

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LOS PABELLONES DE LAS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS SAN ANTONIO Y ABRAHAM NORIEGA
VALERA DEL DISTRITO DE GREGORIO PITA – PROVINCIA DE SAN
MARCOS 2017”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN ENRIQUE GONZÁLES OLÓRTEGUI

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO

Cajamarca – Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme lograr todo lo que me propuse y por todo lo que ahora tengo.

A mi madre

Por ser mi principal apoyo, por ser mi fuerza, mi consejera, y darme la mayor motivación en todas las etapas de mi vida y desarrollo académico.

A mi familia

Por ser el núcleo donde con paz y calma me permitieron lograr cada hazaña.

A ti

Por todo el tiempo, toda la comprensión y todo el amor que me has brindado. Porque todo esfuerzo y sacrificio nos lleva a lograr lo que deseamos juntos, porque contigo todo es mejor y todo es más sublime y cálido en tus brazos.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por todos los conocimientos, valores y disciplina que desde un primer momento de la carrera me inculcaron.

A mi asesor, Dr. Miguel Mosqueira Moreno, por su apoyo y orientación en la elaboración de la presente tesis de investigación.

Al M. en I. Ing. Héctor Pérez Loayza, por el apoyo recibido en todos los años en los que estudié, por haber sido un gran amigo, un excelente profesional y docente.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESIS.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	3
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	3
1.4.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL Y PERSONAL	4
1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.6. OBJETIVOS	5
1.6.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.7. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS.....	6

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	7
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	7
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	8
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	8
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1. LOS CENTROS EDUCATIVOS EN EL PAÍS.....	10
2.2.2. SISMICIDAD EN PERÚ	10
2.2.3. SISMICIDAD EN CAJAMARCA	11
2.2.4. RIESGO SÍSMICO	12
2.2.5. VULNERABILIDAD SÍSMICA	13
2.2.5.1. COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	13
2.2.6. PELIGRO SÍSMICO.....	15
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	16

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	17
3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA	17
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	17
3.2. PERIODO DE ESTUDIO	18
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS.....	19
3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.5. TIPO DE ANÁLISIS.....	19

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	19
3.6.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	20
3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS	20
3.8. ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	20
3.9. METODOLOGÍA.....	21
3.9.1. RIESGO SÍSMICO	21
3.9.1.1. CALIFICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO SÍSMICO.....	21
3.9.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA	22
3.9.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL.....	24
3.9.2.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO	24
A. ANÁLISIS SÍSMICO ESPECTRAL	25
a) Aceleración Espectral.....	25
B. DERIVAS DE ENTREPISO.....	30
C. JUNTA SÍSMICA.....	30
D. COMPORTAMIENTO DE VIGAS.....	30
a) Cálculo de cargas.....	30
b) Cálculo del Momento Nominal Resistente.....	30
c) Verificación de la resistencia adecuada de las vigas.....	31
E. COMPORTAMIENTO DE LAS COLUMNAS.....	31
a) Cálculo de la cantidad de acero necesario en las columnas	31
b) Verificación de la cantidad de acero adecuado de las columnas	32
F. TIPO DE FALLA EN EDIFICACIONES	32
a) Resistencia mínima a flexión de las columnas.....	32
b) Momento de inercia en columnas.....	34
G. FALLA POR COLUMNA CORTA	35
a) Efecto en la rigidez producido por columna corta.....	35
3.9.2.1.2. ESTADO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN	36
3.9.2.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL.....	36
3.9.2.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES	36
A. CÁLCULO DE MOMENTO ACTUANTE.....	37
B. CÁLCULO DE MOMENTO RESISTENTE.....	37
C. VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DE TABIQUES	37
3.9.3. PELIGRO SÍSMICO.....	37
3.9.3.1. SISMICIDAD.....	39
3.9.3.2. TIPO DE SUELO	40
3.9.3.3. TOPOGRAFÍA	40
3.9.3.4. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA.....	41
3.10. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES.....	42
3.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	43
3.11.1. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO	43

a)	Resistencia a la Compresión de Columnas y Vigas.....	43
b)	Módulo de Elasticidad.....	43
c)	Peso Específico	44
d)	Recubrimiento de Columnas y Vigas	44
3.11.2.	PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO.....	44
a)	Esfuerzo de Fluencia	44
b)	Peso Específico	44
c)	Módulo de Elasticidad.....	44
3.12.	METRADO DE CARGAS	45
3.13.	MODELO ESTRUCTURAL.....	45

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1.	NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	46
4.1.1.	VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL.....	46
4.1.1.1.	COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL EDIFICIO	46
a)	Derivas de Entrepiso	46
b)	Junta Sísmica	51
c)	Comportamiento de Vigas	52
d)	Comportamiento de Columnas.....	65
e)	Tipo de Falla	70
f)	Falla por Columna Corta.....	74
4.1.1.2.	ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO	75
4.1.2.	VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL.....	81
4.1.2.1.	ESTABILIDAD DE TABIQUES.....	81
a)	Periodo de Vibración de la Estructura	81
b)	Fuerza Cortante por Nivel.....	83
c)	Fuerza Sísmica Horizontal de Diseño	85
d)	Verificación de Estabilidad de Tabiques	87
4.1.3.	NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA	90
4.2.	NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO	91
4.3.	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO	92

CAPITULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	94
5.1.1.	NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	94
5.1.1.1.	VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL.....	94
5.1.1.1.1.	COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS EDIFICIOS	94
a)	Derivas de Entrepiso.....	94
b)	Junta Sísmica	95
c)	Comportamiento de Vigas.....	95

d)	Comportamiento de Columnas	100
e)	Tipo de Falla.....	100
f)	Falla por Columna Corta	100
5.1.1.1.2.	ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO	101
5.1.1.2.	VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL.....	101
a)	Estabilidad de Tabiques	101
5.1.2.	NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO	102
5.1.3.	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO	102

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.	CONCLUSIONES	103
6.2.	RECOMENDACIONES	103

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	105
-------------------------------	-----

APÉNDICE

APÉNDICE N°1: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	108
APÉNDICE N°2: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS.....	125
APÉNDICE N°3: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS.....	134
APÉNDICE N°4: METRADO DE CARGAS I.E. SAN ANTONIO	139
APÉNDICE N°5: METRADO DE CARGAS I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA.....	149

ANEXOS

ANEXO N°1: PLANOS I.E. SAN ANTONIO	162
ANEXO N°2: PLANOS I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA	163

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 3.1: Ubicación Geográfica	17
Tabla 3.2: Calificación del Riesgo Sísmico	22
Tabla 3.3: Nivel de Riesgo Sísmico.....	22
Tabla 3.4: Parámetros para Evaluar la Vulnerabilidad Sísmica.....	23
Tabla 3.5: Combinaciones de los Parámetros para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica	23
Tabla 3.6: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica.	24
Tabla 3.7: Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica X (Regular).	25
Tabla 3.8: Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica Y (Regular).	26
Tabla 3.9: Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica X (Esquina Entrante)	26
Tabla 3.10: Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica Y (Esquina entrante).	27
Tabla 3.11: Valores de las Variables para Cuantificar el Peligro Sísmico.....	38
Tabla 3.12: Rango de Valores de las Variables para Cuantificar el Peligro Sísmico.	38
Tabla 3.13: Calificación del Peligro Sísmico.	39

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Tabla 4.1: Derivas de entrepiso en la dirección X – Izquierda – San Antonio	46
Tabla 4.2: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Izquierda – San Antonio	46
Tabla 4.3: Derivas de entrepiso en la dirección X – Derecha – San Antonio	47
Tabla 4.4: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Derecha – San Antonio	47
Tabla 4.5: Derivas de entrepiso en la dirección X – Izquierda – Abraham Noriega Valera	48
Tabla 4.6: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Izquierda – Abraham Noriega Valera	48
Tabla 4.7: Derivas de entrepiso en la dirección X – Derecha 1 – Abraham Noriega Valera	49
Tabla 4.8: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Derecha 1 – Abraham Noriega Valera	49
Tabla 4.9: Derivas de entrepiso en la dirección X – Derecha 2 – Abraham Noriega Valera	50
Tabla 4.10: Derivas de entrepiso en la dirección Y- Derecha 2 – Abraham Noriega Valera.....	50
Tabla 4.11: Espesor de la Junta Sísmica – San Antonio	51
Tabla 4.12: Espesor de la junta Sísmica – Abraham Noriega Valera	51

Tabla 4.13: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje B-B	54
Tabla 4.14: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje D-D.....	54
Tabla 4.15: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje G-G.....	55
Tabla 4.16: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje H-H.....	55
Tabla 4.17: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje I-I.....	55
Tabla 4.18: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 1-1	55
Tabla 4.19: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 3-3.....	56
Tabla 4.20: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 1-1	56
Tabla 4.21: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 3-3.....	56
Tabla 4.22: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje B-B	56
Tabla 4.23: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje D-D.....	57
Tabla 4.24: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje G-G.....	57
Tabla 4.25: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje H-H.....	57
Tabla 4.26: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje I-I.....	57
Tabla 4.27: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 1-1	58
Tabla 4.28: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 3-3.....	58
Tabla 4.29: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 1-1	58
Tabla 4.30: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 3-3.....	58
Tabla 4.31: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje 2-2	59
Tabla 4.32: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje 4-4	60
Tabla 4.33: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje D-D.....	60
Tabla 4.34: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje E-E.....	60
Tabla 4.35: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje F-F.....	60
Tabla 4.36: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 103 Eje H-H.....	61
Tabla 4.37: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje A-A.....	61
Tabla 4.38: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje C-C	61
Tabla 4.39: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 6-6.....	61
Tabla 4.40: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 8-8.....	62
Tabla 4.41: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 6-6, Eje 8-8	62
Tabla 4.42: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje 2-2	62

Tabla 4.43: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje 4-4	62
Tabla 4.44: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje D-D.....	63
Tabla 4.45: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje E-E.....	63
Tabla 4.46: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje F-F.....	63
Tabla 4.47: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 203 Eje H-H.....	63
Tabla 4.48: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje A-A	64
Tabla 4.49: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje C-C	64
Tabla 4.50: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 6-6.....	64
Tabla 4.51: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 8-8.....	64
Tabla 4.52: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 6-6, Eje 8-8	65
Tabla 4.53: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Primer Nivel – San Antonio.....	66
Tabla 4.54: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Segundo Nivel – San Antonio.....	67
Tabla 4.55: Acero Calculado y Acero Colocado en Columna Azotea – San Antonio	67
Tabla 4.56: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Primer Nivel – Abraham Noriega Valera	68
Tabla 4.57: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera.....	69
Tabla 4.58: Momento de Inercia y Módulo de Sección de Columnas – San Antonio	74
Tabla 4.59: Momento de Inercia y Módulo de Sección de Columnas – Abraham Noriega Valera	74
Tabla 4.60: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Primer Nivel - San Antonio	74
Tabla 4.61: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Segundo Nivel - San Antonio..	74
Tabla 4.62: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera.....	75
Tabla 4.63: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera.....	75
Tabla 4.64: Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección X – San Antonio.....	83
Tabla 4.65: Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección Y – San Antonio.....	83
Tabla 4.66: Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Derecha - Dirección X – San Antonio	83
Tabla 4.67: Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Derecha- Dirección Y – San Antonio	84
Tabla 4.68: Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección X – Abraham Noriega Valera	84
Tabla 4.69: Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección Y – Abraham Noriega Valera	84

Tabla 4.70: Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 1 - Dirección X – Abraham Noriega Valera.....	84
Tabla 4.71: Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 1 - Dirección Y – Abraham Noriega Valera.....	84
Tabla 4.72: Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 2 - Dirección X – Abraham Noriega Valera.....	84
Tabla 4.73: Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 2 - Dirección Y – Abraham Noriega Valera.....	84
Tabla 4.74: Parámetros para el Diseño Sismorresistente	87
Tabla 4.75: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda – Primer Nivel – San Antonio	87
Tabla 4.76: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha – Primer Nivel – San Antonio.....	87
Tabla 4.77: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda – Segundo Nivel – San Antonio....	87
Tabla 4.78: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha – Segundo Nivel – San Antonio.....	88
Tabla 4.79: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera.....	88
Tabla 4.80: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 1 – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera.....	88
Tabla 4.81: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 2 – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera.....	88
Tabla 4.82: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda– Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera.....	89
Tabla 4.83: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 1 – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera.....	89
Tabla 4.84: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 2 – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera.....	89
Tabla 4.85: Asignación de Valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica – San Antonio	90
Tabla 4.86: Asignación de Valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica – Abraham Noriega Valera.....	90
Tabla 4.87: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica I.E. San Antonio	90
Tabla 4.88: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica I.E. Abraham Noriega Valera	91
Tabla 4.89: Asignación de Valores para la evaluación del Peligro Sísmico – San Antonio.	91
Tabla 4.90: Asignación de Valores para la evaluación del Peligro Sísmico – Abraham Noriega Valera.	91
Tabla 4.91: Nivel de Peligro Sísmico I.E. San Antonio	92
Tabla 4.92: Nivel de Peligro Sísmico I.E. Abraham Noriega Valera	92
Tabla 4.93: Valores de las Variables para evaluar el Riesgo Sísmico – San Antonio	92
Tabla 4.94: Valores de las Variables para evaluar el Riesgo Sísmico – Abraham Noriega Valera	92

Tabla 4.95: Nivel de Riesgo Sísmico I.E. San Antonio	93
Tabla 4.96: Nivel de Riesgo Sísmico I.E. Abraham Noriega Valera.....	93

APÉNDICE N°2: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Tabla B.1: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Pórticos - Regular.	129
Tabla B.2: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada –Regular.....	130
Tabla B.3: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Pórticos – Irregularidad Esquinas Entrantes	131
Tabla B.4: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada – Irregularidad Esquinas Entrantes	132

APÉNDICE N°3: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Tabla C.1: Inspección en Vigas.	134
Tabla C.2: Inspección en Losas Aligeradas.....	135
Tabla C.3: Inspección en Columna – Segundo Piso – San Antonio.....	136
Tabla C.4: Inspección en Columnas y muros.	137

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Figura 2.1: Zonas Sísmicas.....	11
Figura 2.2: Mapa de Sismicidad de la Región Cajamarca.	12
Figura 2.3: Mapa de Calificación de Provincias según Niveles de Peligros Sísmicos.	15

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 3.1: Mapa de ubicación de la zona en estudio entre Cajamarca y San Marcos.	18
Figura 3.2: Mapa de ubicación de las Instituciones Educativas, “San Antonio” (C.P. La Manzanilla) y “Abraham Noriega Valera” (C.P. La Laguna).	18
Figura 3.3: Espectro de Respuesta Dirección X (Regular)	28
Figura 3.4: Espectro de Respuesta Dirección Y (Regular).	28
Figura 3.5: Espectro de Respuesta Dirección X (Esquinas Entrantes).	29
Figura 3.6: Espectro de Respuesta Dirección Y (Esquinas Entrantes).	29
Figura 3.7: Mecanismo de Rótulas Plásticas.	32
Figura 3.8: Resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos.	33
Figura 3.9: Esquema de Columna Típica	34
Figura 3.10: Alturas de Columna Total y Columna Corta.	36
Figura 3.11: Esclerómetro ZHEJIANG TUGONG.	41

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Figura 4.1: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Izquierda – San Antonio.....	47
Figura 4.2: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Derecha – San Antonio	48
Figura 4.3: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Izquierda – Abraham Noriega Valera.....	49
Figura 4.4: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Derecha 1 – Abraham Noriega Valera	50
Figura 4.5: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Derecha 2 – Abraham Noriega Valera	51
Figura 4.6: Corte Longitudinal VP – 201 – San Antonio	52
Figura 4.7: Corte Longitudinal VP – 101 – San Antonio	52
Figura 4.8: Cortes Transversales de Vigas Principales – San Antonio.....	53

Figura 4.9: Cortes Transversales de Vigas de Amarre – San Antonio	54
Figura 4.10: Cortes Transversales de Vigas – Abraham Noriega Valera	59
Figura 4.11: Secciones Transversales de Columnas – San Antonio	65
Figura 4.12: Secciones Transversales de Columnas – Abraham Noriega Valera.....	68
Figura 4.13: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Izquierda – San Antonio.	70
Figura 4.14: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Derecha – San Antonio.	71
Figura 4.15: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Izquierda – Abraham Noriega Valera.....	72
Figura 4.16: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Derecha 1 – Abraham Noriega Valera.....	72
Figura 4.17: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Derecha 2 – Abraham Noriega Valera.....	73
Figura 4.18: Vista General I.E. San Antonio.....	76
Figura 4.19: Fisura en Muro A-A, San Antonio – Pabellón Izquierdo – Primer Nivel	76
Figura 4.20: Fisura en Muro 3-3, San Antonio – Pabellón Izquierdo – Primer Nivel	77
Figura 4.21: Fisura y desprendimiento de tarrajeo en columna, debido a un asentamiento, San Antonio – Pabellón Derecho – Primer Nivel	77
Figura 4.22: Fisura en Viga, eje I-I, San Antonio – Pabellón Derecho – Segundo Nivel.....	78
Figura 4.23: Junta Sísmica entre Pabellón Derecha y las escaleras/Filtración de agua de lluvia que se presencia en el tarrajeo y pintura – San Antonio	78
Figura 4.24: Vista General I.E. Abraham Noriega Valera.....	79
Figura 4.25: Filtraciones de agua de lluvia en el voladizo – Pabellón Izquierdo - Abraham Noriega Valera.....	79
Figura 4.26: Junta Sísmica entre muros y columnas – Eje D-D – Pabellón Derecho 1 – Abraham Noriega Valera.....	80
Figura 4.27: Junta Sísmica entre el Pabellón Izquierda y las escaleras/ Reparación de tarrajeo en Columnas- Abraham Noriega Valera.....	80
Figura 4.28: Vista Primer Piso - Asentamiento en el eje E y F (adjuntos a la escalera) – Pabellones Derecha – Abraham Noriega Valera.....	81

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Figura 5.1: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer Nivel – San Antonio.....	96
---	----

Figura 5.2: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo Nivel – San Antonio.....	96
Figura 5.3: Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Primer Nivel – Izquierda y Derecha – San Antonio	97
Figura 5.4: Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Segundo Nivel – Izquierda y Derecha – San Antonio	97
Figura 5.5: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera	98
Figura 5.6: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera	98
Figura 5.7: Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Primer Nivel – Izquierda, Derecha 1 y 2 – Abraham Noriega Valera	99
Figura 5.8: Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Segundo Nivel – Izquierda, Derecha 1 y 2 – Abraham Noriega Valera	99

APÉNDICE N°1: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Figura A.1: Esclerómetro ZHEJIANG TUGONG	108
Figura A.2: Pórtico I-I Esclerometría I.E. San Antonio	109
Figura A.3: Pórtico 2-2 Esclerometría I.E. Abraham Noriega Valera	109
Figura A.4: Distribución de puntos tomados para Ensayo de Esclerometría.....	110
Figura A.5: Ensayo Esclerometría - I.E. Abraham Noriega Valera.....	110
Figura A.6: Ensayo Esclerometría - I.E. San Antonio	111

APÉNDICE N°2: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Figura B.1: Verificación de medidas – San Antonio	126
Figura B.2: Verificación de Medidas - Abraham Noriega Valera	127
Figura B.3: Vista General del Frontis de los Pabellones – San Antonio	127
Figura B.4: Vista General de Losa y Vigas - San Antonio	128
Figura B.5: Vista Pasadizo y voladizo - Abraham Noriega Valera	128
Figura B.6: Vista General de deflexión en Viga y Losa - Abraham Noriega Valera.....	128
Figura B.7: Vista General del Frontis de los Pabellones - Abraham Noriega Valera.....	129
Figura B.8: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Pórticos - Regular	130

Figura B.9: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada - Regular	131
Figura B.10: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Pórticos - Irregular	132
Figura B.11: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada - Irregular	133

RESUMEN

La presente investigación está orientada en “Evaluar y Determinar el nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las instituciones educativas *San Antonio* y *Abraham Noriega Valera* del distrito Gregorio Pita, provincia de San Marcos”, con la utilización de la metodología propuesta por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral: “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”, para lo cual se procedió a recolectar toda la información pertinente como, la documentación existente en los expedientes técnicos de ambas instituciones, evaluaciones preliminares en las edificaciones, la evaluación de la resistencia de sus elementos estructurales (vigas y columnas) mediante ensayos no destructivos (Esclerometría), evaluación del comportamiento estructural de los pabellones de las instituciones de acuerdo a la actual Norma Técnica Peruana. En función de los dos componentes para evaluar el *Nivel de Riesgo Sísmico* tenemos que, para evaluar la *Vulnerabilidad Sísmica* se utilizó el software computacional de ingeniería estructural ETABS 2016; y para evaluar el *Peligro Sísmico*, se obtuvo en función del tipo de suelo, la topografía en donde se encuentran las instituciones, y la sismicidad de la zona. Se pudo determinar que el *Nivel de Riesgo Sísmico* de los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” es ALTO, en ambos casos debido a sus Niveles de Vulnerabilidad Sísmica Altos y Niveles de Peligro Sísmico Medios.

Palabras claves: Riesgo Sísmico, Vulnerabilidad Sísmica, Peligro Sísmico.

ABSTRACT

The present investigation is oriented in "Evaluate and Determine the level of seismic risk of the pavilions of the educational institutions *San Antonio* and *Abraham Noriega Valera* of the district Gregorio Pita, province of San Marcos", with the use of the methodology proposed by Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno in his doctoral thesis: "Seismic Risk in the Buildings of the Faculty of Engineering - National University of Cajamarca", for which proceeded to collect all relevant information such as the existing documentation in the technical files of both institutions, preliminary evaluations in the buildings, the evaluation of the resistance of its structural elements (beams and columns) through non-destructive tests (Sclerometry), evaluation of the structural behavior of the pavilions of the institutions according to the current Peruvian Technical Standard. Based on the two components to evaluate the Seismic Risk Level, we have used the structural engineering software ETABS 2016 to evaluate the *Seismic Vulnerability*; and to evaluate the *Seismic Danger*, was obtained according to the type of soil, the topography where the institutions are located, and the seismicity of the area were used. It was determined that the *Seismic Risk Level* of the pavilions of the Educational Institutions "San Antonio" and "Abraham Noriega Valera" is HIGH, in both cases due to their High Seismic Vulnerability Levels and Seismic Danger Levels Media.

Key words: Seismic Risk, Seismic Vulnerability, Seismic Danger.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el Perú cuenta con más de 42000 centros educativos públicos distribuidos en sus 11 niveles, construidos a lo largo de diferentes gestiones políticas en el tiempo, con diferentes materiales y arquitectura. Cuando hablamos de infraestructura escolar, el requisito indispensable debe ser la seguridad de los alumnos. La información recabada por el último censo demuestra que cerca de un tercio de edificaciones han sido levantadas antes de que existieran normas nacionales de sismo-resistencia (1998), y que el 41% de ellas han sido construidas por las asociaciones de padres de familia (APAFA) sin seguir los criterios de seguridad adecuados. Si en conjunto se consideran las escuelas construidas con estructuras extremadamente vulnerables, se tiene que más de la mitad de las edificaciones escolares presentaban un alto riesgo de colapso frente a amenazas sísmicas, lo cual constituía un grave problema de seguridad para nuestros escolares. Así las cosas, alrededor del 48% de las edificaciones existentes requieren ser sustituidas por problemas estructurales, cerca del 18%, reforzadas, y solo la tercera parte de la infraestructura escolar pública estaba en buen estado (MINEDU).

En tal sentido, los efectos sísmicos sobre las estructuras, sobretodo infraestructura educativa, siempre han sido y serán materia de investigación debido a las pérdidas económicas y de vidas humanas que provocan. El punto de partida es determinar las zonas de mayor ocurrencia sísmica, así como los daños que podría causar a la población (Mosqueira, 2012).

En el Perú, después de un terremoto sólo los edificios dañados se refuerzan además de reparar sus daños y mejorar sus instalaciones. De este modo, el estado se ve obligado a invertir tanto en el reforzamiento como en la reparación de cada edificio que interviene. Sin embargo, si se pudieran reforzar los edificios vulnerables con la debida anticipación, los gastos de reparación después del sismo, podrían eliminarse o reducirse considerablemente. Por lo tanto, es necesario desarrollar un plan nacional de protección sísmica de la infraestructura educativa con el fin de racionalizar el uso de los recursos por parte del estado (Astorga & Aguilar, 2006).

Se debe tener en cuenta que un gran porcentaje de Edificaciones Educativas construidas en la zona rural, no se ejecutan con la debida supervisión, hallándose errores constructivos que posteriormente conducen a fallas estructurales, que al principio son casi imperceptibles, pero con el paso del tiempo, hacen que ciertas estructuras fallen, y al poco tiempo se produzcan reparaciones, que solo maquillan las fallas, pero no las solucionan en su totalidad, ya que en el caso de originarse un fenómeno sísmico, estas puedan llegar a colapsar, precisamente en el lugar donde se encuentran determinadas fallas, entonces al ser edificaciones esenciales (Categoría A – A2), se considera importante las investigaciones que puedan encontrarse en el ámbito estructural, analizar la infraestructura construida, evaluar su comportamiento y disposición frente a fuerzas sísmicas y su estado de conservación. En este caso, la provincia de San Marcos, y en consideración el distrito de Gregorio Pita, cuenta con infraestructura educativa relativamente nueva construida en concreto armado y albañilería, y a su vez encontramos infraestructura antigua que está conformada por edificaciones de adobe, que aún son utilizadas como ambientes adicionales a los recién construidos, siendo usadas como depósitos, salas de profesores, direcciones, e incluso aulas. Por ello el tema del presente proyecto radica determinar el nivel de riesgo sísmico en la infraestructura de las instituciones “San Antonio”, “Abraham Noriega Valera” ubicadas en los centros poblados de “La Manzanilla” y “La Laguna” respectivamente, y que pertenecen al Distrito Gregorio Pita, Provincia de San Marcos, Cajamarca, en el año 2017. Debido a que es necesario conocer cómo se comportan estas estructuras, que cuentan con sistema estructural de pórticos (aporticado) en su mayor lado (sentido X) y de albañilería confinada en su menor lado (sentido Y), cuando ahora la E-030 (Modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA), específica que en este caso para la Zona 2, y la categoría de edificación A2, no se permite el uso de pórticos, pero sí del sistema dual (pórtico-placa), muros de concreto armado y también albañilería armada o confinada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico que presentan los pabellones de las Instituciones Educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito Gregorio Pita, provincia San Marcos?

1.3. HIPÓTESIS

El nivel de riesgo sísmico de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” del distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos, es alto.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Para poder determinar el nivel de riesgo sísmico en estas edificaciones “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” se debe evaluar los aspectos establecidos en la NTE-030. Según la filosofía del diseño Sismorresistente que consiste en: 1) Evitar pérdidas de vidas. 2) Asegurar la continuidad de los servicios básicos. 3) Minimizar los daños a la propiedad (E.030 “Diseño Sismorresistente”, 2014). Es por ello que con el fin de realizar una investigación que brinde un estudio en pos de verificar el cumplimiento de los principios, teorías y paradigmas fundamentales en el buen comportamiento sísmico de las edificaciones de estas instituciones educativas, se determina el riesgo sísmico de las edificaciones de la Instituciones Educativas mencionadas anteriormente, ya que si el riesgo sísmico es alto significará que las edificaciones colapsarán ante un sismo severo, debido a que en estas edificaciones no se verifica el cumplimiento de la ingeniería Sismorresistente, con esto se espera contribuir y brindar nuevo conocimiento en este tipo de investigaciones, en este caso, en Instituciones Educativas de la zona rural.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Las edificaciones de las I.E. “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera”, del distrito de Gregorio Pita, tienen aproximadamente de 10 años de construidas y se encuentran ubicadas en zona rural, están ubicadas en una zona de alta peligrosidad sísmica, entonces se busca conocer el estado actual de su infraestructura y el nivel de daño que puede presentar ante sismo, para

poder ver si el nivel de riesgo en el que se encuentran las instituciones mencionadas, y así salvaguardar la vida de los escolares, docentes y personal, que se encuentran allí.

Este tipo de edificaciones, según la norma E-030, Categoría A (Edificaciones Esenciales), presentan una prioridad, debido a la zona en la que se encuentran (Zona sísmica 2), es por ellos que se desea cumplir con las tres funciones de la ciencia, en describir el estado actual de los pabellones de estas instituciones educativas, explicar las fallas que se han producido y poder predecir el comportamiento de ellas frente a las fuerzas sísmicas que se puedan presentar; por ello es necesario determinar el grado de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico al que se encuentran sometidos, con los resultados obtenidos se podrá tener una visión clara del estado de las edificaciones de ambas Instituciones Educativas, y así la información final alcanzada en esta tesis pueda servir de base o guía para poder proponer mejoras en cuanto al comportamiento sísmico de las edificaciones, en caso se requiera, o apoyar investigaciones similares en cuanto a Instituciones Educativas en la misma zona, o con características muy parecidas.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL Y PERSONAL

Desde el punto de vista institucional al hacer la investigación científica se busca cumplir con los objetivos de la Universidad Nacional de Cajamarca tanto científico, tecnológico y humanístico.

En lo personal se busca realizar una investigación que pueda aportar al conocimiento dado en otras investigaciones similares, debido a que el riesgo sísmico entre edificaciones varía dependiendo de la vulnerabilidad de las edificaciones y el peligro que puede presentarse.

1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación contiene el análisis para determinar el nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las I.E. San Antonio y Abraham Noriega Valera del

Distrito Gregorio Pita – Provincia de San Marcos. El procedimiento a seguir tiene base en lo propuesto por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral “Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”, donde indica que el grado puede ser alto, medio o bajo y depende del análisis de la vulnerabilidad estructural y no estructural.

La vulnerabilidad estructural depende de parámetros como son el comportamiento sísmico y el estado actual de la edificación en tanto que la vulnerabilidad no estructural depende de la estabilidad de los tabiques.

El análisis del comportamiento sísmico y estabilidad de los tabiques se realizaron de acuerdo a los parámetros que se establecen en las normas vigentes en Perú.

Los ensayos en la investigación comprenden determinar la resistencia de elementos portantes usando esclerómetro, para poder realizar el análisis de 1 pabellón por Institución, ambas de 2 pisos; en función de la vulnerabilidad y el peligro, evaluación del comportamiento de las edificaciones ante un sismo severo.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” del distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la vulnerabilidad sísmica de los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” del distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos.

- Determinar el peligro sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” del distrito Gregorio Pita, Provincia San Marcos.
- Determinar la resistencia del concreto presente en los elementos estructurales (vigas y columnas) de los pabellones de las Instituciones Educativas estudiadas.

1.7. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS

- CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN. Contiene el contexto y el problema (pregunta principal e hipótesis), justificación, alcances de la investigación y objetivos.
- CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. Contiene antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos.
- CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS. Se describe el procedimiento, el tratamiento y análisis de datos y la presentación de los resultados.
- CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. Describe, explica y discute los resultados de la investigación.
- CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.
- APÉNDICES.
- ANEXOS.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

SAFINA, Salvador (2002) en su tesis doctoral “Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al Riesgo sísmico” (Universidad Politécnica de Cataluña - España) como su título expone, realizó un estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de las edificaciones esenciales en Cataluña, llegando a la conclusión de que los daños que se observan en edificaciones esenciales ponen en manifiesto un balance negativo en su comportamiento sísmico ante las acciones de sismos moderados. Además, considera que existe una gran problemática pues no hay metodologías en los códigos sísmicos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, pudiendo usar cualquier método de evaluación tradicional.

LLANOS, Fernanda & VIDAL, María (2003) en su estudio “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas: Una propuesta metodológica” (Universidad del Valle - Colombia) evalúan el grado de vulnerabilidad sísmica de una muestra representativa de escuelas de la ciudad de Santiago de Cali, desarrollan un procedimiento cualitativo detallado de evaluación, a partir de la adaptación de métodos existentes a las características particulares observadas en las escuelas visitadas, con base a este procedimiento y el análisis de los aspectos más incidentes en la vulnerabilidad de 20 escuelas, diseñan un procedimiento y el análisis de los aspectos más incidentes en la vulnerabilidad. Concluyendo que el 56% de las escuelas de la población estudiada tienen un grado alto de vulnerabilidad y que 16 de ellas pueden representar un riesgo para las personas, incluso antes de que ocurra un sismo fuerte, debido a la inestabilidad de elementos estructurales y no estructurales con fallas gravas, que afecten el comportamiento y la funcionalidad de las edificaciones escolares. También revelan que las escuelas en Cali cuentan con elementos estructurales subdimensionados.

MOQUETE, Francisco (2012) en su tesis “Evaluación del Riesgo Sísmico en Edificios Especiales: Escuelas. Aplicación a Barcelona” (Universidad Politécnica de Cataluña - España) utiliza el método del Índice de Vulnerabilidad (MIV) y herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica) para poder caracterizar el riesgo sísmico en las Escuelas en Barcelona, edificaciones que tienen una edad de 50 años aproximadamente, las cuales albergan una cantidad considerable de alumnos y profesionales que laboran, ofreciendo una guía apta para poder tener en cuenta un plan de mitigación sísmica, ya que son edificios esenciales, y debe actuarse antes, durante y después de un sismo, sobre todo para una adecuada planificación, ya que es una tarea multidisciplinaria el poder reducir los riesgos, y que se debe considerar en estudios posteriores.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

ASTORGA, María & AGUILAR, Rafael (2006) en su tesis magistral “Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas” (Pontificia Universidad Católica del Perú) evaluaron el riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas, llegando a las siguientes conclusiones: En primer lugar, existen actualmente alrededor de 41000 centros educativos en el país de los cuales el 48% de los edificios escolares son construcciones de tierra, el 37% son de concreto armado y albañilería, y el 8% de madera. Los resultados de este trabajo indican que las edificaciones de adobe quedarían con daño irreparable a partir de una intensidad 7 en escala de Mercalli, mientras que los edificios de concreto-albañilería construidos antes de 1997 serían irreparables a partir de una escala 9 de Mercalli. Para los edificios de concreto-albañilería recientes, se obtuvo como umbral inferior de daño irreparable una intensidad 10 en escala sismológica de Mercalli.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

MOSQUEIRA, Miguel (2012) en su tesis doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de

Cajamarca” (Universidad Nacional de Trujillo) llegó a las siguientes conclusiones: La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, tiene vulnerabilidad sísmica alta, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado. Los desplazamientos laterales que se producirán en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería ante un sismo severo son mayores a la junta sísmica existente. Las vigas y columnas tienen un comportamiento aceptable ante cargas muertas y vivas (cargas de servicio), pero inadecuado ante cargas sísmicas, pudiendo llevarlas al colapso. La falla típica que podría producirse ante un evento sísmico severo en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería es: la falla de columna corta, debido a la falta o inadecuada junta de construcción entre tabique -pórtico, ubicación de vanos y a la elevada rigidez que tendrían que soportar frente al sismo, pues en algunos casos tendría que soportar hasta 670 veces más fuerza sísmica que soportaría la columna larga.

PAREDES, Janiel (2015) en su tesis “Nivel de riesgo sísmico en la I. E. San Marcos Provincia San Marcos - 2014” (Universidad Privada del Norte) concluye que los pabellones A y B de la institución educativa “San Marcos” tienen una Vulnerabilidad media a acusa de su comportamiento sísmico inadecuado, el pabellón C tiene vulnerabilidad alta, también a causa de su comportamiento sísmico y la inestabilidad de sus tabiques y mal estado de conservación, por ende, la I.E. “San Marcos” tiene peligro sísmico alto, a causa de su alta sismicidad de la zona y las características del suelo de fundación.

ORRILLO, Joseph (2017) en su tesis “Riesgo Sísmico de Edificio 2J de la Universidad Nacional de Cajamarca” (Universidad Nacional de Cajamarca) concluye que el edificio 2J (edificio de Ciencias Pecuarias), una edificación relativamente nueva, la cual consta de dos pabellones (izquierda y derecha), su nivel de Vulnerabilidad Sísmica y Peligro Sísmico es Alto, por ende el Riesgo sísmico que presenta este edificio es Alto, evaluando las características de la zona (alta sismicidad) y lo blando de su suelo de fundación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LOS CENTROS EDUCATIVOS EN EL PAÍS

En el Perú existen centros educativos de nivel inicial, primario, secundario y centros educativos de nivel superior. Generalmente en las zonas urbanas cada centro educativo primario y secundario está formado por dos o más pabellones de concreto armado o albañilería de uno o dos pisos. Estas edificaciones tienen plantas rectangulares con 2 o más aulas contiguas en cada nivel. Los ambientes para bibliotecas y oficinas administrativas generalmente se alojan también en este tipo de edificios con divisiones de tabiquería. En ciudades importantes en el interior del país existen centros educativos de similares características arquitectónicas, pero con edificios construidos en barro, sillar (piedra labrada) o quincha (Astorga & Aguilar, 2006).

En contraste, en las zonas rurales los centros educativos tienen por lo general un solo pabellón. Son de un piso en adobe o tapial y generalmente fueron construidos sin dirección técnica calificada (Astorga & Aguilar, 2006).

