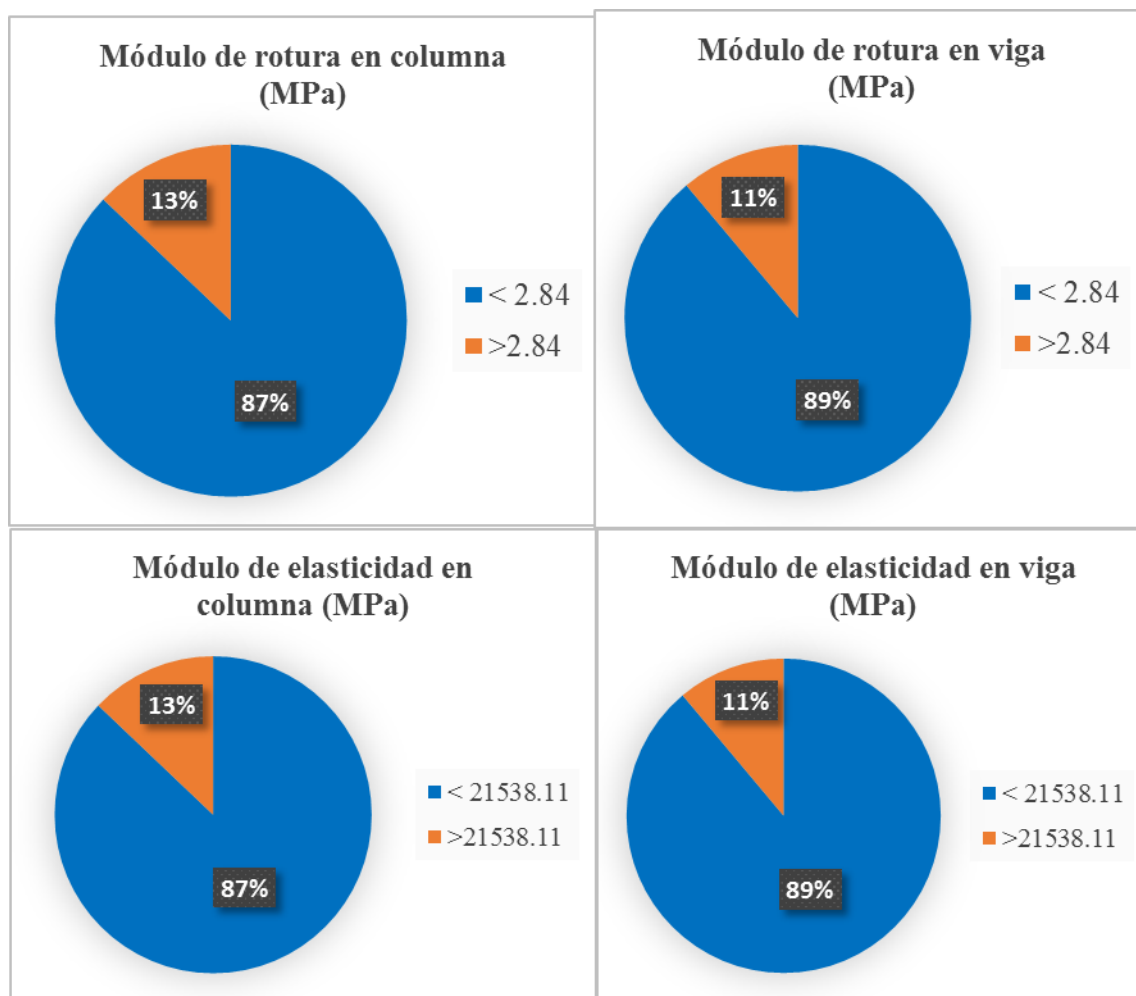
*Porcentaje general de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificaciones*

porcentaje de edificaciones alcanzado la resistencia a flexión y elasticidad en MPa					
<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción fr = MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 2.84	27	87 %	< 2.84	24	89 %
> 2.84	4	13 %	> 2.84	3	11 %
Total	31	100 %		27	100 %
<b>Descripción Ec=MPa</b>	<b>Columna</b>	<b>%</b>	<b>Descripción Ec=MPa</b>	<b>Viga</b>	<b>%</b>
< 21538.11	27	87 %	< 21538.11	24	89 %
> 21538.11	4	13 %	> 21538.11	3	11 %
Total	31	100 %		27	100 %