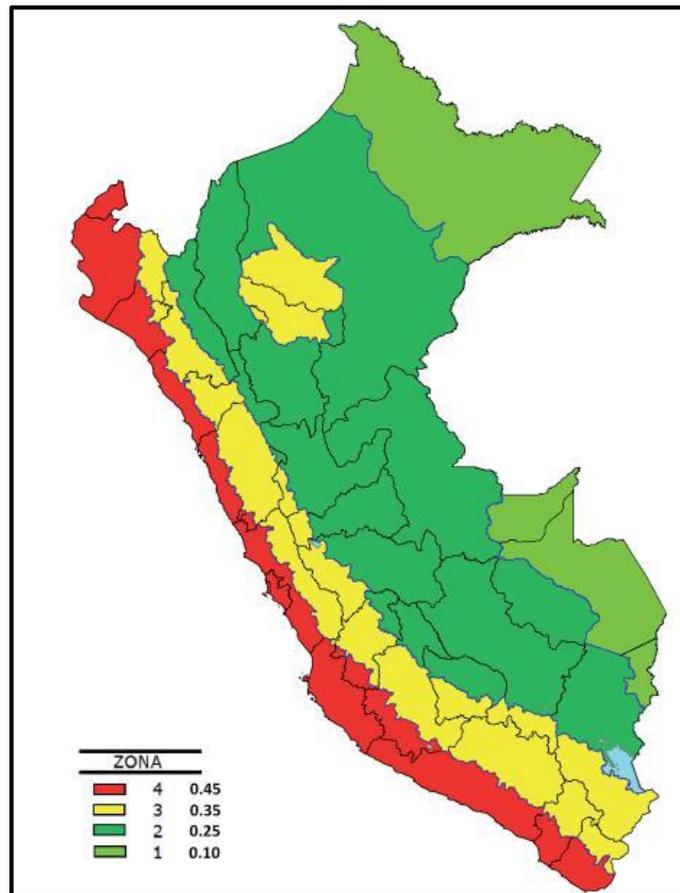
2.2.2. SISMICIDAD EN PERÚ

El Perú está comprometido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro, que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. La actividad sísmica en el país es el resultado de la interacción de las placas tectónicas de las placas Sudamericana y de Nazca, y de los reajustes que se producen en la corteza como consecuencias de la interacción y la morfología alcanzada. Desde hace mucho tiempo, se conoce que, en el Perú, es una zona de gran actividad sísmica, la sismicidad en el Perú es el resultado de la interacción o fricción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Por tal motivo al Perú se ha dividido en zonas de acuerdo a ciertos parámetros de sitio. (Cárdenas 2008)

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura 2.1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral,

así como en información neotectónica. (Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2016)

Figura 2.1: Zonas Sísmicas

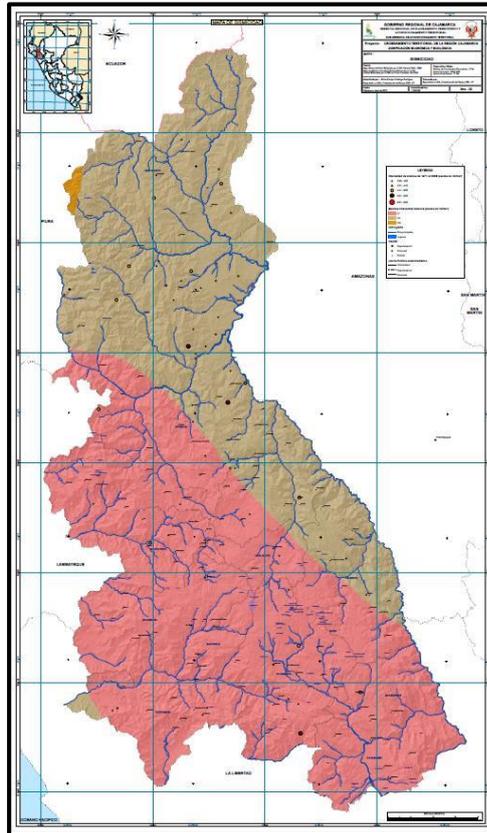


Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente. 2016.

2.2.3. SISMICIDAD EN CAJAMARCA

En la región Cajamarca, en las últimas décadas, no ha ocurrido sismos de regular y gran intensidad; sin embargo, debe considerarse a la misma como zona de silencio sísmico debido a su formación geológica, naturaleza de suelos y presencia volcánica. Esto quiere decir que existe una gran probabilidad de ocurrencia de sismos de regular y gran intensidad (Mosqueira, 2012).

Figura 2.2: Mapa de Sismicidad de la Región Cajamarca.



Fuente: *Gobierno Regional de Cajamarca, 2013.*

Por lo antes expuesto, entre otras variables, la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” (2016) ubica a los centros poblados de La Manzanilla y La Laguna en la Zona de Sismicidad II.

2.2.4. RIESGO SÍSMICO

Es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica, (Bonett, 2003).

También es el daño que podría presentar una obra determinada como consecuencia del peligro que la amenaza y de su propia vulnerabilidad. Simbólicamente se puede expresar en función del peligro y la vulnerabilidad (Muñoz, 1999).

$$\mathbf{Riesgo\ sísmico = f[Vulnerabilidad\ Sísmica, Peligro\ Sísmico]}$$

... (1)

$$\mathbf{Riesgo\ sísmico = 50\% \times Vulnerabilidad\ Sísmica + 50\% \times Peligro\ Sísmico}$$

2.2.5. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Se debe de tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica. (Vizconde 2004).

La forma de reaccionar frente a diferentes estímulos es única y característica de la propia estructura. Así mismo, el ser más o menos vulnerable ante un sismo de determinadas características es también una propiedad intrínseca de cada estructura, por tanto, independiente de la peligrosidad del sitio de emplazamiento. Esto quiere decir, que una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica (Yépez, 1995).

El análisis de la vulnerabilidad sísmica de las diferentes estructuras existentes en nuestro medio, se encuentra en un nivel avanzado debido a la gran cantidad de estudios hechos por diferentes investigadores. Así mismo, se han desarrollado un gran número de propuestas para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica a diferentes niveles de detalle, y se han hecho numerosas aplicaciones en varias regiones del mundo (Bonett, 2003).

Entonces Vulnerabilidad Sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, Pacheco, & Pando, 2010).

2.2.5.1. COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad puede ser física o funcional (Cardona, 1990):

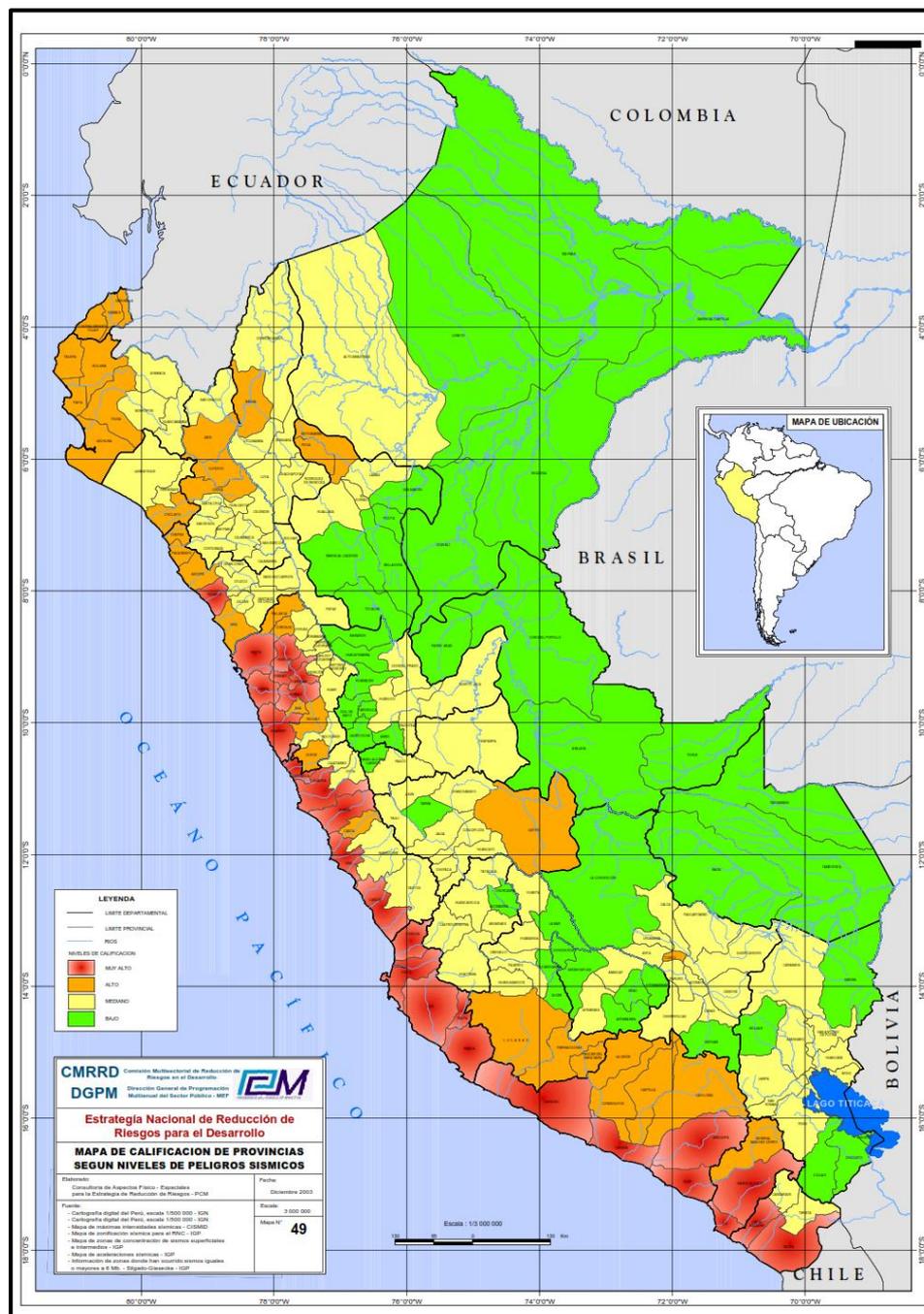
- **Vulnerabilidad Física:** Es el grado de susceptibilidad o predisposición de los elementos estructurales y no estructurales a sufrir daño o pérdida, puede ser de tipo estructural o no estructural (Peralta, 2002).
- **Vulnerabilidad Estructural:** La Vulnerabilidad Estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos estructurales a sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico estructural. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y es el que tradicionalmente ha merecido la atención prioritaria de los investigadores (Safina, 2003).
- **Vulnerabilidad No Estructural:** La vulnerabilidad no estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos no estructurales de sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico no estructural. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que no forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y que pueden clasificarse en componentes arquitectónicos. (puertas, ventanas, parapetos, etc.) y componentes electromecánicos (ductos, canalizaciones, equipos, etc.) que cumplen funciones importantes dentro de las instalaciones (Peralta, 2002).
Los elementos no estructurales pueden llegar a convertirse en elementos potencialmente peligrosos cuando no se encuentran ligados o amarrados adecuadamente al resto de la edificación, introduciendo cambios en la estructuración y en los mecanismos de transmisión de las cargas, que pueden propiciar su falla.
- **Vulnerabilidad Funcional:** La vulnerabilidad funcional se define como la susceptibilidad de la edificación para seguir prestando el servicio para el que fue construida. Este término se aplica a edificaciones como hospitales, clínicas y centros de salud que deben permanecer no solo en pie sino funcionando, ya que, aunque desarrollen un buen desempeño estructural, se puede presentar un colapso funcional, que puede ser más

grave que una falla en los elementos de la propia estructura (Cardona, 1989).

2.2.6. PELIGRO SÍSMICO

Es la probabilidad de ocurrencia de un sismo, dentro de un período específico, en una determinada localidad o zona (Kuroiwa, Pacheco, & Pando, 2010).

Figura 2.3: Mapa de Calificación de Provincias según Niveles de Peligros Sísmicos.



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas – MEF (2003)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Colapso:** La estructura ha perdido casi toda o toda su rigidez y resistencia original (Muñoz, 2004).
- **Ensayo de esclerometría:** Ensayo no destructivo que permite estimar la resistencia a compresión de concretos endurecidos (Calavera, 2005).
- **Espectro:** Son los valores máximos o picos de la respuesta estructural, fuerza restitutiva, el desplazamiento o la aceleración para todo un grupo de estructuras de igual periodo y amortiguamiento (Muñoz, 2004).
- **Fallo/a:** Es la finalización de la capacidad de un elemento o de las estructuras para desempeñar la función requerida (Calavera, 2005).
- **Fisura:** Son aberturas que solo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo (Broto, 2009).
- **Peligro sísmico:** Es la probabilidad de ocurrencia de un sismo, dentro de un período específico, en una determinada localidad o zona (Kuroiwa, Pacheco, & Pando, 2010).
- **Riesgo sísmico:** Daño que podría presentar una obra determinada como consecuencia del peligro que la amenaza y de su propia vulnerabilidad. Simbólicamente se puede expresar en función del peligro y la vulnerabilidad (Muñoz, 1999).
- **Sismo Leve:** Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,15 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años (Mosqueira & Tarque, 2005).
- **Sismo Moderado:** Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,3 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años (Mosqueira & Tarque, 2005).
- **Sismo Severo:** Es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,4 g con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años (Mosqueira & Tarque, 2005).
- **Vulnerabilidad sísmica:** Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, Pacheco, & Pando, 2010).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

LUGARES	:	I.E. “San Antonio” – C.P. La Manzanilla. I.E. “Abraham Noriega Valera” – C.P. La Laguna.
DISTRITO	:	Gregorio Pita.
PROVINCIA	:	San Marcos.
DEPARTAMENTO	:	Cajamarca.

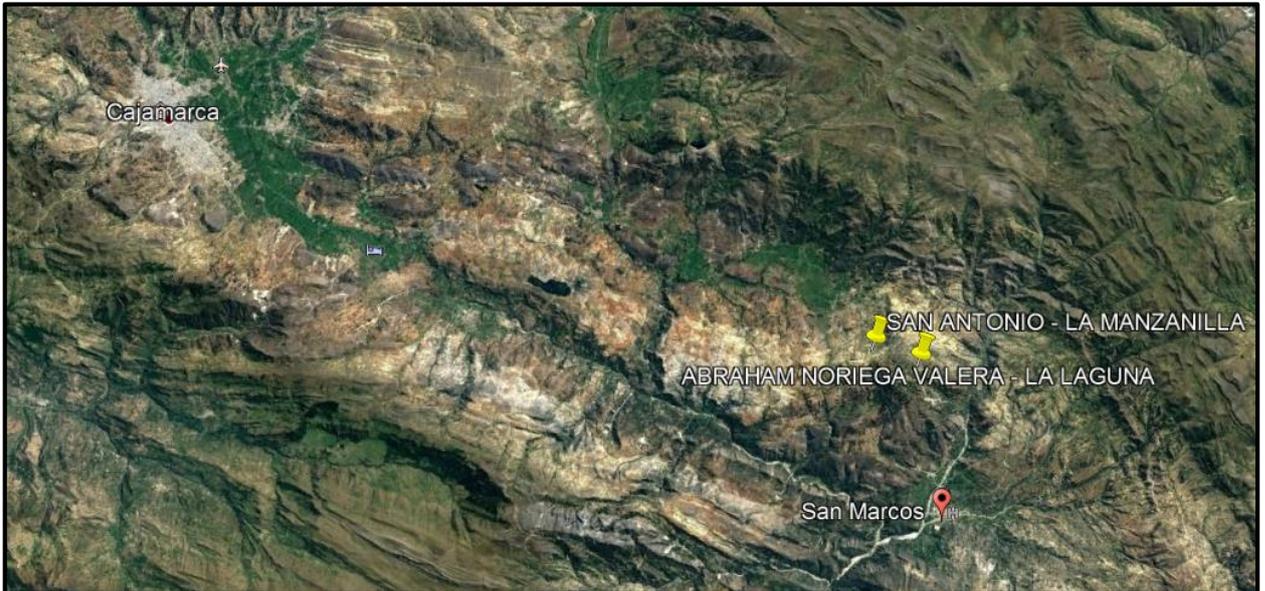
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se realizó en las I.E. “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera”, ubicados en los centros poblados de La Manzanilla y La Laguna respectivamente, pertenecientes al distrito de Gregorio Pita, Provincia de San Marcos, Departamento Cajamarca.

Tabla 3.1: *Ubicación Geográfica*

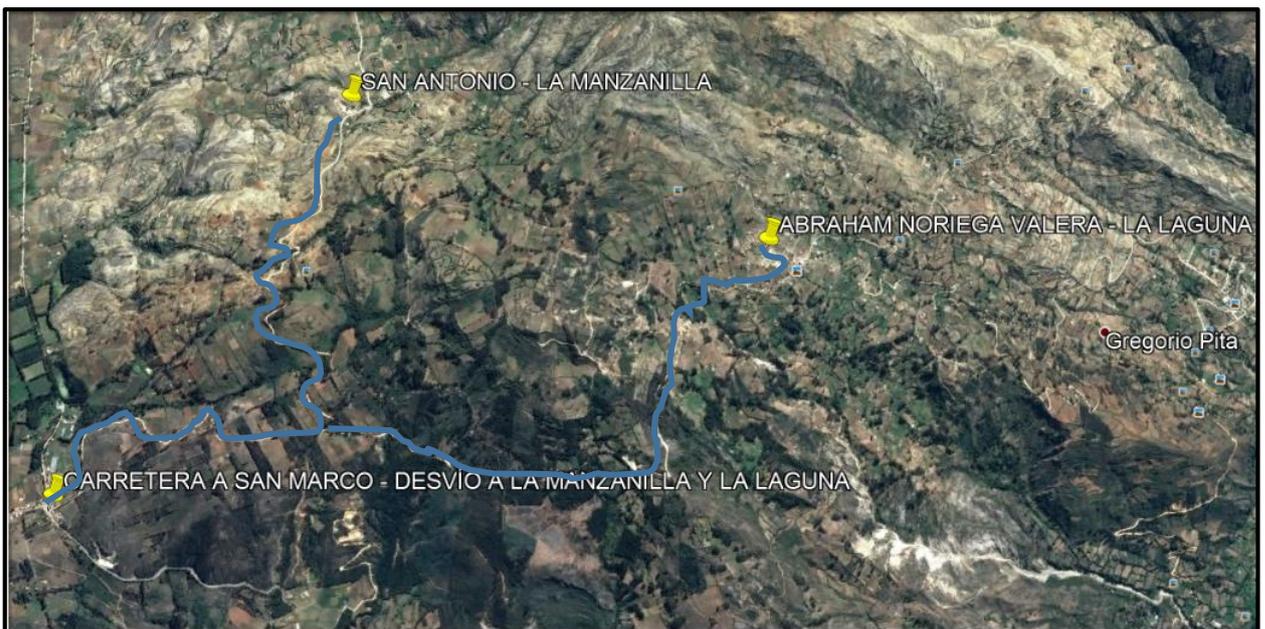
CUADRO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
INSTITUCIÓN EDUCATIVA (CENTRO POBLADO)	COORDENADAS		ALTITUD (m)
	LONGITUD	LATITUD	
I.E. “San Antonio” (C.P. La Manzanilla)	808848.68 E	9196104.05 N	3094.263
I.E. “Abraham Noriega Valera” (C.P. La Laguna)	811033.83 E	9195267.14 N	3090.156

Figura 3.1: Mapa de ubicación de la zona en estudio entre Cajamarca y San Marcos.



Fuente: *Google Earth Pro.*

Figura 3.2: Mapa de ubicación de las Instituciones Educativas, “San Antonio” (C.P. La Manzanilla) y “Abraham Noriega Valera” (C.P. La Laguna).



Fuente: *Google Earth Pro.*

3.2. PERIODO DE ESTUDIO

La investigación se realizó entre los años 2017 y 2018. A medida que pasan los años se pueden ampliar los conocimientos acerca de la influencia de los sismos en nuestras edificaciones y cómo se puede evitar que éstas resulten dañadas, para

así poder tomar las acciones pertinentes.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

La población está constituida por las Instituciones Educativas construidas en el distrito de San Marcos, siendo construcciones de 1 a 2 pisos y de sistema estructural aporticado y albañilería confinada.

La muestra son las edificaciones de las Instituciones Educativas: “San Antonio” (C.P. La Manzanilla) y “Abraham Noriega Valera” (C.P. La Laguna). El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia o intencional.

La unidad de análisis se consideró a las edificaciones que conforman los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera”, que son edificaciones aporticadas y albañilería confinada.

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es un tipo de investigación descriptiva, ya que tiene por fin determinar, analizar y explicar el nivel de riesgo sísmico de las edificaciones ante fuerzas laterales externas (sismos).

3.5. TIPO DE ANÁLISIS

Se utilizó un análisis cuantitativo, porque, primero se recolectó y resumió los datos en base a la hipótesis y luego se analizó los resultados para poder llegar a las conclusiones requeridas para responder la hipótesis planteada.

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

La información requerida en la elaboración de la presente tesis corresponde a los Expedientes Técnicos de Construcción de ambas Instituciones Educativas, los cuales fueron proporcionados por la oficina técnica de la Municipalidad Distrital de Gregorio Pita (San Marcos). En dicha información se encontró lo necesario para la determinación de las características estructurales de las edificaciones como: dimensiones de elementos estructurales, áreas de acero, información del estudio de

mecánica de suelos (EMS) en la memoria descriptiva de los expedientes técnicos, entre otras.

3.6.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Entre los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en la presente tesis tenemos:

- Esclerómetro (Ensayos no destructivos): Para evaluar la resistencia a compresión (kg/cm²) de los elementos estructurales de los pabellones (Vigas y Columnas) se recurrió al uso del esclerómetro, ensayo in situ no destructivo.
- Cámara fotográfica: Mediante la observación directa y la visualización del estado actual de los pabellones de las Instituciones Educativas, se procedió a tomar fotos en las fallas de las estructuras, así como observar la configuración estructural de los pabellones, para poder elaborar el diagnóstico actual de las edificaciones.

3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para procesar los datos dados, se utilizó el software ETABS, principalmente, y adicionalmente softwares como Autodesk Autocad 2018, MS Word y MS Excel.

3.8. ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para simular y analizar las edificaciones se utilizó el software computacional ETABS v.16.02. Para el procesamiento y recolección de datos y resultados se utilizaron los softwares MS Word, MS Excel y Autodesk Autocad 2018, además la presentación didáctica de estos resultados es a través de gráficos y tablas.

3.9. METODOLOGÍA

3.9.1. RIESGO SÍSMICO

Para poder determinar el Nivel de Riesgo Sísmico de las edificaciones de los pabellones de las Instituciones Educativas de la presente tesis se aplicó la metodología propuesta por el Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su Tesis Doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”. La metodología descrita en la mencionada investigación nos permitirá predecir cuál será el comportamiento de la edificación ante un sismo severo, y se basa en la Ecuación de Kuroiwa (2002) que fue fundamentada y aplicada para edificaciones de albañilería confinada por Mosqueira y Tarque (2005) y permite calcular de manera numérica la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmicos para luego asignarle una calificación al comportamiento de la edificación. Mosqueira (2012) adaptó dicha metodología para ser aplicada en la evaluación de edificaciones aporticadas, principalmente en lo referente al comportamiento estructural, ya que un sistema aporticado se comporta de manera diferente que uno de albañilería.

$$\mathbf{Riesgo\ sísmico = (0.50 \cdot Vulnerabilidad\ Sísmica) + (0.50 \cdot Peligro\ Sísmico) \dots (2)}$$

Fuente: Kuroiwa, 2002.

3.9.1.1. CALIFICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

Para la calificación numérica del Riesgo Sísmico, se reemplazan los valores numéricos de Vulnerabilidad y Peligro Sísmicos en la ecuación anterior. El valor obtenido se compara con la calificación del Riesgo Sísmico mostrado en la Tabla 3.2. y Tabla 3.3. lo que nos permite asignar el Nivel de Riesgo Sísmico de las edificaciones evaluadas.

Tabla 3.2: Calificación del Riesgo Sísmico

CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO			
PELIGRO \ VULNERABILIDAD	1	2	3
	1	1	1.5
2	1.5	2	2.5
3	2	2.5	3

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Tabla 3.3: Nivel de Riesgo Sísmico

NIVEL DEL RIESGO SÍSMICO			
PELIGRO \ VULNERABILIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	BAJO	BAJO	MEDIO
MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

- **Nivel de Riesgo Sísmico Alto:** La edificación sufrirá daños importantes ante un sismo severo y existe gran probabilidad que la edificación colapse ya que no tiene un adecuado comportamiento sísmico y se encuentra sobre suelo blando (Mosqueira, 2012).
- **Nivel de Riesgo Sísmico Medio:** La edificación tiene aceptable comportamiento sísmico y se encuentra sobre un suelo rígido o intermedio. Los pórticos y muros de la edificación podrían sufrir daños menores y algunos tabiques podrían colapsar parcial o totalmente (Mosqueira, 2012).
- **Nivel de Riesgo Sísmico Bajo:** La edificación tiene adecuado comportamiento sísmico y el estado actual de la edificación es de regular a buena. La edificación se encuentra sobre suelo rígido sin pendiente y solo podría sufrir el colapso parcial o total de sus tabiques (Mosqueira, 2012)

3.9.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA

La Vulnerabilidad Sísmica se determina evaluando la Vulnerabilidad Sísmica Estructural y la Vulnerabilidad Sísmica No Estructural (Kuroiwa, 2002).

Para ello se tiene la siguiente tabla para asignarle valores cuantitativos a cada tipo de Vulnerabilidad Sísmica:

Tabla 3.4: *Parámetros para Evaluar la Vulnerabilidad Sísmica*

Estructural			No Estructural		
Comportamiento Sísmico (60%)		Estado Actual (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena Calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular Calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala Calidad	3	Todos inestables	3

Fuente: Mosqueira, 2012.

Entonces se califica la Vulnerabilidad Sísmica reemplazando los valores obtenidos de la evaluación de la edificación en la siguiente fórmula o utilizando la Tabla 3.5:

$$Vulnerabilidad\ Sísmica = (0.60 \cdot Comportamiento\ Sísmico) + (0.30 \cdot Estado\ Actual) + \dots (3) \\ (0.10 \cdot Estabilidad\ de\ Tabiques)$$

Fuente: Mosqueira, 2012.

Tabla 3.5: *Combinaciones de los Parámetros para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.*

VULNERABILIDAD SISMICA	ESTRUCTURAL						NO ESTRUCTURAL			VALOR NUMÉRICO
	Comportamiento Sísmico (60%)			Estado actual (30%)			Tabiquería y Parapetos (10%)			
	ADECUADO	ACEPTABLE	INADECUADA	BUENA	REGULAR	MALA	ESTABLES	ALGUNOS ESTABLES	INESTABLES	
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA	X				X					1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6

	X		X				X		1.7	
	X		X					X	1.8	
	X			X		X			1.9	
	X			X			X		2.0	
	X			X				X	2.1	
ALTA	X				X	X			2.2	
	X				X		X		2.3	
	X				X			X	2.4	
		X	X				X		2.2	
		X	X					X	2.3	
		X	X						X	2.4
		X		X			X			2.5
		X		X				X		2.6
		X		X					X	2.7
		X				X	X			2.8
		X				X		X		2.9
		X				X			X	3.0

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Entonces se obtiene el nivel de vulnerabilidad sísmica comparando el valor obtenido con la siguiente tabla:

Tabla 3.6: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica.

Vulnerabilidad Sísmica	Rango
Baja	1.00 a 1.40
Media	1.50 a 2.10
Alta	2.20 a 3.00

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

3.9.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

La Vulnerabilidad Sísmica Estructural se determina en función del Comportamiento Sísmico y el Estado Actual de la Edificación.

3.9.2.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO

Para analizar el comportamiento sísmico de los pabellones, se basa en lo especificado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE),

y en específico las normas técnicas E.020, E.030, E.060 y E.070 en la actualización más reciente.

A. ANÁLISIS SÍSMICO ESPECTRAL

a) *Aceleración Espectral*

Para poder simular el sismo la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 (2016), permite hacerlo mediante un espectro de pseudo aceleración, teniendo los parámetros definidos de la Norma E.030, se calcula la pseudo aceleración sísmica usando la ecuación correspondiente que se especifica ahí.

Tabla 3.7: *Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica X (Regular).*

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita (Zona 2).
Factor de Uso (U)	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	Para suelos del tipo S ₃
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	8	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Tabla 3.8: *Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica Y (Regular).*

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita (Zona 2).
Factor de Uso (U)	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	Para suelos del tipo S ₃
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	3	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Tabla 3.9: *Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica X (Esquina Entrante)*

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita (Zona 2).
Factor de Uso (U)	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	Para suelos del tipo S ₃
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	1.00	Depende del factor S.

Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	2.70	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Tabla 3.10: *Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica Y (Esquina entrante).*

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita (Zona 2).
Factor de Uso (U)	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	Para suelos del tipo S ₃
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	7.20	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Figura 3.3: *Espectro de Respuesta Dirección X (Regular)*

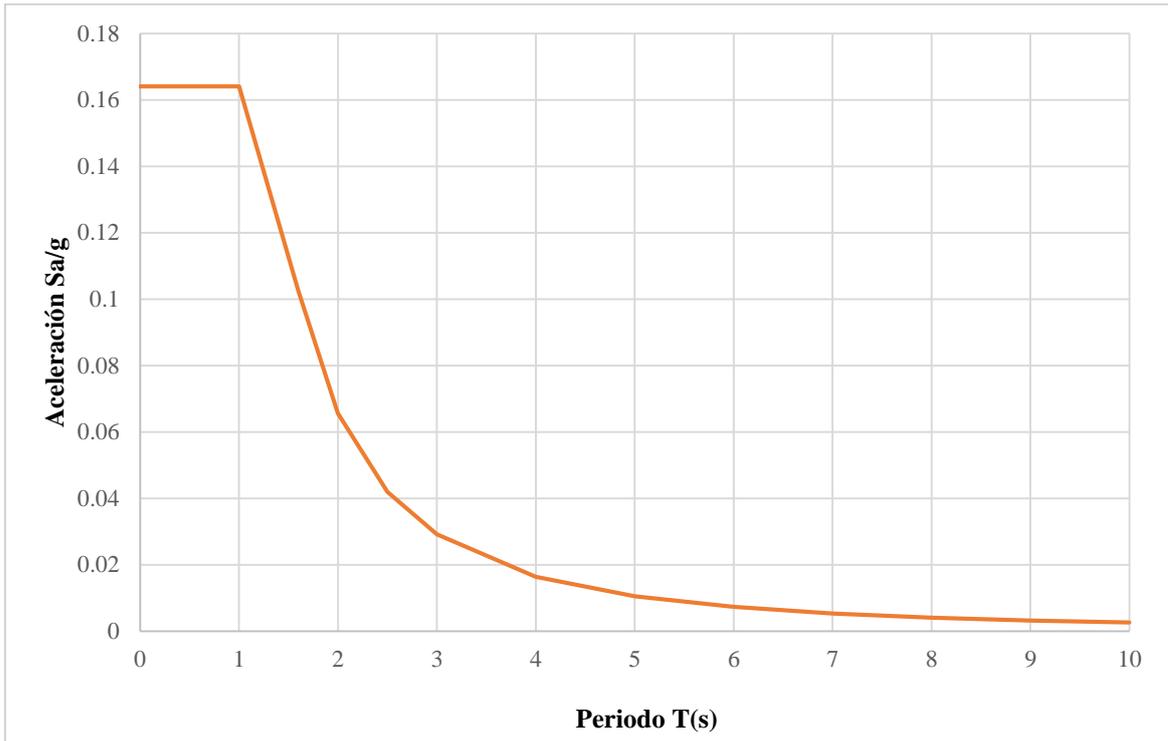


Figura 3.4: *Espectro de Respuesta Dirección Y (Regular).*

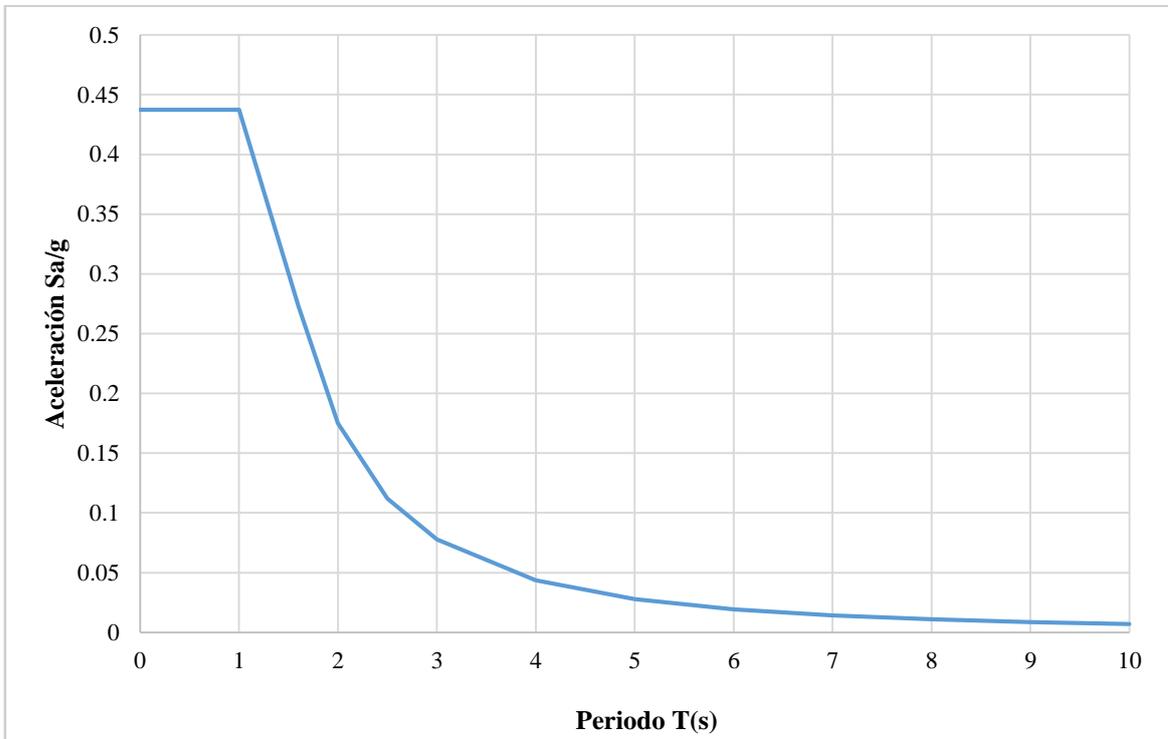


Figura 3.5: *Espectro de Respuesta Dirección X (Esquinas Entrantes).*

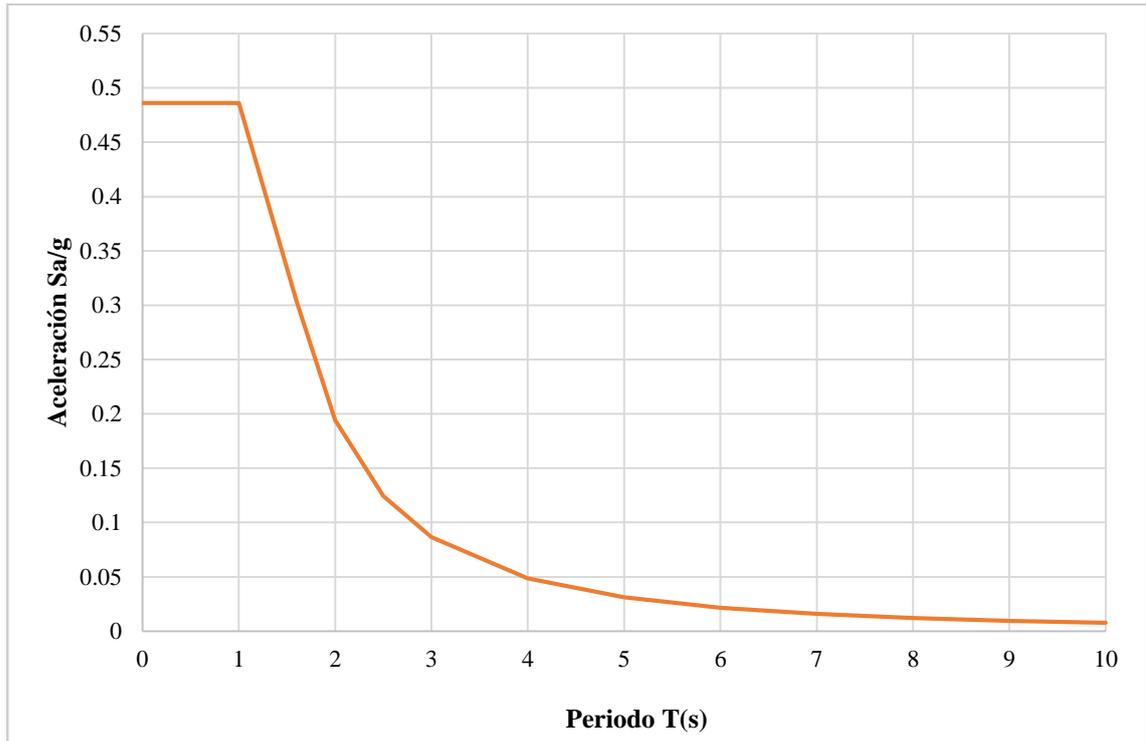
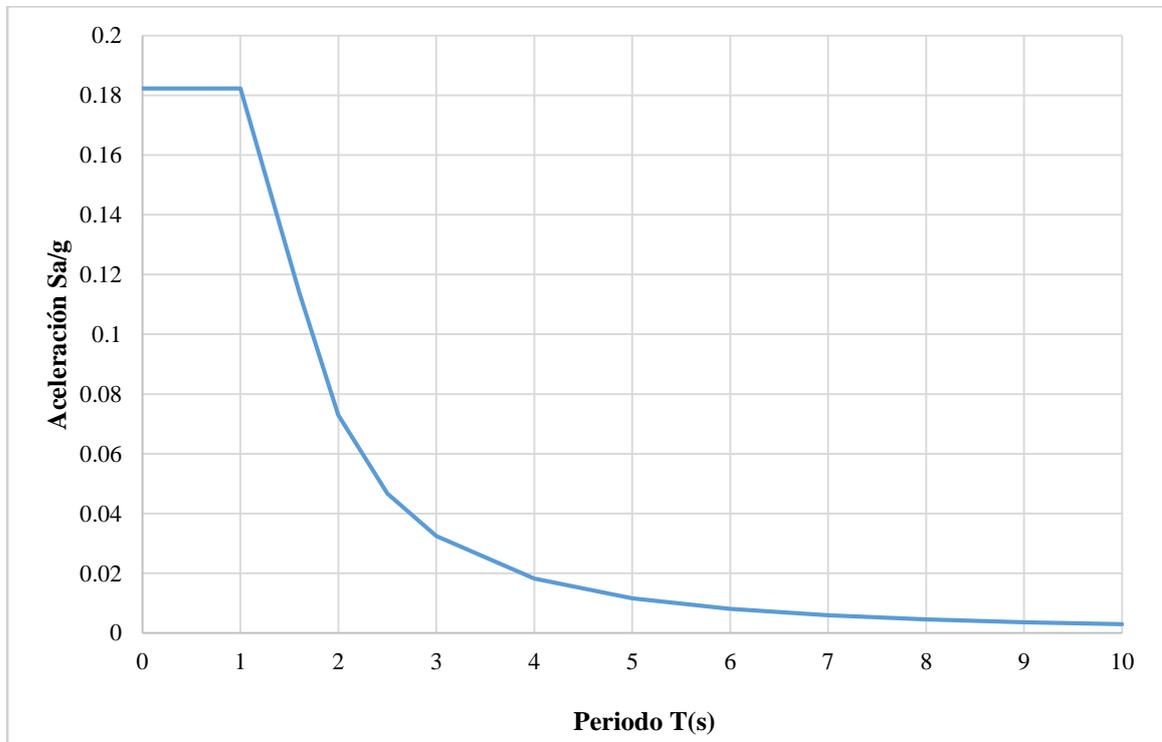


Figura 3.6: *Espectro de Respuesta Dirección Y (Esquinas Entrantes).*



B. DERIVAS DE ENTREPISO

Con el fin de controlar el daño, los códigos de diseño sismo resistente han considerado necesario contar con límites máximos para los desplazamientos laterales y con procedimientos adecuados para estimar dichas deflexiones. Un parámetro muy utilizado es la llamada deriva de entrepiso, cuyo valor máximo depende de muchos factores como el material estructural, el tipo de sistema estructural para cargas laterales, el nivel de carga axial presente en el entrepiso, el nivel de detallado de los elementos estructurales, y el nivel de daño que se esté dispuesto a aceptar en la estructura (Andrade, 2004).