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 65.**

Representación gráfica de porcentaje general de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en 8 edificaciones



**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Figura 65 muestra el resultado de edificaciones en general obtenido del ensayo no destructivo, en diferentes edificaciones Autoconstruidos se llegó el siguiente resultado en columnas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 87 % de 27 columnas en la descripción  $f_r = \text{MPa}$  menor 2.84 MPa (**NO CUMPLE**) de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21 \text{ MPa}$ .

Obteniendo resultados aprobables el 13 % de 4 columnas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 23.12$  MPa,  $f'c = 22.08$  MPa,  $f'c = 22.51$  MPa,  $f'c = 23.3$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.98 MPa, 2.91 MPa, 2.94 MPa, 2.99 MPa **(CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura.

Así mismo para el Módulo de Elasticidad el 87 % de 27 columnas en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa **(NO CUMPLE)** de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa.

Obteniendo resultados aprobables el 13 % en 4 columnas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 22599.13 MPa, 22085 MPa, 22299.01 MPa y 22686.93 MPa **(CUMPLE)** el parámetro asignado.

En vigas; obteniendo el resultado de acuerdo a los parámetros en el Módulo de Rotura se alcanzó 89 % en 24 viga en la descripción  $f_r =$  MPa menor 2.84 MPa **(NO CUMPLE)** acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa.

Obteniendo resultados aprobables el 11 % en 3 vigas mayor 2.84 MPa tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa de: ( $f'c = 21.12$  MPa,  $f'c = 21.47$  MPa,  $f'c = 21.99$  MPa) logrando los resultados de Módulo de Rotura (MPa); 2.85 MPa, 2.87 MPa, 2.91 MPa **(CUMPLE)** el parámetro asignado para el Módulo de Rotura.

Así mismo para el Módulo de Elasticidad el 89 % de 24 viga en la descripción  $E_c =$  MPa menor 21538.11 MPa **(NO CUMPLE)** de acuerdo al parámetro tomando el valor de resistencia  $f'c = 21$  MPa.

Obteniendo resultados aprobables el 11 % en 3 vigas mayor 21538.11 MPa tomando el valor de resistencia  $f'_c = 21\text{MPa}$  alcanzando los resultados de Módulo de Elasticidad (MPa); 21599.56 MPa, 21777.79 MPa y 22039.94 MPa **(CUMPLE)** el parámetro asignado de acuerdo a N.T.E. E.060.



## 4.2 Discusión de resultados

La finalidad de la presente tesis es evaluar el concreto su resistencia en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas para obtener resultado por el método del ensayo no destructivo de concreto de diferentes viviendas se utilizó el equipo esclerómetro, con ello se determina la fuerza a compresión y se utiliza la fórmula para resistencia a flexión (Módulo de Rotura), Módulo de Elasticidad se llega con respecto al objetivo general las siguientes conclusiones fuerza a compresión el resultado obtenido en columnas. La resistencia menor a  $175 \text{ kg/cm}^2$  con 16 ensayos que representa el 52 %,  $175 \text{ kg/cm}^2 - 210 \text{ kg/cm}^2$  son 11 ensayos que representan 35 %, mayor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  son 4 ensayos que representa 13 % y en vigas menor a  $175 \text{ kg/cm}^2$  son 16 ensayos que representa el 59 %,  $175 \text{ kg/cm}^2 - 210 \text{ kg/cm}^2$  son 8 ensayos que representa 30 %, mayor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  son 3 ensayos que representa 11 % también se encontró el resultado de resistencia a flexión (Módulo de Rotura) en columnas con parámetro menor 2.84 MPa son 27 ensayos que representa 87 %, mayor 2.84 MPa son 4 ensayos que representa 13 %, y en vigas menor 2.84 MPa son 24 ensayos que representa 89 %, mayor 2.84 MPa son 3 ensayos que representa 11 %, Módulo Elasticidad según el parámetro menor 21438.11 MPa son 27 ensayos que representa 87 %, mayor 21538.11 MPa son 4 ensayos que representa 13 %, y en vigas menor 21538.11 MPa son 24 ensayos que representa 89 %, mayor 21538.11 MPa son 3 ensayos que representa 11 %. De acuerdo a NTE la resistencia mínima de concreto estructural para columnas y vigas es  $210 \text{ kg/cm}^2$  lo cual **(NO CUMPLE)**.

A respecto por Cedeño & Coello (2019), en su conclusión analizó 23 columnas que cada uno fue ensayado con 6 rebotes para realizar los cálculos respectivos, en ello se encontró que 16 columna representa un total 70 %, para normas NEC y ACI cumple la resistencia con la cual fue diseñada, 7 columna representa un total 30 % no cumple con la resistencia con el cual fue diseñado a norma ACI mientras para NEC son 3 columnas que no cumplen.

Otro internacionalmente Neira & Palacios (2019), realizó un estudio a través de esclerómetro para determinar la resistencia del concreto, esto relacionó el índice de rebote Q con la curva de regresión. El esclerómetro tiene una curva de 10 percentil que el 90 % trabaja con los datos nube y el 10 % por debajo, pero la nube de datos dependerá de materiales, equipos y técnicas de lugar de procedencia. Estos factores son que obtiene la resistencia sea menor al valor real de la resistencia de compresión y flexión, al obtener las nubes de datos se genera los modelos matemáticos, de curvas de regresión y ANFIS, así mismo, pero determinan la resistencia a compresión y flexión con 90 % de confiabilidad.

Barreto & Ganzhi (2018), realizó un estudio mediante el método no destructivo llegando al resultado del ensayo con el esclerómetro encontró una gran diferencia de resistencia a la compresión por diferentes de alturas ensayadas como se muestra que 1/3 en interiores, 1/3 medio y 1/3 en superiores, de ello en los ensayos realizados el menor resistencia fue 1/3 de medio, luego 1/3 superior y finalmente 1/3 inferior, donde se indica que la variación más resistente es, en la parte inferior porque se compacta más al momento de la construcción.

Arévalo & Vásquez (2021), en su investigación llega a una conclusión del estudio realizado por método no destructivo, la resistencia encontrado en elementos estructurales a compresión, no llegan a resistencia requerido para elementos estructurales de 21 MPa, también dio una recomendación al respecto se debe hacer una reparación en la zona y un amplio estudio de estudio basado en mecánica de suelos.

Quispe (2019), su investigación llega a una conclusión al evaluar el concreto en estado realidad estática para ser reportado y observado. Tiende a un resultado, el concreto llega a una dispersión alta con resistencia inferior a 28.34 kg/cm<sup>2</sup> hasta 368.78 kg/cm<sup>2</sup> y con promedio de 151.89 kg/cm<sup>2</sup> porcentualmente representa 72.33 % esperado para elementos estructurales tal como es para columnas.

Cuyate (2019), su investigación llega a una conclusión los resultados en las construcciones informales obtiene alarmante respecto a resistencia a compresión, porque ningún de estos ensayos llego a cumplir con la mínima resistencia que enmarca la norma técnica, solo se llegó a una resistencia promedio de 139.09 kg/cm<sup>2</sup>, en muestras que fueron curadas por un método de aspersion directa.