C. JUNTA SÍSMICA

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima para evitar el contacto durante un movimiento sísmico tal y como lo indica la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

D. COMPORTAMIENTO DE VIGAS

a) Cálculo de cargas

En concordancia con la E.060 (Concreto Armado), se tienen combinaciones de cargas propuestas con las cuales se genera una envolvente con los valores máximos positivos y negativos de las fuerzas internas que se generan (Momento último actuante – **Mu**), las cuales tendrán que ser comparadas con los momentos nominales resistentes de las vigas.

b) Cálculo del Momento Nominal Resistente

Según lo expuesto en el libro “Diseño de Concreto Reforzado” (McCormac & Brown, 2011) se procede a calcular los momentos nominales resistentes (**Mn**) en las vigas, con el acero positivo y negativo (vigas

doblemente armadas) presente en las vigas de las edificaciones, conforme al acero colocado, que se muestra en los planos (Ver Anexo N°1 y 2).

c) Verificación de la resistencia adecuada de las vigas

Se emplea la fórmula expuesta en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado (MTC, 2009):

$$M_n \geq \frac{M_u}{0.9} \dots (4)$$

Donde:

M_n : Momento nominal resistente.

M_u : Momento último actuante.

$0.9 \cdot M_n$: Momento último resistente.

Finalmente, se concluyen las siguientes relaciones:

- Si $0.9 \cdot M_n \geq M_u$, la sección de la viga es adecuada.
- Si $0.9 \cdot M_n < M_u$, la sección de la viga es inadecuada.

E. COMPORTAMIENTO DE LAS COLUMNAS

a) Cálculo de la cantidad de acero necesario en las columnas

Para calcular el área de acero necesario sin considerar cargas de sismo se utiliza la ecuación expuesta en el Reglamento Nacional de Edificaciones (E.060 Concreto Armado, 2009) para elementos con estribos sometidos a compresión con carga excéntrica.

Para el cálculo del acero requerido considerando los efectos de sismo, se utiliza lo propuesto en el reglamento nacional de edificaciones (E.060 Concreto Armado, 2009) para elementos sometidos a flexo compresión y flexión biaxial, en la cual se determina el acero requerido mediante el uso de diagramas de iteración y ábacos. (Mosqueira, 2012).

b) Verificación de la cantidad de acero adecuado de las columnas

Luego de haber analizado las cantidades de acero calculado y colocado se puede concluir:

- Si **Acero Calculado** \leq **Acero Colocado**, la sección de Concreto Armado de la columna es adecuada.
- Si **Acero Calculado** $>$ **Acero Colocado**, la sección de Concreto Armado de la columna es inadecuada.

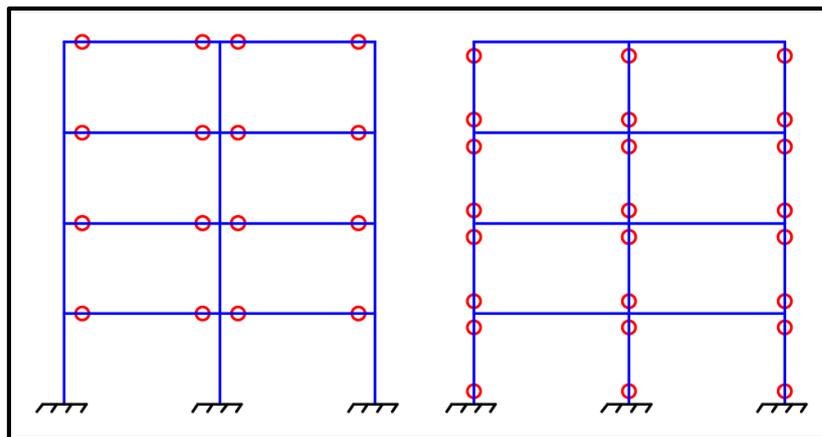
F. TIPO DE FALLA EN EDIFICACIONES

Es importante determinar en qué elementos se produce la falla inicial (rótula), pues si las fallas se dan en: 1) Las **columnas** esto generará una falla frágil del sistema estructural generando inestabilidad que conlleva al colapso; 2) Las **vigas** entonces el sistema estructural tiene una falla de tipo dúctil y la estructura se podría mantener estable pudiendo repararse. (Mosqueira 2012).

En este caso se puede decir que, para el caso a) No se trata de un sistema inestable, b) Si es un sistema inestable.

Figura 3.7: Mecanismo de Rótulas Plásticas.

- a) Columna Fuerte – Viga Débil b) Viga Fuerte – Columna Débil



Fuente: (Morales, 2006).

a) Resistencia mínima a flexión de las columnas

Las resistencias a flexión de las columnas en las caras de los nudos deben satisfacer la siguiente ecuación (Concreto Armado E.060, 2009):

$$\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \cdot \Sigma M_{nv} \dots (5)$$

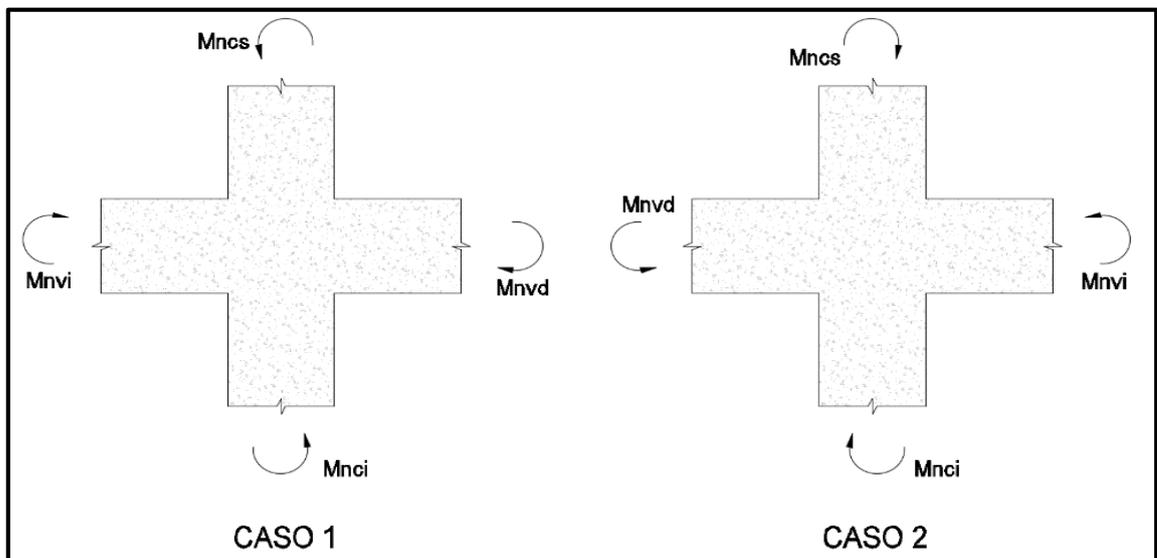
Donde:

ΣM_{nc} : suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

ΣM_{nv} : suma de los momentos nominales de flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

Las resistencias a la flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de las columnas se opongan a los momentos de las vigas. Debe satisfacerse la ecuación anterior para momentos en las vigas actuando en ambas direcciones en el plano vertical del pórtico que se considera.

Figura 3.8: Resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos.



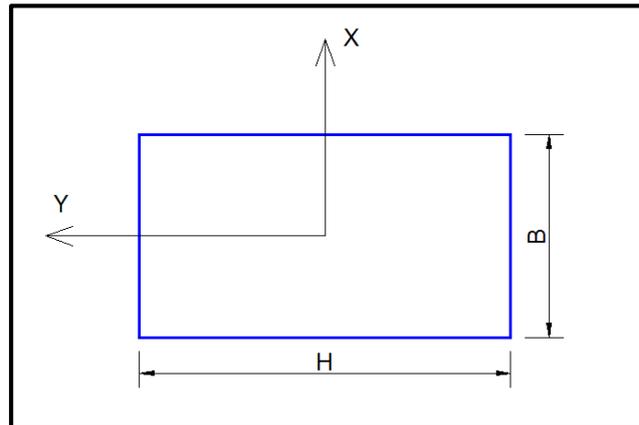
$$M_{nci} + M_{ncs} = 1.2 (M_{nvi} + M_{nvd})$$

Fuente: (Concreto Armado E.060, 2009)

b) *Momento de inercia en columnas*

La dirección en la cual la columna es más resistente a momento flexionante causado por sismo se puede determinar con el momento de inercia, pues a mayor momento de inercia o módulo de sección, menor esfuerzo flexionante actuante y menor deformación. (Mosqueira, 2012).

Figura 3.9: *Esquema de Columna Típica*



$$I_{xx} = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

$$Z_x = \frac{B \cdot H^2}{6}$$

... (6)

$$I_{yy} = \frac{H \cdot B^3}{12}$$

$$Z_y = \frac{H \cdot B^2}{6}$$

Donde:

I_{xx} : Momento de inercia en la dirección x.

I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y.

Z_x : Módulo de sección en la dirección x.

Z_y : Módulo de sección en la dirección y.

B : Base de la columna.

H : Altura de la columna

G. FALLA POR COLUMNA CORTA

La presencia de columnas cortas en edificios es un fenómeno que puede causar daños muy graves a la estructura si se tiene en cuenta que las columnas cortas tienen un comportamiento menos dúctil que las columnas más largas; esto se debe a que estos elementos poseen una elevada rigidez y por lo tanto atraen mayores fuerzas laterales durante un sismo; al tener una baja relación de claro de cortante a peralte, las columnas cortas cambian su comportamiento de flexión a un comportamiento en donde la falla principal es a cortante, por tanto, si no se toman previsiones en su diseño, se pueden presentar fallas estructurales importantes inclusive el colapso total del edificio. Las columnas cortas pueden generarse de varias formas, la primera de ellas es la colocación de elementos no estructurales, como son los muros de mampostería que llenan la crujía de un marco de concreto, a excepción de una franja ubicada inmediatamente debajo de las vigas y que sirve como ventilación e iluminación; la rigidez adicional que proporcionan estos muros, restringe el desplazamiento lateral de la estructura provocando la generación de un mecanismo de falla por cortante en las columnas. (Durán 2008)

a) *Efecto en la rigidez producido por columna corta*

Para evaluar el efecto que produce la ubicación de los tabiques, se puede determinar la rigidez de la columna total y la rigidez de la columna corta con las siguientes ecuaciones (San Bartolomé, 1998):

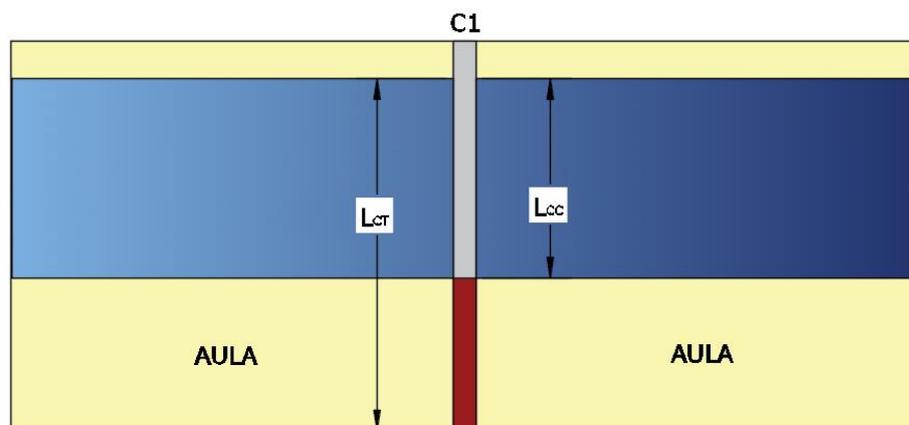
$$\begin{array}{cc} K_{x_{CT}} = \frac{12 \cdot E \cdot I_{xx}}{L_{CT}^3} & K_{y_{CT}} = \frac{12 \cdot E \cdot I_{yy}}{L_{CT}^3} \\ & \dots (7) \\ K_{x_{CC}} = \frac{12 \cdot E \cdot I_{xx}}{L_{CC}^3} & K_{y_{CC}} = \frac{12 \cdot E \cdot I_{yy}}{L_{CC}^3} \end{array}$$

Donde:

I_{xx} : Momento de inercia en la dirección x.

- I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y.
- L_{CT} : Longitud de la columna total.
- L_{CC} : Longitud de la columna corta.
- K_{xCT} : Rigidez de la columna total en la dirección x.
- K_{yCT} : Rigidez de la columna total en la dirección y.
- K_{xCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección x.
- K_{yCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección y.

Figura 3.10: Alturas de Columna Total y Columna Corta.



3.9.2.1.2. ESTADO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN

El estado actual de la edificación (buena, regular, o mala calidad) se evalúa teniendo en cuenta las fisuras, las deflexiones y asentamientos en tabiques, vigas y columnas.

3.9.2.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

3.9.2.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES

La evaluación de la estabilidad de tabiques, se basa en la comparación del momento actuante debido a cargas perpendiculares al plano del muro (San Bartolomé, 1998) y el momento resistente paralelo al plano del muro. Para calcular el momento actuante se empleó la metodología propuesta en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Albañilería E.070, 2006).

A. CÁLCULO DE MOMENTO ACTUANTE

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_a en $kg \cdot m/m$) producido por la carga sísmica " ω ", como lo indica la norma E.030.

B. CÁLCULO DE MOMENTO RESISTENTE.

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión del muro (M_r) se utiliza la siguiente fórmula (Mosqueira y Tarque, 2005):

$$M_r = 2.549 \cdot t^2 \dots (8)$$

Donde:

M_r : Momento resistente a tracción por flexión en $kg \cdot m/m$

t : Espesor bruto del muro en metros.

C. VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DE TABIQUES

Se verifica la estabilidad de los tabiques comparando el Momento Actuante (M_a) con el Momento Resistente (M_r) mediante las siguientes relaciones:

- Si $M_a \leq M_r$, el tabique es estable.
- Si $M_a > M_r$, el tabique es inestable.

3.9.3. PELIGRO SÍSMICO

En la evaluación del peligro sísmico se considera la evaluación de tres variables: la Sismicidad, el Tipo de Suelo y la Topografía de la zona donde se encuentra cimentada la edificación en evaluación.

El Peligro Sísmico se calcula mediante la siguiente ecuación (Mosqueira y Tarque, 2005):

$$Peligro\ Sísmico = (0.40 \cdot Sismicidad) + (0.40 \cdot Suelo) + (0.20 \cdot Topografía) \dots (9)$$

Se asignan los valores a cada variable para calificar numéricamente al Peligro Sísmico teniendo en cuenta las siguientes tablas:

Tabla 3.11: Valores de las Variables para Cuantificar el Peligro Sísmico.

Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Tabla 3.12: Rango de Valores de las Variables para Cuantificar el Peligro Sísmico.

SISMICIDAD (40%)	ESTRUCTURAL						PESOS (%)			PELIGRO SÍSMICO	VALOR NUMÉRICO
	SUELO (40%)			TOPOGRAFÍA (20%)			40	40	20		
	RÍGIDOS	INTERMEDIOS	FLEXIBLES	PLANA	MEDIA	PRONUNCIADA					
BAJA	X			X			1	1	1	BAJO	1.0
	X				X		1	1	2		1.2
	X					X	1	1	3		1.4
		X		X			1	2	1	MEDIO	1.4
		X			X		1	2	2		1.6
		X				X	1	2	3		1.8
			X	X			1	3	1	ALTO	1.8
			X		X		1	3	2		2.0
			X			X	1	3	3		2.2
MEDIA	X			X			2	1	1	BAJO	1.4
	X				X		2	1	2		1.6
	X					X	2	1	3	MEDIO	1.8
		X		X			2	2	1		1.8
		X			X		2	2	2		2.0
		X				X	2	2	3		2.2
			X	X			2	3	1		2.2
			X		X		2	3	2		2.4
			X			X	2	3	3		2.6
ALTA	X			X			3	1	1	BAJO	1.8
	X				X		3	1	2	MEDIO	2.0
	X					X	3	1	3		2.2
		X		X			3	2	1		2.2
		X			X		3	2	2	2.4	
		X				X	3	2	3	ALTO	2.6
			X	X			3	3	1		2.6
			X		X		3	3	2		2.8
			X			X	3	3	3		3.0

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Para la calificación numérica del Peligro Sísmico, se reemplazan los valores numéricos de Sismicidad, Tipo de Suelo y Topografía en ecuación anterior. El valor obtenido se compara con la calificación del Peligro Sísmico mostrado en la Tabla 3.13 lo que nos permite asignar el Nivel de Peligro Sísmico de la edificación evaluada.

Tabla 3.13: *Calificación del Peligro Sísmico.*

SISMICIDAD	PELIGRO SÍSMICO	RANGO
ALTO	Bajo	1.8
	Medio	De 2.0 a 2.4
	Alto	De 2.6 a 3.0
MEDIO	Bajo	De 1.4 a 1.6
	Medio	De 1.8 a 2.4
	Alto	2.6
BAJO	Bajo	De 1.0 a 1.6
	Medio	De 1.8 a 2.0
	Alto	2.2

Fuente: *Mosqueira y Tarque, 2005.*

3.9.3.1. SISMICIDAD

Se evalúa teniendo en cuenta lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Diseño Sismorresistente E.030 (2016), donde se divide al territorio peruano en cuatro zonas sísmicas como se muestra en la Figura 2.1:

- **Sismicidad Baja:**
 - **Zona Z1:** Zona de Baja Sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 10% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

- **Sismicidad Media:**
 - **Zona Z2:** Zona de Moderada Sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 25% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.
 - **Zona Z3:** Zona de Moderada Sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 35% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.
- **Sismicidad Alta:**
 - **Zona Z4:** Zona de Alta Sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 45% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

3.9.3.2. TIPO DE SUELO

Se evalúa teniendo en cuenta lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la norma de Diseño Sismorresistente E.030 (2016) y el estudio de Mecánica de Suelos, donde se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.

3.9.3.3. TOPOGRAFÍA

La evaluación de la topografía se hace de acuerdo con el reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor (D.S. N° 017/09- AG) y se evalúa mediante un eclímetro durante el trabajo de campo, considerándose:

- **Topografía Plana:** Aquella cuya pendiente es menor a 15 %.
- **Topografía Media:** Aquella cuya pendiente es mayor a 15 %, pero menos a 50 %.
- **Topografía Pronunciada:** Aquella cuya pendiente es mayor a 50 %.

3.9.3.4. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

El ensayo de esclerometría permite determinar la dureza superficial del concreto. Para ello, una masa conocida, es impulsada con una determinada energía, golpea al concreto y rebota. La cantidad de energía recuperada en el rebote es un índice de la dureza superficial y se cuantifica con el Índice Esclerométrico.

El método Esclerométrico es el END más difundido en Ingeniería Civil, siendo relativa la calidad de sus resultados, debido a diversos motivos. Las correlaciones empíricas que se pueden establecer entre el Índice Esclerométrico y la resistencia a compresión del concreto, son modificadas por ciertos factores, siendo los principales: tipo y cantidad de cemento, tipo de áridos, condiciones de curado (en agua, o al aire seco), humedad de superficie, carbonatación, tipo de superficie, u otros factores tales como edad del concreto, compactación, aditivos utilizados, estado tensional del elemento ensayado, espesor, curvatura, etc. (Ortega y Ripani 2007).

El ensayo se realiza de acuerdo a las indicaciones de la norma ASTM C 805-97.

Figura 3.11: *Esclerómetro ZHEJIANG TUGONG.*



3.10. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

El **primer edificio** a analizar corresponde a la Institución Educativa “San Antonio” C.P. La Manzanilla.

El sistema estructural al que corresponde la edificación es de tipo aporticado de concreto armado en el sentido X, y de albañilería confinada en el sentido Y de dos niveles. La construcción del edificio concluyó en el año 2009.

Los muros y tabiques de albañilería son de ladrillo de arcilla cocida en todo el edificio, los entrepisos están constituidos por losas aligeradas armadas en una dirección y ladrillo hueco de arcilla de 0,30m X 0,30m X 0,15m.

La conexión entre niveles es mediante una escalera de concreto armado de dos tramos, la cual es independiente de cada pabellón, ubicada en el centro de ambos.

El primer nivel está conformado por 04 aulas (1er a 4to de secundaria).

En el segundo nivel se encuentra 01 aula (5to de secundaria), 01 aula de innovaciones y 01 laboratorio.

El **segundo edificio** a analizar corresponde a la Institución Educativa “Abraham Noriega Valera” C.P. La Laguna.

El sistema estructural al que corresponde la edificación es de tipo aporticado de concreto armado en el sentido X, y de albañilería confinada en el sentido Y de dos niveles. La construcción del edificio concluyó en el año 2009.

Los muros y tabiques de albañilería son de ladrillo de arcilla cocida en todo el edificio, los entrepisos están constituidos por losas aligeradas armadas en una dirección y ladrillo hueco de arcilla de 0,30m X 0,30m X 0,15m.

El techo de ambas Instituciones educativas no está compuesto por cubierta, solo una azotea.

La conexión entre niveles es mediante escaleras de concreto armado de dos tramos, la cual es independiente de ambos pabellones y está ubicada en el centro de los mismo.

El primer nivel está conformado por 01 laboratorio, 01 almacén (debajo de las escaleras), 01 aula (1ero de secundaria), Auditorio (usado también como aula de 5to de Secundaria) y 02 SS.HH. (Hombres y Mujeres).

En el segundo nivel se encuentra 03 aulas (2do, 3ero y 4to de secundaria), la dirección y 01 aula de innovaciones.

3.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales utilizados en la construcción se obtuvieron de las Especificaciones Técnicas de los planos de cada institución y de los ensayos de esclerometría obtenidos de cada estructura. Los datos obtenidos se utilizaron para el modelamiento de la estructura en el programa ETABS 2016 v16.2.

3.11.1. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO

a) *Resistencia a la Compresión de Columnas y Vigas*

Para los efectos de modelamiento, tomamos el 90% de la resistencia obtenida del ensayo de esclerometría se obtiene la resistencia del concreto para columnas y vigas.

I.E. “San Antonio” – C.P. La Manzanilla – San Marcos.

Columnas : $f'c = 202.12 \times 0.9 = 181.91 \text{ kg/cm}^2$

Vigas : $f'c = 223.53 \times 0.9 = 201.18 \text{ kg/cm}^2$

I.E. “Abraham Noriega Valera” – C.P. La Laguna – San Marcos.

Columnas : $f'c = 240.02 \times 0.9 = 216.02 \text{ kg/cm}^2$

Vigas : $f'c = 284.00 \times 0.9 = 255.60 \text{ kg/cm}^2$

b) *Módulo de Elasticidad*

$$E = 15000 \cdot \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots (10)$$

I.E. “San Antonio” – C.P. La Manzanilla – San Marcos.

Columnas : $E = 202,311.02 \text{ kg/cm}^2$

Vigas : $E = 212,756.90 \text{ kg/cm}^2$

I.E. “Abraham Noriega Valera” – C.P. La Laguna – San Marcos.

Columnas	:	$E = 220,464.28 \text{ kg/cm}^2$
Vigas	:	$E = 239,812.43 \text{ kg/cm}^2$

c) ***Peso Específico***

$$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$$

d) ***Recubrimiento de Columnas y Vigas***

I.E. “San Antonio” – C.P. La Manzanilla – San Marcos.

Columnas : *recubrimiento = 4.00 cm*

Vigas : *recubrimiento = 3.00 cm*

I.E. “Abraham Noriega Valera” – C.P. La Laguna – San Marcos.

Columnas : *recubrimiento = 4.00 cm*

Vigas : *recubrimiento = 3.00 cm*

3.11.2. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO

a) ***Esfuerzo de Fluencia***

$$f_y = 4200 \text{ kg/m}^3$$

b) ***Peso Específico***

$$\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$$

c) ***Módulo de Elasticidad***

$$E = 2 \times 10^7 \text{ Tn/m}^2$$

3.12. METRADO DE CARGAS

Las cargas muertas, cargas vivas y cargas de techo (azotea), a las que la estructura está sometida se obtuvieron de la NTP E.020 “Cargas”, 2006 (Ver Apéndice 04 y 05).

3.13. MODELO ESTRUCTURAL

Se idealizó el modelo de la estructura en el programa ETABS 2016 y se elabora en base a la información obtenida de los planos de la edificación, metrado de cargas y ensayo de esclerometría realizado.

Para tal efecto, se tuvo en cuenta los criterios de modelamiento y otros requerimientos establecidos en la NTP E.030 (RNE, 2016). Estas recomendaciones ayudaron a establecer un modelo matemático adecuado para el análisis y son las siguientes:

- Para determinar las cargas sísmicas, se permite considerar que la estructura está fija en la base.
- El peso de la edificación se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación, un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que depende de la categoría de la edificación; en nuestro caso, el 50% de la carga viva y el 25% de la carga viva de techo/azotea (E.030, 2016).

$$P = PP + CM + 0.5 CV + 0.25 CVT \quad \dots (11)$$

Donde:

P : Peso de la edificación.

PP : Peso propio de la edificación.

CM : Carga muerta.

CV : Carga viva.

CVT : Carga viva de techo.

Cuando se emplea un modelo 3D, un mínimo de tres grados de libertad dinámicos consistentes en dos traslaciones ortogonales en planta y una rotación alrededor del eje vertical deberán incluirse en cada nivel de la estructura.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

4.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

4.1.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL EDIFICIO

a) *Derivas de Entrepiso*

Se muestran las derivas de entrepiso obtenidas de los modelos estructurales para ambas direcciones:

i. I.E. SAN ANTONIO:

Tabla 4.1: *Derivas de entrepiso en la dirección X – Izquierda – San Antonio*

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.50	10.508	4.422	26.532	0.008164	No Cumple
Piso	3.25	6.086	6.086	36.516	0.011236	No Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Tabla 4.2: *Derivas de entrepiso en la dirección Y – Izquierda – San Antonio*

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.5	2.311	1.079	2.42775	0.000747	Cumple
Piso	3.25	1.232	1.23	2.772	0.000853	Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Figura 4.1: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Izquierda – San Antonio

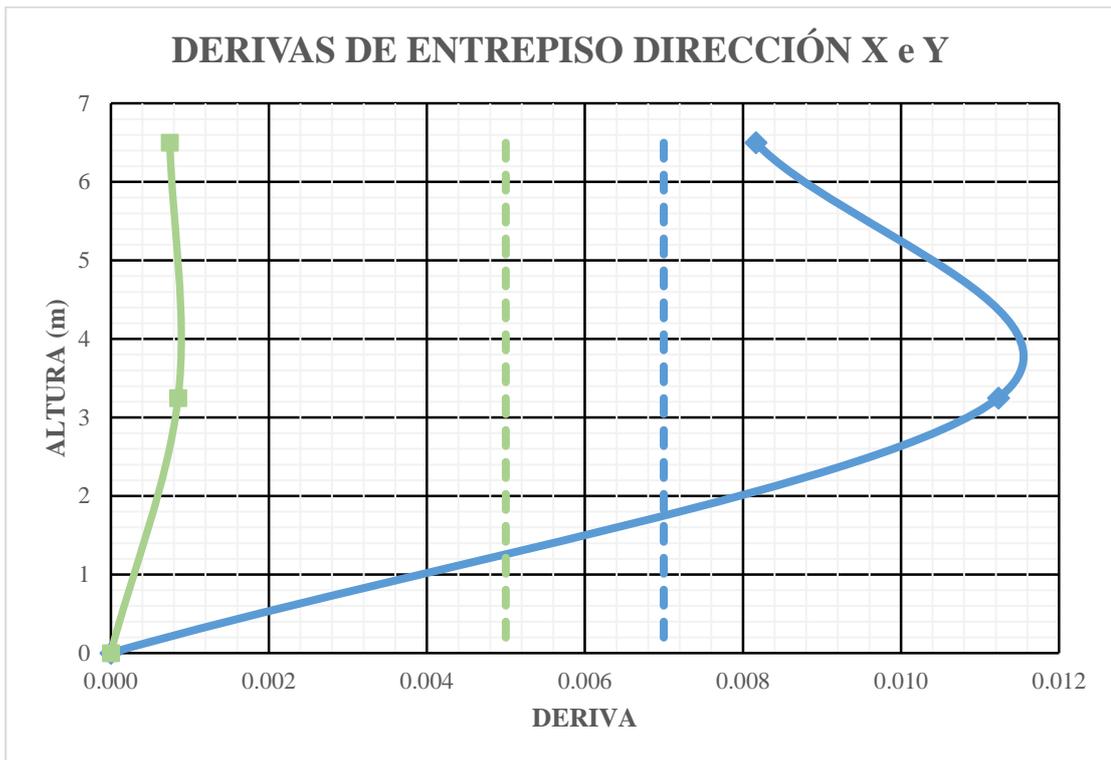


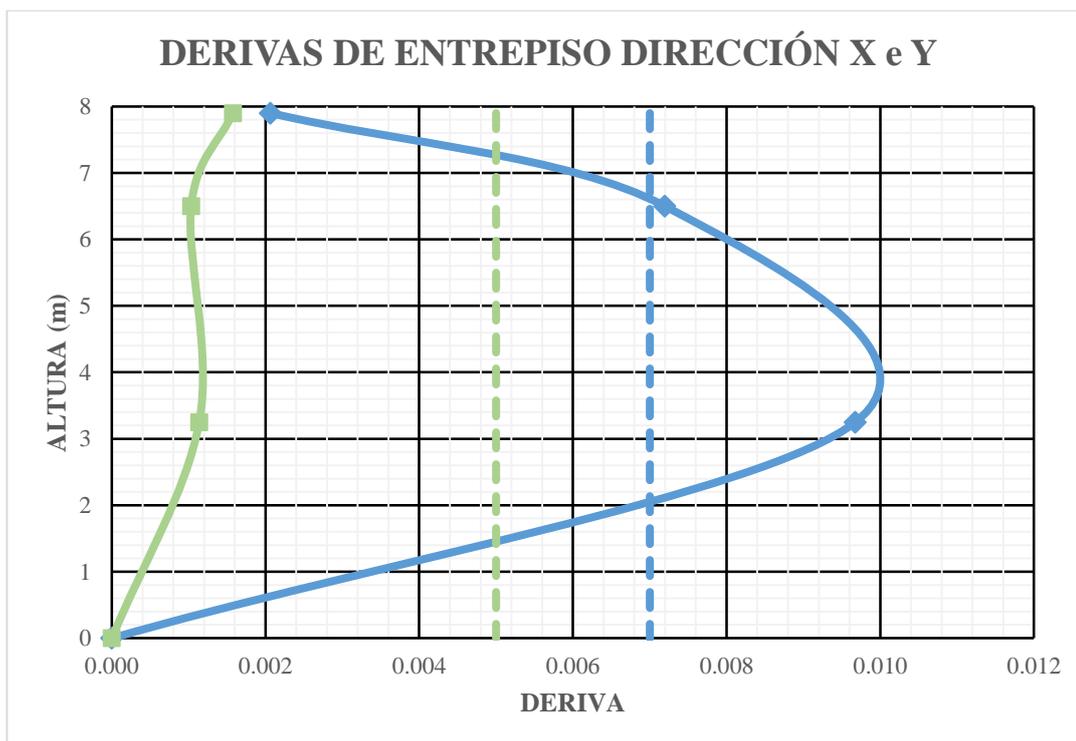
Tabla 4.3: Derivas de entrepiso en la dirección X – Derecha – San Antonio

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Tanque	7.90	9.621	0.482	2.892	0.002066	Cumple
Techo	6.50	9.139	3.898	23.388	0.007196	No Cumple
Piso	3.25	5.241	5.24	31.446	0.009676	No Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Tabla 4.4: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Derecha – San Antonio

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Tanque	7.90	3.504	0.368	2.208	0.001577	Cumple
Techo	6.50	3.136	1.492	3.357	0.001033	Cumple
Piso	3.25	1.644	1.64	3.699	0.001138	Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Figura 4.2: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Derecha – San Antonio



ii. **I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA:**

Tabla 4.5: Derivas de entrepiso en la dirección X – Izquierda – Abraham Noriega Valera

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.50	10.372	4.522	27.132	0.008348	No Cumple
Piso	3.25	5.85	5.85	35.1	0.010800	No Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Tabla 4.6: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Izquierda – Abraham Noriega Valera

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.5	2.094	0.96	2.16	0.000665	Cumple
Piso	3.25	1.134	1.13	2.5515	0.000785	Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Figura 4.3: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Izquierda – Abraham Noriega Valera

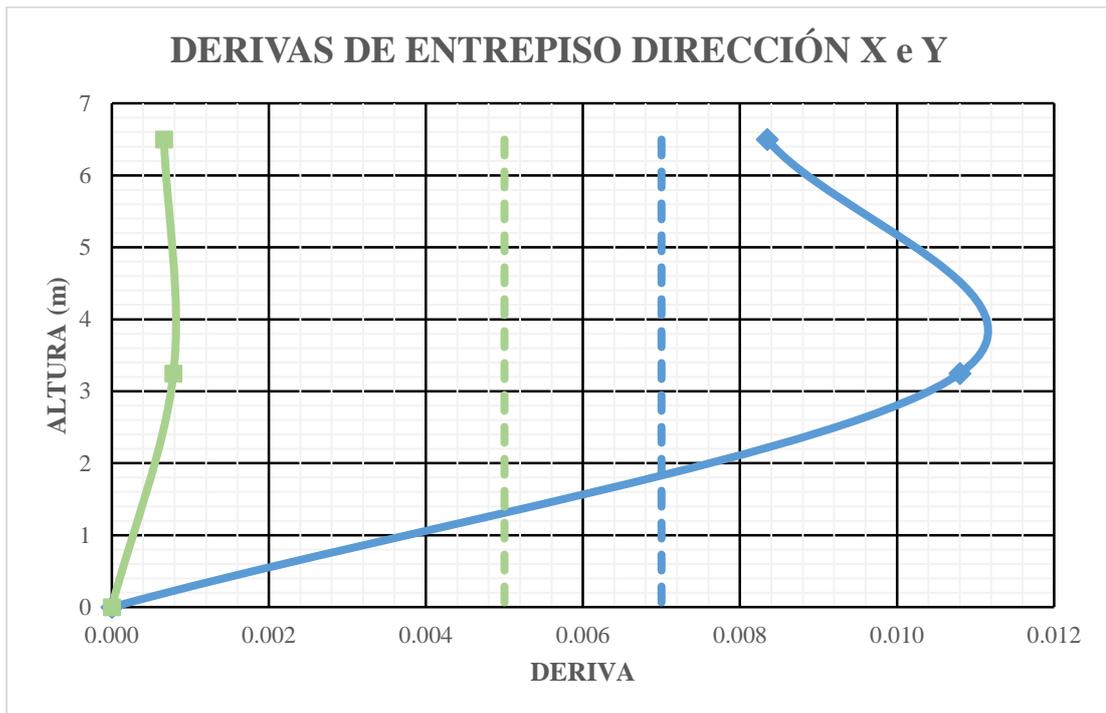


Tabla 4.7: Derivas de entrepiso en la dirección X – Derecha 1 – Abraham Noriega Valera