Vélez (2019), su investigación llega a una conclusión que mediante el ensayo de esclerometría, el resultado que ha obtenido es la validación donde la regresión lineal tomada según la edad del concreto es más fiable, esto obtuvo mejor porcentaje de error, mientras otras regresiones determinaron resultados que pasa el 15 % de error permitido. Esto conlleva que el método no destructivo nos permite conocer de una manera rápida y sencilla, la resistencia del concreto. Los conclusiones y resultados

mencionado de los diferentes antecedentes se llegan a una conclusión en comparación de dicha investigación concuerda alguno.

### 4.3 Prueba de hipótesis

#### 4.3.1 Hipótesis general

**HG:** La resistencia del concreto armado alcanzado por número de rebote en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado La Américas – Abancay, 2022 es inferior a 210 kg/cm<sup>2</sup>

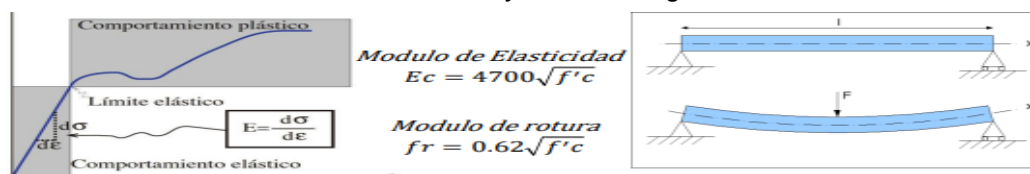
**Tabla 59.**

Resultado general de edificaciones autoconstruidos, resistencia máxima alcanzado a la compresión más flexión tomado por el ensayo no destructivo.

Representación de edificaciones autoconstruidos en general el porcentaje en columna y viga resistencia a compresión	Descripción Kg/cm <sup>2</sup>	Columna	%	Descripción Kg/cm <sup>2</sup>	Viga	%
	< 175	16	52 %	< 175	16	59 %
	175 - 210	11	35 %	175 - 210	8	30 %
	> 210	4	13 %	> 210	3	11 %
	Total	31	100 %		27	100 %
Porcentaje de edificaciones alcanzado la resistencia a flexión en MPa	Descripción fr = MPa	Columna	%	Descripción fr = MPa	Viga	%
	< 2.84	27	87 %	< 2.84	24	89 %
	> 2.84	4	13 %	> 2.84	3	11 %
	Total	31	100 %		27	100 %
	Descripción Ec = MPa	Columna	%	Descripción Ec = MPa	Viga	%
	< 21538.11	27	87 %	< 21538.11	24	89 %
	> 21538.11	4	13 %	> 21538.11	3	11 %
	Total	31	100 %		27	100 %

Muestra que cumple la norma edificación 2 Urbanización San Cristóbal

**COLUMNAS: CUMPLE LA NORMA E. 060 siendo mayor a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**



Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Parámetro para $E_c$ $f'c = 21 \text{ MPa}$	Parámetro para $f_r$ $f'c = 21 \text{ MPa}$	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	235.78	23.12	22599.13	2.98
Ensayo 2	1	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	225.15	22.08	22085.00	2.91
Ensayo 5	2	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	229.58	22.51	22299.01	2.94
Ensayo 6	2	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	237.56	23.3	22686.93	2.99
<b>Edificación 2 Urbanización San Cristóbal</b>									
<b>VIGAS : CUMPLE LA NORMA E.060 siendo mayor a <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>									
Ensayo 3	1	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	209.19	20.51	21285.34	2.81
Ensayo 4	1	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	215.4	21.12	21599.56	2.85
Ensayo 7	2	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	218.94	21.47	21777.79	2.87
Ensayo 8	2	8	$f'c = 210$	21538.11	2.84	224.26	21.99	22039.94	2.91

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 59 representa las edificaciones autoconstruidos en lo general el porcentaje en columnas y vigas las apreciaciones generales de las 8 edificaciones autoconstruidos 7 viviendas no cumple solo 1 Edificación cumple con el parámetro asignado a  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para resistencia a la compresión y  $f'c = 21$  MPa evaluado como parámetro es  $f'c = 2.84$  MPa para flexión.

**Hipótesis general:**

Al analizar la resistencia del concreto alcanzado por número de rebote sobre el concreto la variable resistencia del concreto, la dimensión resistencia a la compresión más dimensión resistencia a la flexión y elasticidad guardando relación con variable edificaciones autoconstruidos teniendo como soporte la formulación de dimensión ensayo no destructivo entre ambas variables se evidencio el resultado cumpliendo el control de elementos estructurales evaluados del concreto o empleando el esclerómetro como equipo no destructivo en la investigación.

Finalmente llegando para tomar la decisión general del estudio la resistencia alcanzado por número de rebote de esclerómetro de variables se tomará en consideración como aporte para futuras investigaciones el control técnico de acuerdo a la norma; la Tabla 12,13 y 14 de muestra edificación 2, Urbanización San Cristóbal, **“CUMPLE”** lo estipulado en la norma.

### 4.3.2 Hipótesis específico 1

La resistencia a la compresión alcanzado por número de rebote del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022 es inferior a 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 60.**

*Edificación 2 - Urbanización San Cristóbal resistencia máxima alcanzado (kg/cm<sup>2</sup>)*

Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro f <sub>c</sub> = 210kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia alcanzada (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición de ensayo	
					Ángulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1 – Columna	1	8	f <sub>c</sub> = 210	235.78	0°	Horizontal
Ensayo 2 – Columna	1	8	f <sub>c</sub> = 210	225.15	0°	Horizontal
Ensayo 3 – Viga	1	8	f <sub>c</sub> = 210	209.19	0°	Horizontal
Ensayo 4 – Viga	1	8	f <sub>c</sub> = 210	215.40	0°	Horizontal
Ensayo 5 – Columna	2	8	f <sub>c</sub> = 210	229.58	0°	Horizontal
Ensayo 6 – Columna	2	8	f <sub>c</sub> = 210	237.56	0°	Horizontal
Ensayo 7 – Viga	2	8	f <sub>c</sub> = 210	218.94	0°	Horizontal
Ensayo 8 – Viga	2	8	f <sub>c</sub> = 210	224.26	0°	Horizontal

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 60 muestra edificación 2 - Urbanización San Cristóbal la resistencia máxima alcanzado al analizar los resultados del número de rebote en dimensión resistencia a compresión más dimensión ensayo no destructivo con el equipo de medición, la variable con esclerómetro, y el valor del resultado es superior a 210 kg/cm<sup>2</sup> “**CUMPLE**” según parámetro asignado f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup> para resistencia a la compresión. Finalmente, el resultado si cumple la norma, en vigas y columnas la calidad de los elementos estructurales evaluado al concreto empleando el esclerómetro.

**Tabla 61.**

*Edificación 4 Asociación Bella Paraíso resistencia mínima alcanzado (kg/cm<sup>2</sup>)*

Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parametro $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia alcanzada (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición de ensayo	
					Angulo de disparo	Dirección de disparo
Ensayo 1 - Columna	1	1	$f'c = 210$	140.94	0°	Horizontal
Ensayo 2 - Columna	1	1	$f'c = 210$	129.42	0°	Horizontal
Ensayo 3 - Viga	1	1	$f'c = 210$	149.80	0°	Horizontal
Ensayo 4 - Viga	1	1	$f'c = 210$	101.94	0°	Horizontal
Ensayo 5 - Columna	2	1	$f'c = 210$	109.03	0°	Horizontal
Ensayo 6 - Columna	2	1	$f'c = 210$	141.83	0°	Horizontal
Ensayo 7 - Viga	2	1	$f'c = 210$	186.41	90°	Vertical
Ensayo 8 - Viga	2	1	$f'c = 210$	182.60	0°	Horizontal

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 61 muestra edificación 4 - Asociación Bella Paraíso la resistencia mínima alcanzado al analizar los resultados del número de rebote en dimensión resistencia a compresión más dimensión ensayo no destructivo con el equipo de medición, la variable posee correlación con esclerómetro, y el valor del resultado es superior a 210 kg/cm<sup>2</sup> **“NO CUMPLE”** según parámetro asignado  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para resistencia a la compresión. Finalmente, el resultado no cumple la norma, en vigas y columnas la calidad de los elementos estructurales evaluado al concreto empleando el esclerómetro.