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.50	2.839	1.309	3.5343	0.001087	Cumple
Piso	3.25	1.53	1.53	4.131	0.001271	Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Tabla 4.8: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Derecha 1 – Abraham Noriega Valera

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.5	9.857	4.349	31.3128	0.009635	No Cumple
Piso	3.25	5.508	5.51	39.6576	0.012202	No Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Figura 4.4: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Derecha 1 – Abraham Noriega Valera

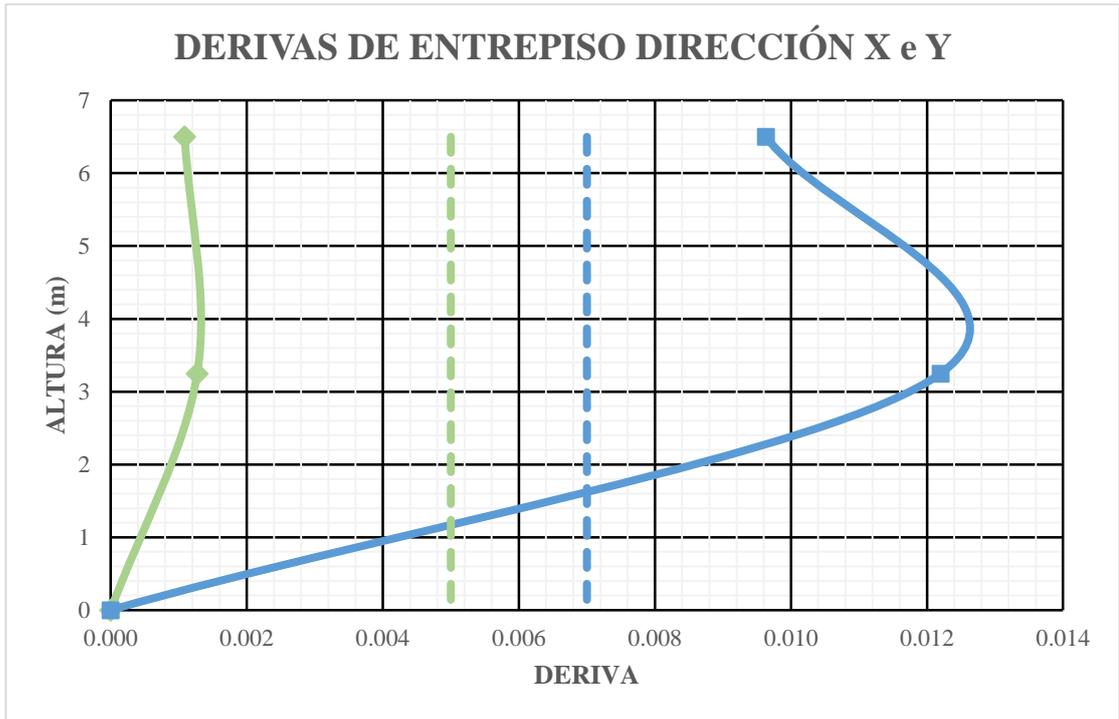


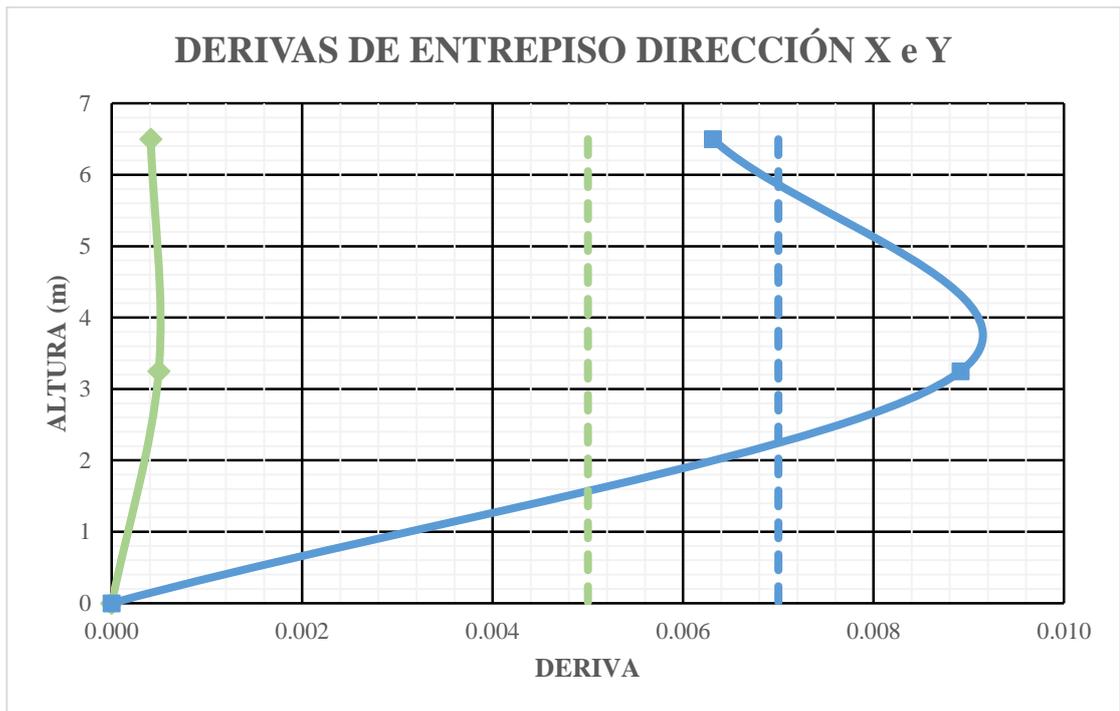
Tabla 4.9: Derivas de entrepiso en la dirección X – Derecha 2 – Abraham Noriega Valera

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.50	1.306	0.592	1.332	0.000410	Cumple
Piso	3.25	0.714	0.71	1.6065	0.000494	Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	-	-

Tabla 4.10: Derivas de entrepiso en la dirección Y- Derecha 2 – Abraham Noriega Valera

Nivel	Altura	Despl.	Despl. Relat. Δe	Δi	$\Delta i/h_e$	Verificación
Techo	6.5	8.247	3.419	20.514	0.006312	Cumple
Piso	3.25	4.828	4.83	28.968	0.008913	No Cumple
Base	0.00	0.00	0.00	0.000	-	-

Figura 4.5: Derivas de entrepiso dirección X e Y – Derecha 2 – Abraham Noriega Valera



b) Junta Sísmica

Se determinó el espesor de la junta sísmica el cual debe ser comparada con lo normado en la E.030 “Diseño Sismorresistente”, 2016. El resultado es:

i. I.E. SAN ANTONIO:

Tabla 4.11: *Espesor de la Junta Sísmica – San Antonio*

Estructura	Junta Existente	Junta Mínima	Verificación
Pabellón Izquierda	3.00 cm	5.20 cm	No Cumple
Pabellón Derecha	3.00 cm	5.20 cm	No Cumple

ii. I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA:

Tabla 4.12: *Espesor de la junta Sísmica – Abraham Noriega Valera*

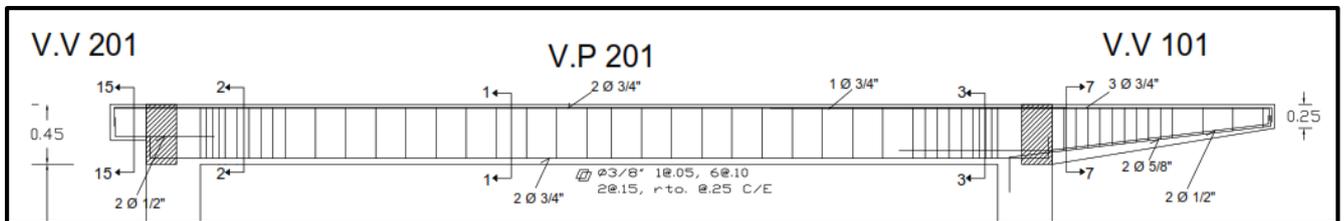
Estructura	Junta Existente	Junta Mínima	Verificación
Pabellón Izquierda	3.50 cm	6.07 cm	No Cumple
Pabellón Derecha 1	4.00 cm	5.20 cm	No Cumple
Pabellón Derecha 2	3.50 cm	6.07 cm	No Cumple

c) **Comportamiento de Vigas**

Para evaluar el comportamiento de las vigas en ambas instituciones educativas se recurrió a comparar los momentos resistentes y momentos actuantes. En el caso de los momentos resistentes se realizó conforme a lo descrito en el acápite de Vigas, mientras que para los momentos actuantes se empleó el análisis estructural realizado en el programa ETABS v.16.02

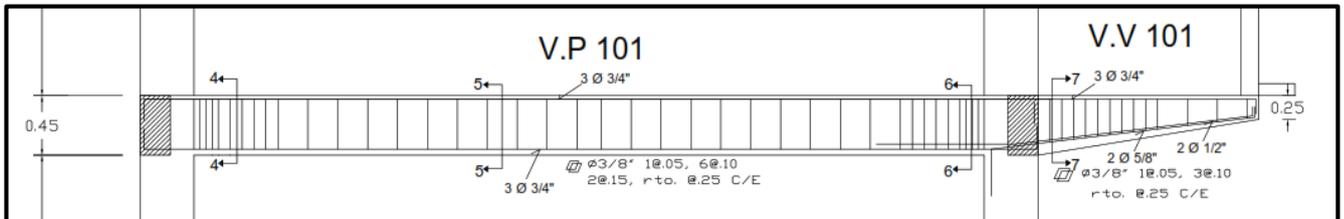
i. **I.E. SAN ANTONIO**

Figura 4.6: Corte Longitudinal VP – 201 – San Antonio



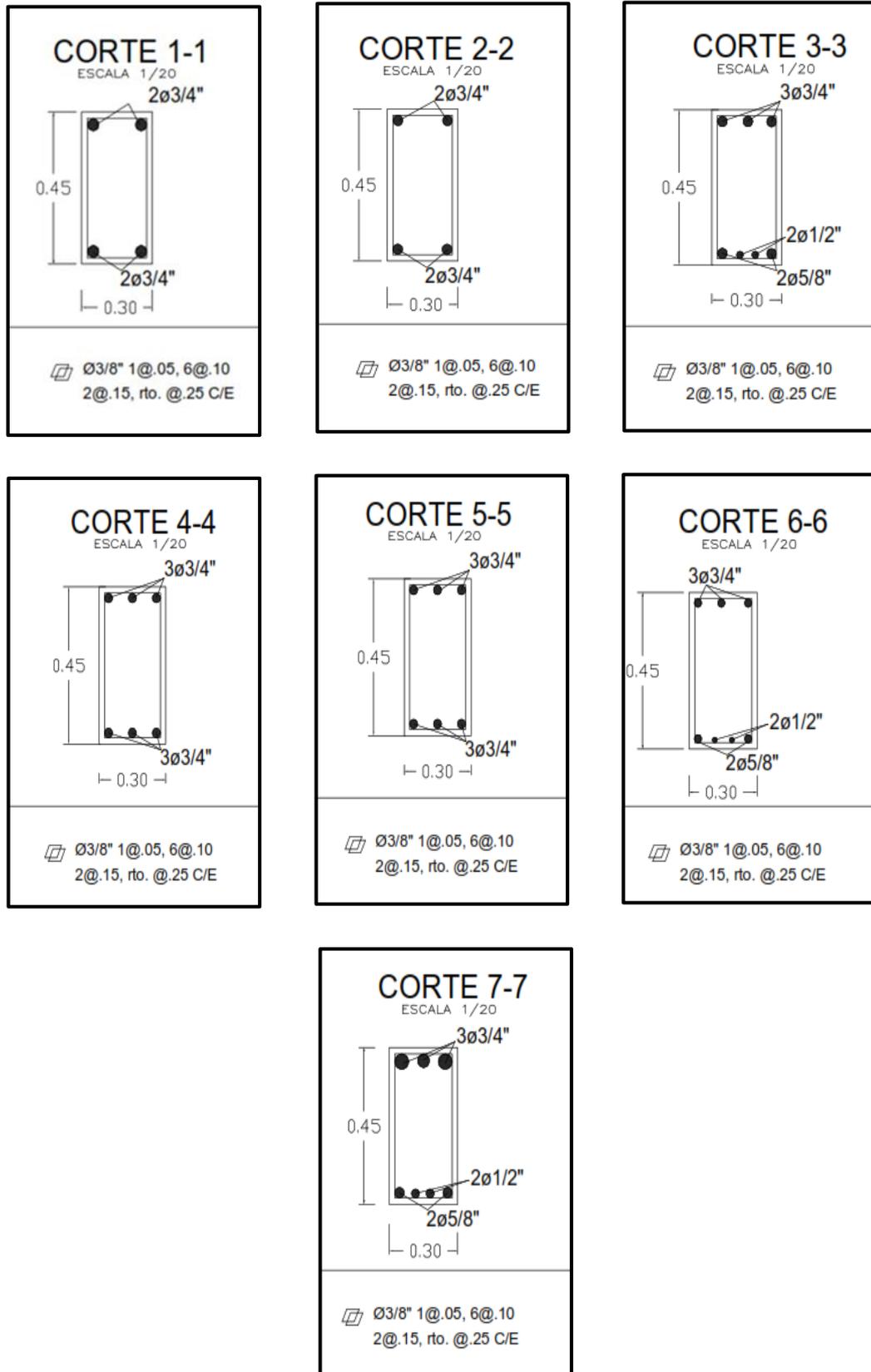
Fuente. *Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca*

Figura 4.7: Corte Longitudinal VP – 101 – San Antonio



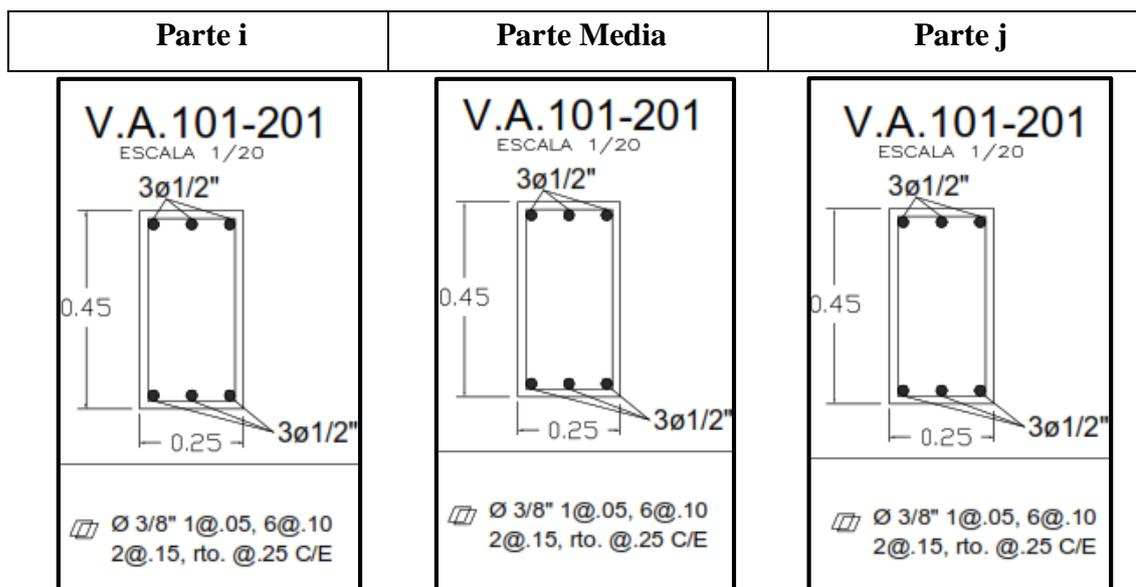
Fuente. *Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca*

Figura 4.8: Cortes Transversales de Vigas Principales – San Antonio



Fuente: Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca.

Figura 4.9: Cortes Transversales de Vigas de Amarre – San Antonio



Fuente. Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca

Primer Nivel

- Vigas Principales Izquierda

Tabla 4.13: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje B-B

SECCIÓN	Corte 4-4	Corte 5-5	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-11.89	11.89	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-6.74	6.38	-8.96	-11.40
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-8.41	6.92	-10.41	-14.04

Tabla 4.14: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje D-D

SECCIÓN	Corte 4-4	Corte 5-5	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-11.89	11.89	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-7.34	6.96	-9.55	-11.40
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-8.92	7.41	-10.95	-14.08

- **Vigas Principales Derecha**

Tabla 4.15: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje G-G

SECCIÓN	Corte 4-4	Corte 5-5	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-11.89	11.89	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-7.83	7.43	-10.13	-11.12
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-9.53	7.50	-11.70	-12.90

Tabla 4.16: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje H-H

SECCIÓN	Corte 4-4	Corte 5-5	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-11.89	11.89	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-8.10	7.70	-10.32	-10.41
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-9.96	8.12	-12.06	-11.84

Tabla 4.17: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 101 Eje I-I

SECCIÓN	Corte 4-4	Corte 5-5	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-11.89	11.89	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-7.84	7.42	-10.13	-11.14
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-9.66	7.66	-11.79	-12.89

Fuente: *Elaboración Propia*

- **Vigas de Amarre Izquierda**

Tabla 4.18: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 1-1

SECCIÓN	A-B			B-C			C-D			D-E		
	i	medio	j	i	medio	j	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.06	2.06	-2.54	-2.26	1.22	-1.62	-1.62	1.32	-2.349	-2.58	2.06	-0.01
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.71	3.31	-6.31	-5.52	2.25	-3.69	-3.71	2.25	-5.61	-6.32	3.25	-3.69

Tabla 4.19: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 3-3

SECCIÓN	A-B			B-C			C-D			D-E		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.50	1.56	-1.91	-1.74	1.03	-1.65	-1.62	1.06	-1.78	-2.03	1.65	-0.48
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-4.39	3.00	-6.13	-5.38	2.50	-3.96	-3.96	2.51	-5.43	-6.19	3.07	-4.37

- Vigas de Amarre Derecha

Tabla 4.20: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 1-1

SECCIÓN	F-G			G-H			H-I			I-J		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.01	2.08	-2.58	-2.13	1.31	-1.80	-1.77	1.23	-2.05	-2.61	2.16	-0.08
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.22	3.03	-5.62	-5.47	2.29	-5.21	-5.18	2.15	-5.38	-5.62	3.15	-3.26

Tabla 4.21: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 3-3

SECCIÓN	F-G			G-H			H-I			I-J		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.49	1.60	-2.07	-1.73	1.11	-1.64	-1.65	1.11	-1.73	-2.07	1.60	-0.49
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.85	2.80	-5.47	-5.44	2.36	-5.39	-5.38	2.36	-5.44	-5.47	2.80	-3.85

Segundo Nivel

- Vigas Principales Izquierda

Tabla 4.22: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje B-B

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 3-3	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-8.10	8.10	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.16	5.15	-6.30	-5.92
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-5.93	5.38	-7.21	-7.42

Tabla 4.23: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje D-D

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 3-3	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-8.10	8.10	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.18	5.11	-6.31	-5.90
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-5.97	5.37	-7.23	-7.38

- Vigas Principal Derecha

Tabla 4.24: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje G-G

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 3-3	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-8.10	8.10	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.54	5.52	-6.74	-5.68
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-6.62	5.74	-7.81	-7.08

Tabla 4.25: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje H-H

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 3-3	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-8.10	8.10	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.71	5.70	-6.88	-5.28
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-6.89	6.01	-7.83	-6.50

Tabla 4.26: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 201 Eje I-I

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 3-3	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-8.10	8.10	-11.88	-11.90
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.59	5.52	-6.64	-5.68
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-6.89	5.88	-8.14	-7.44

- Vigas de Amarre Izquierda

Tabla 4.27: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 1-1

SECCIÓN	A-B			B-C			C-D			D-E		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.06	1.20	-1.45	-1.39	0.77	-0.85	-0.87	0.74	-1.37	-1.43	1.26	-0.08
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.70	1.77	-3.08	-2.84	1.00	-1.86	-1.88	0.98	-2.83	-3.07	1.78	-1.71

Tabla 4.28: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 3-3

SECCIÓN	A-B			B-C			C-D			D-E		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.26	1.15	-1.16	-1.12	0.71	-1.04	-1.06	0.68	-1.09	-1.17	1.16	-0.28
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.90	1.62	-2.86	-2.63	1.07	-2.05	-2.06	1.06	-2.62	-2.86	1.62	-1.92

- Vigas de Amarre Derecha

Tabla 4.29: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 1-1

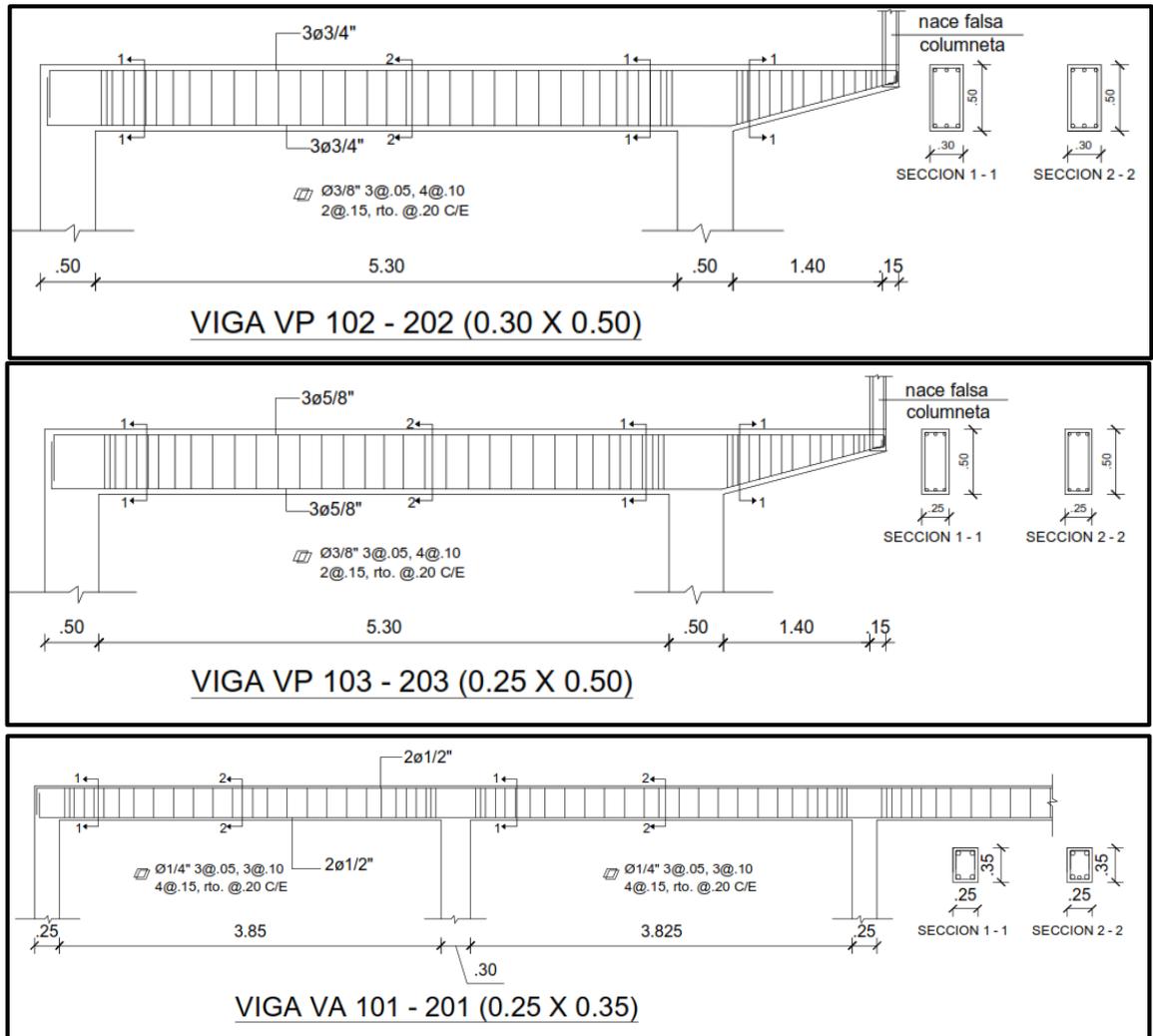
SECCIÓN	F-G			G-H			H-I			I-J		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.08	1.26	-1.41	-1.15	0.73	-1.10	-1.12	0.75	-1.09	-1.37	1.27	-0.11
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.55	1.72	-2.82	-2.69	1.03	-2.61	-2.71	1.20	-2.83	-2.96	1.68	-1.61

Tabla 4.30: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 3-3

SECCIÓN	F-G			G-H			H-I			I-J		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62	-5.62	5.62	-5.62
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.29	1.13	-1.22	-1.04	0.73	-1.03	-1.03	0.73	-1.04	-1.21	1.13	-0.29
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.75	1.54	-2.66	-2.63	1.65	-2.61	-2.61	1.05	-2.63	-2.67	1.54	-1.76

ii. I.E ABRAHAM NORIEGA VALERA

Figura 4.10: Cortes Transversales de Vigas – Abraham Noriega Valera



Fuente: Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca

Primer nivel

- Vigas Principales Izquierda

Tabla 4.31: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje 2-2

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-6.82	6.60	-9.45	-10.26
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-9.02	7.51	-11.49	-11.98

Tabla 4.32: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje 4-4

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-6.83	6.90	-9.44	-10.24
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-8.90	7.28	-11.34	-11.95

- Vigas Principales Derecha 1

Tabla 4.33: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje D-D

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	0.00
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-8.57	8.30	-8.89	0.00
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-10.86	8.40	-11.12	0.00

Tabla 4.34: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje E-E

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-11.20	11.16	-12.68	-5.69
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-13.33	11.16	-14.66	-6.71

Tabla 4.35: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 102 Eje F-F

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-8.66	8.65	-11.13	-10.25
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-11.25	8.76	-13.85	-12.96

- Vigas Principales Derecha 2

Tabla 4.36: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 103 Eje H-H

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-9.65	9.65	-9.65	-9.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-4.08	4.00	-5.69	-7.06
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-5.34	4.55	-6.87	-8.50

- Vigas de Amarre Izquierda

Tabla 4.37: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje A-A

SECCIÓN	1-2			2-3			3-4			4-5		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.97	-2.96	-2.96	2.97	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.74	1.29	-1.74	-1.52	0.92	-1.45	-1.45	0.92	-1.51	-1.75	1.29	-0.73
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.40	2.11	-4.61	-4.08	1.79	-3.21	-3.22	1.79	-4.08	-4.62	2.11	-3.40

Tabla 4.38: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje C-C

SECCIÓN	1-2			2-3			3-4			4-5		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.40	1.43	-1.87	-1.66	0.99	-1.32	-1.29	0.95	-1.62	-1.90	1.47	-0.45
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-2.90	2.13	-4.43	-3.95	1.58	-2.95	-2.92	1.58	-3.91	-4.46	2.21	-2.95

- Vigas de Amarre Derecha 1

Tabla 4.39: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 6-6

SECCIÓN	A-D			D-E			E-F			F-G		
	j	medio	i									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.68	1.28	-1.84	-1.44	0.87	-1.40	-1.29	1.16	-1.69	-2.00	1.49	-0.40
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.19	2.07	-4.44	-4.25	1.81	-3.97	-3.91	1.89	-4.19	-4.26	2.11	-2.75

Tabla 4.40: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 8-8

SECCIÓN	A-D			D-E			E-F			F-G		
	j	medio	i									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.65	1.27	-1.88	-1.52	1.01	-1.55	-1.47	1.04	-1.62	-1.88	1.34	-0.75
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.17	2.07	-4.45	-4.33	1.83	-4.37	-4.32	1.89	-4.30	-4.43	2.07	-3.25

- Vigas de Amarre Derecha 2

Tabla 4.41: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 101 Eje 6-6, Eje 8-8

SECCIÓN	6-6						8-8					
	G-H			H-I			G-H			H-I		
	j	medio	i									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	0.01	0.62	-0.69	-0.67	0.56	0.03	-0.15	0.55	-0.69	-0.69	0.55	-0.16
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-2.25	1.88	-2.69	-2.67	1.84	-2.24	-2.50	1.88	-2.92	-2.91	1.88	-2.51

Segundo Nivel

- Vigas Principales Izquierda

Tabla 4.42: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje 2-2

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.14	5.74	-6.22	-4.21
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-6.22	6.04	-7.24	-5.16

Tabla 4.43: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje 4-4

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.14	5.74	-6.22	-4.20

Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-6.26	6.10	-7.27	-5.16
-------------------------------	-------	------	-------	-------

- Vigas Principales Derecha 1

Tabla 4.44: *Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje D-D*

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	0.00
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.74	6.10	-6.02	0.00
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-7.32	6.72	-7.56	0.00

Tabla 4.45: *Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje E-E*

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.96	5.95	-6.63	-2.48
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-7.63	6.80	-8.03	-3.45

Tabla 4.46: *Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 202 Eje F-F*

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-13.65	13.65	-13.65	-13.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-5.64	5.95	-6.54	-4.13
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-7.35	6.59	-8.01	-5.58

- Vigas Principales Derecha 2

Tabla 4.47: *Momento Nominal Resistente y Actuante en VP - 203 Eje H-H*

SECCIÓN	Corte 1-1	Corte 2-2	Corte 1-1	Corte 1-1
Mn (Resistente, Tn-m)	-9.65	9.65	-9.65	-9.65
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-3.14	3.41	-3.74	-3.00

Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-3.72	3.70	-4.41	-3.83
-------------------------------	-------	------	-------	-------

- Vigas de Amarre Izquierda

Tabla 4.48: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje A-A

SECCIÓN	1-2			2-3			3-4			4-5		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.34	0.64	-0.71	-0.65	0.41	-0.62	-0.63	0.41	-0.64	-0.71	0.64	-0.33
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.61	1.03	-2.05	-1.86	0.83	-1.51	-1.51	0.83	-1.86	-2.05	1.03	-1.60

Tabla 4.49: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje C-C

SECCIÓN	1-2			2-3			3-4			4-5		
	i	medio	j									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.34	0.89	-1.08	-1.00	0.59	-0.75	-0.74	0.60	-1.00	-1.08	0.89	-0.34
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.53	1.20	-2.28	-2.09	0.74	-1.58	-1.58	0.75	-2.09	-2.29	1.20	-1.54

- Vigas de Amarre Derecha 1

Tabla 4.50: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 6-6

SECCIÓN	A-D			D-E			E-F			F-G		
	j	medio	i									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.31	0.59	-0.77	-0.69	0.39	-0.62	-0.76	0.64	-0.91	-1.07	0.88	-0.36
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.54	1.01	-2.02	-2.04	0.88	-1.87	-1.99	0.92	-2.14	-2.19	1.18	-1.50

Tabla 4.51: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 8-8

SECCIÓN	A-D			D-E			E-F			F-G		
	j	medio	i									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.30	0.60	-0.77	-0.65	0.43	-0.61	-0.59	0.44	-0.67	-0.70	0.61	-0.38

Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.53	1.01	-2.01	-2.00	0.89	-1.97	-1.96	0.88	-2.04	-1.95	0.98	-1.59
-------------------------------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	-------	------	-------

- Vigas de Amarre Derecha 2

Tabla 4.52: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA - 201 Eje 6-6, Eje 8-8

EJE	6-6						8-8					
	G-H			H-I			G-H			H-I		
	j	medio	i									
Mn (Resistente, Tn-m)	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96	-2.96	2.975	-2.96
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.06	0.35	-0.30	-0.30	0.36	-0.05	-0.07	0.26	-0.20	-0.20	0.26	-0.07
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.05	0.86	-1.19	-1.19	0.87	-1.05	-1.10	0.83	-1.18	-1.18	0.83	-1.10

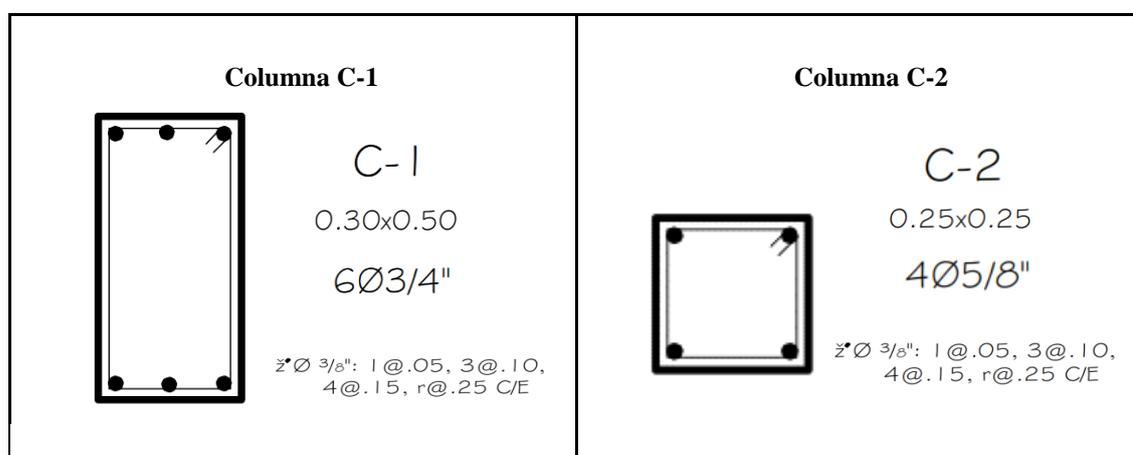
d) Comportamiento de Columnas

Para evaluar el comportamiento de las columnas de los pabellones de las Instituciones Educativas se determinó la cantidad de acero colocado en las secciones y el acero calculado en cada una de ellas.

Para el cálculo de acero colocado, se recurrió a los planos finales de cada Institución Educativa, mientras que el acero calculado se halló con el programa ETABS v.16.02, para calcular el acero sin los efectos sísmicos, a su vez también el software permite calcular el área de acero incluyendo el sismo.

i. I.E. SAN ANTONIO

Figura 4.11: Secciones Transversales de Columnas – San Antonio



Fuente: Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca

Primer Nivel

Tabla 4.53: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Primer Nivel – San Antonio

TIPO	C-1									
SECCIÓN	1-B	3-B	1-D	3-D	1-G	3-G	1-H	3-H	1-I	3-I
Acero Colocado (cm2)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	20.77	21.34	19.60	21.58	16.01	18.56	17.82	18.68	17.78	19.00

TIPO	C-2									
SECCIÓN	1-A	2-A	3-A	1-C	2-C	3-C	1-E	2-E	3-E	
Acero Colocado (cm2)	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	11.29	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	
Acero Calculado con Sismo (cm2)	22.01	12.22	15.99	40.09	9.17	13.93	17.11	12.14	15.98	

TIPO	C-2						
SECCIÓN	1-F	2-F	3-F	1-J	2-J	3-J	
Acero Colocado (cm2)	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	
Acero Calculado con Sismo (cm2)	17.52	11.44	15.70	23.66	12.06	16.39	

Segundo Nivel

Tabla 4.54: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Segundo Nivel – San Antonio

TIPO	C-1									
SECCIÓN	1-B	3-B	1-D	3-D	1-G	3-G	1-H	3-H	1-I	3-I
Acero Colocado (cm2)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00

TIPO	C-2									
SECCIÓN	1-A	2-A	3-A	1-C	2-C	3-C	1-E	2-E	3-E	
Acero Colocado (cm2)	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	
Acero Calculado con Sismo (cm2)	8.84	6.25	6.25	14.44	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	

TIPO	C-2						
SECCIÓN	1-F	2-F	3-F	1-J	2-J	3-J	
Acero Colocado (cm2)	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	8.42	6.25	6.71	

Azotea

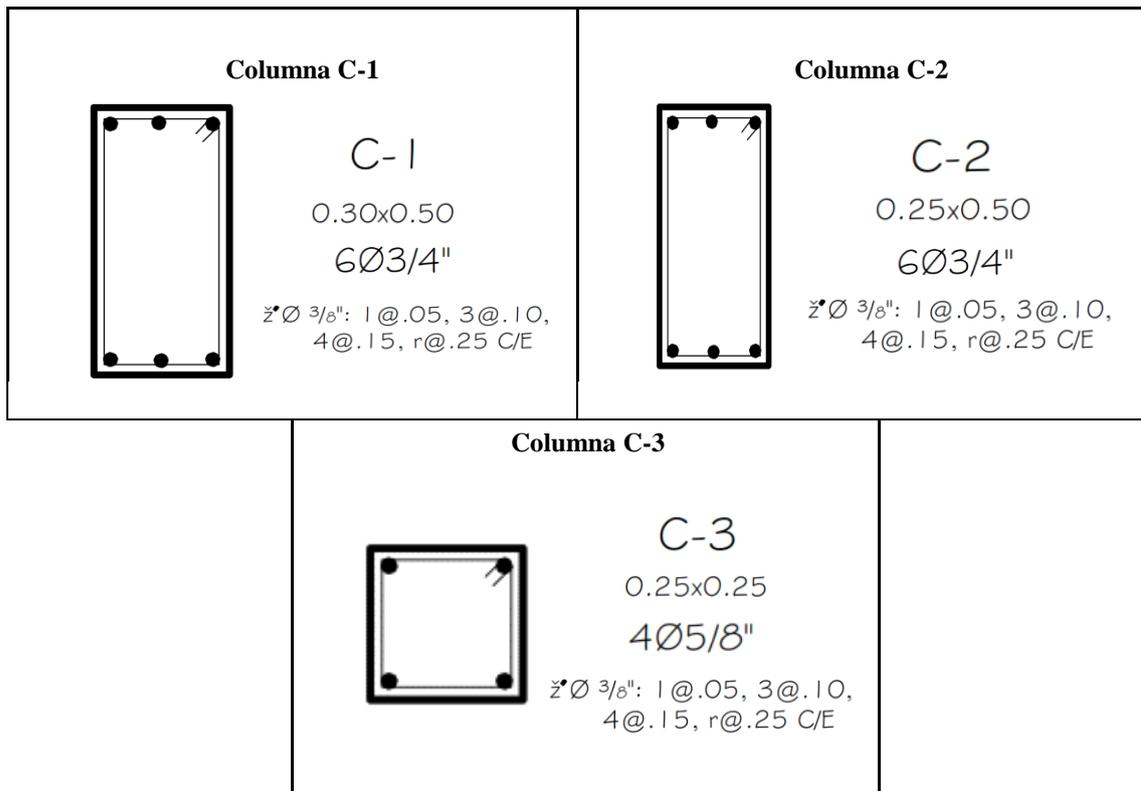
Tabla 4.55: Acero Calculado y Acero Colocado en Columna Azotea – San Antonio

TIPO	C-1
SECCIÓN	1-I
Acero Colocado (cm2)	17.04

Acero Calculado sin Sismo (cm2)	15.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	15.00

ii. **I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA**

Figura 4.12: Secciones Transversales de Columnas – Abraham Noriega Valera



Fuente: Municipalidad Distrital de Gregorio Pita – Paucamarca

Primer Nivel

Tabla 4.56: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Primer Nivel – Abraham Noriega Valera

TIPO	C-1									
	2-A	2-C	4-A	4-C	6-D	8-D	6-E	8-E	6-F	8-F
Acero Colocado (cm2)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	18.15	16.89	18.60	18.45	18.98	17.85	21.79	19.29	17.75	18.47

TIPO	C-2		C-3								
SECCIÓN	6-H	8-H	1-A	1-B	1-C	3-A	3-B	3-C	5-A	5-B	5-C
Acero Colocado (cm2)	17.04	17.04	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	12.50	12.50	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	12.5	12.5	13.39	9.77	12.93	11.77	7.17	22.45	13.67	8.89	15.77

TIPO	C-3											
SECCIÓN	6-A	7-A	8-A	6-G	7-G	8-G	6-G'	7-G'	8-G'	6-I	7-I	8-I
Acero Colocado (cm2)	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	14.48	9.78	14.49	16.42	11.37	16.32	9.22	6.25	9.46	9.11	6.25	9.44

Segundo Nivel

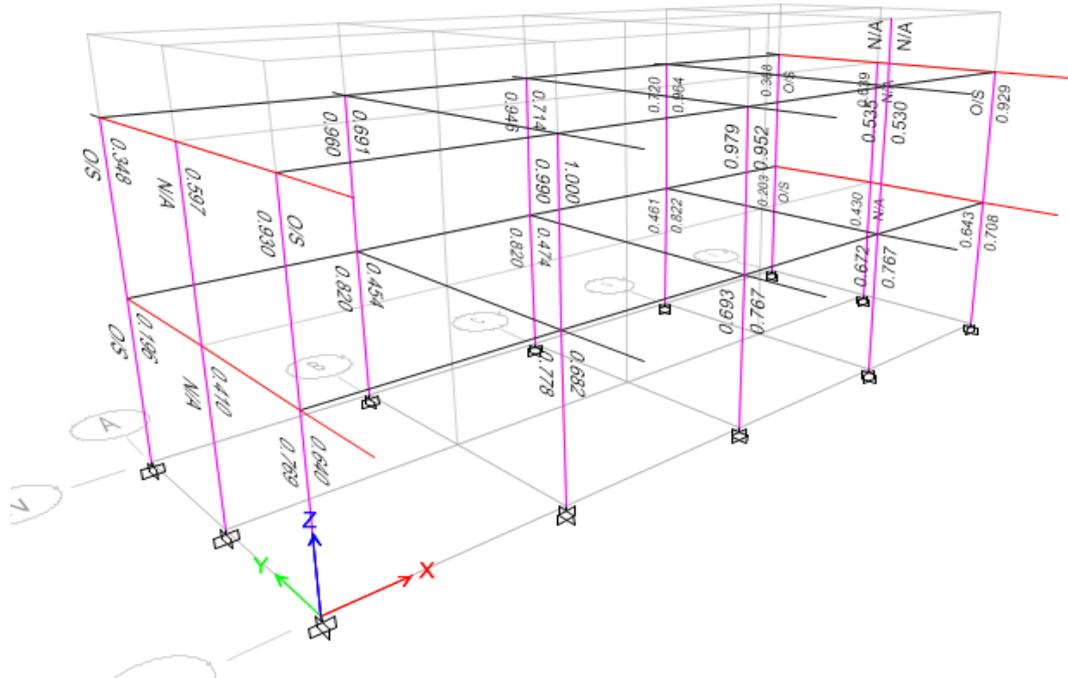
Tabla 4.57: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera

TIPO	C-1									
SECCIÓN	2-A	2-C	4-A	4-C	6-D	8-D	6-E	8-E	6-F	8-F
Acero Colocado (cm2)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00

TIPO	C-2		C-3								
SECCIÓN	6-H	8-H	1-A	1-B	1-C	3-A	3-B	3-C	5-A	5-B	5-C
Acero Colocado (cm2)	17.04	17.04	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96	7.96
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	12.50	12.50	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25

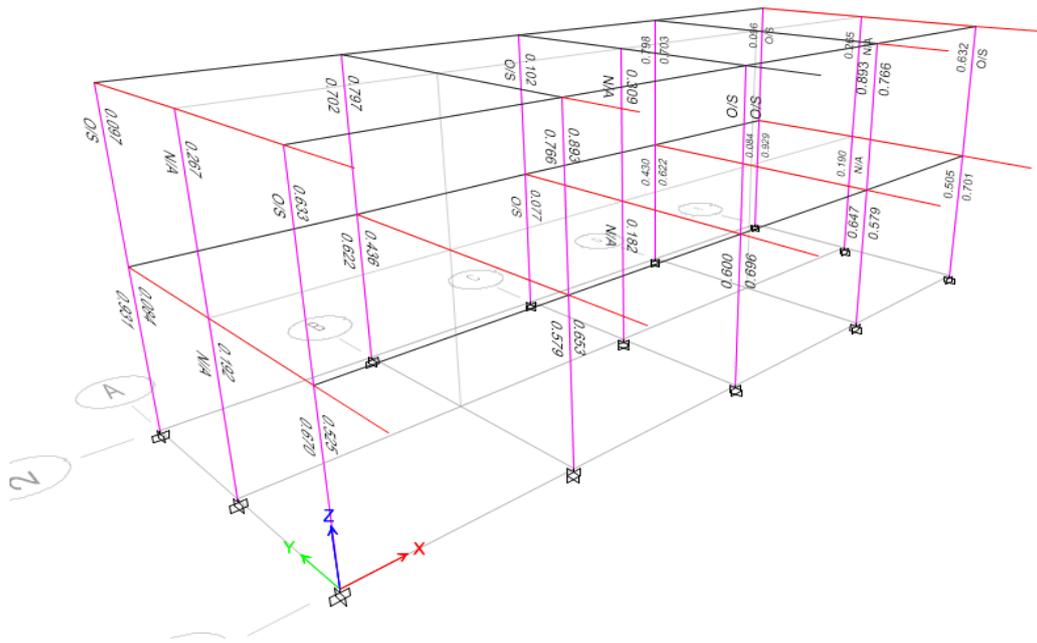
En la figura anterior se puede apreciar que los elementos marcados en rojo corresponden a todas las vigas del primer piso y las vigas de los extremos del segundo piso, incluida la columna central en el primer piso, lo que nos indica que presenta un mecanismo de rótula plástica columna fuerte – viga débil.

Figura 4.14: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Derecha – San Antonio.



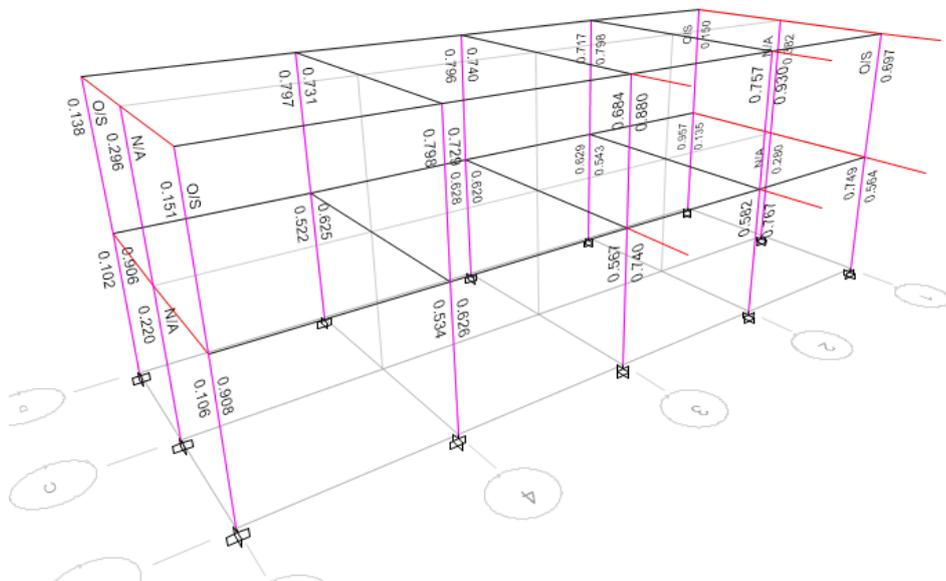
En la figura mostrada (Figura 4.14) se puede apreciar que los elementos marcados en rojo corresponden a las vigas de los extremos del primer piso y del segundo piso, lo que nos indica que presenta un mecanismo de rótula plástica columna fuerte – viga débil.

Figura 4.15: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Izquierda – Abraham Noriega Valera.



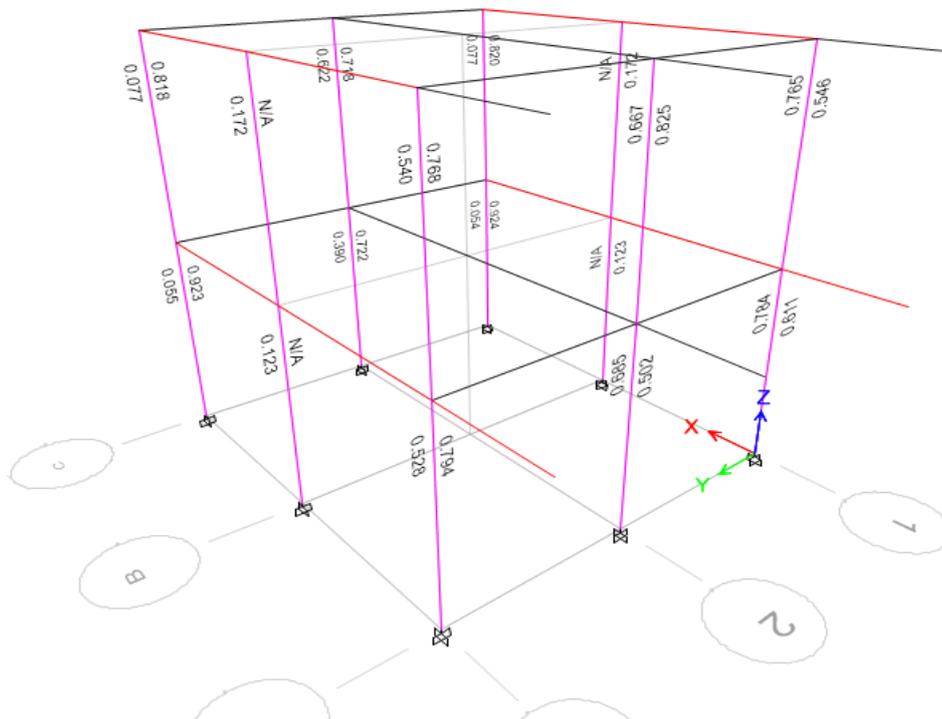
En la figura mostrada (Figura 4.15) se puede apreciar que los elementos marcados en rojo corresponden a todas las vigas del primer piso y las vigas de los extremos del segundo piso, incluido la mayoría de los voladizos, lo que nos indica que presenta un mecanismo de rótula plástica columna fuerte – viga débil.

Figura 4.16: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Derecha 1 – Abraham Noriega Valera.



En la figura mostrada (Figura 4.16) se puede apreciar que los elementos marcados en rojo corresponden a todas las vigas de los extremos del primer piso y del segundo piso, incluido todos los voladizos, lo que nos indica que presenta un mecanismo de rótula plástica columna fuerte – viga débil.

Figura 4.17: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil del Pabellón Derecha 2 – Abraham Noriega Valera.



En la figura mostrada (Figura 4.17) se puede apreciar que los elementos marcados en rojo corresponden a todas las vigas de los extremos del primer piso y del segundo piso, incluido la mayoría de los voladizos del primer piso, lo que nos indica que presenta un mecanismo de rótula plástica columna fuerte – viga débil.

La dirección en que se produce el mayor daño en las columnas debido a momento flexionante causado por sismo se puede evaluar determinando el Momento de Inercia y el Módulo de Sección de las mismas (Ecuación 6).

Tabla 4.58: Momento de Inercia y Módulo de Sección de Columnas – San Antonio

Tipo	B (cm)	H (cm)	Ixx (cm4)	Iyy (cm4)	Zx (cm4)	Zy (cm4)
C-1	30	50	312500.00	112500.00	12500.00	7500.00
C-2	25	25	32552.08	32552.08	2604.17	2604.17

Tabla 4.59: Momento de Inercia y Módulo de Sección de Columnas – Abraham Noriega Valera

Tipo	B (cm)	H (cm)	Ixx (cm4)	Iyy (cm4)	Zx (cm4)	Zy (cm4)
C-1	30.00	50.00	312500.00	112500.00	12500.00	7500.00
C-2	25.00	50.00	260416.67	65104.17	10416.67	5208.33
C-3	25.00	25.00	32552.08	32552.08	2604.17	2604.17

f) Falla por Columna Corta

Para evaluar este efecto producido entre la columna total y la columna corta se determina la relación de sus rigideces (ecuación 7), para lo cual se debe tener en cuenta que la relación K debe ser la menos posible para evitar este tipo de falla.

i. I.E. SAN ANTONIO

Tabla 4.60: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Primer Nivel - San Antonio

Eje	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m4)	I _{YY} (m4)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
1-1	2.80	1.55	0.003125	0.0011250	3456.024	1244.169	20373.03	7334.292	5.895	5.895
1-1	2.80	1.55	0.000326	0.0003255	360.0025	360.0025	2122.191	2122.191	5.895	5.895
3-3	2.80	0.95	0.003125	0.0011250	3456.024	1244.169	88487.11	31855.36	25.604	25.604
3-3	2.80	0.95	0.000326	0.0003255	360.0025	360.0025	9217.407	9217.407	25.604	25.604

Tabla 4.61: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Segundo Nivel - San Antonio

Eje	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m4)	I _{YY} (m4)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
1-1	2.80	1.55	0.003125	0.0011250	3456.024	1244.169	20373.03	7334.292	5.895	5.895
1-1	2.80	1.55	0.000326	0.0003255	360.0025	360.0025	2122.191	2122.191	5.895	5.895
3-3	2.80	0.95	0.003125	0.0011250	3456.024	1244.169	88487.11	31855.36	25.604	25.604
3-3	2.80	0.95	0.000326	0.0003255	360.0025	360.0025	9217.407	9217.407	25.604	25.604

ii. I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA

Tabla 4.62: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera

Eje	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m ⁴)	I _{YY} (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
C-C, 6-6	2.90	1.90	0.003125	0.0011250	3389.811	1220.332	12053.38	4339.215	3.556	3.556
C-C, 6-6	2.90	1.90	0.000326	0.0003255	353.1053	353.1053	1255.56	1255.56	3.556	3.556
A-A, 8-8	2.90	0.90	0.003125	0.0011250	3389.811	1220.332	113407.6	40826.72	33.455	33.455
A-A, 8-8	2.90	0.90	0.000326	0.0003255	353.1053	353.1053	11813.29	11813.29	33.455	33.455
A-A, 6-6	2.90	0.90	0.003125	0.0011250	3389.811	1220.332	113407.6	40826.72	33.455	33.455
A-A, 6-6	2.90	0.90	0.000326	0.0003255	353.1053	353.1053	11813.29	11813.29	33.455	33.455

Tabla 4.63: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera

Eje	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m ⁴)	I _{YY} (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
C-C	2.90	1.90	0.003125	0.0011250	3389.811	1220.332	12053.38	4339.215	3.556	3.556
C-C	2.90	1.90	0.000326	0.0003255	353.1053	353.1053	1255.56	1255.56	3.556	3.556
A-A	2.90	0.90	0.003125	0.0011250	3389.811	1220.332	113407.6	40826.72	33.455	33.455
A-A	2.90	0.90	0.000326	0.0003255	353.1053	353.1053	11813.29	11813.29	33.455	33.455
A-A, 6-6	2.90	0.90	0.003125	0.0011250	3389.811	1220.332	113407.6	40826.72	33.455	33.455
A-A, 6-6	2.90	0.90	0.000326	0.0003255	353.1053	353.1053	11813.29	11813.29	33.455	33.455

4.1.1.2. ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

Se observó el estado actual de los pabellones de ambas Instituciones Educativas, donde se pudo notar que sus pabellones se encuentran en general en un **regular** estado, con presencia de algunas fisuras en muros, pequeñas fisuras en vigas, presencia de algunos asentamientos pequeños, algunas desprendimiento de tarrajeo en algunas partes del cielo raso (losa), desprendimiento de tarrajeo en columnas en primer piso, aun teniendo en cuenta que ambos colegios tienen aproximadamente 10 años de antigüedad (ver Apéndices N°2 y 3).

Figura 4.18: *Vista General I.E. San Antonio*



Figura 4.19: *Fisura en Muro A-A, San Antonio – Pabellón Izquierdo – Primer Nivel*



Figura 4.20: *Fisura en Muro 3-3, San Antonio – Pabellón Izquierdo – Primer Nivel*

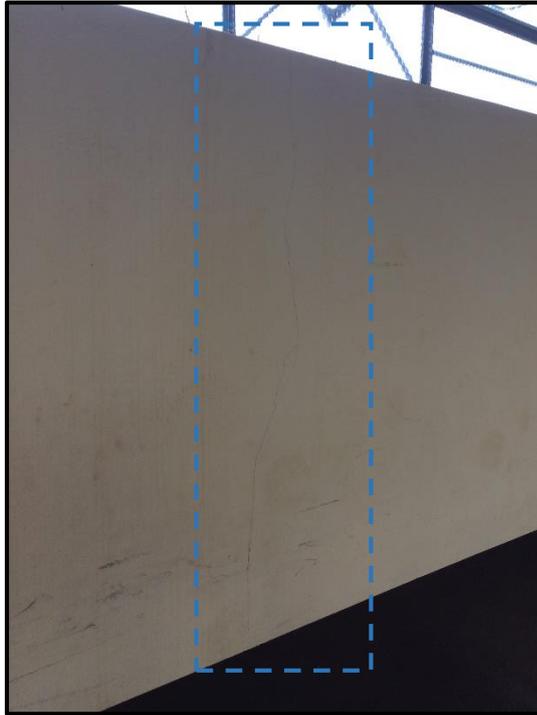


Figura 4.21: *Fisura y desprendimiento de tarrajeo en columna, debido a un asentamiento, San Antonio – Pabellón Derecho – Primer Nivel*

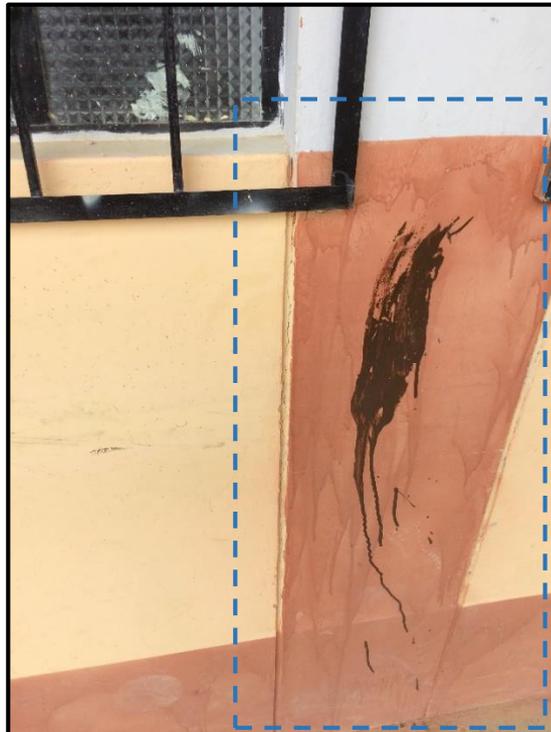


Figura 4.22: Fisura en Viga, eje I-I, San Antonio – Pabellón Derecho – Segundo Nivel

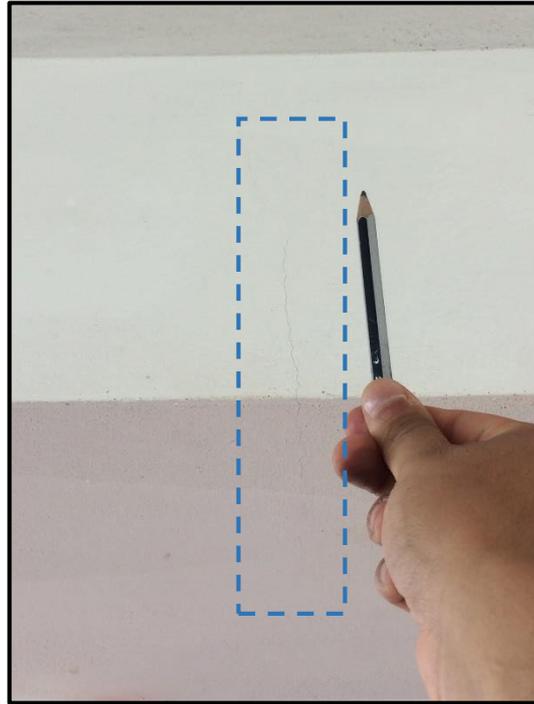


Figura 4.23: Junta Sísmica entre Pabellón Derecha y las escaleras/Filtración de agua de lluvia que se presencia en el tarrajeo y pintura – San Antonio



Figura 4.24: Vista General I.E. Abraham Noriega Valera



Figura 4.25: Filtraciones de agua de lluvia en el voladizo – Pabellón Izquierdo - Abraham Noriega Valera



Figura 4.26: *Junta Sísmica entre muros y columnas – Eje D-D – Pabellón Derecho 1 – Abraham Noriega Valera*

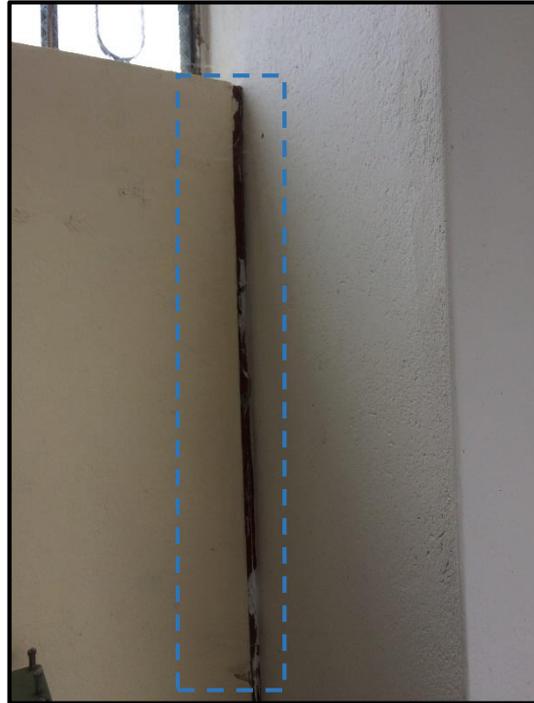


Figura 4.27: *Junta Sísmica entre el Pabellón Izquierda y las escaleras/ Reparación de tarrajeo en Columnas- Abraham Noriega Valera*



Figura 4.28: Vista Primer Piso - Asentamiento en el eje E y F (adjuntos a la escalera) – Pabellones Derecha – Abraham Noriega Valera



4.1.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

4.1.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES

Para evaluar la estabilidad de los tabiques en cada pabellón de las Instituciones Educativas de la presente tesis se utilizó los resultados obtenidos en el modelamiento con el programa ETABS v.16.02, y se comparó el momento actuante (de acuerdo con la E.030) y el momento resistente (ecuación 8) de los correspondientes tabiques.

a) *Periodo de Vibración de la Estructura*

De los modelos estructurales de las Instituciones Educativas usando el programa ETABS v.16.02 se determinan sus respectivos modos de vibración, dos en traslación (X e Y) y uno rotacional (Z)

i. SAN ANTONIO

Pabellón Izquierdo

- Modo 1: Traslacional en la dirección X

$$T = 0.435 \text{ seg}$$

- Modo 3: Traslacional en la dirección Y

$$T = 0.122 \text{ seg}$$

- Modo 4: Rotacional en la dirección Z

$$T = 0.1 \text{ seg}$$

Pabellón Derecho

- Modo 1: Traslacional en la dirección X

$$T = 0.409 \text{ seg}$$

- Modo 4: Traslacional en la dirección Y

$$T = 0.144 \text{ seg}$$

- Modo 5: Rotacional en la dirección Z

$$T = 0.099 \text{ seg}$$

ii. ABRAHAM NORIEGA VALERA

Pabellón Izquierdo

- Modo 1: Traslacional en la dirección X

$$T = 0.428 \text{ seg}$$

- Modo 3: Traslacional en la dirección Y

$$T = 0.115 \text{ seg}$$

- Modo 4: Rotacional en la dirección Z

$$T = 0.089 \text{ seg}$$

Pabellón Derecho 1

- Modo 1: Traslacional en la dirección Y

$$T = 0.394 \text{ seg}$$

- Modo 3: Traslacional en la dirección X

$$T = 0.13 \text{ seg}$$

- Modo 4: Rotacional en la dirección Z

$$T = 0.095 \text{ seg}$$

Pabellón Derecho 2

- Modo 1: Traslacional en la dirección Y

$$T = 0.384 \text{ seg}$$

- Modo 4: Rotacional en la dirección Z

$$T = 0.102 \text{ seg}$$

- Modo 5: Traslacional en la dirección X

$$T = 0.092 \text{ seg}$$

b) Fuerza Cortante por Nivel

Fuerzas Sísmicas Horizontales en cada nivel

i. SAN ANTONIO

Tabla 4.64: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección X – San Antonio*

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Piso 2	Sismo X	22.25
Piso 1	Sismo X	38.76

Tabla 4.65: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección Y – San Antonio*

Nivel	Caso de Carga	Vy (Tn)
Piso 2	Sismo Y	59.34
Piso 1	Sismo Y	103.36

Tabla 4.66: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Derecha - Dirección X – San Antonio*

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Piso 2	Sismo X	21.54
Piso 1	Sismo X	37.28

Tabla 4.67: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Derecha- Dirección Y – San Antonio*

Nivel	Caso de Carga	Vy (Tn)
Piso 2	Sismo Y	57.44
Piso 1	Sismo Y	99.41

ii. ABRAHAM NORIEGA VALERA

Tabla 4.68: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección X – Abraham Noriega Valera*

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Piso 2	Sismo X	20.33
Piso 1	Sismo X	36.45

Tabla 4.69: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel - Izquierda - Dirección Y – Abraham Noriega Valera*

Nivel	Caso de Carga	Vy (Tn)
Piso 2	Sismo Y	54.22
Piso 1	Sismo Y	97.20

Tabla 4.70: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 1 - Dirección X – Abraham Noriega Valera*

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Piso 2	Sismo X	54.67
Piso 1	Sismo X	100.91

Tabla 4.71: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 1 - Dirección Y – Abraham Noriega Valera*

Nivel	Caso de Carga	Vy (Tn)
Piso 2	Sismo Y	20.50
Piso 1	Sismo Y	37.84

Tabla 4.72: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 2 - Dirección X – Abraham Noriega Valera*

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Piso 2	Sismo X	22.41
Piso 1	Sismo X	40.74

Tabla 4.73: *Fuerzas Cortantes en cada Nivel – Derecha 2 - Dirección Y – Abraham Noriega Valera*

Nivel	Caso de Carga	Vy (Tn)
Piso 2	Sismo Y	8.40
Piso 1	Sismo Y	15.28

c) ***Fuerza Sísmica Horizontal de Diseño***

De acuerdo a la norma E.030 se calculó la fuerza sísmica horizontal de diseño para cada nivel y en la dirección en que afecta a las edificaciones.

i. **SAN ANTONIO**

Dirección X

Pabellón Izquierdo

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.1640625 \cdot C1 \cdot Pe$

Pabellón Derecho

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.1640625 \cdot C1 \cdot Pe$

Dirección Y

Pabellón Izquierdo

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.4375 \cdot C1 \cdot Pe$

Pabellón Derecho

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.4375 \cdot C1 \cdot Pe$

ii. **ABRAHAM NORIEGA VALERA**

Dirección X

Pabellón Izquierdo

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.1641 \cdot C1 \cdot Pe$

Pabellón Derecho 1

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.486111 \cdot C1 \cdot Pe$

Pabellón Derecho 2

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.4375 \cdot C1 \cdot Pe$

Dirección Y

Pabellón Izquierdo

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.4375 \cdot C1 \cdot Pe$

Pabellón Derecho 1

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.1823 \cdot C1 \cdot Pe$

Pabellón Derecho 2

- Primer Nivel $F= 0.2625 \cdot Pe$
- Segundo Nivel $F= 0.1641 \cdot C1 \cdot Pe$

d) **Verificación de Estabilidad de Tabiques**

Tabla 4.74: *Parámetros para el Diseño Sismorresistente*

Z =	0.25
U =	1.5
S =	1.4
γ =	1.8 Tn/m ³

Fuente: *Diseño Sismorresistente E.030 (2016)*

i. **SAN ANTONIO**

Tabla 4.75: *Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda – Primer Nivel – San Antonio*

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m ²)			
Dirección Y										
m1	-	0.125	1.25	3.800	0.15	0.33666	0.07088	0.013843	0.057353	Estable
m2	-	0.106	1.25	2.825	0.15	0.25028	0.07088	0.011732	0.057353	Estable
m3	-	0.103	1.85	3.800	0.15	0.49825	0.07088	0.024883	0.057353	Estable
m4	-	0.103	1.85	3.825	0.15	0.50153	0.07088	0.024936	0.057353	Estable

Tabla 4.76: *Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha – Primer Nivel – San Antonio*

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m ²)			
Dirección Y										
m2	-	0.106	1.25	2.825	0.15	0.25028	0.07088	0.011732	0.057353	Estable
m4	-	0.103	1.85	3.825	0.15	0.50153	0.07088	0.024936	0.057353	Estable
m5	-	0.125	1.25	3.775	0.15	0.33444	0.07088	0.013843	0.057353	Estable
m6	-	0.125	1.25	3.825	0.15	0.33887	0.07088	0.013843	0.057353	Estable
m7	-	0.102	1.85	3.775	0.15	0.49497	0.07088	0.02483	0.057353	Estable

Tabla 4.77: *Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda – Segundo Nivel – San Antonio*

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m ²)			
Dirección Y										
m1	2	0.125	1.25	3.80	0.15	1.12219	0.23625	0.046143	0.057353	Estable
m2	2	0.106	1.25	2.83	0.15	0.83426	0.23625	0.039106	0.057353	Estable
m3	2	0.103	1.85	3.80	0.15	1.66084	0.23625	0.082943	0.057353	Inestable
m4	2	0.103	1.85	3.83	0.15	1.67176	0.23625	0.083121	0.057353	Inestable

Tabla 4.78: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha – Segundo Nivel – San Antonio

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección Y										
m2	2	0.106	1.25	2.83	0.15	0.83426	0.23625	0.039106	0.057353	Estable
m4	2	0.103	1.85	3.83	0.15	1.67176	0.23625	0.083121	0.057353	Inestable
m5	2	0.125	1.25	3.78	0.15	1.11480	0.23625	0.046143	0.057353	Estable
m6	2	0.125	1.25	3.83	0.15	1.12957	0.23625	0.046143	0.057353	Estable
m7	2	0.102	1.85	3.78	0.15	1.64991	0.23625	0.082766	0.057353	Inestable

ii. ABRAHAM NORIEGA VALERA

Tabla 4.79: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección Y										
m1	-	0.116	1.00	2.850	0.15	0.20199	0.07088	0.00819	0.057353	Estable
m2	-	0.125	1.00	3.800	0.15	0.26933	0.07088	0.008859	0.057353	Estable
m3	-	0.115	1.00	2.800	0.15	0.19845	0.07088	0.008132	0.057353	Estable
m4	-	0.125	1.00	3.825	0.15	0.27110	0.07088	0.008859	0.057353	Estable
m5	-	0.099	2.00	3.825	0.15	0.54219	0.07088	0.027976	0.057353	Estable
m6	-	0.098	2.00	3.800	0.15	0.53865	0.07088	0.027854	0.057353	Estable

Tabla 4.80: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 1 – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección X										
m6	-	0.098	2.00	3.800	0.15	0.53865	0.07088	0.027854	0.057353	Estable
m7	-	0.076	2.00	2.800	0.15	0.39690	0.07088	0.021404	0.057353	Estable
m8	-	0.125	1.00	3.775	0.15	0.26755	0.07088	0.008859	0.057353	Estable
m9	-	0.098	2.00	3.775	0.15	0.53511	0.07088	0.027732	0.057353	Estable
m1	-	0.116	1.00	2.850	0.15	0.20199	0.07088	0.00819	0.057353	Estable
m5	-	0.099	2.00	3.825	0.15	0.54219	0.07088	0.027976	0.057353	Estable

Tabla 4.81: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 2 – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección X										
m10	-	0.08	1.00	1.475	0.15	0.10454	0.07088	0.005635	0.057353	Estable

m11	-	0.065	2.00	2.475	0.15	0.35083	0.07088	0.018456	0.057353	Estable
Dirección Y										
m12	-	0.099	2.75	5.275	0.25	1.71355	0.11813	0.088329	0.159313	Estable

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 4.82: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Izquierda– Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección Y										
m1	2	0.116	1.00	2.85	0.15	0.67331	0.23625	0.0273	0.057353	Estable
m2	2	0.125	1.00	3.80	0.15	0.89775	0.23625	0.029531	0.057353	Estable
m3	2	0.115	1.00	2.80	0.15	0.66150	0.23625	0.027107	0.057353	Estable
m4	2	0.125	1.00	3.83	0.15	0.90366	0.23625	0.029531	0.057353	Estable
m3	2	0.099	2.00	3.83	0.15	1.80731	0.23625	0.093254	0.057353	Inestable
m4	2	0.098	2.00	3.80	0.15	1.79550	0.23625	0.092846	0.057353	Inestable

Tabla 4.83: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 1 – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección X										
m2	2	0.098	2.00	3.80	0.15	1.99500	0.26250	0.103162	0.057353	Inestable
m4	2	0.076	2.00	2.80	0.15	1.47000	0.26250	0.079275	0.057353	Inestable
m5	2	0.125	1.00	3.78	0.15	0.99094	0.26250	0.032812	0.057353	Estable
m6	2	0.098	2.00	3.78	0.15	1.98188	0.26250	0.10271	0.057353	Inestable
m7	2	0.116	1.00	2.85	0.15	0.74813	0.26250	0.030333	0.057353	Estable
m7	2	0.099	2.00	3.83	0.15	2.00813	0.26250	0.103615	0.057353	Inestable
Dirección Y										
m12	2	0.099	2.75	5.275	0.25	2.379932	0.16406	0.122679	0.159313	Estable

Tabla 4.84: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Derecha 2 – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		w (Tn/m2)			
Dirección X										
m10	2	0.08	1.00	1.48	0.15	0.34847	0.23625	0.018785	0.057353	Estable
m11	2	0.065	2.00	2.48	0.15	1.16944	0.23625	0.061519	0.057353	Inestable

4.1.3. NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA

Se determina haciendo uso de las Tablas 3.4, 3.5 y 3.6; también se puede determinar con la ecuación 3 del capítulo anterior.

Tabla 4.85: *Asignación de Valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica – San Antonio*

Parámetro	Calificación	Valor Asignado
Comportamiento Sísmico	Inadecuada	3
Estado Actual	Regular calidad	2
Tabiquería y Parapetos	Algunos Estables	2

$$Vulnerabilidad\ Sísmica\ (SA) = (0.60 \times 3) + (0.30 \times 2) + (0.10 \times 2)$$

$$Vulnerabilidad\ Sísmica\ (SA) = 2.60$$

Tabla 4.86: *Asignación de Valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica – Abraham Noriega Valera*

Parámetro	Calificación	Valor Asignado
Comportamiento Sísmico	Inadecuada	3
Estado Actual	Regular Calidad	2
Tabiquería y Parapetos	Algunos Estables	2

$$Vulnerabilidad\ Sísmica\ (ANV) = (0.60 \times 3) + (0.30 \times 2) + (0.10 \times 2)$$

$$Vulnerabilidad\ Sísmica\ (ANV) = 2.60$$

De acuerdo a la tabla 3.6, la I.E. San Antonio y la I.E. Abraham Noriega Valera tienen ambas un Nivel de Vulnerabilidad Sísmica **ALTO**.