### 4.3.3 Hipótesis específico 2

La resistencia a la flexión alcanzado por número de rebote del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas – Abancay, 2022 es inferior a 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 62.**

*Resultado: Resistencia máxima flexión (módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 2 - Columnas*

Edificación 2 Urbanización San Cristóbal								
Columnas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21MPa	Parámetro para fr f'c = 21MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	8	21538.11	2.84	235.78	23.12	22599.13	2.98
Ensayo 2	1	8	21538.11	2.84	225.15	22.08	22085	2.91
Ensayo 5	2	8	21538.11	2.84	229.58	22.51	22299.01	2.94
Ensayo 6	2	8	21538.11	2.84	237.56	23.3	22686.93	2.99

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 63.**

*Resultado: Resistencia máxima módulo de Rotura y Elasticidad en edificación 2 - Vigas*

Edificación 2 Urbanización San Cristóbal								
Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (años)	Parámetro para Ec f'c = 21MPa	Parámetro para fr f'c = 21MPa	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	8	21538.11	2.84	209.19	20.51	21285.34	2.81
Ensayo 4	1	8	21538.11	2.84	215.4	21.12	21599.56	2.85
Ensayo 7	2	8	21538.11	2.84	218.94	21.47	21777.79	2.87
Ensayo 8	2	8	21538.11	2.84	224.26	21.99	22039.94	2.91

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 62 Y 63 presenta resultados resistencia máximo Módulo de Rotura y Elasticidad en edificación 2 al analizar los resultados a flexión en vigas y columnas alcanzado la dimensión resistencia a flexión más ensayo no destructivo con equipo de medición las variables con el esclerómetro, y el valor de resultados cumple los parámetros asignados para Módulo de Rotura y Elasticidad en ausencia de los resultados experimentales confiables el Módulo de Rotura siendo considerado de acuerdo a norma técnica peruana guardando relación entre variables. Finalmente, resistencia a la flexión en vigas y columnas **“SI CUMPLE”** siendo superior a 21 MPa reemplazando en la fórmula queda como parámetro 2.84 MPa.

**Tabla 64.**

*Resultado: Resistencia mínima a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Columnas*

<b>Edificación 4</b>								
<b>Asociación Bella Paraíso</b>								
<b>Columnas</b>								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro para $E_c$ $f'_c = 21$ MPa	Parámetro para $f_r$ $f'_c = 21$ MPa	Resistencia a compresión ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 1	1	1	21538.11	2.84	140.94	13.82	17472.37	2.3
Ensayo 2	1	1	21538.11	2.84	129.42	12.69	16742.82	2.21
Ensayo 5	2	1	21538.11	2.84	109.03	10.69	15366.92	2.03
Ensayo 6	2	1	21538.11	2.84	141.83	13.91	17529.17	2.31

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 65.**

Resultado: Resistencia mínima a flexión (Módulo de Rotura) y Elasticidad en edificación 4 - Vigas

Edificación 4								
Asociación Bella Paraíso								
Vigas								
Descripción	Nivel	Edad del concreto (año)	Parámetro para $E_c$ $f'_c = 21$ MPa	Parámetro para $f_r$ $f'_c = 21$ MPa	Resistencia a compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a compresión (MPa)	Módulo de Elasticidad alcanzada (MPa)	Módulo de Rotura alcanzada (MPa)
Ensayo 3	1	1	21538.11	2.84	149.8	14.69	18013.94	2.38
Ensayo 4	1	1	21538.11	2.84	101.94	10	14862.71	1.96
Ensayo 7	2	1	21538.11	2.84	186.41	18.28	20094.90	2.65
Ensayo 8	2	1	21538.11	2.84	182.6	17.91	19890.5	2.62

**Fuente:** Elaboración propia

**Nota:** Tabla 64 Y 65 presenta resultados resistencia mínima Módulo de Rotura y Elasticidad en edificación 4 al analizar los resultados a flexión en vigas y columnas alcanzado la dimensión resistencia a flexión más ensayo no destructivo con equipo de medición las variables con el esclerómetro, y el valor de resultados no cumple los parámetros asignados para Módulo de Rotura y Elasticidad en ausencia de los resultados experimentales no confiables el módulo de rotura siendo considerado de acuerdo a norma técnica peruana guardando relación entre variables. Finalmente, resistencia a la flexión en vigas y columnas **“NO CUMPLE”** siendo inferior a 21 MPa reemplazando en la fórmula queda como parámetro 2.84 MPa.

## Conclusiones

- ❖ **De acuerdo al objetivo general:** indica evaluar la resistencia del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en el centro poblado Las Américas, se logró evaluar la resistencia del concreto armado de acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones (E.060) y se obtuvo que la mayoría de las edificaciones autoconstruidos no cumplen con las especificaciones técnicas.
- ❖ **De acuerdo al objetivo específico 1:** se determinó la resistencia a la compresión del concreto armado en edificaciones autoconstruidas en el centro poblado Las Américas, se obtuvo que según la tabla 33, Pág. 73 se determinó que un 98 % no cumplen con los parámetros exigidos en la Norma Técnica de Edificaciones (E.060), mientras que 2 % si cumple con los parámetros exigidos en la Norma Técnica de Edificaciones (E.060) donde indica que debe tener una resistencia a compresión de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para elementos estructurales.
- ❖ **De acuerdo al objetivo específico 2:** se determinó la resistencia a la flexión del concreto armado en edificaciones autoconstruidos en centro poblado Las Américas, se obtuvo que según la tabla 58, Pág. 111 se determinó que un 98 % no cumplen con los parámetros exigidos en la Norma Técnica de Edificaciones (E.060), mientras que 2 % si cumple con los parámetros exigidos en la Norma Técnica de Edificaciones (E.060) donde indica que debe tener una resistencia a flexión de 10 % a 20 % de la resistencia a compresión para elementos estructurales.

## **Recomendaciones**

- ❖ De acuerdo al objetivo general se recomienda, a las personas involucradas en la construcción tener un mayor control en las diferentes etapas de construcción, de acuerdo a las normas técnicas peruanas vigentes y estar en constante capacitación en técnicas constructivas y de esta manera llegar a la resistencia óptima.
- ❖ Se recomienda tener presente las normas para una adecuada resistencia a la compresión del concreto armado que permita tener edificaciones más seguras y no tener porcentajes elevadas desfavorables en cuanto a la resistencia a compresión, así mismo tener en cuenta resultados de investigación que se hace el uso del esclerómetro.
- ❖ Se recomienda tener presente una adecuada resistencia a flexión del concreto armado que permita tener edificaciones más seguras y no tener porcentajes elevadas desfavorables en cuanto a la resistencia a flexión, así mismo tener en cuenta la fórmula aplicada de la Norma Técnica de Edificación (E.060) deberá ser interpretado para llegar a los resultados confiables ya que fue evaluado con los resultados de ensayo esclerómetro de la resistencia a la compresión del concreto y tener buena referencia de la norma.