Tabla 4.87: *Nivel de Vulnerabilidad Sísmica I.E. San Antonio*

Estructural		No Estructural		Nivel de Vulnerabilidad Sísmica
Comportamiento Sísmico	Estado Actual	Tabiquería y Parapetos		
Adecuada	Buena Calidad	Todos Estables		ALTO
Aceptable	Regular Calidad	X Algunos Estables	X	
Inadecuada	X Mala Calidad	Todos Inestables		

Tabla 4.88: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica I.E. Abraham Noriega Valera

Estructural		No Estructural		Nivel de Vulnerabilidad Sísmica
Comportamiento Sísmico	Estado Actual	Tabiquería y Parapetos		
Adecuada	Buena Calidad		Todos Estables	ALTO
Aceptable	Regular Calidad	X	Algunos Estables	
Inadecuada	Mala Calidad		Todos Inestables	

4.2. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO

Se determina haciendo uso de las Tablas 3.11, 3.12 y 3.13; también se puede determinar con la ecuación 9 del capítulo anterior.

Tabla 4.89: Asignación de Valores para la evaluación del Peligro Sísmico – San Antonio.

Parámetro	Calificación	Observación	Valor Asignado
Sismicidad	Z ₂	Zona de Media Sismicidad	2
Suelo	S ₃	Suelo Flexible	3
Topografía y Pendiente	Media	Pendiente mayor a 15% pero menor a 50%	2

$$\text{Peligro Sísmico (SA)} = (0.40 \times 2) + (0.40 \times 3) + (0.20 \times 2)$$

$$\text{Peligro Sísmico (SA)} = 2.40$$

Tabla 4.90: Asignación de Valores para la evaluación del Peligro Sísmico – Abraham Noriega Valera.

Parámetro	Calificación	Observación	Valor Asignado
Sismicidad	Z ₂	Zona de Media Sismicidad	2
Suelo	S ₃	Suelo Flexible	3
Topografía y Pendiente	Media	Pendiente mayor a 15% pero menor a 50%	2

$$\text{Peligro Sísmico (ANV)} = (0.40 \times 2) + (0.40 \times 3) + (0.20 \times 2)$$

$$\text{Peligro Sísmico (ANV)} = 2.40$$

De acuerdo a la Tabla 3.13, la I.E. San Antonio y la I.E. Abraham Noriega Valera tienen ambas un Nivel de Peligro Sísmico **MEDIO**.

Tabla 4.91: Nivel de Peligro Sísmico I.E. San Antonio

Sismicidad		Suelo		Topografía y Pendiente		Nivel de Peligro Sísmico
Baja		Rígido		Plana		MEDIO
Media	X	Intermedio		Media	X	
Alta		Flexible	X	Pronunciada		

Tabla 4.92: Nivel de Peligro Sísmico I.E. Abraham Noriega Valera

Sismicidad		Suelo		Topografía y Pendiente		Nivel de Peligro Sísmico
Baja		Rígido		Plana		MEDIO
Media	X	Intermedio		Media	X	
Alta		Flexible	X	Pronunciada		

4.3. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

Se determina haciendo uso de la Tabla 3.2. y 3.3 del capítulo anterior; también puede determinarse mediante la ecuación 1 y 2.

Tabla 4.93: Valores de las Variables para evaluar el Riesgo Sísmico – San Antonio

Variable	Valor
Vulnerabilidad Sísmica	2.6
Peligro Sísmico	2.4

$$\text{Riesgo Sísmico (SA)} = (0.50 \times 2.6) + (0.50 \times 2.4)$$

$$\text{Riesgo Sísmico (SA)} = 2.50$$

Tabla 4.94: Valores de las Variables para evaluar el Riesgo Sísmico – Abraham Noriega Valera

Variable	Valor
Vulnerabilidad Sísmica	2.6
Peligro Sísmico	2.4

$$\text{Riesgo Sísmico (ANV)} = (0.50 \times 2.6) + (0.50 \times 2.4)$$

$$\text{Riesgo Sísmico (ANV)} = 2.50$$

De acuerdo a las Tablas 3.1 y 3.2, la I.E. San Antonio y la I.E. Abraham Noriega Valera tienen ambas un Nivel de Riesgo Sísmico **ALTO**.

Tabla 4.95: Nivel de Riesgo Sísmico I.E. San Antonio

Vulnerabilidad Sísmica		Peligro Sísmico		Nivel de Riesgo Sísmico
Baja		Bajo		ALTO
Media		Medio	X	
Alta	X	Alto		

Tabla 4.96: Nivel de Riesgo Sísmico I.E. Abraham Noriega Valera

Vulnerabilidad Sísmica		Peligro Sísmico		Nivel de Riesgo Sísmico
Baja		Bajo		ALTO
Media		Medio	X	
Alta	X	Alto		

CAPITULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1.1. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

5.1.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

5.1.1.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS EDIFICIOS

a) Derivas de Entrepiso

i. I.E. SAN ANTONIO

En las Tablas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4, se muestran los resultados del análisis de las derivas de entrepiso de la I.E. San Antonio, observándose que éstas exceden los límites para estructuras de Concreto Armado (0.007), mientras que para las estructuras de Albañilería Confinada (0.005) no excede estos límites de acuerdo a la norma peruana E.030 de Diseño Sismorresistente

Es así que observamos que las derivas de entrepiso en la dirección “X” son mayores que en la dirección “Y”, por ende, la dirección en la que el edificio es más vulnerable a un sismo es la dirección X.

ii. I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA

En las Tablas 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10, se muestran los resultados del análisis de las derivas de entrepiso de la I.E. Abraham Noriega Valera, observándose que éstas exceden los límites para estructuras de Concreto Armado (0.007), mientras que para las estructuras de Albañilería Confinada (0.005) no excede estos límites de acuerdo a la norma peruana E.030 de Diseño Sismorresistente

Es así que observamos que las derivas de entrepiso del pabellón 1 (Izquierda) en la dirección “X” son mayores que en la dirección “Y”, por ende, la dirección en la que el edificio es más vulnerable a un sismo es la dirección X. Así mismo en los pabellones 2 y 3 (Derecha 1 y 2) las derivas de entrepiso en la dirección “Y” son mayores que en la dirección “X”, considerando entonces la dirección “Y” más vulnerable a un sismo en esa dirección.

b) Junta Sísmica

En la Tabla 4.11 y 4.12 se observa que las juntas existentes en ambas Instituciones Educativas son insuficientes para que el edificio se comporte adecuadamente ante un sismo severo. Aun cuando el periodo de vibración de la estructura no es tan alto, la separación entre edificaciones es demasiado corta.

c) Comportamiento de Vigas

i. I.E. SAN ANTONIO

En las Tablas 4.13 a la 4.30 y en las Figuras 5.1 a la 5.4 se puede observar que las secciones de vigas principales son las adecuadas para resistir los momentos actuantes por cargas muertas y vivas, pero ante la acción de la carga sísmica pueden llegar a fallar, sobre todo las secciones correspondientes a los voladizos (pasadizos). En las vigas secundarias, la sección existente es la adecuada para resistir los momentos generados por cargas muertas y vivas; no ocurre lo mismo si las vigas secundarias están expuestas a momentos generados por cargas sísmicas.

- **Vigas Principales**

A continuación, se muestran los porcentajes de resistencia que alcanza la sección de viga principal existente ante la acción de cargas últimas y cargas sísmicas:

Figura 5.1: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer Nivel – San Antonio

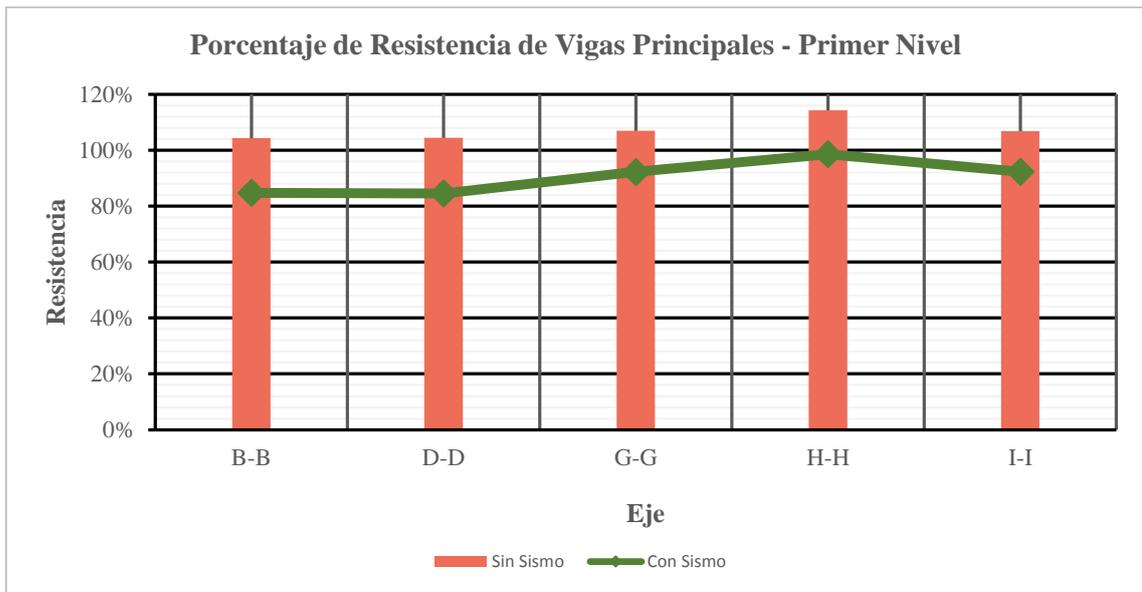
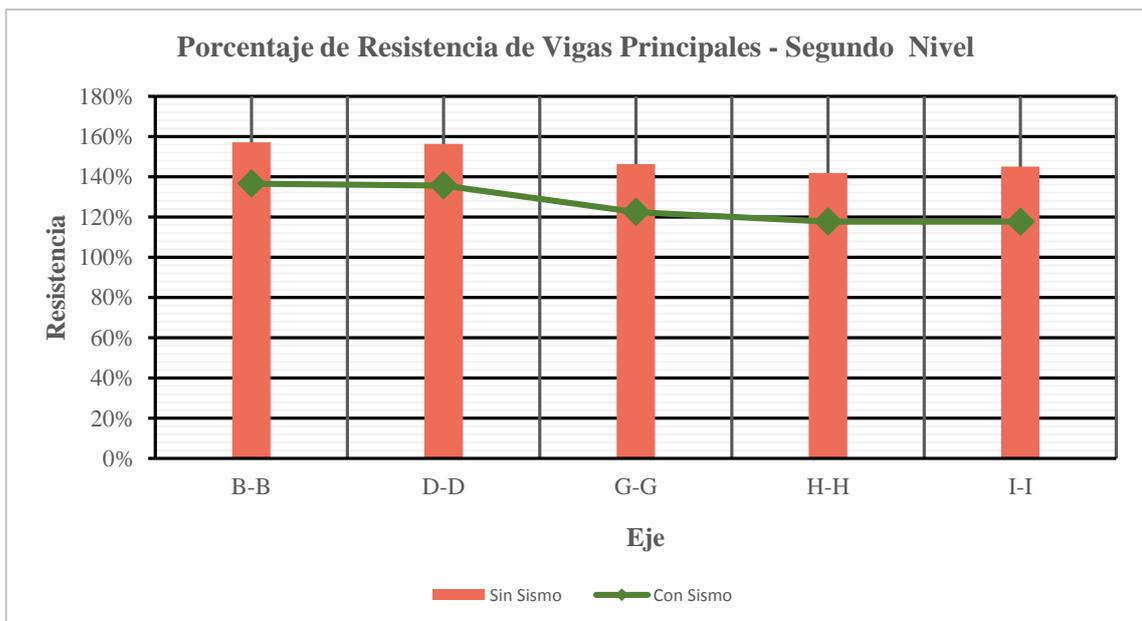


Figura 5.2: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo Nivel – San Antonio



- **Vigas de Amarre**

A continuación, se muestran los porcentajes de resistencia que alcanza la sección de viga de amarre existente ante la acción de cargas últimas y cargas sísmicas:

Figura 5.3: Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Primer Nivel – Izquierda y Derecha – San Antonio

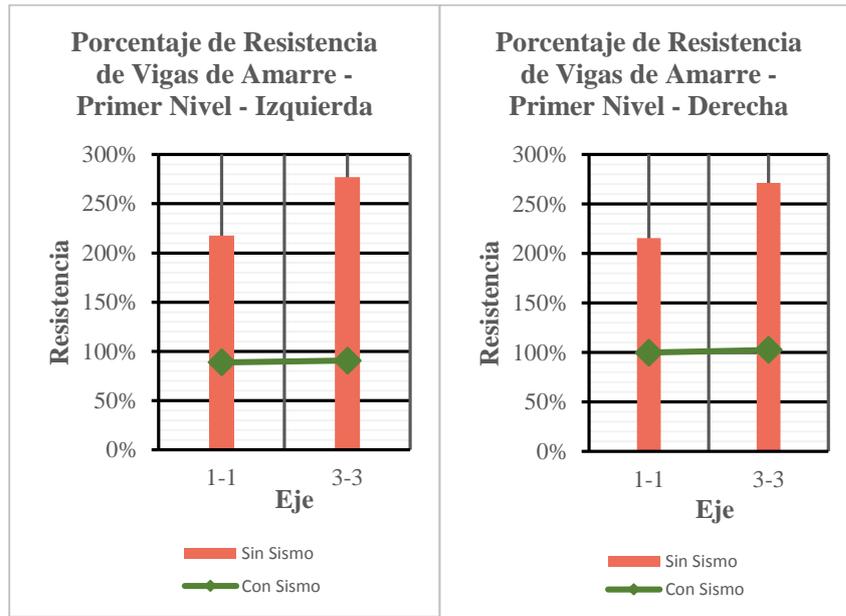
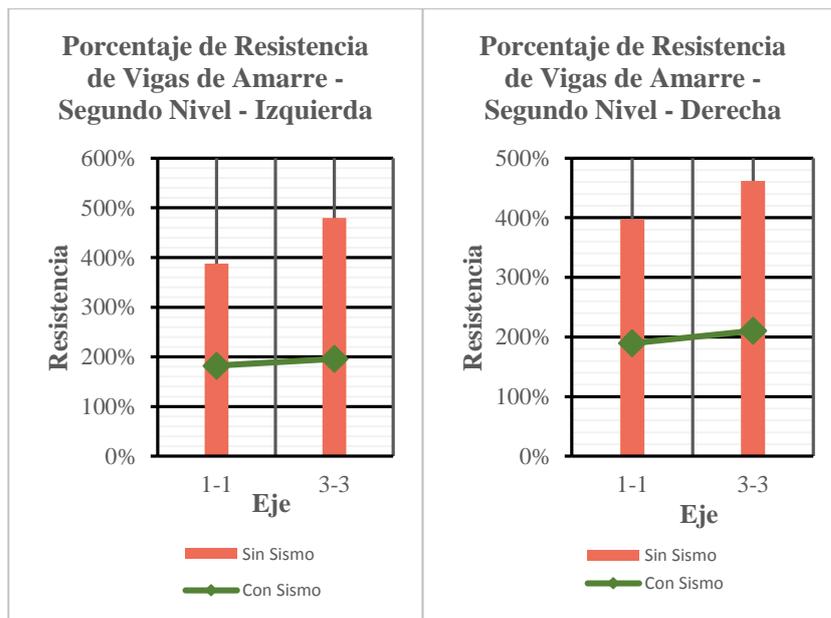


Figura 5.4: Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Segundo Nivel – Izquierda y Derecha – San Antonio



ii. I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA

En las Tablas 4.31 a la 4.52 y en las Figuras 5.5 a la 5.8 se puede observar que las secciones de vigas principales son las adecuadas para resistir los momentos actuantes por cargas muertas y vivas, pero ante la acción de la carga sísmica pueden llegar a fallar, sobre todo las secciones correspondientes

a los voladizos (pasadizos). En las vigas secundarias, la sección existente es la adecuada para resistir los momentos generados por cargas muertas y vivas; no ocurre lo mismo si las vigas secundarias están expuestas a momentos generados por cargas sísmicas.

- **Vigas Principales**

A continuación, se muestran los porcentajes de resistencia que alcanza la sección de viga principal existente ante la acción de cargas últimas y cargas sísmicas:

Figura 5.5: *Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer Nivel – Abraham Noriega Valera*

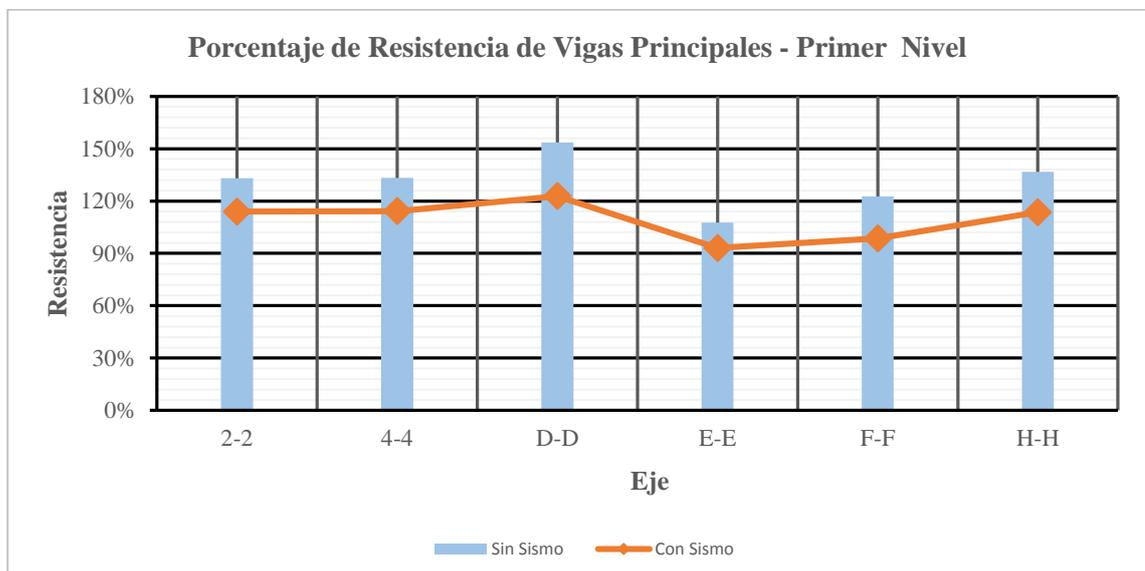
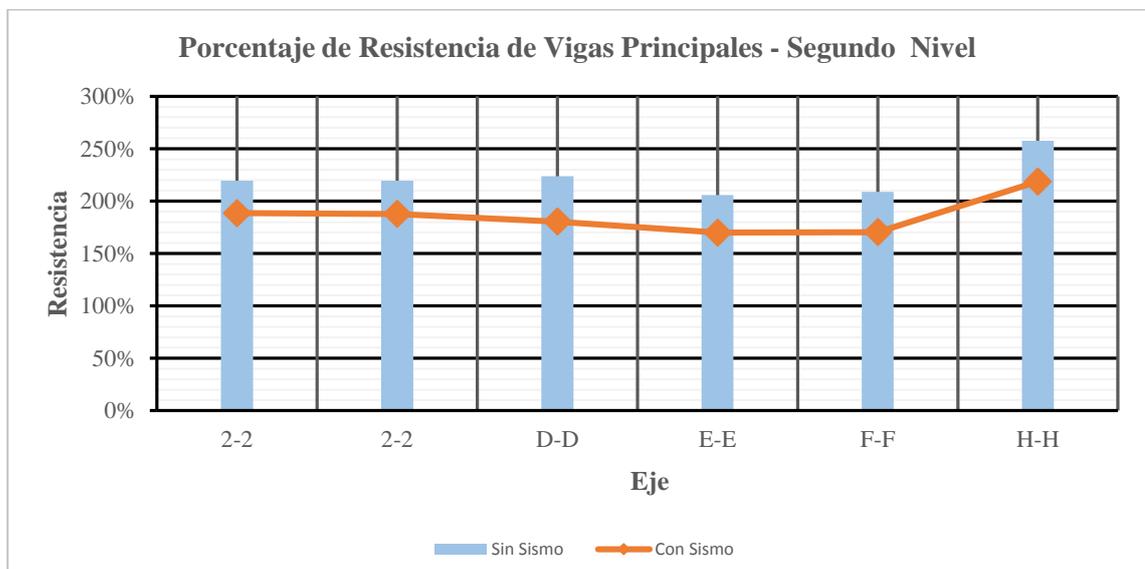


Figura 5.6: *Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo Nivel – Abraham Noriega Valera*



- **Vigas de Amarre**

A continuación, se muestran los porcentajes de resistencia que alcanza la sección de viga de amarre existente ante la acción de cargas últimas y cargas sísmicas:

Figura 5.7: *Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Primer Nivel – Izquierda, Derecha 1 y 2 – Abraham Noriega Valera*

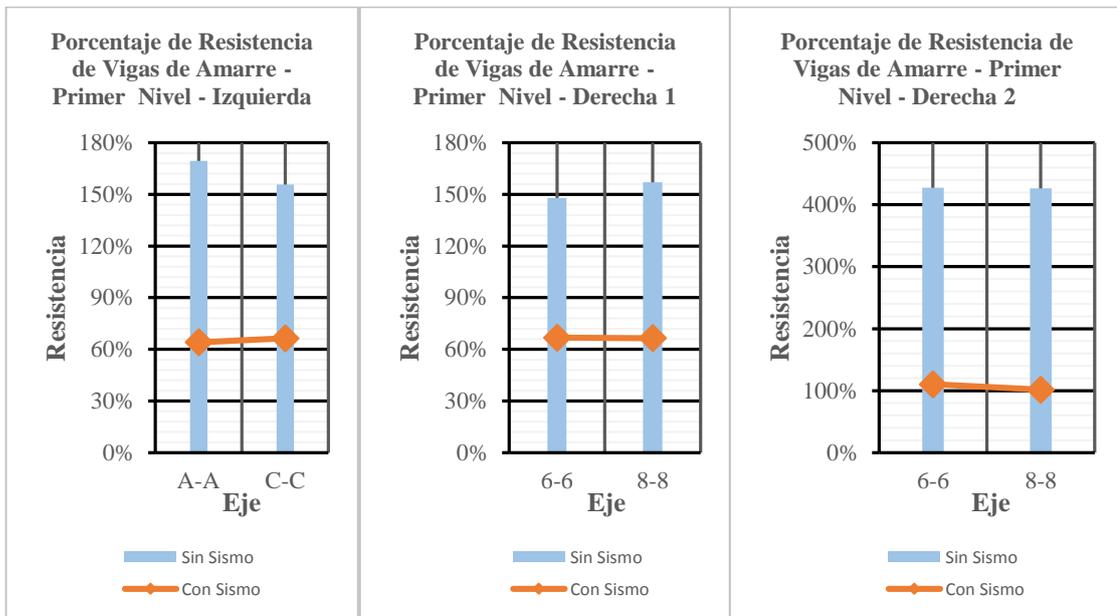
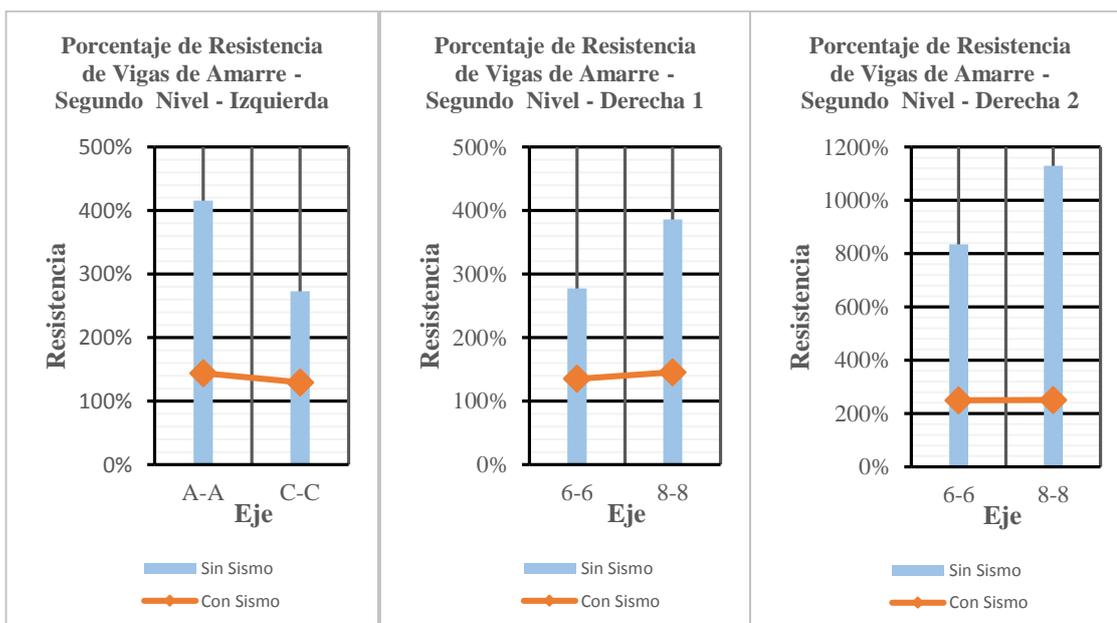


Figura 5.8: *Porcentaje de Resistencia de Vigas de Amarre – Segundo Nivel – Izquierda, Derecha 1 y 2 – Abraham Noriega Valera*



Las vigas principales del edificio generarían una falla dúctil ante la acción de un evento sísmico severo.

d) Comportamiento de Columnas

De los resultados mostrados en las Tablas 4.53 a la 4.57, se puede observar que el acero existente en las columnas es suficiente para soportar cargas vivas y muertas; sin embargo, antes cargas sísmicas, lo observado en el primer nivel (en ambas Instituciones Educativas) el área de acero existente es insuficiente, generando que las columnas fallen ante un evento sísmico severo.

e) Tipo de Falla

i. I.E. SAN ANTONIO

En las Figuras 4.13 y 4.14 se puede observar que los primeros elementos en fallar son en su mayoría vigas del primer nivel y algunas del segundo, por lo que en la estructura se produce una falla dúctil.

ii. I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA

En las Figuras 4.15, 4.16 y 4.17 se puede observar que los primeros elementos en fallar son las vigas del primer nivel y algunas del segundo, por lo que en la estructura se produce una falla dúctil.

f) Falla por Columna Corta

En las Tablas 4.60 a la 4.63 se puede observar que las rigideces de las columnas cortas son mayores que las columnas totales, ocasionando que estas fallen por cortante.

Aun cuando los pabellones de ambas Instituciones Educativas cuentan con junta de aislamiento entre la tabiquería y las columnas, se realiza la evaluación de este efecto ya que los desplazamientos en la dirección de los Pórticos son altos y la junta de aislamiento no es suficientemente grande como para que asegurar que no existirá esta falla.

En un sismo severo la falla por columna corta producirá importantes

fallas en la estructura, incluso podrían colapsar las edificaciones.

5.1.1.1.2. *ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO*

Al observar y analizar in situ ambas Instituciones Educativas (Apéndices N°2 y 3) se concluye que en ambos casos su estado actual es **REGULAR**, presentan algunas fallas en sus elementos estructurales y no estructurales.

5.1.1.2. *VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL*

a) *Estabilidad de Tabiques*

i. **I.E. SAN ANTONIO**

En las tablas 4.74 a la 4.77 observamos los resultados de la evaluación de la estabilidad de los tabiques presentes en cada Pabellón, en los primeros niveles todos son estables, mientras que en el segundo piso la mayoría son inestables frente a la acción de un sismo severo.

ii. **I.E. ABRAHAM NORIEGA VALERA**

En las tablas 4.78 a la 4.83 observamos los resultados de la evaluación de la estabilidad de los tabiques presentes en cada Pabellón, en los primeros niveles todos son estables, mientras que en el segundo piso la mayoría son inestables frente a la acción de un sismo severo.

Por tanto, como resultado de la evaluación estructural y no estructural, se obtiene para la Vulnerabilidad Sísmica de la I.E. San Antonio el valor de **2.60** (aproximadamente un 80% de vulnerabilidad) lo que corresponde a un Nivel **ALTO**.

Por tanto, como resultado de la evaluación estructural y no estructural, el valor obtenido para la Vulnerabilidad Sísmica de la I.E. Abraham Noriega

Valera es de **2.60** (aproximadamente un 80% de vulnerabilidad) lo que corresponde a un Nivel **ALTO**.

5.1.2. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO

Evaluando la sismicidad, el suelo y la topografía del sitio donde se ubica la I.E. San Antonio se obtiene para el Peligro Sísmico el valor de **2.40** (aproximadamente un 70% de peligro) lo que corresponde a un Nivel **MEDIO**.

Evaluando la sismicidad, el suelo y la topografía del sitio donde se ubica la I.E. Abraham Noriega Valera se obtiene para el Peligro Sísmico el valor de **2.40** (aproximadamente un 70% de peligro) lo que corresponde a un Nivel **MEDIO**.

5.1.3. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

Por último, y en función de la Vulnerabilidad Sísmica y Peligro Sísmico, se obtiene para el Riesgo Sísmico de la I.E. San Antonio el valor de **2.50** (aproximadamente un 75% de riesgo sísmico) lo que corresponde a un Nivel **ALTO**.

Por último, y en función de la Vulnerabilidad Sísmica y Peligro Sísmico, se obtiene para el Riesgo Sísmico de la I.E. Abraham Noriega Valera el valor de **2.50** (aproximadamente un 75% de riesgo sísmico) lo que corresponde a un Nivel **ALTO**.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- a) Los pabellones de la I.E. San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito Gregorio Pita, provincia de San Marcos tienen un Nivel de Riesgo Sísmico **ALTO**.
- b) Los pabellones de la I.E. San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito Gregorio Pita, provincia de San Marcos, cuentan con un Nivel de Vulnerabilidad Sísmica **ALTO**.
- c) Los pabellones de la I.E. San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito Gregorio Pita, provincia de San Marcos, cuentan con un Nivel de Peligro Sísmico **MEDIO**.
- d) En ambas Instituciones Educativas se pudo determinar la resistencia de los elementos que componen su estructura, analizando los resultados obtenidos por Ensayo de Esclerometría, tomando el 90% del valor en cada ensayo; el caso más desfavorable se tiene en la I.E. San Antonio, donde la resistencia de las columnas no alcanza el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que se especifica en los planos proporcionados.

6.2. RECOMENDACIONES

- a) Evaluar las diferentes Instituciones Educativas no solo en el entorno urbano, sino también rural, haciendo estudios enfocados a su comportamiento frente a sismos severos, ya que al tratarse de edificaciones importantes sea hace prioritario salvaguardar la vida de los estudiantes.
- b) Se recomienda el estudio detallado en este tipo de edificaciones esenciales, partiendo del estado en el que se encuentran sus elementos estructurales, una minuciosa evaluación estructural que permita reconocer si se requiere un adecuado reforzamiento de vigas y columnas, o un incremento de sección y refuerzo, o uso de algún aditivo epóxico para

lograr la unión de concretos a diferentes edades.

- c) Se recomienda realizar estudios relacionados al riesgo sísmico que se pueden presentar en Instituciones Educativas que cuentan construidas con otro tipo de materiales, analizando el estado en el que se encuentran sus diferentes pabellones, su respectiva evaluación estructural, la resistencia de los elementos que soportan cargas, y algunos factores de zona.
- d) Se recomienda para trabajos posteriores relacionados con esta temática, el contrastar resultados haciendo uso de otra metodología, para poder revisar las diferencias entre sí, y así poder hacer las recomendaciones respectivas en cuanto a los detalles y especificaciones tomadas y describir la manera en que ayuda a un mejor análisis dependiendo el material del que está compuesto determinadas edificaciones.
- e) Se recomienda para investigaciones posteriores el adecuado manejo de los resultados obtenidos en trabajos de riesgo sísmico, para poder presentar una **propuesta** que pueda mitigar el impacto negativo que tendría en las estructuras, de presentarse un sismo severo, incluyendo un análisis de las diferentes patologías encontradas.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Astorga, M. A., & Aguilar, R. (2006). "Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas". Tesis para optar al grado de Magister en Ingeniería Civil. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Barbat, A. H. (1998). El riesgo sísmico en el diseño de edificios. Madrid, España: Calidad Siderúrgica.
- Bonett, R. (2003). "Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". Universidad politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Broto, C. (2009). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. (16°.ed). España, Barcelona: Editorial Links Internacional.
- Calavera, J. (2005). Patología de estructuras de Hormigón armado y pretensado(1°.ed). Madrid: Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC).
- Chunque, J. (2013). Tesis: "Nivel de Desempeño Sísmico del Edificio 'A' de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca". Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Garzón, P. (2011). "Evaluación de la Amenaza Sísmica de Colombia mediante análisis de valores extremos históricos". Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- González, F. (2017). Tesis "Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1I de la Universidad Nacional de Cajamarca". Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Kuroiwa, J., Pacheco, E., & Pando, E. (2010). Alto a los Desastres. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú: Umbral ediciones.
- Llanos, L. F., & Vidal, L. M. (2003). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de

Escuelas Públicas de Cali : Una Propuesta Metodológica. Tesis - Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia.

McCormac, J. & Brown, R. (2011). Diseño de Concreto Reforzado (8 va. Ed). Nueva Jersey. Estados Unidos. Editorial John Wiley & Sons.

Moquete, F. (2012). “Evaluación del Riesgo Sísmico en Edificios Especiales: Escuelas. Aplicación a Barcelona”. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Moreno, R. (2006). “Estudio de la Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de los Edificios de la Ciudad de Barcelona”. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Mosqueira, M. Á. (2012). Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis Doctoral – Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Mosqueira, M. Á., & Tarque, S. N. (Junio de 2005). Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. Tesis Magistral - PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Lima, Perú: Editorial PUCP.

Muñoz, A. (2004). Ingeniería Sismorresistente. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.

Muñoz, A., Quiun, D., & Tinman, M. (1999). Riesgo sísmico de edificios peruanos. Departamento de Ingeniería PUCP. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.

Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, Aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda.Lima, Perú. Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).

Norma Técnica E.070 “Albañilería” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima,

Perú: Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).

Norma Técnica E.060 “Concreto Armado” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo N° 010-2009-Vivienda. Lima, Perú: Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC).

Orrillo, J. (2017). Riesgo Sísmico del edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Palomino, A. (2017). Apuntes de Clase: “DIPLOMADO EN ESTRUCTURA – SAP2000 –ETABS –SAFE”. CERSA INGENIEROS. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

Park R., Paulay T. y Priestley M. J. Niguel (1992). “Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings”. United State.

Safina, S. (2003). Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales. Análisis de su Contribución al Riesgo Sísmico. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

APÉNDICE

APÉNDICE N°1: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)

Consideraciones Previas:

1. Espesor mínimo de piezas a ensayar: 10cm.
2. Esclerómetro en posición perpendicular a la superficie de ensayo.
3. Distancia mínima entre puntos de ensayo: 2.5cm.
4. Número mínimo de lecturas: 10.
5. Se descartan las lecturas que difieran en más de 6 unidades de la media. Más de dos lecturas que cumplan con esto, se descarta el conjunto.

Elementos a ensayar:

1. Columnas: en tres puntos (inferior, medio y alto).
2. Vigas: horizontal y verticalmente en sus caras encofradas (una o dos)

Equipo utilizado:

- ESCLERÓMETRO ZHEJIANG TUGONG. Propiedad del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería.

Figura A.1: *Esclerómetro ZHEJIANG TUGONG*



Zonas donde se tomaron los datos:

Figura A.2: Pórtico I-I Esclerometría I.E. San Antonio

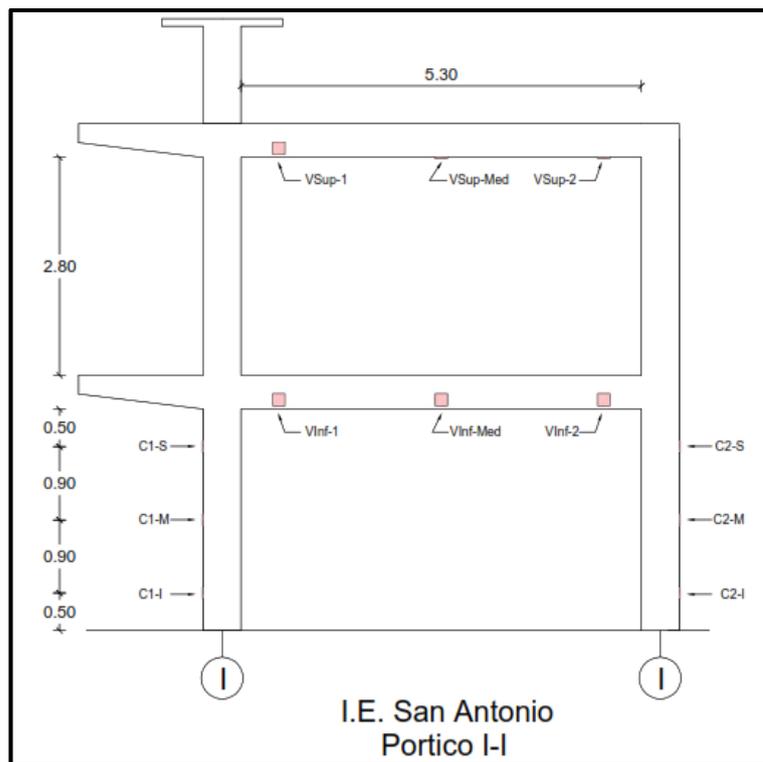
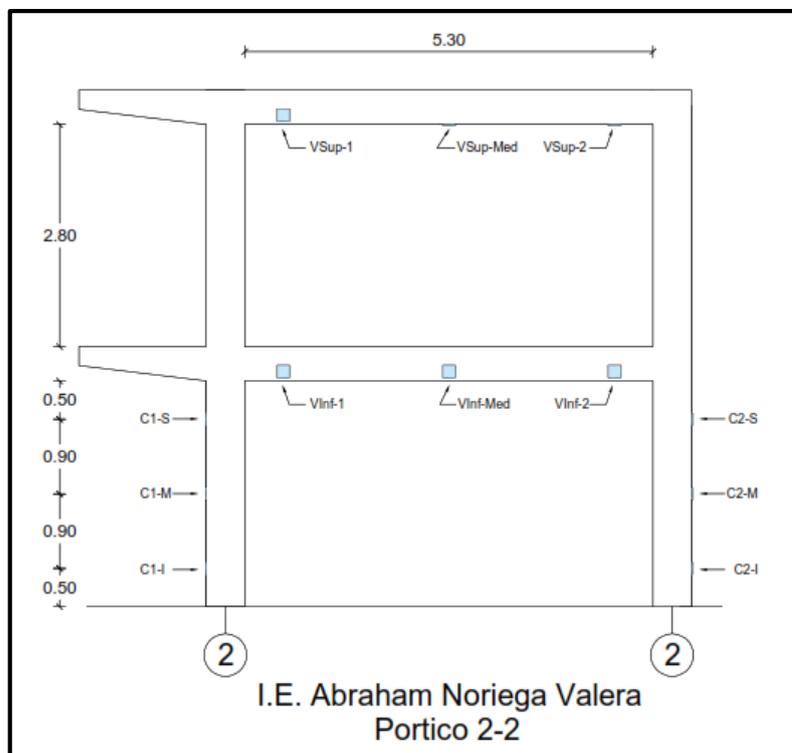


Figura A.3: Pórtico 2-2 Esclerometría I.E. Abraham Noriega Valera



- Se realizó el trazo de una cuadrícula de 4x4, de recuadros de 4cm de lado, en cada recuadro se realizó una lectura.

Figura A.4: *Distribución de puntos tomados para Ensayo de Esclerometría*

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

- Colocando el esclerómetro en posición perpendicular al plano del elemento estructural, se toman los datos

Figura A.5: *Ensayo Esclerometría - I.E. Abraham Noriega Valera*

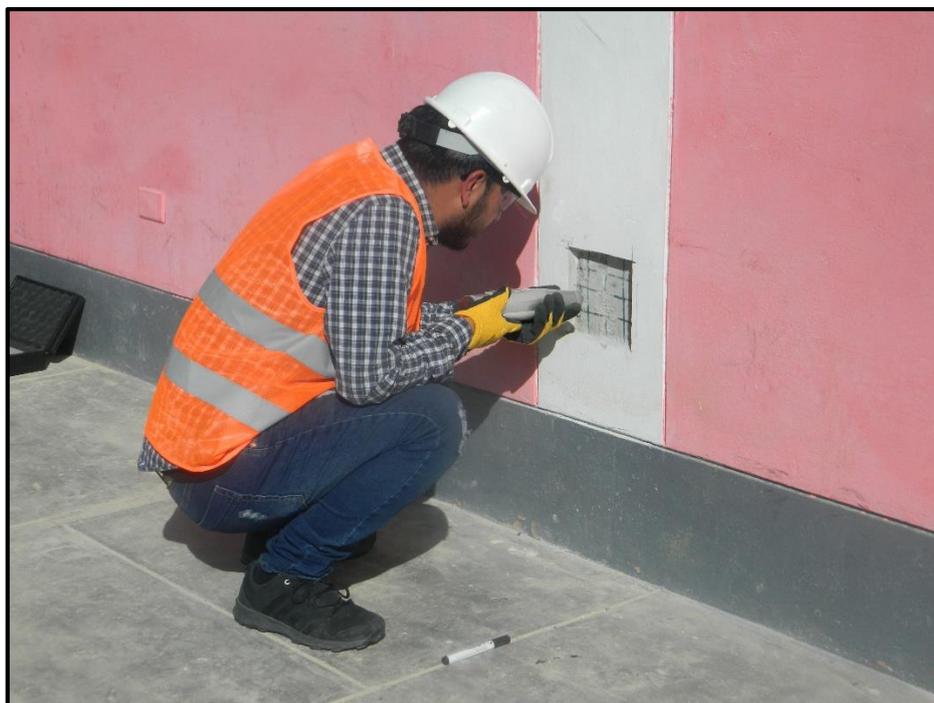


Figura A.6: *Ensayo Esclerometría - I.E. San Antonio*



METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO

ASTM C 805 - 97

EQUIPO ESCLERÓMETRO ZHEJIANG TUGONG
MATERIAL CONCRETO ARMADO
LUGAR I.E. "SAN ANTONIO"
UBICACIÓN C.P. LA MANZANILLA - SAN MARCOS - CAJAMARCA
OPERADOR CRISTIAN ENRIQUE GONZÁLES OLÓRTEGUI
FECHA 22/02/2018

Columnas

Muestra C1-I

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	32	Válido	38	33 +/-6	39
			2	34	Válido	35		
			3	30	Válido	35		
			4	32	Válido	34		
			5	34	Válido	34		
			6	35	Válido	34		
			7	33	Válido	34		
			8	35	Válido	33		
			9	34	Válido	33		
			10	34	Válido	33		
			11	38	Válido	32		
			12	29	Válido	32		
			13	32	Válido	32		
			14	32	Válido	32		
			15	33	Válido	30		
			16	33	Válido	29		

Datos

N° Rebote promedio	33.1
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	251.9 Kg/cm2

Muestra C1-M

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	32	Válido	38	32 +/-6	38
			2	31	Válido	35		
			3	32	Válido	35		
			4	32	Válido	35		
			5	34	Válido	34		
			6	35	Válido	34		
			7	30	Válido	32		
			8	35	Válido	32		
			9	38	Válido	32		
			10	35	Válido	32		
			11	31	Válido	31		
			12	31	Válido	31		
			13	31	Válido	31		
			14	32	Válido	31		
			15	27	Válido	30		
			16	34	Válido	27		

Datos

N° Rebote promedio	32.5
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	240.4 Kg/cm2

Muestra C1-S

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	25	Válido	30			
			2	24	Válido	26			
			3	26	Válido	26			
			4	25	Válido	26			30.5
			5	25	Válido	26			
			6	26	Válido	25			
			7	20	Válido	25			
			8	21	Válido	25			
			9	22	Válido	24		24.5	+/-6
			10	26	Válido	24			
			11	24	Válido	24			
			12	18	No Válido	23			
			13	30	Válido	22			18.5
			14	26	Válido	21			
			15	23	Válido	20			
			16	24	Válido	18			

Datos

N° Rebote promedio	24.5
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	141.2 Kg/cm2

Muestra C2-I

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	29	Válido	39			
			2	30	Válido	34			
			3	28	Válido	34			
			4	32	Válido	33			37
			5	34	Válido	32			
			6	39	No Válido	31			
			7	24	No Válido	31			
			8	31	Válido	31		31	+/-6
			9	31	Válido	31			
			10	29	Válido	30			
			11	30	Válido	30			
			12	29	Válido	29			
			13	33	Válido	29			25
			14	31	Válido	29			
			15	31	Válido	28			
			16	34	Válido	24			

Datos

N° Rebote promedio	30.9
Lecturas descartadas	2
Resistencia a Compresión	221 Kg/cm2

Muestra C2-M

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	35	Válido	38	32 +/-6	38
			2	32	Válido	35		
			3	31	Válido	34		
			4	32	Válido	33		
			5	32	Válido	32		
			6	32	Válido	32		
			7	31	Válido	32		
			8	26	Válido	32		
			9	34	Válido	32		
			10	38	Válido	31		
			11	31	Válido	31		
			12	32	Válido	31		
			13	31	Válido	31		
			14	33	Válido	31		
			15	30	Válido	30		
			16	31	Válido	26		

Datos

N° Rebote promedio	31.9
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	236.2 Kg/cm2

Muestra C2-S

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	22	Válido	26	23 +/-6	29
			2	23	Válido	25		
			3	23	Válido	25		
			4	21	Válido	25		
			5	22	Válido	24		
			6	23	Válido	23		
			7	23	Válido	23		
			8	23	Válido	23		
			9	25	Válido	23		
			10	24	Válido	23		
			11	19	Válido	23		
			12	21	Válido	22		
			13	25	Válido	22		
			14	25	Válido	21		
			15	26	Válido	21		
			16	23	Válido	19		

Datos

N° Rebote promedio	23.0
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	122 Kg/cm2

Vigas**Muestra VInf-1**

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	31	Válido	37	32 +/-6	38
			2	32	Válido	35		
			3	34	Válido	34		
			4	28	Válido	34		
			5	32	Válido	34		
			6	34	Válido	33		
			7	32	Válido	32		
			8	35	Válido	32		
			9	31	Válido	32		
			10	31	Válido	32		
			11	31	Válido	31		
			12	34	Válido	31		
			13	32	Válido	31		
			14	29	Válido	31		
			15	37	Válido	29		
			16	33	Válido	28		

Datos

N° Rebote promedio	32.3
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	238.7 Kg/cm2

Muestra VInf-Med

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	32	Válido	39	32 +/-6	38
			2	34	Válido	34		
			3	30	Válido	34		
			4	31	Válido	34		
			5	33	Válido	33		
			6	39	No Válido	33		
			7	34	Válido	32		
			8	32	Válido	32		
			9	32	Válido	32		
			10	32	Válido	32		
			11	31	Válido	32		
			12	34	Válido	31		
			13	33	Válido	31		
			14	32	Válido	30		
			15	26	Válido	30		
			16	30	Válido	26		

Datos

N° Rebote promedio	31.7
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	231.5 Kg/cm2

Muestra VInf-2

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	39	No Válido	39			
			2	30	Válido	36			
			3	31	Válido	35			
			4	34	Válido	34		38	
			5	35	Válido	34			
			6	34	Válido	33			
			7	36	Válido	33			
			8	32	Válido	32	32	+/-6	
			9	30	Válido	32			
			10	29	Válido	32			
			11	33	Válido	32			
			12	31	Válido	31		26	
			13	32	Válido	31			
			14	32	Válido	30			
			15	32	Válido	30			
			16	33	Válido	29			

Datos

N° Rebote promedio	32.3
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	238.4 Kg/cm2

Muestra VSup-1

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	34	Válido	38			
			2	30	Válido	34			
			3	29	Válido	34			
			4	32	Válido	34		38.5	
			5	32	Válido	33			
			6	34	Válido	33			
			7	38	Válido	33			
			8	32	Válido	33	32.5	+/-6	
			9	31	Válido	32			
			10	34	Válido	32			
			11	33	Válido	32			
			12	31	Válido	31		26.5	
			13	33	Válido	31			
			14	33	Válido	30			
			15	30	Válido	30			
			16	33	Válido	29			

Datos

N° Rebote promedio	32.4
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	240.1 Kg/cm2

Muestra VSup-Med

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = +90°	1	32	Válido	39	33.5 +/-6	39.5
			2	32	Válido	37		
			3	36	Válido	37		
			4	34	Válido	36		
			5	33	Válido	34		
			6	33	Válido	34		
			7	39	Válido	34		
			8	26	No Válido	34		
			9	34	Válido	33		
			10	32	Válido	33		
			11	34	Válido	32		
			12	34	Válido	32		
			13	31	Válido	32		
			14	30	Válido	31		
			15	37	Válido	30		
			16	37	Válido	26		

Datos

N° Rebote promedio	33.9
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	198 Kg/cm2

Muestra VSup-2

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = +90°	1	32	Válido	39	33 +/-6	39
			2	34	Válido	36		
			3	33	Válido	36		
			4	34	Válido	36		
			5	36	Válido	35		
			6	32	Válido	34		
			7	31	Válido	34		
			8	31	Válido	33		
			9	33	Válido	33		
			10	35	Válido	32		
			11	36	Válido	32		
			12	36	Válido	32		
			13	31	Válido	31		
			14	32	Válido	31		
			15	39	Válido	31		
			16	27	Válido	27		

Datos

N° Rebote promedio	33.3
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	194.5 Kg/cm2

$$f'c \text{ (columnas)} = 202.12 \text{ kg/cm2}$$

$$f'c \text{ (vigas)} = 223.53 \text{ kg/cm2}$$

$$f'c \text{ (columnas)} = 181.91 \text{ kg/cm2}$$

$$f'c \text{ (vigas)} = 201.18 \text{ kg/cm2}$$

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO

ASTM C 805 - 97

EQUIPO ESCLERÓMETRO ZHEJIANG TUGONG
MATERIAL CONCRETO ARMADO
LUGAR I.E. "ABRAHAM NORIEGA VALERA"
UBICACIÓN C.P. LA LAGUNA - SAN MARCOS - CAJAMARCA
OPERADOR CRISTIAN ENRIQUE GONZÁLES OLÓRTEGUI
FECHA 22/02/2018

Columnas

Muestra CI-I						Rebotes Orden	Índice de Rebote	Límites	
Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Descendente			
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	Ángulo = 0 °		1	32	Válido	36		
				2	33	Válido	35		
				3	32	Válido	34		
				4	31	Válido	34		
				5	33	Válido	34		39
				6	33	Válido	34		
				7	33	Válido	33		
				8	36	Válido	33	33	+/-6
				9	34	Válido	33		
				10	34	Válido	33		
				11	34	Válido	33		
				12	32	Válido	32		
				13	35	Válido	32		27
				14	33	Válido	32		
				15	34	Válido	32		
				16	32	Válido	31		

Datos

N° Rebote promedio	33.2
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	252.1 Kg/cm2

Muestra CI-M						Rebotes Orden	Índice de Rebote	Límites	
Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Descendente			
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	Ángulo = 0 °		1	35	Válido	42		
				2	34	Válido	35		
				3	34	Válido	35		
				4	42	No Válido	34		
				5	31	Válido	34		38
				6	29	Válido	34		
				7	29	Válido	32		
				8	35	Válido	32	32	+/-6
				9	32	Válido	32		
				10	32	Válido	31		
				11	28	Válido	30		
				12	30	Válido	29		
				13	32	Válido	29		26
				14	29	Válido	29		
				15	34	Válido	28		
				16	26	Válido	26		

Datos

Nº Rebote promedio	31.3
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	226 Kg/cm2

Muestra C1-S

Elemento	Edad del Cº	Orientación esclerómetro	Lectura	Nº Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	34	Válido	38		
			2	33	Válido	36		
			3	27	No Válido	34		
			4	30	Válido	34		
			5	34	Válido	34		
			6	34	Válido	34		
			7	36	Válido	34		
			8	30	Válido	34		
			9	34	Válido	33		
			10	31	Válido	32		
			11	32	Válido	31		
			12	31	Válido	31		
			13	34	Válido	30		
			14	38	Válido	30		
			15	30	Válido	30		
			16	34	Válido	27		

Datos

Nº Rebote promedio	33.0
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	249 Kg/cm2

Muestra C2-I

Elemento	Edad del Cº	Orientación esclerómetro	Lectura	Nº Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	32	Válido	40		
			2	33	Válido	36		
			3	30	Válido	34		
			4	34	Válido	34		
			5	34	Válido	34		
			6	28	Válido	34		
			7	33	Válido	34		
			8	34	Válido	33		
			9	31	Válido	33		
			10	33	Válido	33		
			11	36	Válido	32		
			12	31	Válido	32		
			13	40	No Válido	31		
			14	34	Válido	31		
			15	34	Válido	30		
			16	32	Válido	28		

Datos

Nº Rebote promedio	32.6
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	243.5 Kg/cm2

Muestra C2-M

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f_c= 210 kg/cm2)	10 años	Ángulo = 0 °		1	30	Válido	38	32 +/-6	38
				2	34	Válido	36		
				3	35	Válido	35		
				4	30	Válido	34		
				5	28	Válido	34		
				6	32	Válido	34		
				7	32	Válido	33		
				8	36	Válido	32		
				9	32	Válido	32		
				10	31	Válido	32		
				11	33	Válido	31		
				12	25	No Válido	30		
				13	30	Válido	30		
				14	34	Válido	30		
				15	38	Válido	28		
				16	34	Válido	25		

Datos

N° Rebote promedio	32.6
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	243.5 Kg/cm2

Muestra C2-S

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Columna 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f_c= 210 kg/cm2)	10 años	Ángulo = 0 °		1	28	Válido	37	31 +/-6	37
				2	32	Válido	34		
				3	34	Válido	34		
				4	32	Válido	32		
				5	31	Válido	32		
				6	30	Válido	32		
				7	28	Válido	32		
				8	24	No Válido	31		
				9	28	Válido	31		
				10	30	Válido	30		
				11	30	Válido	30		
				12	34	Válido	30		
				13	32	Válido	28		
				14	32	Válido	28		
				15	37	Válido	28		
				16	31	Válido	24		

Datos

N° Rebote promedio	31.3
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	226 Kg/cm2

Vigas

Muestra VInf-1

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	34	Válido	41			
			2	33	Válido	36			
			3	33	Válido	35			
			4	33	Válido	35			
			5	32	Válido	34		39	
			6	30	Válido	33			
			7	36	Válido	33			
			8	32	Válido	33		33	+/-6
			9	32	Válido	33			
			10	25	No Válido	33			
			11	33	Válido	32			
			12	35	Válido	32			
			13	31	Válido	32		27	
			14	35	Válido	31			
			15	41	No Válido	30			
			16	33	Válido	25			

Datos

N° Rebote promedio	33.0
Lecturas descartadas	2
Resistencia a Compresión	249 Kg/cm2

Muestra VInf-Med

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	32	Válido	43			
			2	32	Válido	38			
			3	36	Válido	38			
			4	29	No Válido	37		41.5	
			5	38	Válido	37			
			6	36	Válido	37			
			7	23	No Válido	36			
			8	34	Válido	36		35.5	+/-6
			9	43	No Válido	35			
			10	37	Válido	34			
			11	33	Válido	33			
			12	35	Válido	33			
			13	37	Válido	33		29.5	
			14	33	Válido	32			
			15	37	Válido	32			
			16	38	Válido	29			

Datos

N° Rebote promedio	35.2
Lecturas descartadas	3
Resistencia a Compresión	282.5 Kg/cm2

Muestra VInf-2

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f_c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	27	No Válido	39			
			2	31	Válido	37			
			3	31	Válido	36			
			4	35	Válido	36			
			5	31	Válido	35		40	
			6	36	Válido	35			
			7	32	Válido	35			
			8	31	Válido	34		34	+/-6
			9	39	Válido	34			
			10	36	Válido	33			
			11	33	Válido	32			
			12	37	Válido	31			
			13	34	Válido	31		28	
			14	35	Válido	31			
			15	35	Válido	31			
			16	34	Válido	27			

Datos

N° Rebote promedio	33.1
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	251.9 Kg/cm2

Muestra VSup-1

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites	
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f_c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = 0 °	1	32	Válido	36			
			2	26	Válido	34			
			3	31	Válido	34			
			4	33	Válido	34			
			5	34	Válido	33		38	
			6	36	Válido	33			
			7	31	Válido	33			
			8	31	Válido	32		32	+/-6
			9	30	Válido	32			
			10	29	Válido	31			
			11	34	Válido	31			
			12	33	Válido	31			
			13	33	Válido	30		26	
			14	28	Válido	29			
			15	34	Válido	28			
			16	32	Válido	26			

Datos

N° Rebote promedio	31.7
Lecturas descartadas	0
Resistencia a Compresión	231.5 Kg/cm2

Muestra VSup-Med

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = +90°	1	46	Válido	55	46 +/-6	52
			2	48	Válido	50		
			3	42	Válido	48		
			4	55	No Válido	48		
			5	42	Válido	48		
			6	46	Válido	47		
			7	48	Válido	46		
			8	48	Válido	46		
			9	46	Válido	46		
			10	43	Válido	46		
			11	45	Válido	45		
			12	40	Válido	43		
			13	42	Válido	42		
			14	47	Válido	42		
			15	46	Válido	42		
			16	50	Válido	40		

Datos

N° Rebote promedio	45.3
Lecturas descartadas	1
Resistencia a Compresión	378 Kg/cm2

Muestra VSup-2

Elemento	Edad del C°	Orientación esclerómetro	Lectura	N° Rebote	Observación	Rebotes Orden Descendente	Índice de Rebote	Límites
Viga 30 x 50 (resistencia especificada en expediente f'c= 210 kg/cm2)	10 años	 Ángulo = +90°	1	44	Válido	51	41.5 +/-6	47.5
			2	44	Válido	48		
			3	41	Válido	45		
			4	42	Válido	44		
			5	39	Válido	44		
			6	38	Válido	42		
			7	40	Válido	42		
			8	51	No Válido	42		
			9	48	No Válido	41		
			10	41	Válido	41		
			11	42	Válido	41		
			12	39	Válido	40		
			13	42	Válido	39		
			14	45	Válido	39		
			15	37	Válido	38		
			16	41	Válido	37		

Datos

N° Rebote promedio	41.1
Lecturas descartadas	2
Resistencia a Compresión	311.1 Kg/cm2

$f'c$ (columnas) = 240.02 kg/cm2

$f'c$ (vigas) = 284.00 kg/cm2

90% $f'c$ (columnas) = 216.02 kg/cm2

90% $f'c$ (vigas) = 255.60 kg/cm2

- **Resultados Obtenidos:**

- De los ensayos realizados se tienen las resistencias a compresión del concreto que se especifica en cada cuadro, pero para poder analizar y modelar las edificaciones se toma el 90% del valor promedio de la resistencia a la compresión para columnas y vigas, esto debido a la incertidumbre del tipo de ensayo realizado, y estos resultados son:

I.E. San Antonio

Columnas : $f'c = 181.91 \text{ kg/cm}^2$

Vigas : $f'c = 201.18 \text{ kg/cm}^2$

I.E. Abraham Noriega Valera

Columnas : $f'c = 216.02 \text{ kg/cm}^2$

Vigas : $f'c = 255.60 \text{ kg/cm}^2$

APÉNDICE N°2: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

a) GENERALIDADES

La **Institución Educativa San Antonio** se terminó de construir en el año 2009. Cuenta con dos pabellones de dos pisos cada uno, separados por una escalera independiente, separados con juntas sísmicas de 3 cm, cuenta con un sistema estructural de pórticos en su mayor longitud (Eje X) y de albañilería confinada en su menor longitud (Eje Y), y con tabiques aislados de los elementos estructurales mediante juntas de ½”, ningún pabellón cuenta con cobertura, pero si con azotea.

El pabellón Izquierdo cuenta con dos pórticos principales de un tramo y un voladizo, tres muros estructurales (albañilería confinada), unidos mediante las vigas de amarre en sus extremos y en ambos niveles.

El pabellón Derecho cuenta con tres pórticos principales de un tramo y un voladizo, dos muros estructurales (albañilería confinada), unidos mediante las vigas de amarre en sus extremos y en ambos niveles.

La escalera es de dos tramos que comunica desde el primer nivel hasta la azotea.

Cuenta con la señalética establecida en este caso si se llegase a producir un evento sísmico y/o los debidos simulacros.

La **Institución Educativa Abraham Noriega Valera** se terminó de construir en el año 2009. Cuenta con tres pabellones de dos pisos cada uno, el pabellón de la Izquierda y el primer pabellón de la Derecha están separados por una escalera independiente, el de la izquierda tiene una junta sísmica de 3.5 cm, y el primer pabellón de la derecha tiene una junta sísmica de 4cm, mientras que el primer y el segundo pabellón de la Derecha cuentan con una junta sísmica de 3.5 cm, el pabellón de la izquierda cuenta con un sistema estructural de pórticos en su mayor longitud (Eje X) y de albañilería confinada en su menor longitud (Eje Y), los pabellones de la derecha cuentan con un sistema estructural de pórticos en su mayor longitud (Eje Y), y de albañilería confinada en su menor longitud (Eje Y); todos los pabellones tienen tabiques aislados de los elementos estructurales mediante juntas de ½”, no cuenta ningún pabellón con cobertura, pero si con azotea.

El pabellón Izquierdo cuenta con 2 pórticos principales de 1 tramo y 1 voladizo, 3 muros estructurales (albañilería confinada), unidos mediante las vigas de amarre en sus extremos y en ambos niveles.

El primer pabellón Derecho cuenta con tres pórticos principales, dos de ellos de un tramo y un voladizo, solo uno cuenta con un tramo, dos muros estructurales (albañilería confinada), unidos mediante las vigas de amarre en sus extremos y en ambos niveles.

El segundo pabellón Derecho cuenta con un pórtico principal, de un tramo y un voladizo, y dos muros estructurales (albañilería confinada), unidos mediante las vigas de amarre en sus extremos y en ambos niveles.

La escalera es de 2 tramos que comunica desde el primer nivel hasta la azotea.

Cuenta con la señalética establecida en este caso si se llegase a producir un evento sísmico y/o los debidos simulacros.

b) ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

Mediante evaluación visual de los pabellones de ambas Instituciones se pudo observar:

- Mediante una verificación con wincha, se comprobó que las medidas dadas en los planos coinciden con las reales.

Figura B.1: *Verificación de medidas – San Antonio*



Figura B.2: *Verificación de Medidas - Abraham Noriega Valera*



- Presentan algunas deflexiones visibles en las vigas, en losas, y en las escaleras, y en algunos pocos tabiques (Al ejecutar los ensayos con esclerómetro se pudo observar que el espesor del tarrajeo en vigas era diferente, y en la mitad de la luz se pudieron observar algunas fisuras, lo que hace suponer que las deflexiones pueden ser mayores a las perceptibles debido al tarrajeo).
- En general presenta un regular estado de conservación.

Figura B.3: *Vista General del Frontis de los Pabellones – San Antonio*



Figura B.4: Vista General de la Deflexión de Losa y Vigas - San Antonio



Figura B.5: Vista Pasadizo y voladizo - Abraham Noriega Valera



Figura B.6: Vista General de deflexión en Viga y Losa - Abraham Noriega Valera



Figura B.7: Vista General del Frontis de los Pabellones - Abraham Noriega Valera



c) CRITERIOS ESTRUCTURALES

Ambas Instituciones Educativas fueron proyectadas con un sistema aporticado en su mayor longitud y con albañilería confinada en la menor, con tabiquería aislada con respecto a sus elementos estructurales y losas aligeradas en una dirección.

Debido a que estos pabellones fueron proyectados en el 2008, usando para el cálculo estructural correspondiente la Norma E.030 “Diseño Sismorresistente” (2003) se puede decir que hay variaciones con respecto a su actualización correspondiente al año 2016.

Tabla B.1: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Pórticos - Regular

PARÁMETRO	E.030 (2003)	E.030 (2016)	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.40	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita
Factor de Uso (U)	1.50	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	1.40	Para suelos del tipo S3
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	0.90	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	8	8	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Figura B.8: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Pórticos - Regular

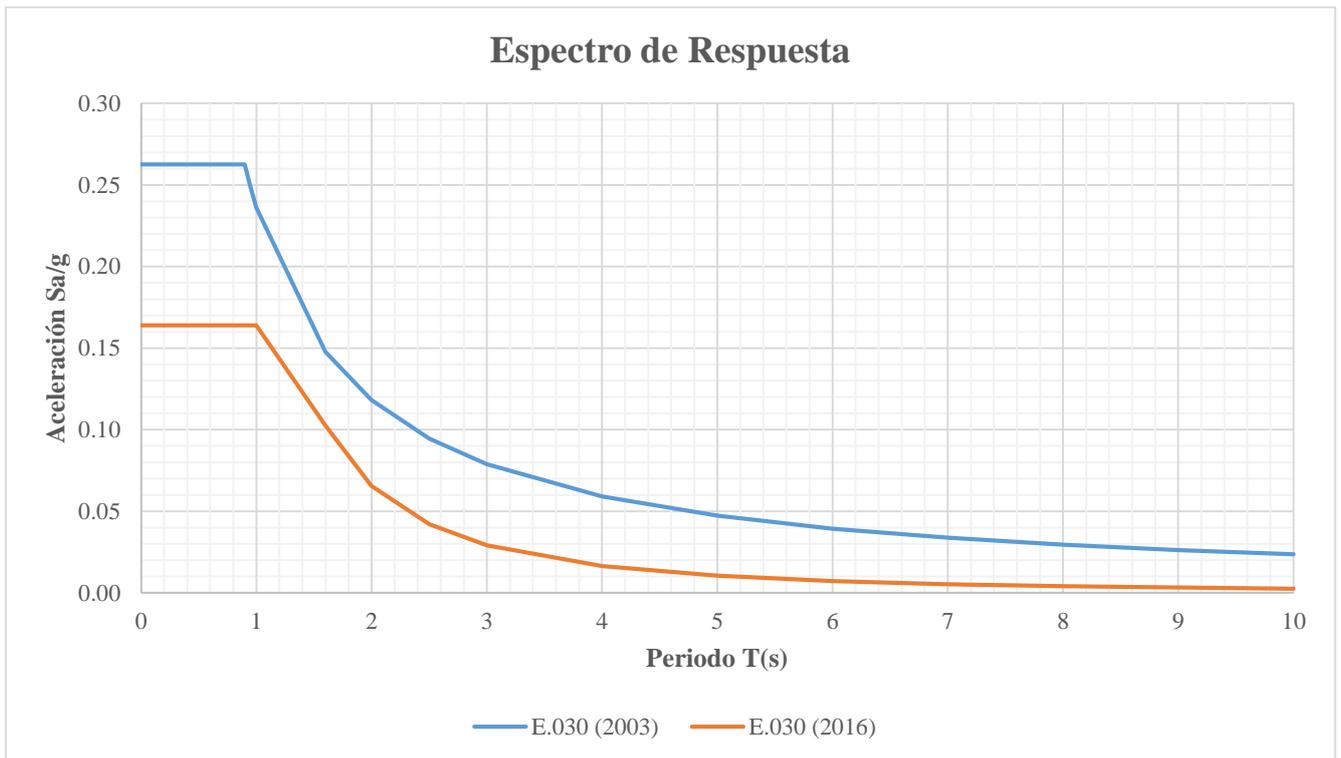


Tabla B.2: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada –Regular

PARÁMETRO	E.030 (2003)	E.030 (2016)	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.40	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita
Factor de Uso (U)	1.50	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	1.40	Para suelos del tipo S3
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	0.90	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	3	3	Para el sistema estructural de Albañilería Confinada.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Figura B.9: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada - Regular

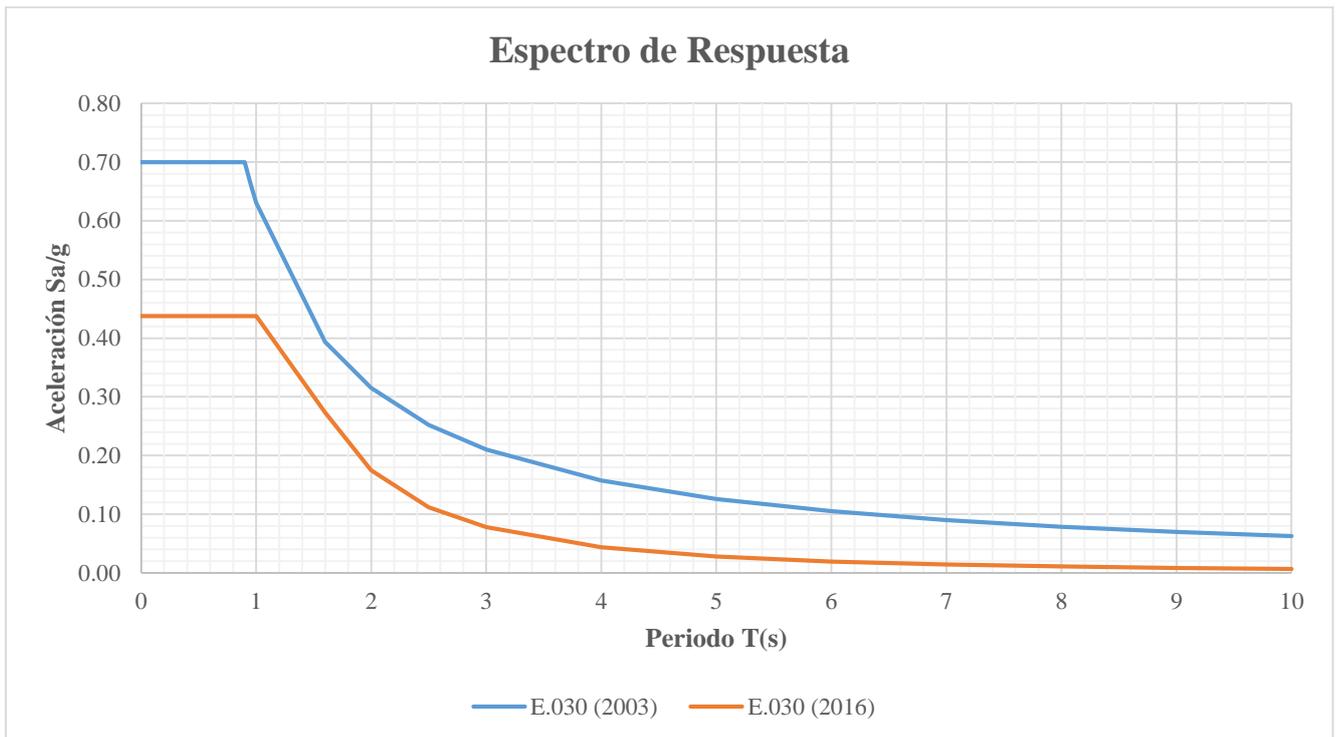


Tabla B.3: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Pórticos – Irregularidad Esquinas Entrantes

PARÁMETRO	E.030 (2003)	E.030 (2016)	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.40	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita
Factor de Uso (U)	1.50	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	1.40	Para suelos del tipo S3
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	0.90	1.00	Depende del factor S.
Coficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	6	7.20	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado (Irregularidad Esquina Entrante)
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Figura B.10: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Pórticos - Irregular

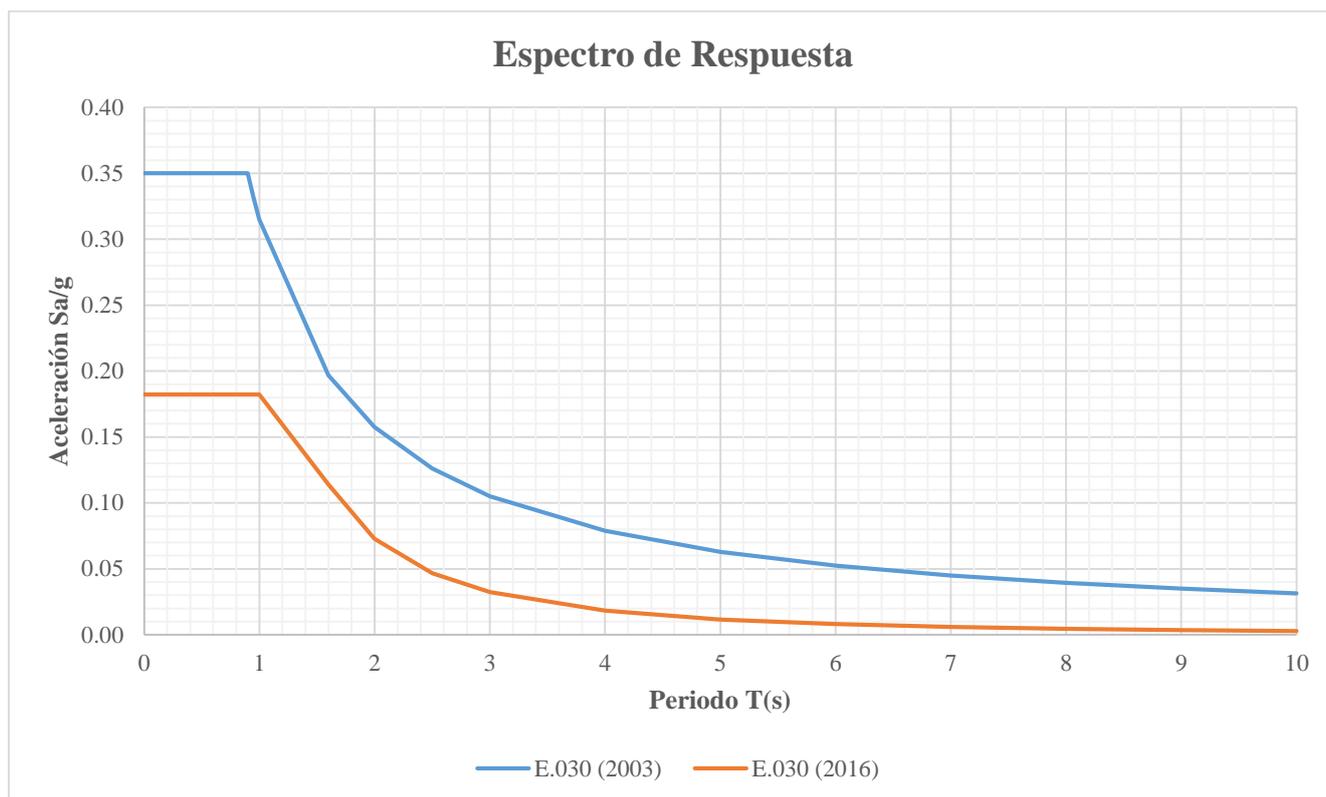
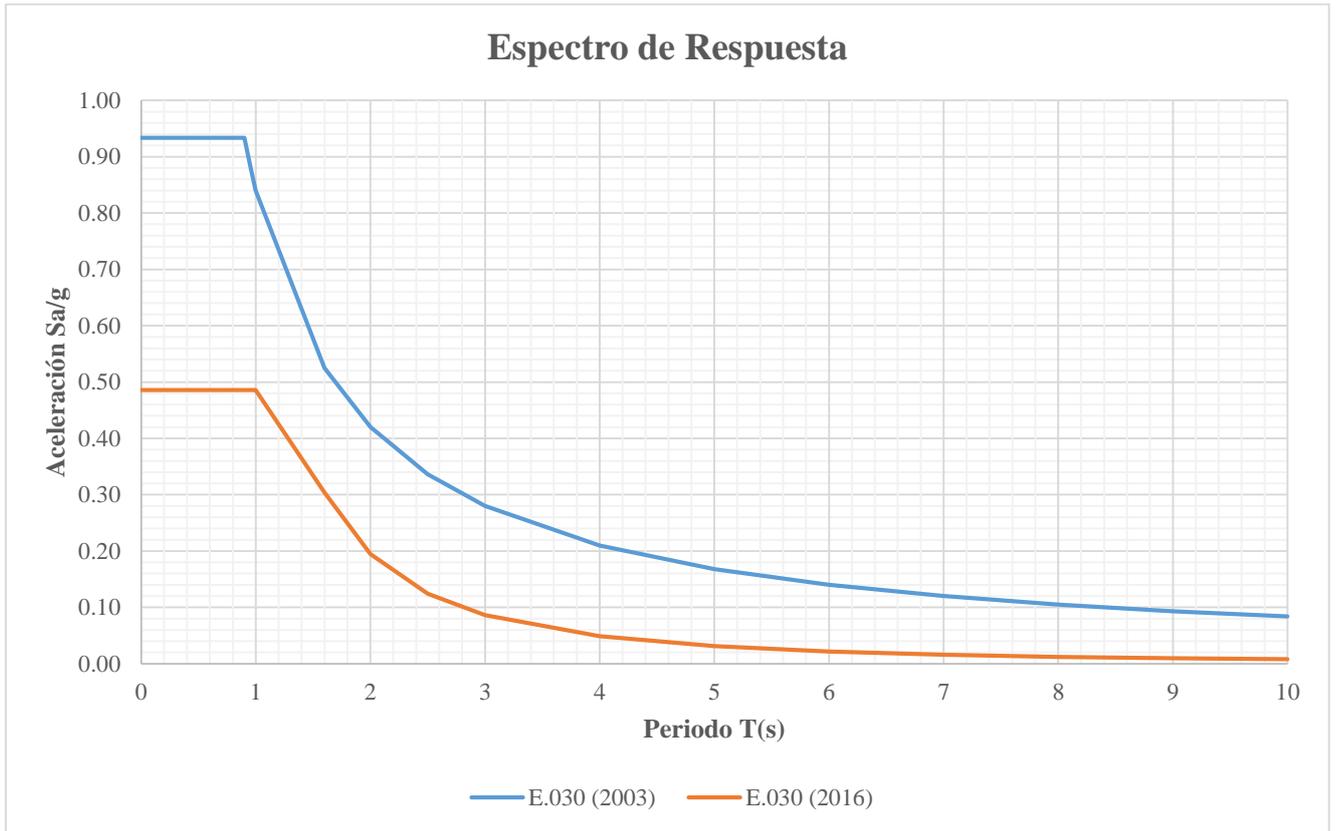


Tabla B.4: Comparación Norma de Diseño Sismorresistente E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada – Irregularidad Esquinas Entrantes

PARÁMETRO	E.030 (2003)	E.030 (2016)	DESCRIPCIÓN
Factor de Zona (Z)	0.40	0.25	Provincia San Marcos, Distrito Gregorio Pita
Factor de Uso (U)	1.50	1.50	Categoría A2 – Edificaciones Esenciales.
Factor de Suelo (S)	1.40	1.40	Para suelos del tipo S3
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	$2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (T_P)	0.90	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	2.25	2.70	Para el sistema estructural de Albañilería Confinada (Irregularidad Esquina Entrante).
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (S_a)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Figura B.11: Espectros de Respuesta E.030 2003 y 2016 – Albañilería Confinada - Irregular



APÉNDICE N°3: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PABELLONES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

La Evaluación Estructural de los pabellones de las Instituciones Educativas que son objeto de estudio, tienen por finalidad:

- Verificar el estado actual de los pabellones y sus elementos estructurales, de acuerdo a las especificaciones dadas y los ensayos que se realizaron (esclerometría).
- Observar en cuanto aumenta o disminuye el nivel de riesgo sísmico en estos pabellones.

Tabla C.1: Inspección en Vigas.

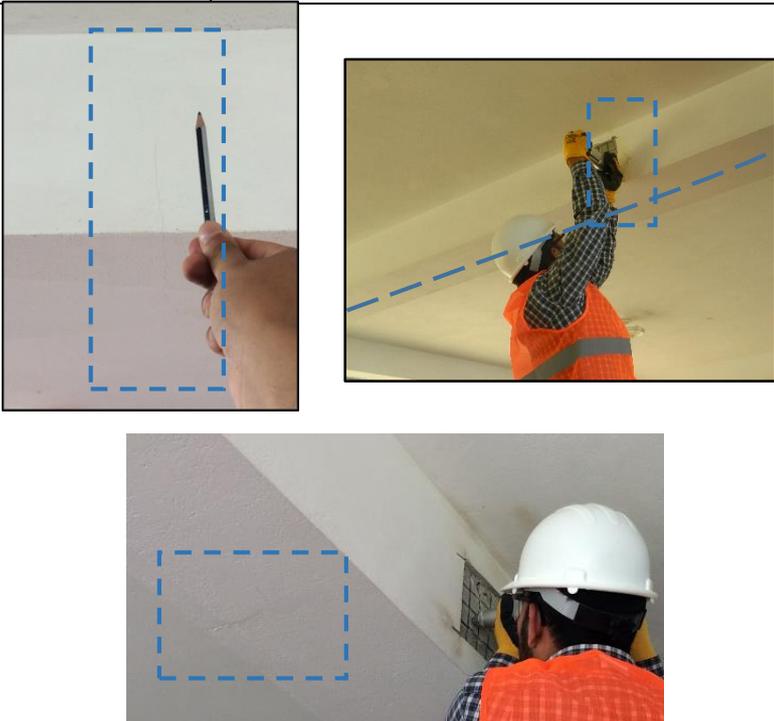
Evaluación:	Fisuras y deflexión en vigas del primer y segundo piso.	Nivel de Riesgo:	ALTO.
Elemento(s):	Vigas del primer y segundo piso (San Antonio y Abraham Noriega Valera).	Causa(s):	Indirecta. Procedimiento constructivo.
		Falla(s):	<ul style="list-style-type: none"> - Se observan algunas fisuras presentes en la mitad de los elementos. Al realizar los ensayos de esclerometría en la mitad de los elementos se pudo constatar que hubo algunas reparaciones, porque ya se había caído el tarrajeo del elemento justo en la misma zona del ensayo. - Se observan deflexiones perceptibles en un 80% de las vigas.
<ul style="list-style-type: none"> - Fisura que se extiende en el contorno del elemento. - Se observó al momento de realizar el ensayo de esclerometría que había dos tipos de tarrajeo, además de dos tonos de color, un blanco un poco más amarillento, reparación del tarrajeo. - Diferencia entre espesores de tarrajeo en la parte inferior de la viga del segundo piso, no llega ni a 0.6 cm en la mitad, y en los extremos varía entre 1 cm y 1.5 cm 		Causa(s):	<ul style="list-style-type: none"> - La diferencia del espesor del tarrajeo, hace suponer que en el procedimiento constructivo no se tomó en cuenta dejar la contraflecha necesaria, es así que comienza a ceder un poco por el peso propio y las cargas presentes en el segundo piso y la azotea. - No uniformidad en el concreto de vigas y en el tarrajeo de las mismas. - Pequeños asentamientos en las columnas que pertenecen al mismo pórtico.

Tabla C.2: Inspección en Losas Aligeradas.

Evaluación:	Filtraciones, resquebrajamiento y desprendimiento de tarrajeo en losa aligerada del segundo piso.	Nivel de Riesgo:	ALTO - MEDIO.
Elemento(s):	Losa aligerada (San Antonio y Abraham Noriega Valera).	Causa(s):	Indirecta. Procedimiento constructivo.
		Falla(s): <ul style="list-style-type: none"> - Se observan algunas filtraciones presentes en la losa, adyacente a algunos elementos estructurales como vigas y columnas. - Además, se presenta resquebrajamiento del tarrajeo por las filtraciones presentes. 	Causa(s): <ul style="list-style-type: none"> - Al ser Instituciones Educativas rurales de la Sierra, deberían contar con una cobertura de teja andina, lo que expone a la azotea a acumulación de agua de lluvia y el intemperismo. - Al no contar con una cobertura, no se tomaron las acciones previas en cuanto al drenaje y caída del agua. - Inadecuado diseño de mezcla en el concreto colocado en el aligerado de la azotea. - Mala compactación del hormigón. - Inadecuado curado del hormigón de la azotea. - No uniformidad del hormigón vaciado en la losa. - Agregados mal graduados, tanto en la mezcla como en el tarrajeo.
<ul style="list-style-type: none"> - Filtración presente en la esquina del aligerado de la azotea, que se está extendiendo a los elementos estructurales como viga y losa, resquebrajamiento del tarrajeo en esa área y descascamiento de la pintura. - Filtración extensa en la parte del aligerado del voladizo de la azotea, debido a la acumulación en época de lluvia, se observa resquebrajamiento en el tarrajeo, y también descascamiento de la pintura como consecuencias. - Además en la parte posterior se observa desprendimiento del tarrajeo. 			

Tabla C.3: Inspección en Columna – Segundo Piso – San Antonio.

Evaluación:	Inclinación y resquebrajamiento de Columna en Segundo Piso.	Nivel de Riesgo:	ALTO.
Elemento(s):	Columna (Pabellones San Antonio/Ejes B- D – F – H; Pabellones Abraham Noriega Valera/ Ejes 2 – 4 – D - H)	Causa(s):	Procedimiento constructivo.
		<p>Falla(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - La columna en el segundo piso no se encuentra vertical, por el contrario, tiene una inclinación considerable. - Resquebrajamiento de la columna. 	
		<p>Causa(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - La causa principal es un procedimiento constructivo inadecuado, sin la verificación correspondiente al momento del encofrado y el vaciado del concreto. - El resquebrajamiento se debe a la inclinación y la carga que soporta la columna, debido a que ya las fuerzas que interactúan con el elemento ahora se deben distribuir con una inclinación considerable, y no verticalmente como debería ser. - Ejecución en obra ineficiente o inadecuada. - Mala calidad de los materiales y/o encofrados. <p>- Debido a un mal procedimiento constructivo la verticalidad de las columnas no es la adecuada, por ende, no reparte las cargas al primer nivel adecuadamente con respecto a sus ejes.</p> <p>- Además al no estar tarrajada se puede observar que está resquebrajándose, de manera que puede llegar a fallar.</p> <p>- En las siguientes columnas se observa una inclinación con respecto al interior de sus pórticos, como si se pandeara con la flecha respectiva hacia el interior.</p>	

Tabla C.4: Inspección en Columnas y muros.

Evaluación:	Desprendimiento de tarrajeo en columnas, grietas en junta muro-columna.	Nivel de Riesgo:	MEDIO-ALTO.
Elemento(s):	Columnas y Muros (San Antonio y Abraham Noriega Valera).	Causa(s):	Directo. Cimentación – Suelo.
		Falla(s): <ul style="list-style-type: none"> - Desprendimiento tarrajeo en columna. - Grieta muro - columna. - Presencia de hundimiento en vereda adyacente a columna y muro. 	
		Causa(s): <ul style="list-style-type: none"> - Debido a unos pequeños asentamientos, se hace evidente que en partes donde la vereda y la columna se encuentran, se presencia un hundimiento. - Debido al suelo de fundación blando y las constantes lluvias presentes en la zona. - Juntas inexistentes o demasiado pequeñas. - Inadecuadas especificaciones técnicas al momento de la ejecución. - Mala calidad de los materiales, lo que origina que el tarrajeo se desprenda. - Agregados para tarrajeo mal graduados. 	
<ul style="list-style-type: none"> - Se hace evidente que en la unión columna muro hay una grieta grande. - El resquebrajamiento del tarrajeo en el muro y su posterior caída, hace evidente los asentamientos, que aunque pequeños existen y hacen que el nivel de riesgo aumente. 			

Como se puede observar en el análisis respectivo, en algunos casos se necesita una rigurosidad en el estudio de los diferentes elementos que componen los pabellones de las Instituciones Educativas, esto debido a que a simple vista todo pueda estar bien, pero al tratarse en ocasiones de reparaciones del tarrajeo en vigas, algunas columnas, o en muros y en veredas, no se hace evidente las patologías o errores constructivos presentes en su interior.

En cuanto a la resistencia en sí de los diferentes elementos estructurales (vigas y columnas), tal es el caso de la I.E. San Antonio, no cumplen con el mínimo requerido que es $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, ni en sus vigas ni en sus columnas, mientras que en la I.E. Abraham Noriega Valera esa resistencia supera incluso a la especificada, lo que hace que el nivel de riesgo sísmico aumente de manera significativa en la primera Institución Educativa y en la segunda aumente ligeramente por otros factores diferentes a su resistencia.

APÉNDICE N°4: METRADO DE CARGAS I.E. SAN ANTONIO

1. Primer Nivel

1.1. Vigas Principales

1.1.1. Carga Muerta

1.1.1.1 Losa Aligerada

* Izquierda

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
B	300.00	3.840	1152.00	1.1520
D	300.00	3.840	1152.00	1.1520

* Derecha

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G	300.00	3.825	1147.50	1.1475
H	300.00	3.800	1140.00	1.1400
I	300.00	3.825	1147.50	1.1475

1.1.1.2 Piso Terminado

* Izquierda

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
B	100.00	4.140	414.00	0.4140
D	100.00	4.140	414.00	0.4140

* Derecha

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G	100.00	4.125	412.50	0.4125
H	100.00	4.100	410.00	0.4100
I	100.00	4.125	412.50	0.4125

1.1.2. Carga Viva

* Izquierda

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
B en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.14	1656.00	1.66	1.66
B entre 1 y 2	Aula	Aulas	250.00	4.14	1035.00	1.04	1.04
B entre 2 y 3	Aula	Aulas	250.00	4.14	1035.00	1.04	1.04

D en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.14	1656.00	1.66	1.66
D entre 1 y 2	Aula Innova	Laboratorios	300.00	4.14	1242.00	1.24	1.24
D entre 2 y 3	Aula Innova	Laboratorios	300.00	4.14	1242.00	1.24	1.24

*** Derecha**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
G en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.13	1650.00	1.65	1.65
G entre 1 y 2	Laboratorio	Laboratorios	300.00	4.13	1237.50	1.24	1.24
G entre 2 y 3	Laboratorio	Laboratorios	300.00	4.13	1237.50	1.24	1.24
H en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.10	1640.00	1.64	1.64
H entre 1 y 2	Laboratorio	Laboratorios	300.00	4.10	1230.00	1.23	1.23
H entre 2 y 3	Laboratorio	Laboratorios	300.00	4.10	1230.00	1.23	1.23
I en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.13	1650.00	1.65	1.65
I entre 1 y 2	Laboratorio	Laboratorios	300.00	4.13	1237.50	1.24	1.24
I entre 2 y 3	Laboratorio	Laboratorios	300.00	4.13	1237.50	1.24	1.24

1.2. Muros Portantes

1.2.1. Carga Muerta

1.2.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	300.00	1.915	574.50	0.5745
C	300.00	3.840	1152.00	1.1520
E	300.00	1.925	577.50	0.5775

*** Derecha**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
F	300.00	1.925	577.50	0.5775
J	300.00	1.925	577.50	0.5775

1.2.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	100.00	1.915	191.50	0.1915
C	100.00	3.840	384.00	0.3840
E	100.00	1.925	192.50	0.1925

*** Derecha**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
F	100.00	1.925	192.50	0.1925
J	100.00	1.925	192.50	0.1925

1.2.1.3 Muros

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ³)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A en pasadizo	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
A entre 1 y 2	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
A entre 2 y 3	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
C entre 1 y 2	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
C entre 2 y 3	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
E entre 1 y 2	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
E entre 2 y 3	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500

*** Derecha**

Eje	W(kg/m ³)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
F entre 1 y 2	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
F entre 2 y 3	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
J entre 1 y 2	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
J entre 2 y 3	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
J en pasadizo	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565

1.2.2. Carga Viva

*** Izquierda**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
A en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.02	806.00	0.81	0.81
A entre 1 y 2	Aula	Aulas	250.00	1.92	478.75	0.48	0.48
A entre 2 y 3	Aula	Aulas	250.00	1.92	478.75	0.48	0.48
C en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.09	1636.00	1.64	1.64
C entre 1 y 2	Aula	Aulas	250.00	1.93	481.25	0.48	1.06
	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.92	574.50	0.57	
C entre 2 y 3	Aula	Aulas	250.00	1.93	481.25	0.48	1.06
	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.92	574.50	0.57	
E en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	1.93	770.00	0.77	0.77
E entre 1 y 2	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.93	577.50	0.58	0.58
E entre 2 y 3	Aula Innova	Laboratorios	300.00	2.18	652.50	0.65	0.65

*** Derecha**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
F en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.18	870.00	0.87	0.87
F entre 1 y 2	Laboratorio	Laboratorios	300.00	1.93	577.50	0.58	0.58
F entre 2 y 3	Laboratorio	Laboratorios	300.00	1.93	577.50	0.58	0.58
J en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.03	810.00	0.81	0.81
J entre 1 y 2	Laboratorio	Laboratorios	300.00	1.93	577.50	0.58	0.58
J entre 2 y 3	Laboratorio	Laboratorios	300.00	1.93	577.50	0.58	0.58

1.3. Vigas de Amarre y Borde

1.3.1. Carga Muerta

1.3.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
1	300.00	1.000	300.00	0.3000
3	300.00	0.500	150.00	0.1500

*** Derecha**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
1	300.00	1.000	300.00	0.3000
3	300.00	0.500	150.00	0.1500

1.3.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
1	100.00	1.000	100.00	0.1000
3	100.00	0.500	50.00	0.0500

*** Derecha**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
1	100.00	1.000	100.00	0.1000
3	100.00	0.500	50.00	0.0500

1.3.1.3 Muros

* Izquierda

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde entre A y B	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
Borde entre B y C	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
Borde entre C y D	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
Borde entre D y E	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
1 entre A y B	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
1 entre B y C	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
1 entre C y D	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
1 entre D y E	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
3 entre A y B	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995
3 entre B y C	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995
3 entre C y D	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995
3 entre D y E	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995

* Derecha

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde entre F y G	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
Borde entre G y H	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
Borde entre H y I	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
Borde entre I y J	1800.00	0.950	0.15	256.50	0.2565
1 entre F y G	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
1 entre G y H	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
1 entre H y I	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
1 entre I y J	1800.00	1.250	0.15	337.50	0.3375
3 entre F y G	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995
3 entre G y H	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995
3 entre H y I	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995
3 entre I y J	1800.00	1.850	0.15	499.50	0.4995

1.3.2. Carga Viva

* Izquierda

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre A y B	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre B y C	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre C y D	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre D y E	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
1 entre A y B	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33

	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
1 entre B y C	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
1 entre C y D	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
1 entre D y E	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
3 entre A y B	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13
3 entre B y C	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13
3 entre C y D	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15
3 entre D y E	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15

*** Derecha**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre F y G	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre G y H	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre H y I	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre I y J	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
1 entre F y G	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
1 entre G y H	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
1 entre H y I	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
1 entre I y J	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
3 entre F y G	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15
3 entre G y H	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15
3 entre H y I	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15
3 entre I y J	Laboratorio	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15

2. Azotea

2.1. Vigas Principales

2.1.1. Carga Muerta

2.1.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
B	300.00	3.840	1152.00	1.1520
D	300.00	3.840	1152.00	1.1520

*** Derecha**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G	300.00	3.825	1147.50	1.1475
H	300.00	3.800	1140.00	1.1400
I	300.00	3.825	1147.50	1.1475

2.1.1.2 Piso Terminado

* Izquierda

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
B	100.00	4.140	414.00	0.4140
D	100.00	4.140	414.00	0.4140

* Derecha

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G	100.00	4.125	412.50	0.4125
H	100.00	4.100	410.00	0.4100
I	100.00	4.125	412.50	0.4125

2.1.2. Carga Viva

* Izquierda

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
B en el Voladizo	Azotea	Techo	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
B entre 1 y 2	Azotea	Techo	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
B entre 2 y 3	Azotea	Techo	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
D en el Voladizo	Azotea	Techo	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
D entre 1 y 2	Azotea	Techo	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
D entre 2 y 3	Azotea	Techo	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41

* Derecha

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
G en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
G entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
G entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
H en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.10	410.00	0.41	0.41
H entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	4.10	410.00	0.41	0.41
H entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	4.10	410.00	0.41	0.41
I en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
I entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
I entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41

2.2. Muros Portantes

2.2.1. Carga Muerta

2.2.1.1 Losa Aligerada

* Izquierda

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	300.00	1.915	574.50	0.5745
C	300.00	3.840	1152.00	1.1520
E	300.00	1.925	577.50	0.5775

* Derecha

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
F	300.00	1.925	577.50	0.5775
J	300.00	1.925	577.50	0.5775

2.2.1.2 Piso Terminado

* Izquierda

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	100.00	1.915	191.50	0.1915
C	100.00	3.840	384.00	0.3840
E	100.00	1.925	192.50	0.1925

* Derecha

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
F	100.00	1.925	192.50	0.1925
J	100.00	1.925	192.50	0.1925

2.2.2. Carga Viva

* Izquierda

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m ²)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
A en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.02	201.50	0.20	0.20
A entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	1.92	191.50	0.19	0.19
A entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	1.92	191.50	0.19	0.19
C en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.09	409.00	0.41	0.41
C entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	4.09	409.00	0.41	0.41
C entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	4.09	409.00	0.41	0.41
F en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	1.93	192.50	0.19	0.19

E entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	1.93	192.50	0.19	0.19
E entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22

*** Derecha**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
F en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
F entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	1.93	192.50	0.19	0.19
F entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	1.93	192.50	0.19	0.19
J en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.03	202.50	0.20	0.20
J entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	1.93	192.50	0.19	0.19
J entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	1.93	192.50	0.19	0.19

2.3. Vigas de Amarre y Borde

2.3.1. Carga Muerta

2.3.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
1	300.00	1.000	300.00	0.3000
3	300.00	0.500	150.00	0.1500

*** Derecha**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
1	300.00	1.000	300.00	0.3000
3	300.00	0.500	150.00	0.1500

2.3.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
1	100.00	1.000	100.00	0.1000
3	100.00	0.500	50.00	0.0500

*** Derecha**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500

1	100.00	1.000	100.00	0.1000
3	100.00	0.500	50.00	0.0500

1.3.2. Carga Viva

* Izquierda

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre A y B	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre B y C	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre C y D	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre D y E	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
1 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
1 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
1 entre C y D	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
1 entre D y E	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
3 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
3 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
3 entre C y D	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
3 entre D y E	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05

* Derecha

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre F y G	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre G y H	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre H y I	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre I y J	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
1 entre F y G	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
1 entre G y H	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
1 entre H y I	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
1 entre I y J	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
3 entre F y G	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
3 entre G y H	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
3 entre H y I	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
3 entre I y J	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05

**APÉNDICE N°5: METRADO DE CARGAS I.E. ABRAHAM NORIEGA
VALERA**

1. Primer Nivel

1.1. Vigas Principales

1.1.1. Carga Muerta

1.1.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
2	300.00	3.840	1152.00	1.1520
4	300.00	3.840	1152.00	1.1520

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
D	300.00	3.840	1152.00	1.1520
E	300.00	3.840	1152.00	1.1520
F	300.00	3.840	1152.00	1.1520

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H	300.00	2.500	750.00	0.7500

1.1.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
2	100.00	4.140	414.00	0.4140
4	100.00	4.140	414.00	0.4140

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
D	100.00	4.140	414.00	0.4140
E	100.00	4.140	414.00	0.4140
F	100.00	4.140	414.00	0.4140

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H	100.00	2.750	275.00	0.2750

1.1.1.3 Muros

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
E	1800.00	2.750	0.25	1237.5000	1.2375

1.1.2. Carga Viva

*** Izquierda**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
2 en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.14	1656.00	1.66	1.66
2 entre B y C	Aula	Aulas	250.00	4.14	1035.00	1.04	1.04
2 entre A y B	Aula	Aulas	250.00	4.14	1035.00	1.04	1.04
4 en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.14	1656.00	1.66	1.66
4 entre B y C	Aula	Aulas	250.00	4.14	1035.00	1.04	1.04
4 entre A y B	Aula	Aulas	250.00	4.14	1035.00	1.04	1.04

*** Derecha 1**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
D entre 6 y 7	Aula Innova	Laboratorios	300.00	4.13	1239.00	1.24	1.24
D entre 7 y 8	Aula Innova	Laboratorios	300.00	4.13	1239.00	1.24	1.24
E en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.12	1646.00	1.65	1.65
E entre 6 y 7	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.92	574.50	0.57	1.24
	Dirección	Talleres	350.00	1.90	665.00	0.67	
E entre 7 y 8	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.92	574.50	0.57	1.24
	Dirección	Talleres	350.00	1.90	665.00	0.67	
F en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.13	1650.00	1.65	1.65
F entre 6 y 7	Dirección	Talleres	350.00	4.13	1443.75	1.44	1.44
F entre 7 y 8	Dirección	Talleres	350.00	4.13	1443.75	1.44	1.44

*** Derecha 2**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
H en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.75	1100.00	1.10	1.10
H entre 6 y 7	Aula	Aulas	250.00	2.75	687.50	0.69	0.69
H entre 7 y 8	Aula	Aulas	250.00	2.75	687.50	0.69	0.69

1.2. Muros Portantes

1.2.1. Carga Muerta

1.2.1.1 Losa Aligerada

* Izquierda

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	300.00	1.925	577.50	0.5775
3	300.00	3.830	1149.00	1.1490
5	300.00	1.925	577.50	0.5775

* Derecha 1

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	300.00	1.915	574.50	0.5745
G	300.00	1.925	577.50	0.5775

* Derecha 2

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G'	300.00	1.250	375.00	0.3750
I	300.00	1.250	375.00	0.3750

1.2.1.2 Piso Terminado

* Izquierda

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	100.00	1.925	192.50	0.1925
3	100.00	3.830	383.00	0.3830
5	100.00	1.925	192.50	0.1925

* Derecha 1

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	100.00	1.915	191.50	0.1915
G	100.00	1.925	192.50	0.1925

* Derecha 2

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G'	100.00	1.250	125.00	0.1250
I	100.00	1.250	125.00	0.1250

1.2.1.3 Muros

* Izquierda

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 en pasadizo	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
1 entre B y C	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
1 entre A y B	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
3 entre B y C	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
3 entre A y B	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
5 entre B y C	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
5 entre A y B	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500

* Derecha 1

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A entre 6 y 7	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
A entre 7 y 6	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
G entre 6 y 7	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
G entre 7 y 8	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500

* Derecha 2

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G' entre 6 y 7	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
G' entre 7 y 6	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
I entre 6 y 7	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
I entre 7 y 8	1800.00	3.000	0.25	1350.00	1.3500
I en pasadizo	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700

1.2.2. Carga Viva

* Izquierda

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
1 en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.03	810.00	0.81	0.81
1 entre B y C	Aula	Aulas	250.00	1.93	481.25	0.48	0.48
1 entre A y B	Aula	Aulas	250.00	1.93	481.25	0.48	0.48
3 en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	4.08	1632.00	1.63	1.63
3 entre B y C	Aula	Aulas	250.00	1.92	478.75	0.48	0.96
	Aula	Aulas	250.00	1.92	478.75	0.48	
3 entre A y B	Aula	Aulas	250.00	1.92	478.75	0.48	0.96
	Aula	Aulas	250.00	1.92	478.75	0.48	
5 en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.18	870.00	0.87	0.87
5 entre B y C	Aula	Aulas	250.00	1.93	481.25	0.48	0.48
5 entre A y B	Aula	Aulas	250.00	1.93	481.25	0.48	0.48

*** Derecha 1**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
A entre 6 y 7	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.92	574.50	0.57	0.57
A entre 7 y 8	Aula Innova	Laboratorios	300.00	1.92	574.50	0.57	0.57
G en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	2.18	870.00	0.87	0.87
G entre 6 y 7	Dirección	Talleres	350.00	1.93	673.75	0.67	0.67
G entre 7 y 8	Dirección	Talleres	350.00	1.93	673.75	0.67	0.67

*** Derecha 2**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
G' en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	1.50	600.00	0.60	0.60
G' entre 6 y 7	Aula	Aulas	250.00	1.25	312.50	0.31	0.31
G' entre 7 y 8	Aula	Aulas	250.00	1.25	312.50	0.31	0.31
I en el pasadizo	Pasadizo	Corredores	400.00	1.35	540.00	0.54	0.54
I entre 6 y 7	Aula	Aulas	250.00	1.25	312.50	0.31	0.31
I entre 7 y 8	Aula	Aulas	250.00	1.25	312.50	0.31	0.31

1.3. Vigas de Amarre y Borde

1.3.1. Carga Muerta

1.3.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
C	300.00	1.000	300.00	0.3000
A	300.00	0.500	150.00	0.1500

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
6	300.00	1.000	300.00	0.3000
8	300.00	0.500	150.00	0.1500

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
6	300.00	1.000	300.00	0.3000
8	300.00	0.500	150.00	0.1500

1.3.1.2 Piso Terminado

* Izquierda

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
C	100.00	1.000	100.00	0.1000
A	100.00	0.500	50.00	0.0500

* Derecha 1

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
6	100.00	1.000	100.00	0.1000
8	100.00	0.500	50.00	0.0500

* Derecha 2

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
6	100.00	1.000	100.00	0.1000
8	100.00	0.500	50.00	0.0500

1.3.1.3 Muros

* Izquierda

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde entre 1 y 2	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
Borde entre 2 y 3	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
Borde entre 3 y 4	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
Borde entre 4 y 5	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
C entre 1 y 2	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
C entre 2 y 3	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
C entre 3 y 4	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
C entre 4 y 5	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
A entre 1 y 2	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
A entre 2 y 3	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
A entre 3 y 4	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
A entre 4 y 5	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400

* Derecha 1

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde entre D y E	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
Borde entre E y F	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
Borde entre F y G	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
6 entre A y D	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700

6 entre D y E	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
6 entre E y F	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
6 entre F y G	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
8 entre A y D	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
8 entre D y E	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
8 entre E y F	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
8 entre F y G	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m3)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde entre G' y H	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
Borde entre H y I	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
6 entre G' y H	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
6 entre H y I	1800.00	1.000	0.15	270.00	0.2700
8 entre G' y H	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400
8 entre H y GI	1800.00	2.000	0.15	540.00	0.5400

1.3.2. Carga Viva

*** Izquierda**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre 1 y 2	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre 2 y 3	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre 3 y 4	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre 4 y 5	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
C entre 1 y 2	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
C entre 2 y 3	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
C entre 3 y 4	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
C entre 4 y 5	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
A entre 1 y 2	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13
A entre 2 y 3	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13
A entre 3 y 4	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13
A entre 4 y 5	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13

*** Derecha 1**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre D y E	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre E y F	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre F y G	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
6 entre A y D	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35

	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
6 entre D y E	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.35
	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	
6 entre E y F	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.38
	Dirección	Talleres	350.00	0.50	175.00	0.18	
6 entre F y G	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.38
	Dirección	Talleres	350.00	0.50	175.00	0.18	
8 entre A y D	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15
8 entre D y E	Aula Innova	Laboratorios	300.00	0.50	150.00	0.15	0.15
8 entre E y F	Dirección	Talleres	350.00	0.50	175.00	0.18	0.18
8 entre F y G	Dirección	Talleres	350.00	0.50	175.00	0.18	0.18

*** Derecha 2**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre G' y H	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
Bord. Entre H y I	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.20
6 entre G' y H	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
6 entre H y I	Pasadizo	Corredores	400.00	0.50	200.00	0.20	0.33
	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	
8 entre G' y H	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13
8 entre H y I	Aula	Aulas	250.00	0.50	125.00	0.13	0.13

2. Azotea

2.1. Vigas Principales

2.1.1. Carga Muerta

2.1.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
2	300.00	3.840	1152.00	1.1520
4	300.00	3.840	1152.00	1.1520

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
D	300.00	3.840	1152.00	1.1520
E	300.00	3.840	1152.00	1.1520
F	300.00	3.840	1152.00	1.1520

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H	300.00	2.500	750.00	0.7500

2.1.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
2	100.00	4.140	414.00	0.4140
4	100.00	4.140	414.00	0.4140

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
D	100.00	4.140	414.00	0.4140
E	100.00	4.140	414.00	0.4140
F	100.00	4.140	414.00	0.4140

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H	100.00	2.750	275.00	0.2750

2.1.2. Carga Viva

*** Izquierda**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
2 en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
2 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
2 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
4 en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
4 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41
4 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	4.14	414.00	0.41	0.41

*** Derecha 1**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
D entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	4.13	413.00	0.41	0.41
D entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	4.13	413.00	0.41	0.41
E en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.12	411.50	0.41	0.41
E entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	4.12	411.50	0.41	0.41
E entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	4.12	411.50	0.41	0.41
F en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
F entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41
F entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	4.13	412.50	0.41	0.41

*** Derecha 2**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
H en el Voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.75	275.00	0.28	0.28
H entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	2.75	275.00	0.28	0.28
H entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	2.75	275.00	0.28	0.28

2.2. Muros Portantes

2.2.1. Carga Muerta

2.2.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	300.00	1.925	577.50	0.5775
3	300.00	3.830	1149.00	1.1490
5	300.00	1.925	577.50	0.5775

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	300.00	1.915	574.50	0.5745
G	300.00	1.925	577.50	0.5775

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G'	300.00	1.250	375.00	0.3750
I	300.00	1.250	375.00	0.3750

1.2.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1	100.00	1.925	192.50	0.1925
3	100.00	3.830	383.00	0.3830
5	100.00	1.925	192.50	0.1925

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A	100.00	1.915	191.50	0.1915
G	100.00	1.925	192.50	0.1925

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m2)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
G'	100.00	1.250	125.00	0.1250
I	100.00	1.250	125.00	0.1250

2.2.2. Carga Viva

*** Izquierda**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
1 en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
1 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
1 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
3 en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	4.08	408.00	0.41	0.41
3 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	4.08	408.00	0.41	0.41
3 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	4.08	408.00	0.41	0.41
5 en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
5 entre B y C	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
5 entre A y B	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22

*** Derecha 1**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
A entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	2.17	216.50	0.22	0.22
A entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	2.17	216.50	0.22	0.22
G en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
G entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22
G entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	2.18	217.50	0.22	0.22

*** Derecha 2**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
G' en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	1.50	150.00	0.15	0.15
G' entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	1.50	150.00	0.15	0.15
G' entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	1.50	150.00	0.15	0.15
I en el voladizo	Azotea	Techos	100.00	1.50	150.00	0.15	0.15
I entre 6 y 7	Azotea	Techos	100.00	1.50	150.00	0.15	0.15
I entre 7 y 8	Azotea	Techos	100.00	1.50	150.00	0.15	0.15

2.3. Vigas de Amarre y Borde

2.3.1. Carga Muerta

2.3.1.1 Losa Aligerada

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
C	300.00	1.000	300.00	0.3000
A	300.00	0.500	150.00	0.1500

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
6	300.00	1.000	300.00	0.3000
8	300.00	0.500	150.00	0.1500

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	300.00	0.500	150.00	0.1500
6	300.00	1.000	300.00	0.3000
8	300.00	0.500	150.00	0.1500

2.3.1.2 Piso Terminado

*** Izquierda**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
C	100.00	1.000	100.00	0.1000
A	100.00	0.500	50.00	0.0500

*** Derecha 1**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
6	100.00	1.000	100.00	0.1000
8	100.00	0.500	50.00	0.0500

*** Derecha 2**

Eje	W(kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
Borde	100.00	0.500	50.00	0.0500
6	100.00	1.000	100.00	0.1000
8	100.00	0.500	50.00	0.0500

2.3.2. Carga Viva

*** Izquierda**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre 3 y 4	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre 4 y 5	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
C entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
C entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
C entre 3 y 4	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
C entre 4 y 5	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
A entre 1 y 2	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
A entre 2 y 3	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
A entre 3 y 4	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
A entre 4 y 5	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05

*** Derecha 1**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre D y E	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre E y F	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre F y G	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
6 entre A y D	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
6 entre D y E	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
6 entre E y F	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
6 entre F y G	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
8 entre A y D	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
8 entre D y E	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
8 entre E y F	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
8 entre F y G	Azotea	Talleres	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05

*** Derecha 2**

Eje	Ambiente	Descripción E.020	W (Kg/m2)	Ancho de Influencia	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)	Total (Tn/m)
Bord. Entre G' y H	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
Bord. Entre H y I	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
6 entre G' y H	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
6 entre H y I	Azotea	Techos	100.00	1.00	100.00	0.10	0.10
8 entre G' y H	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05
8 entre H y I	Azotea	Techos	100.00	0.50	50.00	0.05	0.05

ANEXO N°1:
PLANOS I.E. SAN
ANTONIO

ANEXO N°2:
PLANOS I.E.
ABRAHAM
NORIEGA
VALERA