### **Otras recomendaciones.**

- Se recomienda reforzamiento estructural de edificaciones el uso de fibra de carbono, un polímero 10 veces más resistente a la tracción que el acero, mucho más liviano
- Se recomienda cumplir la normatividad regida por la NTE (E.060)

## Bibliografía

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto (teoría y problemas)*. Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Alfaro Malesta, S. (2007). *Análisis del proceso de autoconstrucción de la vivienda en Chile. Base para la ayuda informática para los procesos comunicativos de soporte*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/6843>
- Amat y León Murillo, D. F., & Valero Alemán, C. A. (2018). *Análisis Comparativo y Relación entre los Métodos Destructivos y No Destructivo de la Resistencia a Compresión de Concreto para la ciudad de Arequipa*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7324>
- Arevalo Garcia, E. G., & Vasquez Huerta, W. J. (2021). *Evaluación por método no destructivo del concreto estructural de las viviendas de puerto Casma, 2021*. [Tesis pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65539>
- Badilla Eyherregaray, V. (2014). *Correlación de diferentes métodos de detección no destructivos de anomalías en el hormigón*. [tesis Master, Universitat Politècnica de Catalunya]. Obtenido de <https://core.ac.uk › download › pdf>
- Barreto Paredes, E. A., & Ganzhi Fajardo, R. (2018). *Evaluación de columnas de hormigón armado mediante métodos no destructivos*. [Tesis pregrado,

- Universidad de Cuenca]. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30551>
- Borja Suárez, M. A. (2018). *Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/5761>
- Calle Ochoa, F. (2016). *Evaluación correcta del hormigón mediante ensayos esclerométricos*. [Tesis pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/22578>
- Cedeño Moreira, R. D., & Coello Sanchez, C. G. (2019). *Análisis de resistencia de columnas de hormigón armado mediante método no destructivo, para la ampliación del edificio ministerio de niños tierra prometida*. [Tesis pregrado, Universidad de Guayaquil]. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43483>
- Chero Córdova, K. J., & Rodríguez Pérez, J. M. (2020). *Influencia del tereftalato de polietileno adicionado al concreto en el módulo de elasticidad*. [Tesis pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego ].
- Cuyate Atencio, C. D. (2019). *Evaluación de la resistencia en compresión del concreto usado en construcciones informales en la ciudad de Monsefú, Chiclayo*. [Tesis pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35729>

- Instituto, c. (2005). *Colección básica del concreto, Tecnología y Propiedades*. [libro segunda Edición]. Obtenido de <https://www.profitecnicas.com> › libro › colección-básic
- Ipiates Aguirre, M. R. (2015). *Guía de evaluación de estructuras de hormigón armado y procedimientos de ensayos no destructivos, previo a su intervención y reparación*. [Tesis pregrado, Universidad Internacional del Ecuador]. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2205>
- Nisal Cordero, Á. F., Retana Maqueda, M. J., & Ruiz Abrio, T. (2012). *Historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia*. [revista de ciencia, tecnología y medio ambiente, volumen X]. Obtenido de [https://revistas.uax.es/index.php/tec\\_des/article/view/577](https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/577)
- NTP. (2013). *339.181 Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI*. Obtenido de <https://es.scribd.com> › document › NTP-339-181-2013
- Ottazzi Pasino, G. (2011). *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado*. [Tesis Master, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1055>
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Topico de tecnología del concreto en el Perú*. Segunda Edición.
- Quispe Fuentes, D. C. (2019). *Evaluación de la resistencia a compresión del concreto en edificaciones comunes de la ciudad de puno 2018*. [Tesis pregrado,



- Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10434>
- RNE. (2015). *E-060 Concreto Armado*. Editorial, Macro E.I.R.L Séptima edición.
- Rojas Velásquez, C. A. (2021). *Manual para la adherencia del concreto fresco a concreto endurecido*. [Tesis pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/bitstream>
- Ruiz Medina, M. I. (2011). *Políticas públicas en salud y su iMPacto en el seguro popular en culiacán, sinaloa, México*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Sinaloa]. Obtenido de <http://biblioteca.ciess.org/cgi-bin/koha/opac-detail>
- Sánchez Hernández, G. (2013). *Comparación de deformaciones analítica experimentales por flujo plástico y contracción de la pila de un puente*. [Tesis Maestro en ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México]. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx/jspui/bitstream>
- Vélez Gallardo, G. A. (2019). *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerotría*. [Tesis pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/626340>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos se encuentran resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes