



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE
VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI DE
LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI -
INDEPENDENCIA - HUARAZ – ANCASH - 2016”.**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ROBERT PABLO SANDOVAL BAZAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

ANCASH – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES

Pablo y Angélica

Quienes con su amor y bondad han sido y serán por siempre los cimientos firmes que guían mi vida.

Los quiero.

A MI HERMANA MARILÚ

Gracias por todo tu apoyo en cada momento, por tu paciencia y por tu cariño.

Te quiero.

Robert Pablo Sandoval Bazan

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS, Por darme la salud y sabiduría necesaria para poder realizar las metas así como haber logrado dar este gran paso en la vida.
- Demuestro mis más sinceros agradecimientos al director de este proyecto, el Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta, por su colaboración y el interés que demostró en la realización de la tesis.
- Agradezco a la Institución Educativa Sabio Antonio Raimondi, representada por su Director el Sr. Máximo del Castillo Ayala por brindarme las facilidades necesarias y permitirme el ingreso al local de la Institución educativa para poderse realizar este trabajo de investigación.
- Al señor Rubén Urbano personal de servicio de la Institución educativa por abrirnos las puertas del local educativo y colaborarnos con la recopilación de la información.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de la edificación de la I.E. Sabio Antonio Raimondi del Distrito de Independencia - Huaraz- Ancash, con la finalidad de fomentar acciones de mitigación ante un evento sísmico, de manera que no ponga en peligro la vida de los escolares ni del personal que allí labora.

De esta manera se presenta una metodología que valora el nivel de daño que pueden alcanzar ante un eventual sismo, las edificaciones de la institución educativa. El modelo a emplear es de Benedetti y Petrini (Italia) estima un índice de vulnerabilidad calculado en función de las características de la estructura que más influyen en su comportamiento sísmico, y lo relaciona con un índice de daño, que a su vez depende de la acción del movimiento sísmico.

El tipo de Investigación es aplicada, el diseño de la Investigación es: no experimental - transversal y los resultados obtenidos son edificaciones con vulnerabilidad baja, media y alta. En caso de ocurrencia de un evento sísmico significativo sólo el 50 % de edificaciones evaluadas de la I.E. Sabio Antonio Raimondi seguirían de pie con algún daño estructural, mientras que el 50 % restante de edificaciones colapsaría y las pérdidas económicas serían considerables.

Palabras claves: Evaluar, Vulnerabilidad sísmica, Mitigación, Daño.

SUMMARY

This research aims to assess the seismic vulnerability of the building of the S.I. Antonio Raimondi District of Independencia - Huaraz Ancash, in order to promote mitigation actions before a seismic event, so as not to endanger the life of the school or the staff who work there.

Thus a methodology that assesses the level of damage that can reach before a possible earthquake, the buildings of the educational institution is presented. The model used is Benedetti and Petrini (Italy) estimates a vulnerability index calculated according to the structure characteristics that influence their seismic behavior, and relates it to an index of damage, which in turn depends on the action of the earthquake.

The type of research is applied, the research design is not experimental - Cross and the results obtained are buildings with low, medium and high vulnerability. In case of occurrence of a significant seismic event only 50% of the buildings evaluated S.I. Antonio Raimondi follow up with some structural damage, while the remaining 50% of buildings would collapse and economic losses would be considerable.

Key words: Evaluate, Vulnerability seismic, Mitigation, Hurt.

ÍNDICE

CARATULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
SUMMARY.....	V
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
ÍNDICE DE CUADROS.....	XII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XIV
ÍNDICE DE ANEXO.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	01
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	02
1.2.1 ESPACIAL.....	02
1.2.2 TEMPORAL.....	02
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	03
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	03
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	03
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	03
1.4.1.OBJETIVO GENERAL.....	03
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	03

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	04
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	04
1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	04
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	05
1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	05
1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	05
1.6.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	06
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	07
1.7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	07
1.7.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	07
1.7.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	07
1.7.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	08
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	08
1.8.1 POBLACIÓN.....	08
1.8.2 MUESTRA.....	08
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	09
1.9.1 TÉCNICAS.....	09
1.9.2 INSTRUMENTOS.....	09
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	09
1.9.1 JUSTIFICACIÓN.....	09
1.9.2 IMPORTANCIA.....	10

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	11
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	12
2.1.2. ANTECEDENTES LOCALES.....	13
2.2. BASES TEÓRICA.....	14
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	35
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	36
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.....	36
CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE RESULTADOS	
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.....	96
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	100
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
5.1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD.....	108
5.2. ÍNDICE DE DAÑOS Y PÉRDIDAS ECONÓMICAS.....	115
• CONCLUSIONES.....	117
• RECOMENDACIONES.....	119
• FUENTES DE INFORMACIÓN.....	122
ANEXOS.....	124

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Items de Vulnerabilidad.....	18
Tabla N° 02: Escala de Vulnerabilidad de Benedetti - Petrini.....	20
Tabla N° 03: Rango de Vulnerabilidad.....	20
Tabla N° 04: Funciones de Vulnerabilidad para diferentes índices de Vulnerabilidad.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Configuración en Planta.....	26
Figura N° 02: Configuración en Elevación.....	27
Figura N° 03: Funciones de Vulnerabilidad – Daño - Aceleración.....	33
Figura N° 04: Refuerzo con tirantes de acero	105
Figura N° 05: Refuerzo con malla electrosoldada.....	105
Figura N° 06: Inyección para sellar grietas.....	106

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Plano de Planta: Pabellón A. S. Infante – Primer Piso.....	47
Gráfico N° 02: Plano de Planta: Pabellón A. S. Infante – Segundo Piso.....	48
Gráfico N° 03: Plano de Planta: Pabellón M. A. Trujillo– Primer Piso.....	50
Gráfico N° 04: Plano de Planta: Pabellón M. A. Trujillo– Segundo Piso.....	51
Gráfico N° 05: Plano de Planta: Pabellón L. M. Landarevi– Primer Piso.....	52
Gráfico N° 06: Plano de Planta: Pabellón L. M. Landaveri– Primer Piso.....	53
Gráfico N° 07: Plano de Planta: Pabellón O. C. Lucio– Primer Piso.....	54
Gráfico N° 08: Plano de Planta: Pabellón O. C. Lucio– Segundo Piso.....	55
Gráfico N° 09: Plano de Planta: Pabellón M. Y. Montero– Primer Piso.....	57
Gráfico N° 10: Plano de Planta: Pabellón M. Y. Montero– Segundo Piso.....	57
Gráfico N° 11: Plano de Planta: Pabellón Administrativo– Primer Piso.....	59
Gráfico N° 12: Pabellón Augusto Soriano Infante.....	70
Gráfico N° 13: Pabellón María Alvarado Trujillo.....	70
Gráfico N° 14: Pabellón Ladislao Meza Landarevi.....	71
Gráfico N° 15: Pabellón Oscar Colchado Lucio.....	71
Gráfico N° 16: Pabellón Marcos Yauri Montero.....	72
Gráfico N° 17: Pabellón Administrativo.....	72
Gráfico N° 18: Pabellón Augusto Soriano Infante.....	80
Gráfico N° 19: Pabellón María Alvarado Trujillo.....	80
Gráfico N° 20: Pabellón Ladislao Meza Landarevi.....	81
Gráfico N° 21: Pabellón Oscar Colchado Lucio.....	81
Gráfico N° 22: Pabellón Marcos Yauri Montero.....	82
Gráfico N° 23: Pabellón Administrativo.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Cuadro Comparativo.....	21
Cuadro N° 02: Organización del Sistema Resistente.....	39
Cuadro N° 03: Cuadro de resultado.....	39
Cuadro N° 04: Calidad del Sistema Resistente.....	43
Cuadro N° 05: Cuadro de resultado.....	43
Cuadro N° 06:	49
Cuadro N° 07:.....	51
Cuadro N° 08:.....	53
Cuadro N° 09:.....	55
Cuadro N° 10:.....	58
Cuadro N° 11:.....	60
Cuadro N° 12: Resistencia Convencional.....	61
Cuadro N° 13: Cuadro de resultado.....	61
Cuadro N° 14: Posición del Edificio y de la Cimentación.....	62
Cuadro N° 15: Cuadro de resultado.....	62
Cuadro N° 16: Diafragmas Horizontales.....	67
Cuadro N° 17: Cuadro de resultado.....	67
Cuadro N° 18: Configuración en Planta.....	73
Cuadro N° 19: Cuadro de resultado.....	73
Cuadro N° 20: Configuración en Elevación.....	79
Cuadro N° 21: Cuadro de resultado.....	79
Cuadro N° 22: Distancia Máxima entre Muros.....	83
Cuadro N° 23: Cuadro de resultado.....	83

Cuadro N° 24: Tipo de Cubierta.....	84
Cuadro N° 25: Cuadro de resultado.....	84
Cuadro N° 26: Elementos No Estructurales.....	88
Cuadro N° 27: Cuadro de resultado.....	88
Cuadro N° 28: Estado de Conservación.....	92
Cuadro N° 29: Cuadro de resultado.....	92
Cuadro N° 30: Índice de Vulnerabilidad del Pabellón Augusto Soriano Infante.....	96
Cuadro N° 31: Índice de Vulnerabilidad del Pabellón María Alvarado Trujillo.....	97
Cuadro N° 32: Índice de Vulnerabilidad del Pabellón Ladislao Meza Landaveri.....	97
Cuadro N° 33: Índice de Vulnerabilidad del Pabellón Oscar Colchado Lucio.....	98
Cuadro N° 34: Índice de Vulnerabilidad del Pabellón Marcos Yauri Montero.....	98
Cuadro N° 35: Índice de Vulnerabilidad del Pabellón Administrativo.....	99
Cuadro N° 36: Resumen del Índice de Vulnerabilidad I.E. S.A.R.....	99
Cuadro N° 37: Cálculo del I.V. para diferentes aceleraciones.....	101
Cuadro N° 38:	102
Cuadro N° 38: Cálculo de las Pérdidas Económicas.....	103

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 01.....	40
Fotografía N° 02.....	40
Fotografía N° 03.....	41
Fotografía N° 04.....	41
Fotografía N° 05.....	42
Fotografía N° 06.....	42
Fotografía N° 07.....	44
Fotografía N° 08.....	44
Fotografía N° 09.....	45
Fotografía N° 10.....	45
Fotografía N° 11.....	46
Fotografía N° 12.....	46
Fotografía N° 13.....	63
Fotografía N° 14.....	63
Fotografía N° 15.....	64
Fotografía N° 16.....	64
Fotografía N° 17.....	65
Fotografía N° 18.....	65
Fotografía N° 19.....	67
Fotografía N° 20.....	67
Fotografía N° 21.....	68
Fotografía N° 22.....	68
Fotografía N° 23.....	69

Fotografía N° 24	69
Fotografía N° 25	74
Fotografía N° 26	75
Fotografía N° 27	76
Fotografía N° 28	77
Fotografía N° 29	77
Fotografía N° 30	79
Fotografía N° 31	85
Fotografía N° 32	85
Fotografía N° 33	86
Fotografía N° 34	86
Fotografía N° 35	87
Fotografía N° 36	87
Fotografía N° 37	89
Fotografía N° 38	89
Fotografía N° 39	90
Fotografía N° 40	90
Fotografía N° 41	91
Fotografía N° 42	91
Fotografía N° 43	93
Fotografía N° 44	93
Fotografía N° 45	94
Fotografía N° 46	94
Fotografía N° 47	95
Fotografía N° 48	95

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01: Ubicación Geográfica de la I.E. Sabio Antonio Raimondi.....	124
Anexo N° 02: Imagen Satelital de la I.E. Sabio Antonio Raimondi.....	125
Anexo N° 03: Imagen de c. circundantes de la I.E. S. Antonio Raimondi.....	125
Anexo N° 04: Plano en planta de distribución de los Pabellones de la I.E. Sabio Antonio Raimondi.....	126
Anexo N° 05: Croquis de zonas seguras, rutas de evacuación y salida del local de la I.E Sabio Antonio Raimondi.....	127
Anexo N° 06: Ficha de Técnica del Formulario de Vulnerabilidad.....	128
Anexo N° 07: Matriz de Consistencia.....	129
Anexo N° 08: Fichas técnicas de evaluación llenadas en campo.....	130

INTRODUCCIÓN

Ante las continuas actividades sísmicas que ocurren en nuestra región, surge la necesidad de realizar estudios conducentes a valorar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones educativas. Además, no se debe pasar por alto que una buena cantidad de estas edificaciones han sido diseñadas y construidas sin considerar los lineamientos sismorresistentes necesarios para su buen desempeño durante la ocurrencia de un sismo. Los estudios de vulnerabilidad son recientes, y debido a su importancia se han convertido hoy en día en uno de los principales instrumentos de investigación en ingeniería sísmica.

A nivel mundial los estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas son pocas, la mayor parte de los estudios son en líneas vitales como es en hospitales y otras investigaciones en viviendas familiares, además como los estudios de ingeniería sísmica no se han desarrollado desde la antigüedad, en consecuencia el estudio de la vulnerabilidad sísmica es reciente y poco a poco se van difundiendo en nuestra planeta, y muchos investigadores han puesto la mirada al problema y han desarrollado diferentes metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

La institución educativa del nivel primario y secundario de menores donde se ha desarrollado el presente trabajo de investigación es la I.E. Sabio Antonio Raimondi, ya que es una de las instituciones educativas más pobladas del distrito de Independencia – Huaraz – Ancash.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar la vulnerabilidad sísmica de La institución educativa Sabio Antonio Raimondi, aplicando el método de Benedetti y Petrini (índice de vulnerabilidad), esta metodología nos presenta once parámetros que más influyen en su comportamiento sísmico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Así mismo determinar el índice de daños y las pérdidas económicas frente a la ocurrencia de un evento sísmico considerable.

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La edificación de la I.E. Sabio Antonio Raimondi se encuentra ubicada en el Distrito de Independencia – Provincia de Huaraz – Región de Ancash, en el hermoso valle del Santa y según los antecedentes históricos corresponde a una zona de alta sismicidad, tal como se establece en la Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Mapa de Zonificación Sísmica (Zona 3). En el año 1970 ocurrió uno de los mayores eventos sísmicos en nuestra región y provocó el colapso de casi todos los edificios escolares de la población Ancashina, por lo que es latente el riesgo de ocurrencia de sismos. Por otro lado, se sabe que las edificaciones escolares por su función representan una prioridad dentro de las necesidades de la comunidad, y de su comportamiento frente a un sismo o cualquier otro fenómeno natural depende de la vida y seguridad de muchas personas, entre ellas niñas, niños y adolescentes, de cuya formación depende el desarrollo y crecimiento del país. Adicionalmente, es una práctica común que, una vez se presente una emergencia, los locales de los centros educativos son convertidos en albergues provisionales para damnificados y personal de apoyo, por lo que estas edificaciones deben cumplir su función luego de un evento sísmico.

El estudio de la vulnerabilidad sísmica del colegio Sabio Antonio Raimondi adquiere una importancia especial debido a que la edificación objeto de estudio ha sido construida antes del desarrollo de los códigos sísmo resistentes. Además la Institución educativa se erige sobre el resto arqueológico KANAPUN. Hasta la fecha no se han realizado excavaciones arqueológicas en las plataformas principales, pero hubo una pequeña investigación en 1980 cuando se abrieron las zanjas para los cimientos del primer pabellón. Como se registra en este establecimiento, se construyó pabellones con adobe hasta de dos niveles, evidenciando así, la vulnerabilidad aparente de esta estructura frente a un evento sísmico.

Ante esta situación de actividad sísmica en nuestra ciudad. Nos preocupa, como están contruidos los colegios, bajo que parámetros sísmicos y bajo qué técnicas ingenieriles y, los daños que pueden ocasionar este tipo de edificación ante un evento sísmico de daños considerables.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Delimitación Espacial

La investigación se desarrolló en la infraestructura existente de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi del distrito de Independencia - Huaraz – Ancash.

1.2.2. Delimitación Temporal

La presente investigación se desarrolló en el año 2016.

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema General

- a) ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de la I.E. Sabio Antonio Raimondi - Independencia - Huaraz, luego de aplicar el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini?

1.3.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles son las características estructurales y no estructurales de la edificación de la I.E. Sabio Antonio Raimondi, que determinan su comportamiento sísmico?
- b) ¿Cuál será el índice de daños y las pérdidas económicas frente a la ocurrencia de un evento sísmico considerable?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- a) Evaluar la vulnerabilidad sísmica por el método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini de la I.E. Sabio Antonio Raimondi del Distrito de Independencia - Huaraz- Ancash.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar las características estructurales y no estructurales de la edificación de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, que determinan su comportamiento sísmico.
- b) Determinar el índice de daños y las pérdidas económicas frente a la ocurrencia de un evento sísmico.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

- a) La aplicación del método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini permitirá evaluar la Vulnerabilidad sísmica de la edificación de la Institución Educativa Sabio Antonio Raimondi del Distrito de Independencia - Huaraz – Ancash.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- a) La aplicación del método de Benedetti y Petrini permitirá evaluar las características estructurales y no estructurales de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, que más influye en su comportamiento sísmico.
- b) Luego de aplicar el método de Benedetti y Petrini, se obtendrán los valores del índice de daños y las pérdidas económicas de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, frente a la ocurrencia de un evento sísmico significativo.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

a) Variables Independientes:

- **Índice de Vulnerabilidad:** el cuál es definido por la organización de la edificación (debe asegurar el comportamiento en "Cajón" de una estructura, tanto en planta como en elevación), calidad de la edificación (El tipo de material utilizado en la edificación responderá positiva o negativamente frente a la ocurrencia de un evento sísmico) y resistencia de la edificación (La configuración estructural, los materiales utilizados en la edificación influyen en la resistencia frente a un evento sísmico).

b) Variable Dependiente:

- **Vulnerabilidad Sísmica:** Depende de los once parámetros del método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.

c) Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	MEDICIÓN
Índice de vulnerabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • La organización de una edificación debe asegurar el comportamiento en "Cajón" de una estructura, tanto en planta como en elevación. • El tipo de material utilizado en la edificación responderá positiva o negativamente frente a la ocurrencia de un evento sísmico. • La configuración estructural, los materiales utilizados en la edificación influyen en la resistencia frente a un evento sísmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización del sistema resistente. • Calidad del sistema resistente. • Resistencia convencional. • Posición del edificio y cimentación. • Diafragma horizontal. • Configuración en planta. • Configuración en elevación. • Distancia máxima entre los muros. • Tipo de cubierta. • Elementos no estructurales. • Estado de conservación. 	Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini
Vulnerabilidad sísmica.	Es un valor único que permite clasificar a las estructuras de acuerdo a la calidad estructural y no estructural intrínseca de las mismas, dentro de un rango de baja vulnerabilidad a alta vulnerabilidad ante la acción de un sismo.	Evaluación de parámetros.	Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo de Investigación

- Por la naturaleza de la investigación, el presente estudio reúne las características principales para ser denominada como una **investigación aplicada**, debido a que los alcances de esta investigación son más prácticos, más aplicativos y se sustentan a través de normas, leyes, manuales y de instrumentos técnicos para la recopilación de la información. Este planteamiento da como resultado el sustento empírico y cuantitativo que nos permitirá llegar a las conclusiones finales de nuestro trabajo de investigación.

1.7.2 Nivel de Investigación

- **Nivel Descriptivo:** A través del cual buscamos de manera especial las características estructurales y no estructurales más importantes de la edificación de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, que son materia de nuestra evaluación.

1.7.3 Métodos de Investigación

- **Hipotético – Deductivo:** La presente investigación tiene la naturaleza hipotético-deductivo, ya que se inicia con la observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).

1.7.4 Diseño de Investigación

- Por la naturaleza de la investigación, el presente trabajo reúne las características principales para ser denominada como **diseño no experimental**. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.
- **Diseño Transversal:** Los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Población

- La población lo constituye la institución educativa Sabio Antonio Raimondi del distrito de Independencia – Huaraz - Ancash.

1.8.2 Muestra

- La muestra la constituyen las infraestructuras de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi del distrito de Independencia – Huaraz - Ancash.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1 Técnicas

- Se utilizó la encuesta como principal técnica de recolección de la información (Ver ficha de encuesta en el anexo 05).
- Se utilizó la observación en campo para el registro de los 11 parámetros del método del índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.

1.9.2 Instrumentos

- Ficha técnica del formulario de vulnerabilidad sísmica, según modelo (Anexo 05).
- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Computadora con programas: ArcGis 10.3, Google Earth. Autocad, Office 2010, otros.
- Libretas de Campo.
- Plumones, lapiceros, materiales de escritorio.
- Cinta métrica.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Justificación

Ante las continuas actividades sísmicas que ocurre en nuestra región, es necesario evaluar los daños que pueden ocasionar las edificaciones de las Instituciones educativas ante un eventual sismo, se ha tomado en cuenta la institución educativa Sabio Antonio Raimondi como materia de investigación, con la finalidad de fomentar acciones de mitigación ante un evento sísmico, de manera que no ponga en peligro la vida de los escolares ni del personal que allí labora.

Las investigaciones de esta naturaleza son pocas en nuestra región y, hay un desconocimiento respecto al tema. El estado no tiene participación para realizar este tipo de investigaciones, es cierto que últimamente se invierte en las Instituciones Educativas por mantenimiento preventivo, pero el presupuesto es poco y que solamente alcanza para el pintado de la infraestructura (fachada) y no existen proyectos o programas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Por tanto siendo importante estas evaluaciones para los planes de contingencia, las entidades del estado deben interesarse en conocer la condición actual de las edificaciones, con el objetivo de prever las consecuencias negativas que la ocurrencia de un sismo de una determinada magnitud puede generar, y de esta forma determinar las medidas necesarias para su mitigación.

1.10.2 Importancia

Los estudios de Vulnerabilidad Sísmica son importante para sensibilizar a las autoridades políticas y educativas para que tomen conciencia respecto al tema y que elaboren planes de contingencia para reducir riesgos sísmicos.

También es importante para que otros estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil se motiven a realizar Proyectos de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en otros lugares de nuestro País, aplicado a diferentes edificaciones como son en hospitales, Museos, Catedrales, edificaciones familiares, etc., para ello puede aplicarse otras metodologías, pues no hay métodos estandarizados para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica, existen diferentes métodos y técnicas que proponen cada autor.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, desde principios de la década de los años 1980 se gestó un interés en reconocer la importancia de las edificaciones escolares, que se tradujo en investigaciones por algunas organizaciones internacionales.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Vickery (1983), en un estudio para la UNESCO publicó un documento técnico en el cual analiza los principales problemas que entrañan el proyecto y la construcción de edificios escolares, resistentes a los desastres asociados a fenómenos naturales. Hacia 1987, se llevó a cabo un estudio de caso sobre México y la zona centroamericana (Gómez, 1987). Este documento fue realizado para la sección de infraestructuras y espacios educativos de la División de Política y Planificación del Sector de la Educación de la UNESCO. En este estudio se analiza el papel que juega el edificio escolar en casos de desastre, con el objetivo de proponer las acciones y la organización comunitaria que sean requeridas para prevenir y atender una emergencia; presenta de una manera clara y directa la aplicación de las principales condiciones del diseño y de la construcción de escuelas en zonas donde exista amenaza por uno o más fenómenos naturales.

En el año 2003, la Universidad Del Valle de la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática de la Facultad de Ingeniería de Santiago de Cali Colombia, realizó una investigación denominada Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas Públicas: una Propuesta Metodológica. En este trabajo se evalúa el grado de vulnerabilidad sísmica de una muestra representativa de escuelas públicas de la ciudad de Cali, cuyo estudio se consideró significativo debido a las inadecuadas condiciones que estos establecimientos presentan actualmente, a su importancia dentro de la comunidad a los antecedentes de daños por sismo en este tipo de edificaciones, estableciendo los aspectos que influyen en su estado actual y, por lo tanto, en su vulnerabilidad sísmica, constituyéndose en una herramienta para el desarrollo de planes de prevención y mitigación de riesgos en las escuelas.

El artículo denominado Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de expertos, realizado en Bucaramanga Colombia por Esperanza Maldonado Rondón, Gustavo Chio Cho e Iván Gómez Araujo en el año 2006, presenta un modelo rápido y sencillo de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería a escala regional. El modelo fue construido de forma que puede ser aplicado especialmente a zonas donde no se cuenta con información de daños sísmicos reales. El método se basa en la identificación de las características más relevantes e influyentes en el daño que sufrirá una edificación de mampostería bajo la acción de un sismo.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

En el Perú, la Universidad Nacional de Ingeniería con el auspicio del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres CISMID, realizaron trabajos sobre Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica del Distrito del Rímac en la Ciudad de Lima; en el Sector Educativo, se encontraron principalmente diversos problemas constructivos, por ejemplo, la Institución Educativa N° 2063 ha sido construida sobre relleno,

lo que genera un alto peligro para sus alumnos y para la población, pues no podría cumplir su función de zona de refugio temporal.

En el año 2012 la escuela profesional de ingeniería civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, desarrolló una investigación titulada Vulnerabilidad Sísmica en las instituciones educativas del nivel secundaria del distrito de Pativilca Provincia de Barranca - Lima – 2012, en la aplica la metodología del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini y determina el nivel de vulnerabilidad de las escuelas del distrito de Pativilca.

2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL

La tesis denominada “Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica en las Edificaciones de la Zona Urbana del Distrito de Jangas, Aplicando el Sistema de Información Geográfica”, realizado por Tito Moner Tinoco Meyhuay en el año 2014, muestra el grado de vulnerabilidad sísmica y las pérdidas económicas frente a la ocurrencia de un evento sísmico de las viviendas urbanas del distrito de Jangas aplicando el método de índice de Vulnerabilidad planteado por los estudiosos italianos Benedetti y Petrini, para lo cual elaboró la cartografía de la zona urbana en el Datum WGS84 y mediante el análisis de once parámetros y la aplicación del SIG para la elaboración de mapas temáticos concluyendo lo siguiente, del total de 292 viviendas evaluadas: el 21.6% de las viviendas se encuentran en la clase A, con una vulnerabilidad baja, el 39% se encuentra en la clase B, con vulnerabilidad media, el 34.9% se encuentra en la clase C, con una vulnerabilidad alta y el 4.5% se encuentra en la clase D, con vulnerabilidad muy alta.

En la investigación se recomienda que los estudios de vulnerabilidad sísmica deben realizarse en forma periódica a fin de actualizar la información debido a las construcciones nuevas que se están realizando en la zona urbana del distrito de Jangas.

2.2. BASES TEÓRICAS

Sismo

Según, Chavarría, Daniel y Gómez, Daniel, manifiestan que sismo "es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y su manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos a internos de la tierra. Por su intensidad se clasifican en: baja intensidad (temblores que no causan daño: con intensidad entre los grados III, IV y V grados de la escala Mercalli Modificada), de Moderada y Alta intensidad (terremotos: con intensidad entre los grados VI y VII de la escala Mercalli Modificada). Este fenómeno puede ser originado por procesos volcánicos".

Vulnerabilidad

Según, el Manual Básico para la Estimación del Riesgo, elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, manifiesta que "La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), puede sufrir daños humanos y materiales". Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 % a 100 %.

Vulnerabilidad Sísmica

Según, el Manual Básico para la Estimación del Riesgo, elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, La vulnerabilidad sísmica "es la susceptibilidad de la edificación a sufrir

daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado. La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales”.

Descripción de la I.E. Sabio Antonio Raimondi

La Institución Educativa "Sabio Antonio Raimondi", tiene una larga y muy importante trayectoria. Inicia su funcionamiento allá por los años de 1934 con el nombre de Escuela Elemental N° 3325, en una vivienda de adobe de dos pisos en el barrio de Belén comprendida entre la Av. Tarapacá y los jirones Luzuriaga, Francisco Pizarro y San Martín, por R. D. N° 14434 del 30 de octubre de 1944, se eleva la Escuela Elemental N° 3325 en Escuela de Segundo Grado de Varones N° 353. El 14 de junio de 1946, por ley N° 10600 se designa a la Escuela de 2º grado de varones N° 353 como "Monumento Escuela Antonio Raimondi", en honor al Sabio Italiano.

El Ministerio de Educación, adquiere en compra y venta la propiedad de la Sociedad Agrícola y Ganadera Limitada-Huaraz, ubicada en la Av. Fitzcarralt, hoy Av. Centenario para la instalación del Monumento Escuela Antonio Raimondi que venía funcionando en un local de material de adobe ubicado en la llamada Alameda Raimondi que fue malogrado por el fatídico aluvión.

Luego de esta instalación el 12 de julio de 1950 por Resolución Ministerial N° 4388 el Monumento Escuela de 2º grado Antonio Raimondi se convierte en Escuela Pre-vocacional, con este nombre permanece hasta el 31 de mayo de 1970. Al iniciarse el proceso de Reforma Educativa el Plantel afronta el grave peligro de desaparecer como tal al pretender integrarse a los Centros Educativos como Simón Bolívar y Jorge Basadre, finalmente el Centro Educativo

continúa independientemente con la denominación de Centro Integrado N° 86017 funcionando en aulas pre-fabricadas hasta 1978.

Al iniciarse el segundo gobierno del presidente Fernando Belaunde Terry, los planteles recuperan su denominación original, recuperando de esta manera su nomenclatura de Monumento Escuela Antonio Raimondi N° 86017; continuando con esta denominación hasta el 23 de junio de 1993 ya que mediante Resolución Directoral Departamental N° 0482 del 24 de junio de 1993 se resuelve, ampliar los Servicios Educativos del Centro Educativo N° 86017 Antonio Raimondi Huaraz, del Nivel de Educación Primaria de menores al Nivel de Educación Secundaria de menores, categoría que viene funcionando hasta nuestros días.

La Institución Educativa Sabio Antonio Raimondi se erige sobre el montículo arqueológico llamado KANAPUN. Hasta la fecha no se han realizado excavaciones arqueológicas en las plataformas principales, pero hubo una pequeña investigación en 1980 cuando se abrieron las zanjas para los cimientos del primer pabellón nuevo al lado sur de la casa y fuera de la plataforma. Allí se encontró un gran pozo lleno de miles de fragmentos desgastados de cerámica prehispánica. El análisis preliminar de los pocos fragmentos relativamente grandes o bien conservados indicó una ocupación tardía, dentro del tiempo del Reino Huaylas (aproximadamente 1200 a 1460 d.C.). No se encontró cerámica Inca allí y tampoco cerámica de estilos anteriores. Impero, el tamaño de este gran pozo-basural y la condición erosionada de la cerámica sugiere un evento de limpieza intensiva de espacios colindantes, tal vez, asociada con el uso del montículo de KANAPUN o con una fase tardía de su construcción.

Método de Índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini

En este trabajo de investigación se decidió aplicar la metodología del índice de vulnerabilidad propuesto por un grupo de investigadores italianos en 1982 que fue desarrollada a partir de la información de daño en edificios provocados por terremotos desde 1976. A partir de esta información se elaboró una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por sismos de determinada intensidad.

Algunas razones que se tuvieron en cuenta para la elección de la metodología de Benedetti y Petrini para la elaboración del presente trabajo de investigación aplicado a la Institución Educativa Sabio Antonio Raimondi:

- Está fundamentado en datos reales que provienen del análisis y evaluación de daños por sismos.
- Se puede aplicar en estudios a nivel urbano y rural.
- Se tiene la experiencia de haber aplicado en diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y como consecuencia se adoptó oficialmente por un organismo gubernamental de protección civil (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, GNDT).
- Se ha aplicado en España en los sismos de Almería en 1993 y 1994 (Yepez, 1996) y Murcia en 1999 (Mena 1999).
- También se ha aplicado en diversos trabajos como los de Angeletti en 1988, Benedetti en 1988; Caicedo en 1993; proyectos europeos entre otros.

El método del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini 1984) identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios causado por un terremoto. El método califica diversos aspectos de los edificios tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología estructural. Esta es una ventaja sobre los métodos que clasifican las construcciones por tipología, material o año de construcción como son el ATC-13 y las escalas de intensidad EMS-98, MSK, entre otros. Esta metodología considera aspectos como la configuración en planta y elevación, el tipo de cimentación, los elementos estructurales y no estructurales, el estado de conservación, y el tipo y calidad de los materiales para evaluar los parámetros que calificados individualmente en una escala numérica (afectada por un peso W_i , que trata de enfatizar su importancia relativa en el resultado final) proporciona un valor numérico de la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de los edificios de hormigón.

El método presupone la consideración de una serie de parámetros controladores del comportamiento sísmico de las edificaciones. Mientras más parámetros sean considerados, es de esperar una más realista calificación del potencial sismo-resistente de las edificaciones. Los parámetros involucrados, también conocidos como ítems de vulnerabilidad se presentan en la tabla N° 01.

Tabla N° 01. Ítems de Vulnerabilidad

PARÁMETROS
1. Organización del sistema resistente.
2. Calidad del sistema resistente.
3. Resistencia convencional.
4. Posición del edificio y cimentación.
5. Diafragma horizontales.
6. Configuración en planta.
7. Configuración en elevación.
8. Distancia máxima entre muros.
9. Tipo de cubierta.
10. Elementos no estructurales.
11. Estado de conservación.

Fuente: Ulises Mena H.

- **Cálculo del índice de Vulnerabilidad**

De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, el índice de vulnerabilidad se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la "calidad sísmica" de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que, se considera, juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería.

A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo, una de las cuatro clases A, B, C, D (A: óptimo, D: pésimo) siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico K_j que varía entre 0 y 45, como se observa en la Tabla 2. Así, por ejemplo, si el parámetro número cuatro "posición del edificio y cimentación" corresponde a una configuración insegura desde el punto de vista sísmico, se le asigna la clase D y el valor numérico $K_4 = 45$.

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso W_i , que varía entre 0.25 y 1.5. Este coeficiente refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente del edificio según la opinión de los ingenieros miembros del Comité de Ingeniería Estructural del Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de desastres de la Presidencia de la República.

Tabla N° 02. Escala de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragma horizontal (entre pisos)	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Ulises Mena H.

El índice de vulnerabilidad VI se define por la siguiente expresión:

$$VI = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

..... Ecuación 1

Al analizar la ecuación se puede deducir que el índice de vulnerabilidad define una escala continua de valores desde 0 hasta 382.5 que es el máximo valor posible. Este se divide por 3.825 para obtener un valor de índice de vulnerabilidad normalizado a un rango de $0 < I_v < 100$. Para interpretar mejor los resultados que se tienen en el presente estudio se definen los siguientes rangos de vulnerabilidad:

Tabla N° 03: Rango de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD		VALORES		PORCENTAJE %	
A	BAJA	0	95.63	0	25
B	MEDIA	95.63	191.3	25	50
C	ALTA	191.3	286.9	50	75
D	MUY ALTA	286.3	382.5	75	100

Fuente: Elaboración Propia.

Como puede verse en la Tabla 2, los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de naturaleza descriptiva y quedan definidos completamente por las instrucciones que se presentan más adelante. Por el contrario, los

parámetros 3, 6, 7 y 8 son de naturaleza cuantitativa y requieren de ciertas operaciones matemáticas muy sencillas, las cuales también se describen más adelante.

CUADRO N° 01

Cuadro comparativo de parámetros del método del índice de vulnerabilidad con los componentes del Reglamento de Edificaciones

COMPONENTE PROPUESTO POR LA NORMA PERUANA DE ESTRUCTURA	METODOLOGIA DE BENEDETTI Y PETRINI – ITALIA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS	
Irregularidad en planta de la edificación.	6. Configuración en planta.
Cantidad de muros en las dos direcciones.	8. Distancia máxima entre los muros.
Irregularidad en altura.	7. Configuración en elevación.
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	
Calidad de las juntas de pega en mortero.	2. Calidad del sistema resistente.
Tipo y disposición de las unidades de	2. Calidad del sistema resistente.
Calidad de las juntas de los materiales.	2. Calidad del sistema resistente.
ASPECTOS ESTRUCTURALES	
Muros confinados y reforzados.	1. Organización del sistema resistente.
Detalles de columnas y vigas de	3. Resistencia convencional.
Vigas de amarre o corona.	9. Tipo de cubierta.
Características de las aberturas.	
Diagrama Rígido.	5. Diafragma horizontales.
Amarre de cubiertas.	9. Tipo de cubierta.
Cimentación	
Suelos	3. Resistencia convencional.
Entorno o topografía Pendiente del terreno.	4. Posición del edificio y cimentación.

Fuente: CIP Ayacucho Seminario Regional.

Evaluación de Parámetros

Parámetro N° 01: Organización del Sistema resistente

Con este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material.

El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio o vivienda que presenta en todas las plantas o pisos, vigas y columnas de amarre como lo recomiendan las Normas Peruanas de Estructuras, Diseño sismorresistente. E -030.
- B) Edificio o vivienda que presenta en todas las plantas, conexiones mediante vigas de amarre.
- C) Edificio o vivienda que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas. Está constituido únicamente por muros o paredes ortogonales bien ligadas.
- D) Edificio o vivienda con muros o paredes ortogonales no ligadas.

Parámetro N° 02: Calidad del Sistema resistente

Con este parámetro se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando, de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: por un lado, del tipo de material y de la forma de los elementos que constituyen la

mampostería. Por otro lado, de la homogeneidad del material y de las piezas, por toda la extensión del muro. Se reporta una de las clases:

- A) El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:
1. Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.
 2. Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería.
 3. Mortero de buena calidad con espesor en la mayoría de los casos entre 1.0 a 1.5 cm.
- B) El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.
- C) El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.
- D) El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.

Parámetro N° 03: Resistencia Convencional

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en "cajón" de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada con razonable confiabilidad.

Se requiere de los siguientes datos: Número de pisos, plano de planta por piso.

Parámetro N° 04: Posición del Edificio y de la Cimentación

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota y está conformada por vigas corridas en concreto reforzado bajo los muros estructurales conformando anillos amarrados. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- B) Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro y la cimentación no cuenta con anillos amarrados pero sí con vigas de concreto. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- C) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro y la cimentación no cuenta con anillos amarrados ni vigas de concreto. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- D) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia

máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro.
Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

Parámetro N° 05: Diafragmas Horizontales

La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio con diafragmas que satisfacen las condiciones:
 - 1. Ausencia de planos a desnivel.
 - 2. La deformabilidad del diafragma es despreciable.
 - 3. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.

- B) Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la primera condición.

- C) Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la primera y segunda condición.

- D) Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

Parámetro N° 06: Configuración en Planta

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativo la relación $\beta_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $\beta_2 = b / L$. En la Figura N° 01 se explica el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo cual se evalúa siempre el caso más desfavorable.

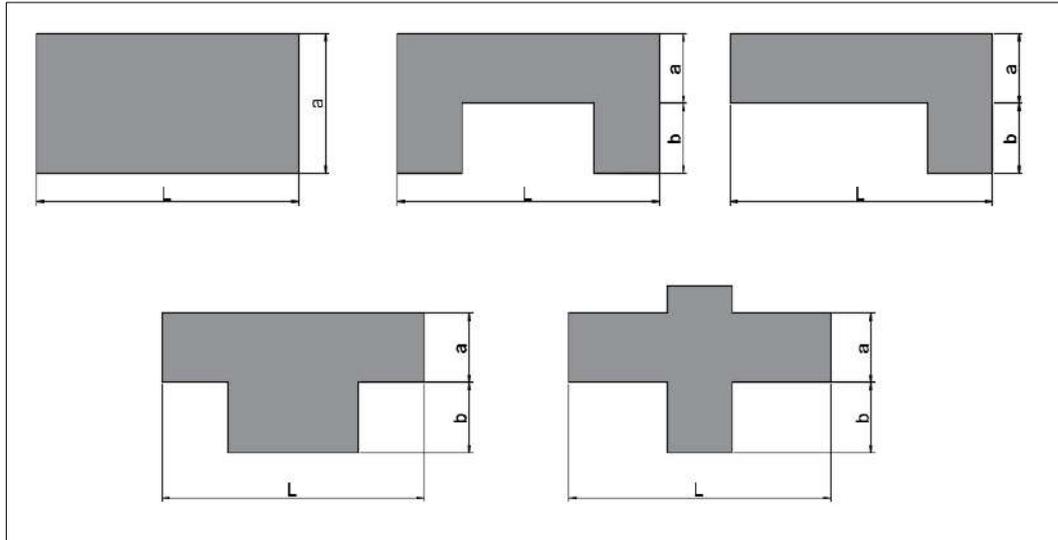


Figura N° 01: Configuración en Planta.

Fuente: Chavarría, Daniel y Gómez, Daniel.

Parámetro N° 07: Configuración en Elevación

En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de porches y torretas. La presencia de porches se reporta como la relación porcentual entre el área en planta del mismo y la superficie total del piso. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H, tal como se indica en la Figura N° 02. No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc.

También se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm \Delta M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm \Delta A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.

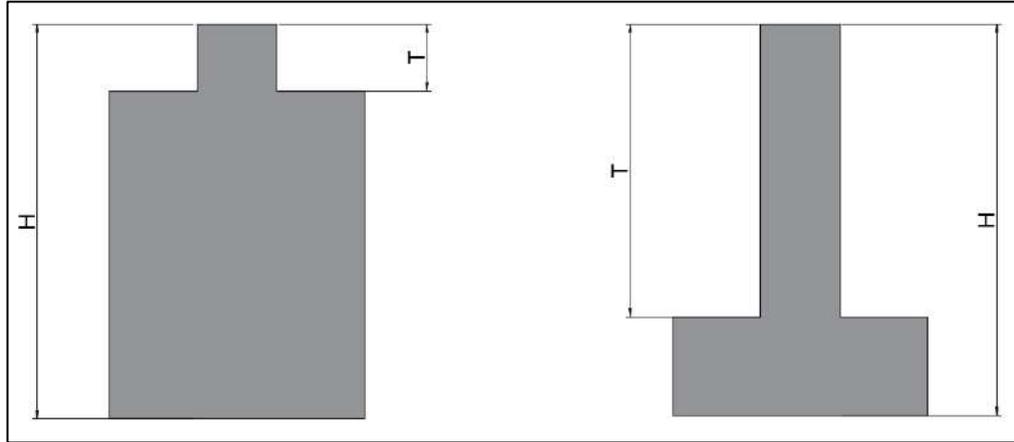


Figura N° 02: Configuración en Elevación.

Fuente: Chavarría, Daniel y Gómez, Daniel.

Parámetro N° 08: Distancia Máxima entre Muros

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

Parámetro N° 09: Tipo de Cubierta

Se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.
- B) Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.
- C) Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.
- D) Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

Parámetro N° 10: Elementos no Estructurales

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se trata de un parámetro secundario, para fines de la evaluación de la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases. Se reporta una de las clases:

- A) Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

- B) Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

- C) Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.

- D) Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a las estructuras principales y conectadas a ésta de modo deficiente.

Parámetro N° 11: Estado de Conservación

Se reporta una de las clases:

- A) Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B) Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C) Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D) Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

2.2.2. Cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa

Resistencia Convencional:

N: Número de pisos.

At: Área total cubierta en (m²).

Ax,y: Área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente en (m²). El área resistente de los muros inclinados un

ángulo α diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por $(\cos \alpha)^2$.

τ_K : Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de τ_K se determina como un promedio ponderado de los valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales τ_i , utilizando como factor de peso el porcentaje relativo en el área A_i de cada uno de ellos.

h: Altura media de los pisos en (m).

P_m: Peso específico de la mampostería en (Ton/m³).

P_s: Peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m²).

C: Coeficiente sísmico que se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión:

$$C = \frac{\alpha_0 \tau_K}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 \alpha_0 \tau_K (1 + \gamma)}}$$

Donde:

$$A = \min \{A_x; A_y\}$$

$$B = \max \{A_x; A_y\}$$

$$\alpha_0 = A / A_t$$

$$\gamma = B / A$$

$$q = \frac{(A+B)h}{A_t} P_m + P_s$$

El valor de "q" representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, asumiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre diferentes pisos del edificio.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C y D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

- A) Edificio con $\alpha \geq 1$.
- B) Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.
- C) Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.
- D) Edificio con $\alpha < 0.4$.

Configuración en Planta:

La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $0.8 \leq \beta_1$ ó $\beta_2 \leq 0.1$.
- B) Edificio con $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.
- C) Edificio con $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$.
- D) Edificio con $\beta_1 < 0.4$ ó $0.3 < \beta_2$.

Configuración en Elevación:

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $-\Delta M/M < 10\%$.
- B) Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$.
- C) Superficie porche $= 10\% \cong 20\%$ ó $-\Delta M/M > 20\%$ ó $T/H < 2/3$.
- D) Superficie porche $> 20\%$ ó $\Delta M/M > 0$ ó $T/H > 2/3$.

Distancia máxima entre los muros:

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $L/S < 15$.
- B) Edificio con $15 \leq L/S < 18$.

- C) Edificio con $18 \leq L/S < 25$.
- D) Edificio con $L/S \geq 25$.

2.2.3. Índices de Daño y Pérdidas Económicas:

Es importante entender que los valores de los índices de vulnerabilidad por sí solos no aportaban información suficiente para estimar el riesgo sísmico y por lo tanto los autores de esta metodología comprendieron que un lenguaje más accesible para el lector era transformar estos índices en su equivalente en pérdidas económicas.

Índices de Daño:

Un análisis probabilístico se pudo utilizar para producir la evaluación de riesgo en el sentido más amplio, dando para cada nivel de movimiento del terreno, un número esperado de daños para las edificaciones. Los métodos para obtener lo anterior han sido desarrollados ya y probados en varias áreas, adoptando el llamado índice de daño (expresado por una función de forma continua con un rango entre 0 y 100), un enfoque para cuantificar daños a edificios golpeados por un movimiento sísmico.

Esta correlación ha sido revisada desde su primera versión publicada en 1989, y se ha modificado calibrando datos procedentes de cuatro centros que fueron extensivamente estudiados en Italia: Venzone, Tarcento, Barrea, y San Daniele. Esas curvas, mostradas en la Figura 01, representan el daño esperado como una función de la aceleración horizontal de terreno y del índice de vulnerabilidad. Las situaciones diferentes de vulnerabilidad mueven este valor desde una de curva a otra, aumentando o disminuyéndola.

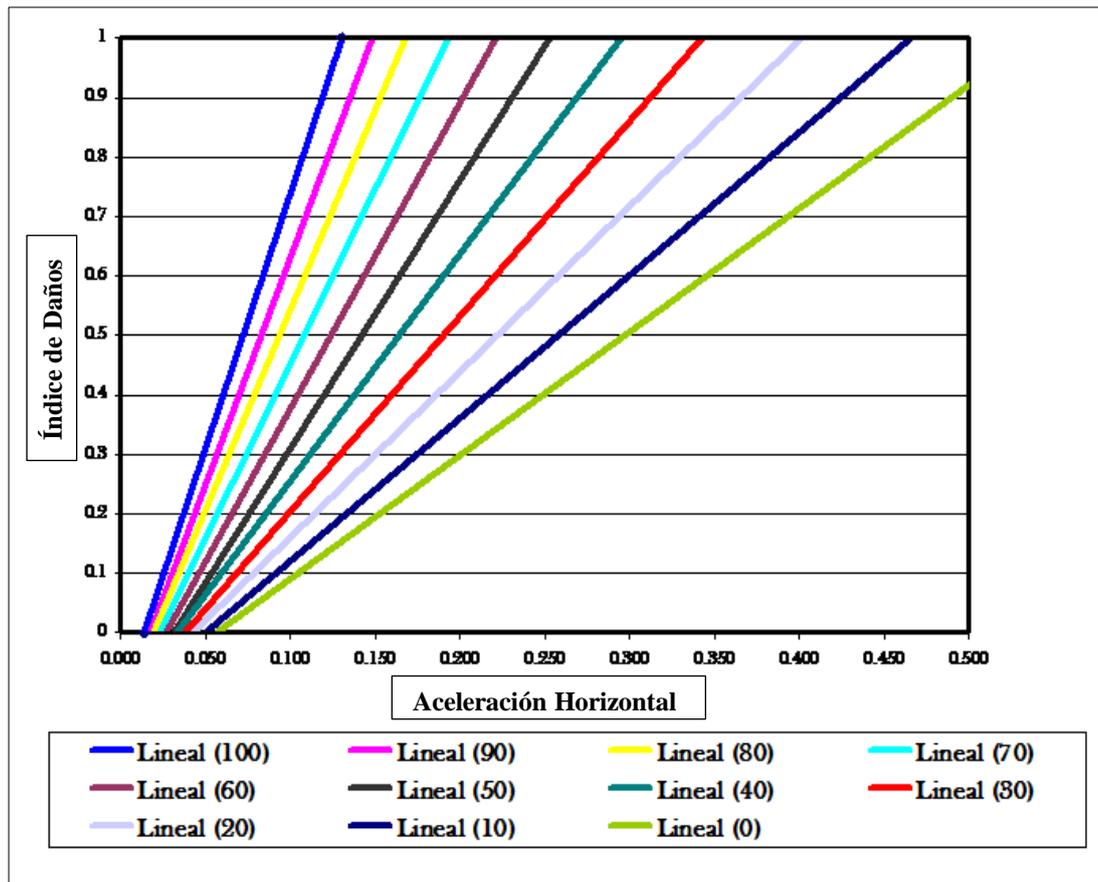


Figura N° 03: Funciones de vulnerabilidad – daño - aceleración con parámetros estimados de datos de Venzona, Tarcento, San Daniele y Barrea.

Fuente: Daniel Chavarría y Daniel Gómez.

Para utilizar e interpretar las funciones anteriores se procedió como sigue:

El rango de variación de los índices de vulnerabilidad calculados en el capítulo anterior, estaba comprendido entre 0 y 382.5. Los valores obtenidos por la suma ponderada se dividieron por 3.825 para obtener una escala normalizada de variación $0 < I_v < 100$. El índice de vulnerabilidad se usó como un paso intermedio para estimar el daño al edificio bajo una acción sísmica especificada y para cada índice existía una recta, tal y como se muestra en la Figura 01 con diferentes colores para diferentes índices.

El daño se expresa en una escala normalizada ($0 < d < 1$) y representaba el costo necesario para recuperar la condición inicial referido al valor real del edificio. Valores altos de d (0.8-1) se consideraron equivalentes al colapso del edificio. Las ecuaciones que describen las rectas mostradas en la Figura 01, se muestran en la Tabla 04.

Tabla 04:
Funciones de vulnerabilidad para diferentes índices de vulnerabilidad.

Índice de Vulnerabilidad normalizado	Ecuación de la recta
100	Índice de Daño = $8.6154^*(a/g) - 0.1231$
90	Índice de Daño = $7.6712^*(a/g) - 0.1371$
80	Índice de Daño = $6.7470^*(a/g) - 0.1325$
70	Índice de Daño = $5.8947^*(a/g) - 0.1368$
60	Índice de Daño = $5.1376^*(a/g) - 0.1376$
50	Índice de Daño = $4.5161^*(a/g) - 0.1452$
40	Índice de Daño = $3.8356^*(a/g) - 0.1301$
30	Índice de Daño = $3.2845^*(a/g) - 0.1261$
20	Índice de Daño = $2.7861^*(a/g) - 0.1194$
10	Índice de Daño = $2.4086^*(a/g) - 0.1226$
0	Índice de Daño = $2.0786^*(a/g) - 0.1188$

Fuente: Daniel Chavarría y Daniel Gómez.

Con estas funciones se pueden calcular los índices de daño con base en los índices de vulnerabilidad calculados y con la aceleración horizontal del terreno.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

❖ **Sismo**

Movimiento de la corteza terrestre.

❖ **Vulnerabilidad**

Exposición de zonas frente a la ocurrencia de un peligro o amenaza.

❖ **Vulnerabilidad Sísmica**

Susceptibilidad de una edificación a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado.

❖ **Índice de Vulnerabilidad Sísmica**

Es un método cualitativo para la determinación de la Vulnerabilidad Sísmica.

❖ **Porche**

Espacio arquitectónico abierto lateralmente y cerrado por la parte superior adosado a una construcción.

❖ **Pérdidas económicas**

Son pérdidas monetarias que se puede medir y que fueron causadas por algún daño que sufrió.

❖ **Índice de daños**

Tiene por finalidad estimar el daño asociado a cada escenario accidental, para cuantificar daños a edificios golpeados por un movimiento sísmico.

CAPITULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

El Formulario de Vulnerabilidad, es originario de Italia y ha sido probado en diferentes países de América Latina con resultados satisfactorios. Tal como se menciona en los antecedentes de la investigación y las bases teóricas.

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

3.2.1 Ubicación Geográfica:

Tomando como referencia la entrada principal de la institución educativa se ha tenido las siguientes coordenadas:

Latitud Sur : 09°31'18.79"

Longitud Oeste : 77°31'44.99"

Coordenadas UTM (Datum WGS-84)

Coordenada Este : 222 333.63

Coordenada Norte : 8 946 433.94

3.1.2 Ubicación Política:

Departamento : Ancash
Provincia : Huaraz
Distrito : Independencia

3.1.2 Altitud:

La altitud de la I.E. Sabio Antonio Raimondi tomado como referencia la entrada principal a la institución es de 3,060.00 m.s.n.m.

3.1.3 Extensión:

La institución educativa Sabio Antonio Raimondi tiene una extensión de 7785.488 m² y un perímetro de 358.318 m.

3.1.4 Descripción de las edificaciones:

La institución educativa Sabio Antonio Raimondi tiene 5 pabellones en las cuales se desarrollan las clases formativas; los cuales son: Pabellón Augusto Soriano Infante, Pabellón María Dicientia Alvarado Trujillo, Pabellón Ladislao Meza Landaveri, Pabellón Oscar Colchado Lucio y el Pabellón Marcos Yauri Montero. Además se cuenta con una edificación de destinada a los siguientes servicios: Biblioteca primaria, biblioteca secundaria, Oratorio, Dirección, Sala de profesores, área administrativa, al cual lo denominaremos como Pabellón de Administración. A continuación se muestra las características más resaltantes de cada una de los pabellones antes mencionados de la institución educativa:

➤ Pabellón Augusto Soriano Infante y Pabellón María Dicientia Alvarado Trujillo:

Edificaciones construidas en el año 2009, su uso principal es de aulas de clase, presentan un diseño de sistema mixto: de muros de albañilería y pórticos, de dos niveles cada uno. Actualmente presenta un aparente un estado de conservación bueno.

➤ **Pabellón Ladislao Meza Landaveri y Pabellón Oscar Colchado**

Lucio:

Edificaciones construidas en el año 2004, su uso principal es de aulas de clase, presentan un diseño de sistema de muros de albañilería, de dos niveles cada uno. Actualmente presenta un aparente desgaste en su condición de conservación.

➤ **Pabellón Marcos Yauri Montero:**

Edificaciones construidas en el año 2000, su uso principal es de aulas de clase, presentan un diseño de sistema de muros de albañilería, de dos niveles cada uno. Actualmente presenta un aparente desgaste en su condición de conservación.

➤ **Pabellón Administración:**

Edificación construida en el año 1950, su uso principal es de bibliotecas, oratorios, dirección, sala de profesores, y otros ambientes de administración, presentan un diseño de sistema de muros de adobe, originalmente contaba con dos niveles, pero después del terremoto del 1970, quedo reducido a un nivel, el cual se mantiene hasta hoy en día. Actualmente presenta un aparente desgaste en su condición de conservación.

3.1.4 Población:

Según el Censo Escolar 2015 y Carta Educativa del Ministerio de Educación - Unidad de Estadística Educativa, se tiene una población total de 407 alumnos y 33 docentes en el Nivel Primario y una población de 423 alumnos y 28 docentes en el Nivel Secundaria, haciendo un total de 891 personas entre alumnos y docentes que ocupan las instalaciones de la Institución educativa de manera permanente durante el año escolar.

3.1.5 Cálculo del índice de vulnerabilidad

Parámetro 01: Organización del Sistema Resistente:

Teniendo en cuenta que frente a la ocurrencia de un sismo se debe asegurar el comportamiento en cajón de una estructura, se evaluó la presencia de vigas y columnas de amarres presentes en todos los pisos, sin tener en cuenta el tipo de material de construcción.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 02

PARÁMETRO N° 01: ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio o vivienda que presenta en todas las plantas o pisos, vigas y columnas de amarre.
B	Edificio o vivienda que presenta en todas las plantas, conexiones mediante vigas de amarre.
C	Edificio o vivienda que no presenta vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por muros
D	Edificio o vivienda con muros o paredes ortogonales no ligadas .

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 03

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	A
María DICTENIA Alvarado Trujillo	A
Ladislao Meza Landaveri	A
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	A
Administrativo	C

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 01: Pabellón Augusto Soriano Infante (Edificio que presenta en todos los pisos, vigas y columnas de amarre).



Fotografía N° 02: Pabellón María Dictenia Alvarado Trujillo (Edificio que presenta en todos los pisos, vigas y columnas de amarre).



Fotografía N° 03: Pabellón Ladislao Meza Landaveri (Edificio que presenta en todos los pisos, vigas y columnas de amarre).



Fotografía N° 04: Pabellón Oscar Colchado Lucio (Edificio que presenta en todos los pisos, vigas y columnas de amarre).



Fotografía N° 05: Pabellón Marcos Yauri Montero (Edificio que presenta en todos los pisos, vigas y columnas de amarre).



Fotografía N° 06: Pabellón Administrativo (Edificio que no presenta vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por muros).

Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente:

Este parámetro evalúa el tipo de mampostería más frecuente, piezas de buena calidad, homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro de las edificaciones.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 04

PARÁMETRO N° 02: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características siguientes: mampostería en ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería y mortero de buena calidad con espesor constante (1.0 – 1.5 cm).
B	El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.
C	El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.
D	El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 05

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	A
María Dictenia Alvarado Trujillo	A
Ladislao Meza Landaveri	A
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	A
Administrativo	D

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 07: Pabellón Augusto Soriano Infante (El sistema resistente presenta mampostería en ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería).



Fotografía N° 08: Pabellón María Dictenia Alvarado Trujillo (El sistema resistente presenta mampostería en ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería).



Fotografía N° 09: Pabellón Ladislao Meza Landaveri (El sistema resistente presenta mampostería en ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería).



Fotografía N° 10: Pabellón Oscar Colchado Lucio (El sistema resistente presenta mampostería en ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería).



Fotografía N° 11: Pabellón Marcos Yauri Montero (El sistema resistente presenta mampostería en ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería).



Fotografía N° 12: Pabellón Administrativo (El sistema resistente presenta mampostería en adobe de mala calidad, no presenta verticalidad entre las unidades de albañilería y mortero de mala calidad).

Parámetro 03: Resistencia Convencional:

Dentro de la zona de la I.E. Sabio Antonio Raimondi se observan cinco pabellones, edificaciones de material noble (ladrillo) y una edificación de adobe, por tanto los cálculos se han realizado por separado para cada tipo de material y para cada edificación.

Edificaciones de Ladrillo:

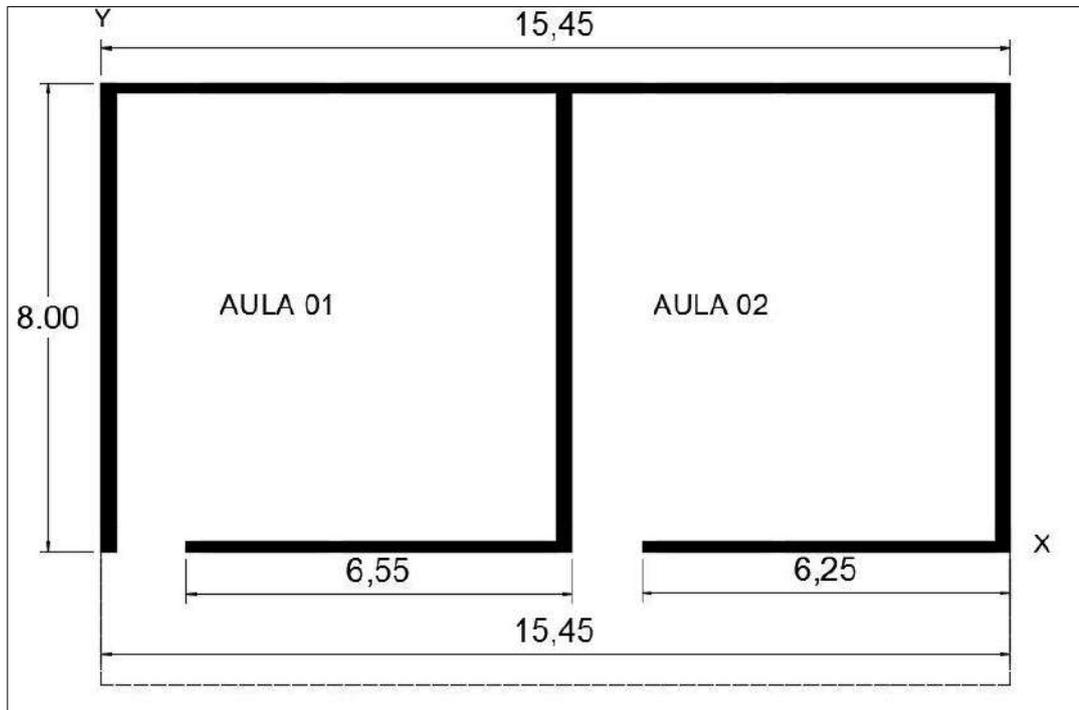


GRÁFICO N° 01: Plano de planta Pabellón Augusto Soriano Infante – Primer Piso.

Fuente: Elaboración Propia

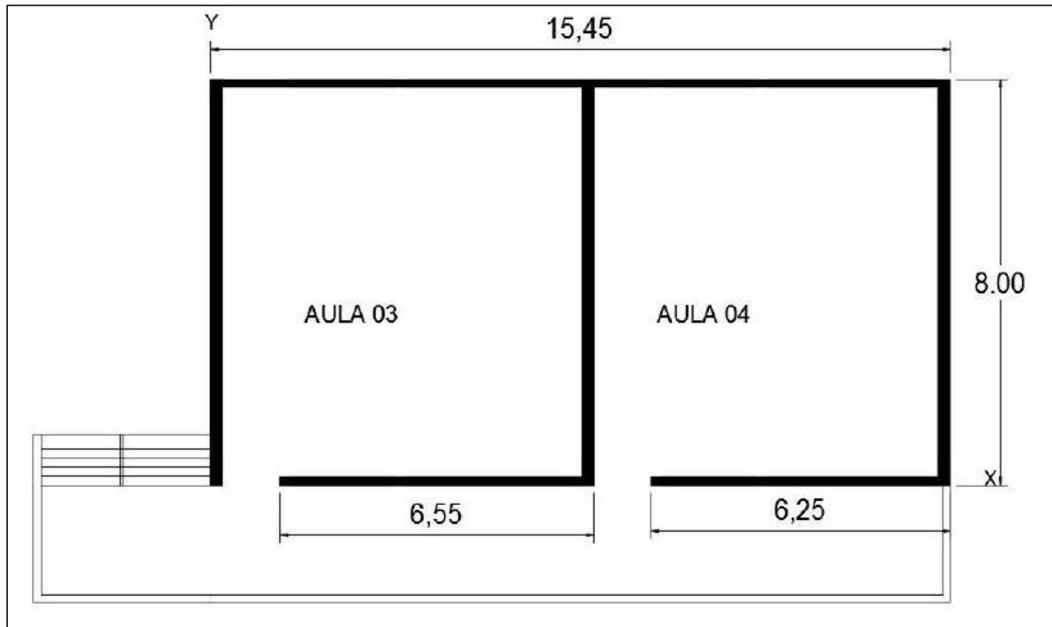


GRÁFICO N° 02: Plano de planta: Pabellón Augusto Soriano Infante – Segundo Piso

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la metodología planteada el coeficiente sísmico "C", se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión.

$$C = \frac{\alpha_0 \tau_K}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 \alpha_0 \tau_K (1 + \gamma)}}$$

Donde:

$$A = \min \{A_x; A_y\}$$

$$B = \max \{A_x; A_y\}$$

$$\alpha_0 = A / A_t$$

$$\gamma = B / A$$

$$q = \frac{(A + B)h}{A_t} P_m + P_s$$

τ_k : Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²).

h: Altura media de los pisos en (m).

Pm: Peso específico de la mampostería en (Ton/m³)

Ps: Peso por unidad de área del diafragma en (Ton/m²)

El valor de **q** representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, asumiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre los diferentes pisos del edificio.

Número de pisos (N) : 2.00
 Área total cubierta (A_t) : 123.60 m²
 Área resistente en el sentido X (A_x) : 8.48 m²
 Área resistente en el sentido Y (A_y) : 12.00 m²

CUADRO N° 06

Descripción	Longitud	Ancho	A _x		Longitud	Ancho	A _y
Primer Piso			4.24				6.00
Eje X1	6.55	0.15	0.98	Eje Y1	8.00	0.25	2.00
Eje X2	6.25	0.15	0.94	Eje Y2	8.00	0.25	2.00
Eje X3	15.45	0.15	2.32	Eje Y3	8.00	0.25	2.00
Segundo Piso			4.24				6.00
Eje X1	6.55	0.15	0.98	Eje Y1	8.00	0.25	2.00
Eje X2	6.25	0.15	0.94	Eje Y2	8.00	0.25	2.00
Eje X3	15.45	0.15	2.32	Eje Y3	8.00	0.25	2.00

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia cortante mampostería (τ_k) : 8.00 Tn/m²
 Altura media de los pisos (h) : 3.00 m
 Peso específico de mampostería (Pm) : 1.80 Tn/m³
 Peso por unidad de área diafragma (Ps) : 0.35 Tn/m²

Cálculo adicional de parámetros:

- A = 8.48 m²
- B = 12.00 m²
- a_o = 0.069
- γ = 1.416
- q = 1.245
- C = 0.354

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

$$\alpha = C/\bar{C}$$

$$\alpha = 0.885$$

CLASE ("B")

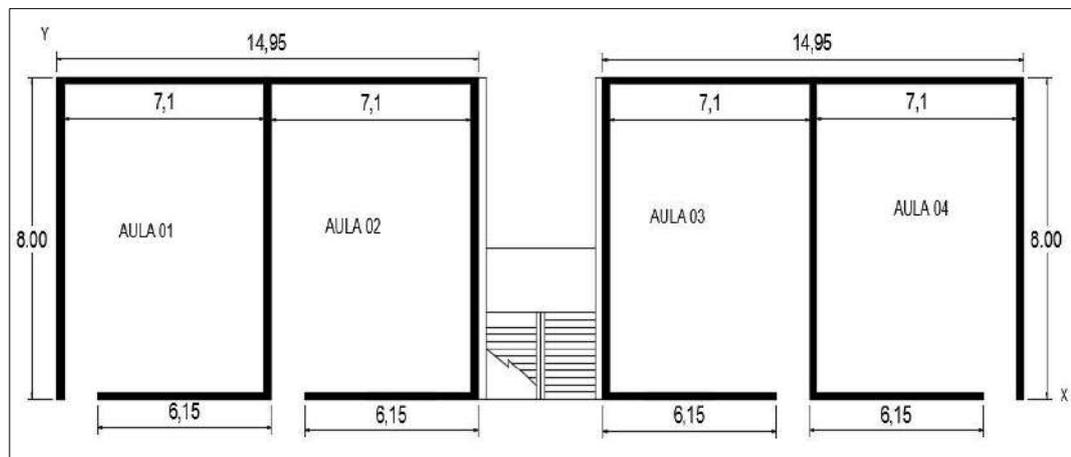


GRÁFICO N° 03: Plano de planta Pabellón María Alvarado Trujillo- Primer Piso

Fuente: Elaboración Propia

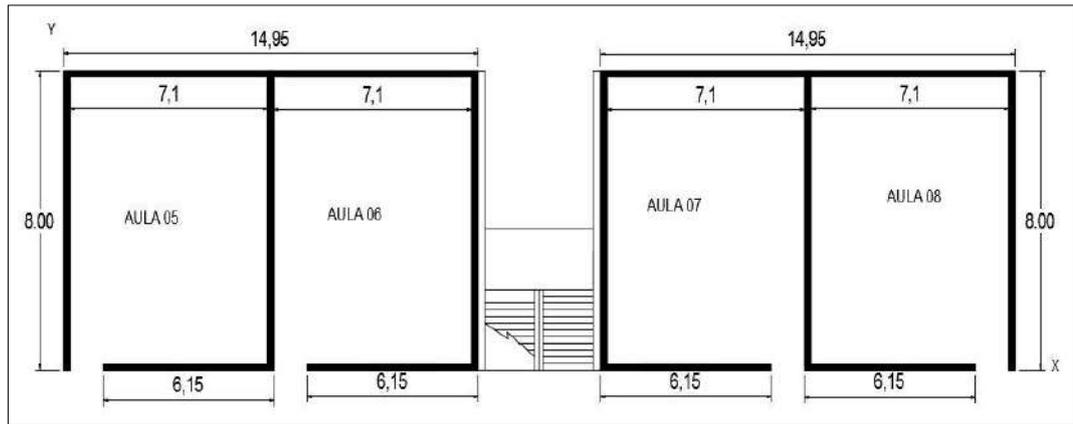


GRÁFICO N° 04: Plano de Planta Pabellón María Alvarado Trujillo– Segundo Piso.

Fuente: Elaboración Propia

Número de pisos (N)	:	2.00
Área total cubierta (A_t)	:	239.20 m ²
Área resistente en el sentido X (A_x)	:	16.36 m ²
Área resistente en el sentido Y (A_y)	:	24.00 m ²

CUADRO N° 07

Descripción	Longitud	Ancho	A_x		Longitud	Ancho	A_y
Primer Piso			8.18				12.00
Eje X1	6.15	0.15	0.92	Eje Y1	8.00	0.25	2.00
Eje X2	6.15	0.15	0.92	Eje Y2	8.00	0.25	2.00
Eje X3	14.95	0.15	2.24	Eje Y3	8.00	0.25	2.00
Eje X4	6.15	0.15	0.92	Eje Y4	8.00	0.25	2.00
Eje X5	6.15	0.15	0.92	Eje Y5	8.00	0.25	2.00
Eje X6	14.95	0.15	2.24	Eje Y6	8.00	0.25	2.00
Segundo Piso			8.18				12.00
Eje X1	6.15	0.15	0.92	Eje Y1	8.00	0.25	2.00
Eje X2	6.15	0.15	0.92	Eje Y2	8.00	0.25	2.00
Eje X3	14.95	0.15	2.24	Eje Y3	8.00	0.25	2.00
Eje X4	6.15	0.15	0.92	Eje Y4	8.00	0.25	2.00
Eje X5	6.15	0.15	0.92	Eje Y5	8.00	0.25	2.00
Eje X6	14.95	0.15	2.24	Eje Y6	8.00	0.25	2.00

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia cortante mampostería (τ_k) : 8.00 Tn/m²

Altura media de los pisos (h) : 3.00 m

Peso específico de mampostería (Pm) : 1.80 Tn/m³

Peso por unidad de área diafragma (Ps) : 0.35 Tn/m²

A = 16.36 m²

B = 24.00 m²

a_o = 0.068

γ = 1.467

q = 1.261

C = 0.352

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

$$\alpha = C/\bar{C}$$

$$\alpha = 0.880$$

CLASE ("B")

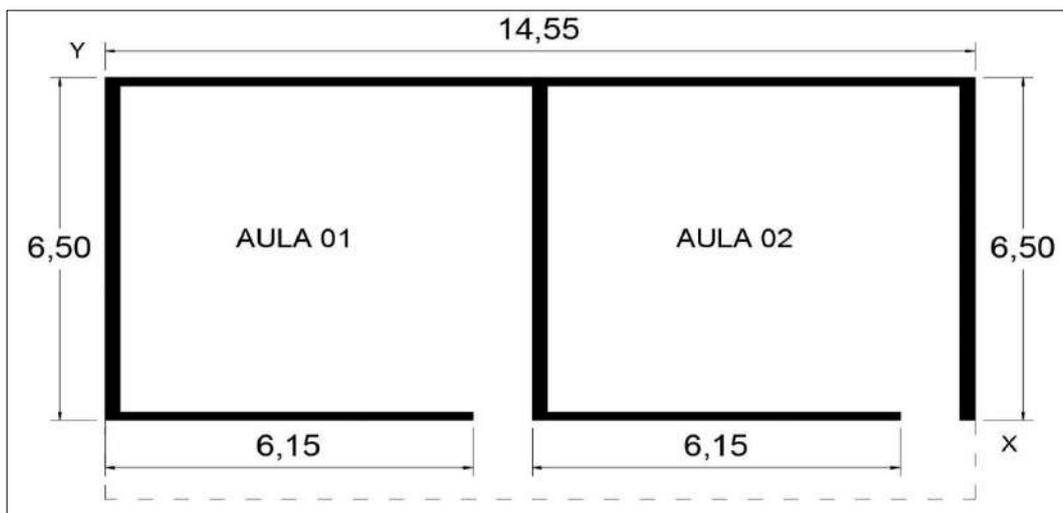


GRÁFICO N° 05: Plano de Planta Pabellón Ladislao Meza Landaveri – Primer Piso.

Fuente: Elaboración Propia

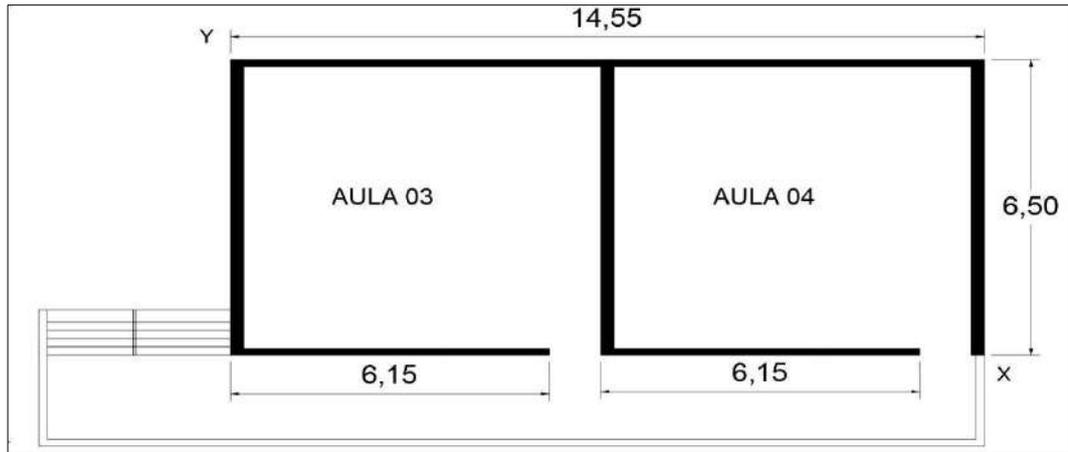


GRÁFICO N° 06: Plano de Planta Pabellón Ladislao Meza Landaveri – Segundo Piso.

Fuente: Elaboración Propia.

Número de pisos (N)	:	2.00
Área total cubierta (A_t)	:	94.58 m ²
Área resistente en el sentido X (A_x)	:	8.06 m ²
Área resistente en el sentido Y (A_y)	:	9.75 m ²

CUADRO N° 08

Descripción	Longitud	Ancho	A_x		Longitud	Ancho	A_y
Primer Piso			4.03				4.88
Eje X1	6.15	0.15	0.92	Eje Y1	6.50	0.25	1.63
Eje X2	6.15	0.15	0.92	Eje Y2	6.50	0.25	1.63
Eje X3	14.55	0.15	2.18	Eje Y3	6.50	0.25	1.63
Segundo Piso			4.03				4.88
Eje X1	6.15	0.15	0.92	Eje Y1	6.50	0.25	1.63
Eje X2	6.15	0.15	0.92	Eje Y2	6.50	0.25	1.63
Eje X3	14.55	0.15	2.18	Eje Y3	6.50	0.25	1.63

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia cortante mampostería (τ_k)	:	8.00 Tn/m ²
Altura media de los pisos (h)	:	3.00 m
Peso específico de mampostería (P_m)	:	1.80 Tn/m ³
Peso por unidad de área diafragma (P_s)	:	0.35 Tn/m ²

- A = 8.06 m²
- B = 9.75 m²
- a_o = 0.085
- γ = 1.210
- q = 1.367
- C = 0.435

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

$$\alpha = C/\bar{C}$$

$$\alpha = 1.086$$

CLASE ("A")

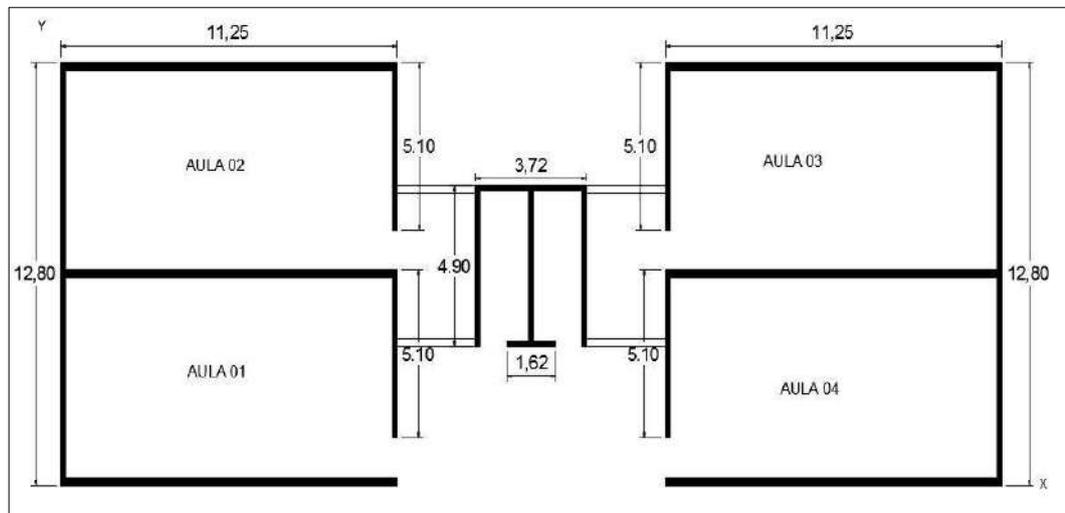


GRÁFICO N° 07: Plano de Planta Pabellón Oscar Colchado Lucio – Primer Piso.

Fuente: Elaboración Propia.

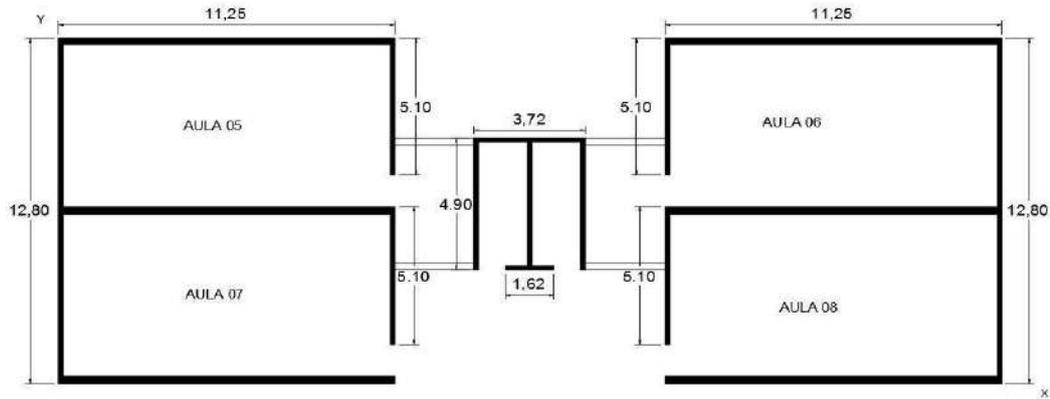


GRÁFICO N° 08: Plano de Planta Pabellón Oscar Colchado Lucio – Segundo Piso.

Fuente: Elaboración Propia.

- Número de pisos (N) : 2.00
- Área total cubierta (A_t) : 306.23 m²
- Área resistente en el sentido X (A_x) : 35.35 m²
- Área resistente en el sentido Y (A_y) : 18.21 m²

CUADRO N° 09

Descripción	Longitud	Ancho	Ax		Longitud	Ancho	Ay
Primer Piso			17.68				9.11
Eje X1	11.25	0.25	2.81	Eje Y1	12.80	0.15	1.92
Eje X2	11.25	0.25	2.81	Eje Y2	5.10	0.15	0.77
Eje X3	11.25	0.25	2.81	Eje Y3	5.10	0.15	0.77
Eje X4	11.25	0.25	2.81	Eje Y4	12.80	0.15	1.92
Eje X5	11.25	0.25	2.81	Eje Y5	5.10	0.15	0.77
Eje X6	11.25	0.25	2.81	Eje Y6	5.10	0.15	0.77
Eje X7	3.72	0.15	0.56	Eje Y7	4.90	0.15	0.74
Eje X8	1.62	0.15	0.24	Eje Y8	4.90	0.15	0.74
				Eje Y9	4.90	0.15	0.74
Segundo Piso			17.68				9.11
Eje X1	11.25	0.25	2.81	Eje Y1	12.80	0.15	1.92
Eje X2	11.25	0.25	2.81	Eje Y2	5.10	0.15	0.77
Eje X3	11.25	0.25	2.81	Eje Y3	5.10	0.15	0.77
Eje X4	11.25	0.25	2.81	Eje Y4	12.80	0.15	1.92
Eje X5	11.25	0.25	2.81	Eje Y5	5.10	0.15	0.77
Eje X6	11.25	0.25	2.81	Eje Y6	5.10	0.15	0.77
Eje X7	3.72	0.15	0.56	Eje Y7	4.90	0.15	0.74
Eje X8	1.62	0.15	0.24	Eje Y8	4.90	0.15	0.74
				Eje Y9	4.90	0.15	0.74

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia cortante mampostería (τ_k) : 5.00 Tn/m²
Altura media de los pisos (h) : 3.00 m
Peso específico de mampostería (Pm) : 1.80 Tn/m³
Peso por unidad de área diafragma (Ps) : 0.35 Tn/m²

$$A = 18.21 \text{ m}^2$$

$$B = 35.35 \text{ m}^2$$

$$a_o = 0.059$$

$$\gamma = 1.941$$

$$q = 1.295$$

$$C = 0.166$$

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

$$\alpha = C/\bar{C}$$

$$\alpha = 0.416$$

CLASE ("C")

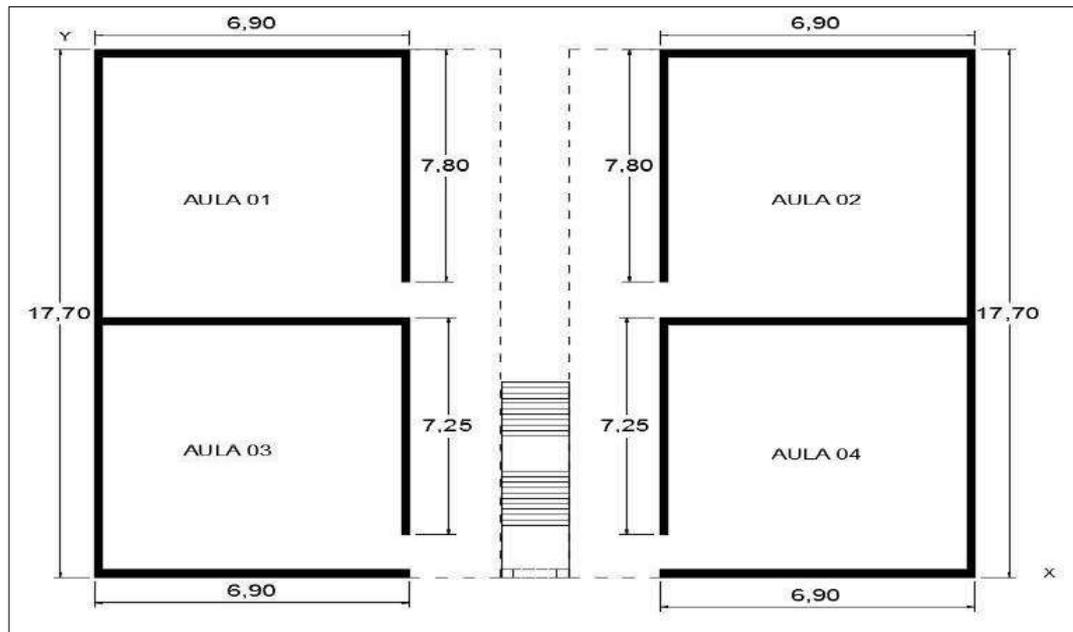


GRÁFICO N° 09: Plano de Planta Pabellón Marcos Yauri Montero – Primer Piso.

Fuente: Elaboración Propia.

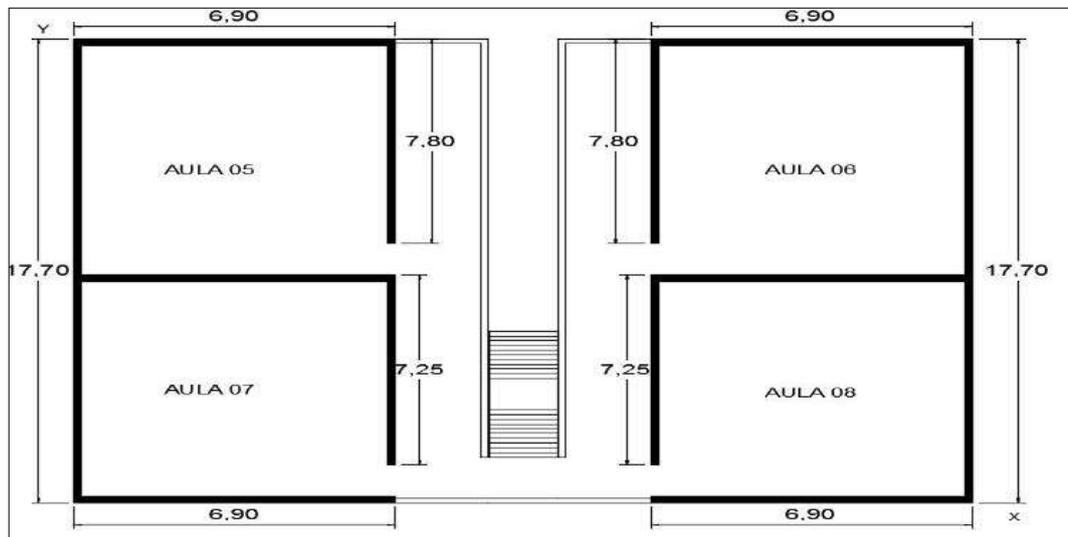


GRÁFICO N° 10: Plano de Planta Pabellón Marcos Yauri Montero – Segundo Piso.

Fuente: Elaboración Propia.

Número de pisos (N) : 2.00
 Área total cubierta (A_t) : 244.26 m²
 Área resistente en el sentido X (A_x) : 20.70 m²
 Área resistente en el sentido Y (A_y) : 19.65 m²

CUADRO N° 10

Descripción	Longitud	Ancho	Ax		Longitud	Ancho	Ay
Primer Piso			10.35				9.83
Eje X1	6.9	0.25	1.73	Eje Y1	17.70	0.15	2.66
Eje X2	6.9	0.25	1.73	Eje Y2	7.80	0.15	1.17
Eje X3	6.9	0.25	1.73	Eje Y3	7.25	0.15	1.09
Eje X4	6.9	0.25	1.73	Eje Y4	17.70	0.15	2.66
Eje X5	6.9	0.25	1.73	Eje Y5	7.80	0.15	1.17
Eje X6	6.9	0.25	1.73	Eje Y6	7.25	0.15	1.09
Segundo Piso			10.35				9.83
Eje X1	6.9	0.25	1.73	Eje Y1	17.70	0.15	2.66
Eje X2	6.9	0.25	1.73	Eje Y2	7.80	0.15	1.17
Eje X3	6.9	0.25	1.73	Eje Y3	7.25	0.15	1.09
Eje X4	6.9	0.25	1.73	Eje Y4	17.70	0.15	2.66
Eje X5	6.9	0.25	1.73	Eje Y5	7.80	0.15	1.17
Eje X6	6.9	0.25	1.73	Eje Y6	7.25	0.15	1.09

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia cortante mampostería (τ_k) : 5.00 Tn/m²
 Altura media de los pisos (h) : 3.30 m
 Peso específico de mampostería (Pm) : 1.80 Tn/m³
 Peso por unidad de área diafragma (Ps) : 0.35 Tn/m²

$$A = 19.65 \text{ m}^2$$

$$B = 20.70 \text{ m}^2$$

$$a_o = 0.080$$

$$\gamma = 1.053$$

$$q = 1.331$$

$$C = 0.218$$

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

$$\alpha = C/\bar{C}$$

$$\alpha = 0.545$$

CLASE ("C")

Edificación de Adobe:

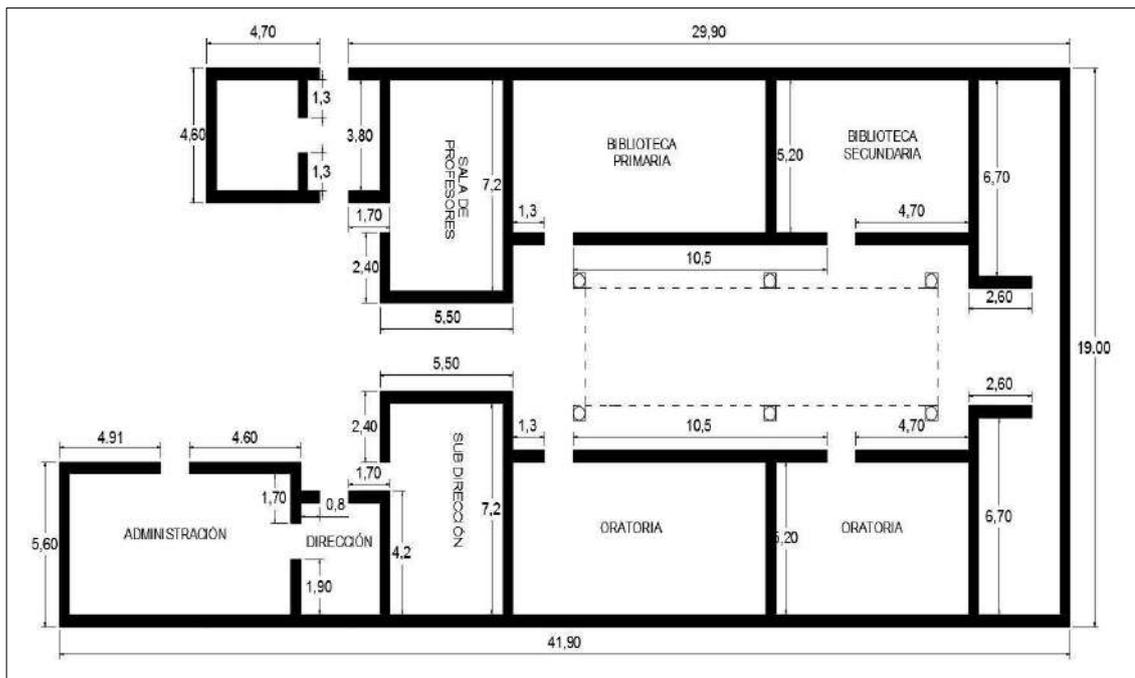


GRÁFICO N° 11: Plano de Planta Pabellón Administrativo

Fuente: Elaboración Propia

Número de pisos (N)	:	1.00
Área total cubierta (A _t)	:	498.90 m ²
Área resistente en el sentido X (A _x)	:	57.32 m ²
Área resistente en el sentido Y (A _y)	:	34.56 m ²

CUADRO N° 11

Descripción	Longitud	Ancho	Ax		Longitud	Ancho	Ay
Primer Piso			57.32				34.56
Eje X1	41.90	0.40	16.76	Eje Y1	5.60	0.4	2.24
Eje X2	4.90	0.40	1.96	Eje Y2	1.70	0.4	0.68
Eje X3	4.60	0.40	1.84	Eje Y3	1.90	0.4	0.76
Eje X4	1.70	0.40	0.68	Eje Y4	2.40	0.4	0.96
Eje X5	5.50	0.40	2.20	Eje Y5	4.20	0.4	1.68
Eje X6	1.30	0.40	0.52	Eje Y6	7.20	0.4	2.88
Eje X7	10.50	0.40	4.20	Eje Y7	5.20	0.4	2.08
Eje X8	4.70	0.40	1.88	Eje Y8	6.70	0.4	2.68
Eje X9	2.60	0.40	1.04	Eje Y9	19.00	0.4	7.60
Eje X10	2.60	0.40	1.04	Eje Y10	6.70	0.4	2.68
Eje X11	4.70	0.40	1.88	Eje Y11	5.20	0.4	2.08
Eje X12	10.50	0.40	4.20	Eje Y12	7.20	0.4	2.88
Eje X13	1.30	0.40	0.52	Eje Y13	3.80	0.4	1.52
Eje X14	5.50	0.40	2.20	Eje Y14	2.40	0.4	0.96
Eje X15	1.70	0.40	0.68	Eje Y15	1.30	0.4	0.52
Eje X16	4.70	0.40	1.88	Eje Y16	1.30	0.4	0.52
Eje X17	4.70	0.40	1.88	Eje Y17	4.60	0.4	1.84
Eje X18	29.90	0.40	11.96				

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia cortante mampostería (τ_k) : 2.50 Tn/m²

Altura media de los pisos (h) : 3.00 m

Peso específico de mampostería (Pm) : 1.60 Tn/m³

Peso por unidad de área diafragma (Ps) : 0.00 Tn/m²

A = 34.56 m²

B = 57.32 m²

a_o = 0.069

γ = 1.659

q = 0.884

C = 0.221

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor $\alpha = C/\bar{C}$, donde \bar{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.4.

$$\alpha = C/\bar{C}$$

$$\alpha = 0.552$$

CLASE ("C")

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 12

PARÁMETRO N° 03: RESISTENCIA CONVENCIONAL

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio con $\alpha \geq 1$.
B	Edificio con $0.60 \leq \alpha < 1$.
C	Edificio con $0.40 \leq \alpha < 0.60$.
D	Edificio con $\alpha < 0.40$.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 13

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	B
María DICTENIA Alvarado Trujillo	B
Ladislao Meza Landaveri	A
Oscar Colchado Lucio	C
Marcos Yauri Montero	C
Administrativo	C

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro 04: Posición del edificio y de la Cimentación:

Con este parámetro se evaluó mediante una inspección visual la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico de las edificaciones.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo a l siguiente cuadro:

CUADRO N° 14**PARÁMETRO N° 04: POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN**

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.
B	Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente entre 10% y 20%.
C	Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y 30% o sobre terreno rocoso con pendiente entre 30% y 50%.
D	Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 15

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	A
María Dictenia Alvarado Trujillo	A
Ladislao Meza Landaveri	A
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	A
Administrativo	A

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 13: Pabellón Augusto Soriano Infante (Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%).



Fotografía N° 14: Pabellón María Dicientia Alvarado Trujillo (Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%).



Fotografía N° 15: Pabellón Ladislao Meza Landaveri (Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%).



Fotografía N° 16: Pabellón Oscar Colchado Lucio (Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%).



Fotografía N° 17: Pabellón Marcos Yauri Montero (Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%).



Fotografía N° 18: Pabellón Administrativo (Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%).

Parámetro 05: Diafragmas Horizontales:

Teniendo en cuenta que la calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para el adecuado funcionamiento de los elementos resistentes verticales se evaluó cada una de las viviendas de la zona urbana.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 16

PARÁMETRO N° 05: DIAFRAGMA HORIZONTAL

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio con diafragmas de cualquier naturaleza, que cumplan las siguientes condiciones: ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable, conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
B	Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la primera condición.
C	Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la primera y segunda condición.
D	Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 17

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	A
María DICTENIA Alvarado Trujillo	A
Ladislao Meza Landaveri	B
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	A
Administrativo	D

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 19: Pabellón Augusto Soriano Infante (Edificio con diafragmas que cumplan las siguientes condiciones: ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable, conexión entre el diafragma y los muros es eficaz).



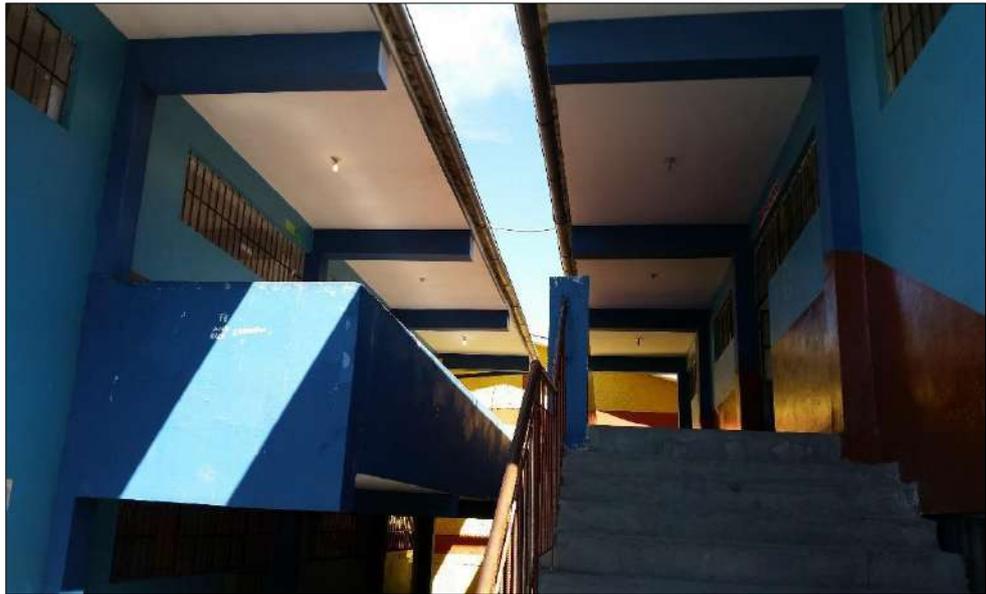
Fotografía N° 20: Pabellón María Dictenia Alvarado Trujillo (Edificio con diafragmas que cumplan las siguientes condiciones: ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable, conexión entre el diafragma y los muros es eficaz).



Fotografía N° 21: Pabellón Ladislao Meza Landaveri (Edificio con diafragmas que presentan conexión entre el diafragma y los muros no eficaces).



Fotografía N° 22: Pabellón Oscar Colchado Lucio (Edificio con diafragmas que cumplan las siguientes condiciones: ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable, conexión entre el diafragma y los muros es eficaz).



Fotografía N° 23: Pabellón Marcos Yauri Montero (Edificio con diafragmas que cumplan las siguientes condiciones: ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable, conexión entre el diafragma y los muros es eficaz).



Fotografía N° 24: Pabellón Administrativo (Edificio con diafragmas que cumplan las siguientes condiciones: ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable, conexión entre el diafragma y los muros es eficaz).

Parámetro 06: Configuración en Planta:

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta de la vivienda y de acuerdo a la metodología empleada se calcula la siguiente relación:

$$\beta_1 = a/L \text{ y } \beta_2 = b/L \text{ según corresponda.}$$

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Augusto Soriano Infante:**

Tenemos:

$$\beta_1 = a/L = 8.00/15.45 = 0.52, \text{ clasificando la edificación en la clase "C".}$$

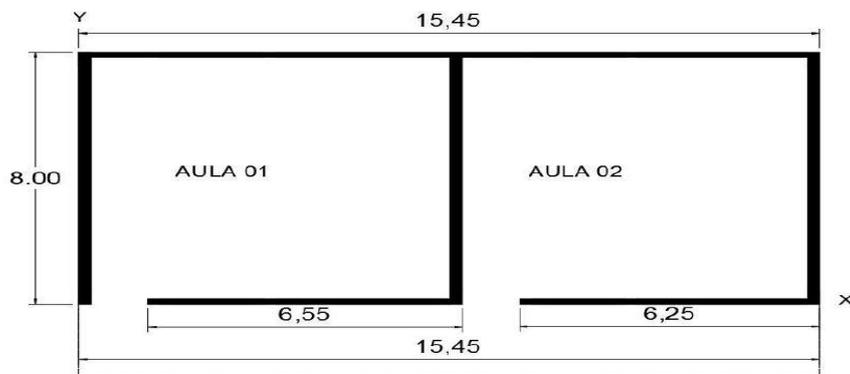


GRÁFICO N° 12: Pabellón Augusto Soriano Infante

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón María DICTENIA Alvarado Trujillo:**

Tenemos:

$$\beta_1 = a/L = 8.00/14.95 = 0.53, \text{ clasificando la edificación en la clase "C".}$$

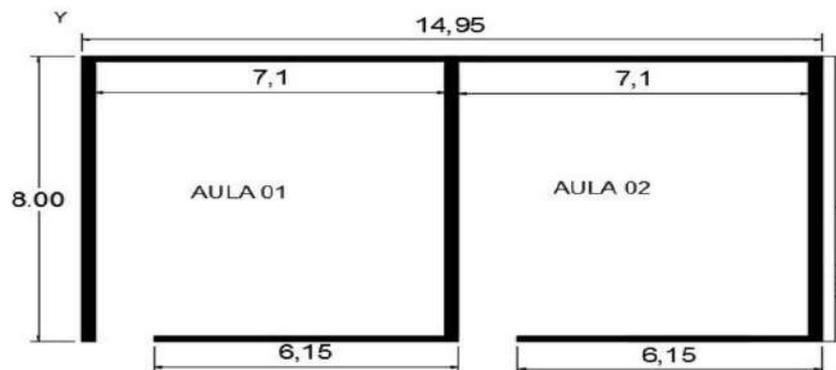


GRÁFICO N° 13: Pabellón María DICTENIA Alvarado Trujillo

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Ladislao Meza Landaveri:**

Tenemos:

$\beta_1 = a/L = 6.50/14.55 = 0.45$, clasificando la edificación en la clase "C".

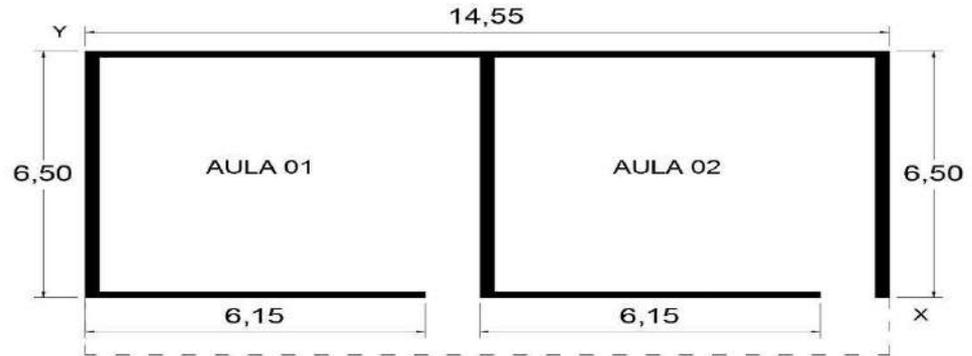


GRÁFICO N° 14: Pabellón Ladislao Meza Landaveri

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Oscar Colchado Lucio:**

Tenemos:

$\beta_1 = a/L = 11.25/12.80 = 0.87$, clasificando la edificación en la clase "A".

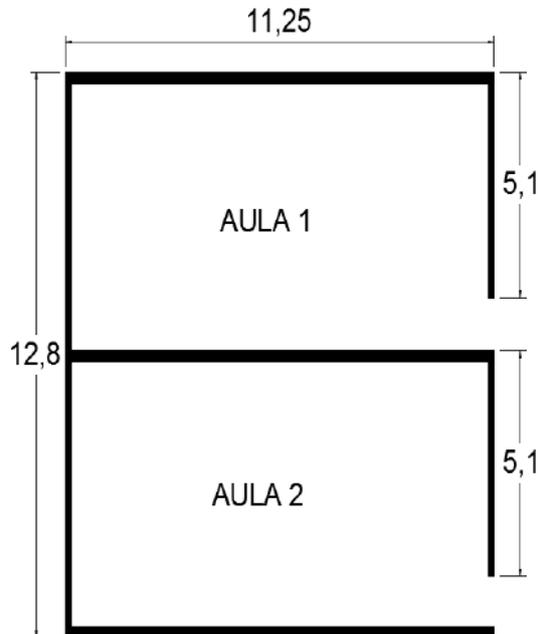


GRÁFICO N° 15: Pabellón Oscar Colchado Lucio

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Marcos Yauri Montero:**

Tenemos:

$\beta_1 = a/L = 6.90/17.70 = 0.39$, clasificando la edificación en la clase "D".

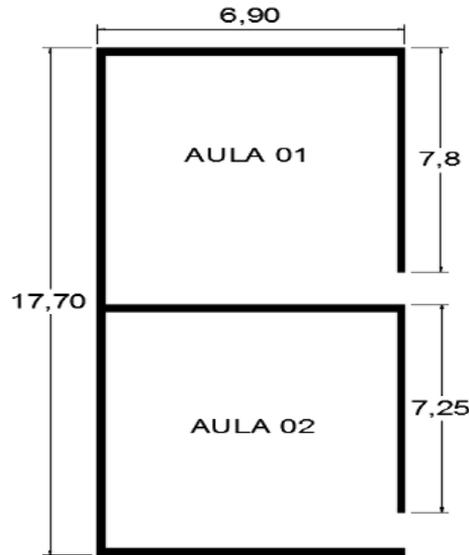


GRÁFICO N° 16: Pabellón Marcos Yauri Montero

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Administrativo:**

Tenemos:

$\beta_1 = a/L = 5.60/41.90 = 0.13$

$\beta_2 = a/L = 13.40/41.90 = 0.32$, clasificando la edificación en la clase "D".

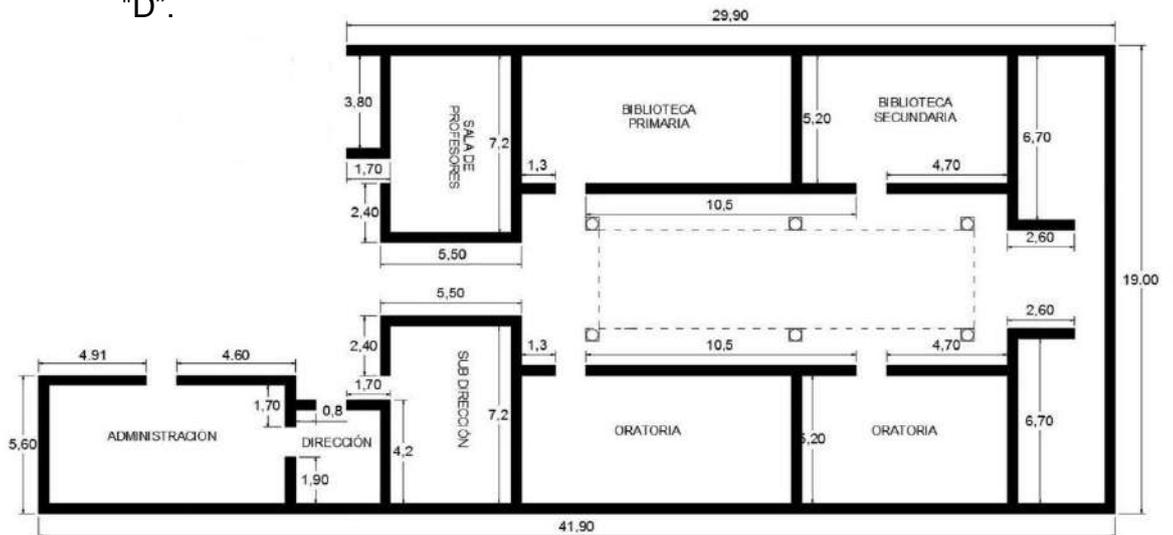


GRÁFICO N° 17: Pabellón Administrativo

Fuente: Elaboración Propia

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 18

PARÁMETRO N° 06: CONFIGURACIÓN EN PLANTA

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio con $\beta_1 \geq 0.80$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
B	Edificio con $0.80 > \beta_1 \geq 0.60$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
C	Edificio con $0.60 > \beta_1 \geq 0.40$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
D	Edificio con $0.40 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 19

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	C
María Dictenia Alvarado Trujillo	C
Ladislao Meza Landaveri	C
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	D
Administrativo	D

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro 07: Configuración en Elevación:

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la configuración en elevación del edificio y de acuerdo a la metodología empleada se calcula la siguiente relación:

Se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm \Delta M/M$ entre dos pisos sucesivos, la anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm \Delta A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.

❖ Del Plano de Planta: Pabellón Augusto Soriano Infante:

Tenemos:

Superficie de porche = 35.54 m² y superficie del piso = 123.60 m²,
haciendo la relación entre ambos tenemos:

$35.54/123.60 = 0.29 \times 100 = 29 \%$, clasificando la edificación en la clase "D".



Fotografía N° 25: (Edificio que presenta superficie de porche en su configuración en elevación)

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón María DICTENIA Alvarado Trujillo:**

Tenemos:

Superficie de porche = 78.94 m² y superficie del piso = 239.2 m²,
haciendo la relación entre ambos tenemos:

$78.94/239.2 = 0.33 \times 100 = 33 \%$, clasificando la edificación en la
clase "D".



Fotografía N° 26: (Edificio que presenta superficie de porche en su configuración en elevación).

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Ladislao Meza Landaveri:**

Tenemos:

Superficie de porche = 21.83 m² y superficie del piso = 94.58 m²,
haciendo la relación entre ambos tenemos:

$21.83/94.58 = 0.23 \times 100 = 23 \%$, clasificando la edificación en la
clase "D".



Fotografía N° 27: (Edificio que presenta superficie de porche en su configuración en elevación).

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Oscar Colchado Lucio:**

Tenemos:

La edificación no presenta irregularidad en su configuración en elevación por lo que se clasificó como clase "A".



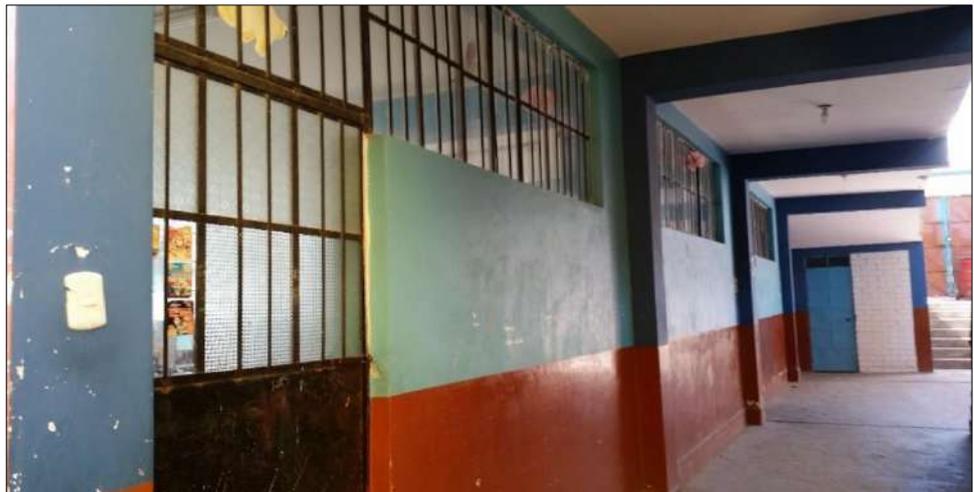
Fotografía N° 28: (Edificio que no presenta superficie de porche en su configuración en elevación).

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Marcos Yauri Montero:**

Tenemos:

Superficie de porche = 70.80 m² y superficie del piso = 244.26 m², haciendo la relación entre ambos tenemos:

$70.80/244.26 = 0.29 \times 100 = 29 \%$, clasificando la edificación en la clase "D".



Fotografía N° 29: (Edificio que presenta superficie de porche en su configuración en elevación).

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Administrativo:**

Tenemos:

Superficie de porche = 73.90 m² y superficie del piso = 498.90 m²,

haciendo la relación entre ambos tenemos:

$73.90/498.90 = 0.15 \times 100 = 15 \%$, clasificando la edificación en la clase "C".



Fotografía N° 30: (Edificio que presenta superficie de porche en su configuración en elevación)

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 20

PARÁMETRO N° 07: CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio con $-\Delta M/M < 10\%$.
B	Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$.
C	Superficie porche $= 10\% \cong 20\%$ ó $-\Delta M/M > 20\%$ ó $T/H < 2/3$
D	Superficie porche $> 20\%$ ó $\Delta M/M > 0$ ó $T/H > 2/3$.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 21

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	D
María Dictenia Alvarado Trujillo	D
Ladislao Meza Landaveri	D
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	D
Administrativo	C

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro 08: Distancia Máxima entre Muros:

Se evaluó la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a excesiva distancia entre ellos. Se calcula el factor L/S, donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro.

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Augusto Soriano Infante:**

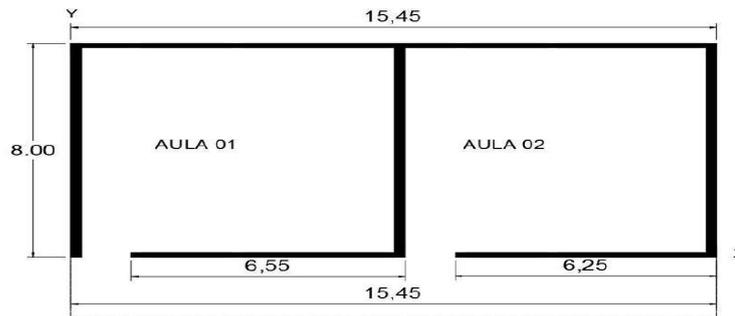


GRÁFICO N° 18: Pabellón Augusto Soriano Infante

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos:

$$L/S = 8,00/0,25 = 32$$

Pertenece a la clase "D"

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón María Dictenia Alvarado Trujillo:**

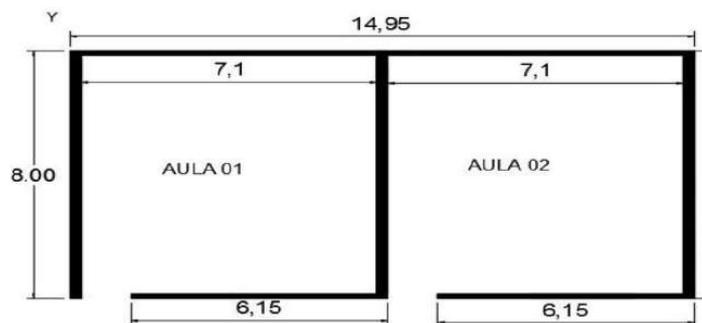


GRÁFICO N° 19: Pabellón María Dictenia Alvarado Trujillo

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos:

$$L/S = 8,00/0,25 = 32$$

Pertenece a la clase "D"

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Ladislao Meza Landaveri:**

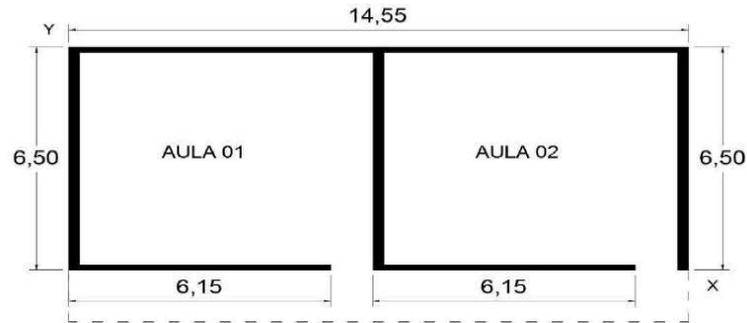


GRÁFICO N° 20: Pabellón Ladislao Meza Landaveri

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos:

$$L/S = 6.50/0.25 = 26$$

Pertenece a la clase "D"

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Oscar Colchado Lucio:**

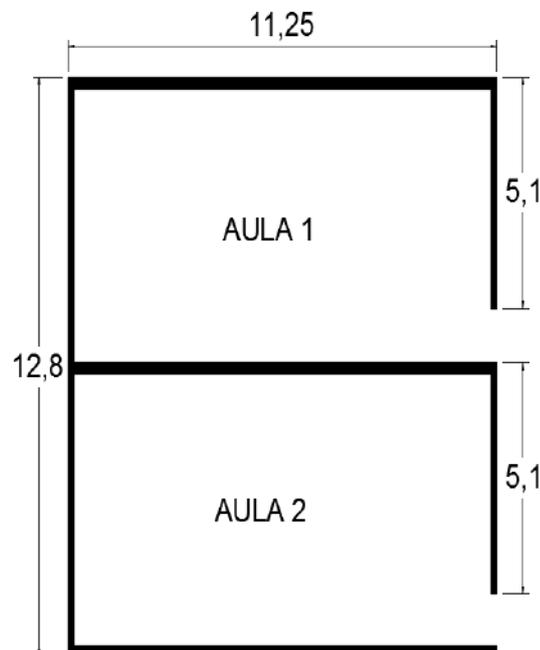


GRÁFICO N° 21: Pabellón Oscar Colchado Lucio

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos:

$$L/S = 11.25/0.25 = 45$$

Pertenece a la clase "D"

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Marcos Yauri Montero:**

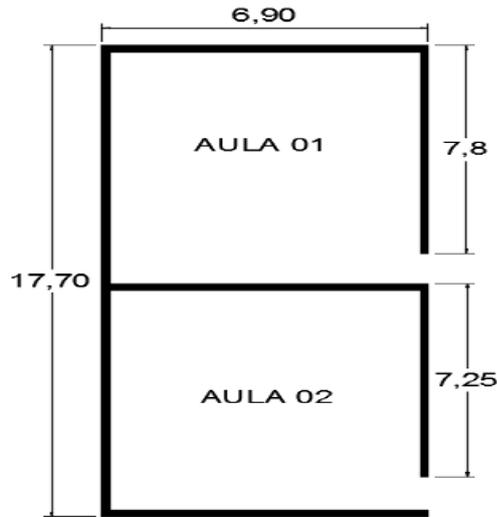


GRÁFICO N° 22: Pabellón Marcos Yauri Montero
 Fuente: Elaboración Propia

Tenemos:

$$L/S = 6.90/0.25 = 26.70$$

Pertenece a la clase "D"

❖ **Del Plano de Planta: Pabellón Administrativo:**

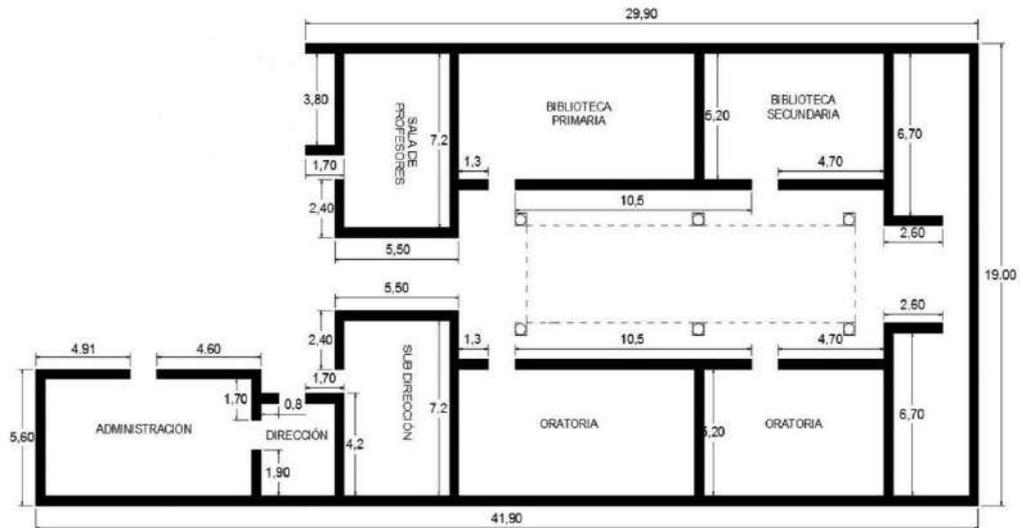


GRÁFICO N° 23: Pabellón Administrativo
 Fuente: Elaboración Propia

Tenemos:

$$L/S = 19/0.40 = 47.50$$

Pertenece a la clase "D"

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 22

PARÁMETRO N° 08: DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio con $L/S < 15$
B	Edificio con $15 \leq L/S < 18$
C	Edificio con $18 \leq L/S < 25$
D	Edificio con $L/S \geq 25$

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 23

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	D
María Dictenia Alvarado Trujillo	D
Ladislao Meza Landaveri	D
Oscar Colchado Lucio	D
Marcos Yauri Montero	D
Administrativo	D

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro 09: Tipo de Cubierta:

Este parámetro se evaluó con la finalidad de determinar la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 24

PARÁMETRO N° 09: TIPO DE CUBIERTA

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.
B	Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.
C	Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.
D	Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 25

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	A
María DICTENIA Alvarado Trujillo	A
Ladislao Meza Landaveri	B
Oscar Colchado Lucio	C
Marcos Yauri Montero	A
Administrativo	C

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 31: Augusto Soriano Infante (Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbreira).



Fotografía N° 32: María Dicientia Alvarado Trujillo (Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbreira).



Fotografía N° 33: Ladislao Meza Landaveri (Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbre).



Fotografía N° 34: Oscar Colchado Lucio (Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbre).



Fotografía N° 35: Marcos Yauri Montero (Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbre).



Fotografía N° 36: Administrativo (Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbre).

Parámetro 10: Elementos no Estructurales:

Este parámetro se evaluó con la finalidad de verificar la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 26

PARÁMETRO N° 10: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
B	Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.
C	Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
D	Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo en el techo, mal vinculados a la estructura.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 27

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	B
María DICTENIA Alvarado Trujillo	B
Ladislao Meza Landaveri	B
Oscar Colchado Lucio	C
Marcos Yauri Montero	B
Administrativo	C

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 37: Augusto Soriano Infante (Edificio cuyo pasadizo forma parte integrante de la estructura de los diafragmas).



Fotografía N° 38: María DICTENIA Alvarado Trujillo (Edificio cuyo pasadizo forma parte integrante de la estructura de los diafragmas).



Fotografía N° 39: Ladislao Meza Landaveri (Edificio cuyo pasadizo forma parte integrante de la estructura de los diafragmas).



Fotografía N° 40: Oscar Colchado Lucio (Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared).



Fotografía N° 41: Marcos Yauri Montero (Edificio cuyo pasadizo forma parte integrante de la estructura de los diafragmas).



Fotografía N° 42: Administrativo (Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo en el techo, mal vinculados a la estructura).

Parámetro 11: Estado de Conservación:

Este parámetro se evaluó con la finalidad de verificar el estado de los muros, las lesiones visibles y muros que presentan fuerte deterioro.

La asignación de las clases se realizó de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 28**PARÁMETRO N° 11: ESTADO DE CONSERVACIÓN**

CLASE	DESCRIPCIÓN
A	Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
B	Muros que presentan lesiones capilares no extendidas.
C	Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 mm de ancho o con lesiones capilares producidas por los sismos.
D	Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o lesiones muy graves de más de 3 mm de ancho.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados:

CUADRO N° 29

Pabellón	Calificación
Augusto Soriano Infante	A
María Dictenia Alvarado Trujillo	A
Ladislao Meza Landaveri	C
Oscar Colchado Lucio	A
Marcos Yauri Montero	B
Administrativo	D

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía N° 43: Augusto Soriano Infante (Edificio con muros en buena condición, sin lesiones visibles).



Fotografía N° 44: María DICTENIA Alvarado Trujillo (Edificio con muros en buena condición, sin lesiones visibles).



Fotografía N° 45: Ladislao Meza Landaveri (Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 mm de ancho o con lesiones capilares producidas por los sismos).



Fotografía N° 46: Oscar Colchado Lucio (Edificio con muros en buena condición, sin lesiones visibles).



Fotografía N° 47: Marcos Yauri Montero (Muros que presentan lesiones capilares no extendidas).



Fotografía N° 48: Administrativo (Edificación que presenta, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes).

CAPÍTULO IV:

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

El método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini permitió evaluar la vulnerabilidad sísmica de cada una de las edificaciones de la I.E. Sabio Antonio Raimondi, para lo cual se realizó un resumen de la atribución de las clases, para determinar el nivel de vulnerabilidad de los pabellones de la institución educativa, tal como se puede observar en los siguientes cuadros:

CUADRO N° 30

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLÓN AUGUSTO SORIANO INFANTE

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>K_i A</i>	<i>K_i B</i>	<i>K_i C</i>	<i>K_i D</i>	<i>W_i</i>	<i>KW</i>
1	Organización del sistema resistente	0				1.00	0.00
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25	0.00
3	Resistencia convencional		5			1.50	7.50
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	0				1.00	0.00
6	Configuración en planta			25		0.50	12.50
7	Configuración en elevación				45	1.00	45.00
8	Separación máxima entre muros				45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0				1.00	0.00
10	Elementos no estructurales		0			0.25	0.00
11	Estado de conservación	0				1.00	0.00
Índice de Vulnerabilidad							76.25

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 31

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLÓN MARÍA DICTENIA ALVARADO TRUJILLO

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>K_i A</i>	<i>K_i B</i>	<i>K_i C</i>	<i>K_i D</i>	<i>W_i</i>	<i>KW</i>
1	Organización del sistema resistente	0				1.00	0.00
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25	0.00
3	Resistencia convencional		5			1.50	7.50
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	0				1.00	0.00
6	Configuración en planta			25		0.50	12.50
7	Configuración en elevación				45	1.00	45.00
8	Separación máxima entre muros				45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0				1.00	0.00
10	Elementos no estructurales		0			0.25	0.00
11	Estado de conservación	0				1.00	0.00
Índice de Vulnerabilidad							76.25

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 32

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLÓN LADISLAO MEZA LANDAVERI

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>K_i A</i>	<i>K_i B</i>	<i>K_i C</i>	<i>K_i D</i>	<i>W_i</i>	<i>KW</i>
1	Organización del sistema resistente	0				1.00	0.00
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25	0.00
3	Resistencia convencional	0				1.50	0.00
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)		5			1.00	5.00
6	Configuración en planta			25		0.50	12.50
7	Configuración en elevación				45	1.00	45.00
8	Separación máxima entre muros				45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta		15			1.00	15.00
10	Elementos no estructurales		0			0.25	0.00
11	Estado de conservación			25		1.00	25.00
Índice de Vulnerabilidad							113.75

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 33

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLÓN OSCAR COLCHADO LUCIO

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>K_i A</i>	<i>K_i B</i>	<i>K_i C</i>	<i>K_i D</i>	<i>W_i</i>	<i>KW</i>
1	Organización del sistema	0				1.00	0.00
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25	0.00
3	Resistencia convencional			25		1.50	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	0				1.00	0.00
6	Configuración en planta	0				0.50	0.00
7	Configuración en elevación	0				1.00	0.00
8	Separación máxima entre muros				45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta			25		1.00	25.00
10	Elementos no estructurales			25		0.25	6.25
11	Estado de conservación	0				1.00	0.00
Índice de Vulnerabilidad							80

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 34

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLÓN MARCOS YAURI MONTERO

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>K_i A</i>	<i>K_i B</i>	<i>K_i C</i>	<i>K_i D</i>	<i>W_i</i>	<i>KW</i>
1	Organización del sistema	0				1.00	0.00
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25	0.00
3	Resistencia convencional			25		1.50	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	0				1.00	0.00
6	Configuración en planta				45	0.50	22.50
7	Configuración en elevación				45	1.00	45.00
8	Separación máxima entre muros				45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0				1.00	0.00
10	Elementos no estructurales		0			0.25	0.00
11	Estado de conservación		5			1.00	5.00
Índice de Vulnerabilidad							121.25

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 35

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL PABELLÓN ADMINISTRATIVO

<i>i</i>	<i>Parámetro</i>	<i>K_i A</i>	<i>K_i B</i>	<i>K_i C</i>	<i>K_i D</i>	<i>W_i</i>	<i>KW</i>
1	Organización del sistema			20		1.00	20.00
2	Calidad del sistema resistente				45	0.25	11.25
3	Resistencia convencional			25		1.50	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)				45	1.00	45.00
6	Configuración en planta				45	0.50	22.50
7	Configuración en elevación			25		1.00	25.00
8	Separación máxima entre muros				45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta			25		1.00	25.00
10	Elementos no estructurales			25		0.25	6.25
11	Estado de conservación				45	1.00	45.00
Índice de Vulnerabilidad							248.75

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N° 03: Rango de vulnerabilidad tenemos:

VULNERABILIDAD		VALORES		PORCENTAJE %	
A	BAJA	0	95.63	0	25
B	MEDIA	95.63	191.3	25	50
C	ALTA	191.3	286.9	50	75
D	MUY ALTA	286.3	382.5	75	100

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 36

RESUMEN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI

I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI	Iv	% Iv	Vulnerabilidad
Pabellón Augusto Soriano Infante	76.25	20	Baja
Pabellón María Dictenia Alvarado Trujillo	76.25	20	Baja
Pabellón Ladislao Meza Landaveri.	113.75	30	Media
Pabellón Oscar Colchado Lucio	80.00	21	Baja
Pabellón Marcos Yauri Montero	121.25	32	Media
Pabellón Administrativo	248.75	65	Alta

Fuente: Elaboración propia

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

El método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini permitió evaluar las características estructurales y no estructurales de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, que más influye en su comportamiento sísmico. Además se obtuvieron los valores del índice de daños y las pérdidas económicas de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, frente a la ocurrencia de un evento sísmico significativo.

Cabe enfatizar que los índices de vulnerabilidad calculados para la I.E. Sabio Antonio Raimondi, no aportan información suficiente para determinar el riesgo sísmico, por tanto es necesario transformar estos índices a su equivalente en pérdidas económicas.

Índice de Daño:

De acuerdo a la metodología utilizada en el presente trabajo de investigación, se empleará las funciones de vulnerabilidad para diferentes índices de vulnerabilidad (Tabla N° 04) para el cálculo del índice de daño en función del índice de vulnerabilidad y la aceleración horizontal del terreno.

El rango de variación de los índices de vulnerabilidad utilizados están comprendidos entre 0 y 382.5, estos valores se dividieron entre 3.825 para obtener una escala normalizada de variación de $0 < I_v < 100$.

El daño se expresa en una escala normalizada de $0 < d < 1$ y representa el costo necesario para recuperar la condición inicial referido al valor de la edificación. Valores altos de "d" (0.8-1.0) se consideraron equivalentes al colapso total del edificio.

Sismo elegido:

Según el estudio realizado por Jorge, Castillo Aedo y Jorge Alva Hurtado (1993), muestra la distribución de iso aceleraciones para el 10 % de excedencia en 50 años (periodo de retorno de 500 años), para la zona de estudio se tiene el valor de la aceleración horizontal $a = 0.32g$, con este valor y tomando en cuenta otras aceleraciones como $0.10g$ y $0.45g$ se calcularon los índices de daño:

CUADRO N° 37**CALCULO DEL ÍNDICE DE DAÑOS PARA DIFERENTES
ACELERACIONES**

INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO	$I_d = (a=0.10g)$	$I_d = (a=0.32g)$	$I_d = (a=0.45g)$
100	0.74	2.63	3.75
90	0.63	2.32	3.31
80	0.54	2.03	2.90
70	0.45	1.75	2.52
60	0.38	1.51	2.17
50	0.31	1.30	1.89
40	0.25	1.10	1.60
30	0.20	0.92	1.35
20	0.16	0.77	1.13
10	0.12	0.65	0.96
0	0.09	0.55	0.82

Fuente: Elaboración propia

Considerando los datos del cuadro anterior y para la aceleración horizontal de $0.32g$, se calculó el índice de daños para cada edificación.

Resultados:

CUADRO N° 38

I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI	Iv	Índice de Vulnerabilidad Normalizado	Índice de Daños
Pabellón Augusto Soriano Infante	76.25	20	0.77
Pabellón María DICTENIA Alvarado Trujillo	76.25	20	0.77
Pabellón Ladislao Meza Landaveri.	113.75	30	0.92
Pabellón Oscar Colchado Lucio	80.00	21	0.78
Pabellón Marcos Yauri Montero	121.25	32	0.96
Pabellón Administrativo	248.75	65	1.63

Fuente: Elaboración propia

Pérdidas Económicas:

Una vez definido las aceleraciones horizontales de los probables sismos y calculado los índices de daños, se procedió al cálculo de las pérdidas económicas, para el cual se tiene en cuenta que el porcentaje de la edificación que sufre daños es equivalente al índice de daños multiplicado por su área total construida de cada edificación.

El costo por metro cuadrado de construcción se estimó en base al Instituto de Desarrollo e Investigación " CONSTRUIR " (IDIC) y considerando a la I.E. Sabio Antonio Raimondi dentro de una zona comercial según el área de Administración y Rentas de la Municipalidad Distrital de Independencia, ascendiente al monto de S/. 2,500.00 valor que incluye el costo de terreno y en el caso de la construcción de adobe el monto ascendiente de S/. 1,500.00.

Los precios reflejan el costo directo. No se incluye gastos generales (que deben ser mayor al 15%), ni utilidad (que no debe ser menor del 20%), ni IGV.

Sin embargo cabe recalcar que los montos presentados son de carácter referencial, los cuales pueden diferir significativamente a los montos que se manejan comercialmente en la zona y de acuerdo al mercado.

Los cálculos de las pérdidas económicas se realizaron para cada edificación, teniendo en cuenta el daño producido por la aceleración horizontal de 0.32g y el costo de construcción de las edificaciones de material noble y adobe.

CUADRO N° 39

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS

PABELLÓN	Iv	Iv Norm.	Índice de Daños (%)	Área (m ²)	Edificación Daño (m ²)	Costo/m ² (S/.)	Costo Parcial (S/.)
Augusto Soriano Infante	76.25	20	0.77	123.60	95.172	S/.2,500.00	S/.237,930.00
María Dictenia Alvarado Trujillo	76.25	20	0.77	239.20	184.184	S/.2,500.00	S/.460,460.00
Ladislao Meza Landaveri.	113.75	30	0.92	94.58	94.58	S/.2,500.00	S/.236,450.00
Oscar Colchado Lucio	80.00	21	0.78	306.23	238.86	S/.2,500.00	S/.597,150.00
Marcos Yauri Montero	121.25	32	0.96	244.26	244.26	S/.2,500.00	S/.610,650.00
Administrativo	248.75	65	1.63	498.90	498.90	S/.1,500.00	S/.748,350.00
Total de Pérdidas Económicas							S/.2,890,990.00

Fuente: Elaboración propia

Planteamiento de Medidas Estructurales y No Estructurales

Luego de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi es necesario proponer medidas estructurales y no estructurales que minimicen el grado de vulnerabilidad sísmica de cada uno de los pabellones evaluados con el método.

Planteamiento de Medidas Estructurales

Los pabellones evaluados de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi **Pabellón Augusto Soriano Infante, María Dicteria Alvarado Trujillo, Ladislao Meza Landaveri, Marcos Yauri Montero y Pabellón Administrativo** arrojan deficiencias similares en relación a sus parámetros evaluados, por esta razón han sido agrupados para recibir las propuestas de intervención.

Las intervenciones que se proponen teniendo en cuenta las falencias de los parámetros con respecto a los pabellones evaluados de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi son:

- ✓ **Refuerzos con tirantes de acero:** se recomienda colocar tirantes en forma de anillo en la parte superior e intermedia del muro, para proveerle de confinamiento y mantener unidas las partes de la estructura de la mampostería como se muestra en la figura N° 04. Este tipo de refuerzo sirve para mejorar las falencias que existen dentro del parámetro N° 01 "Organización del Sistema Resistente" y brinda mejoras en las falencias del parámetro N° 06 y N° 07 "Configuración en Planta" y "Configuración en Elevación" ya que proporciona rigidez en la edificación.

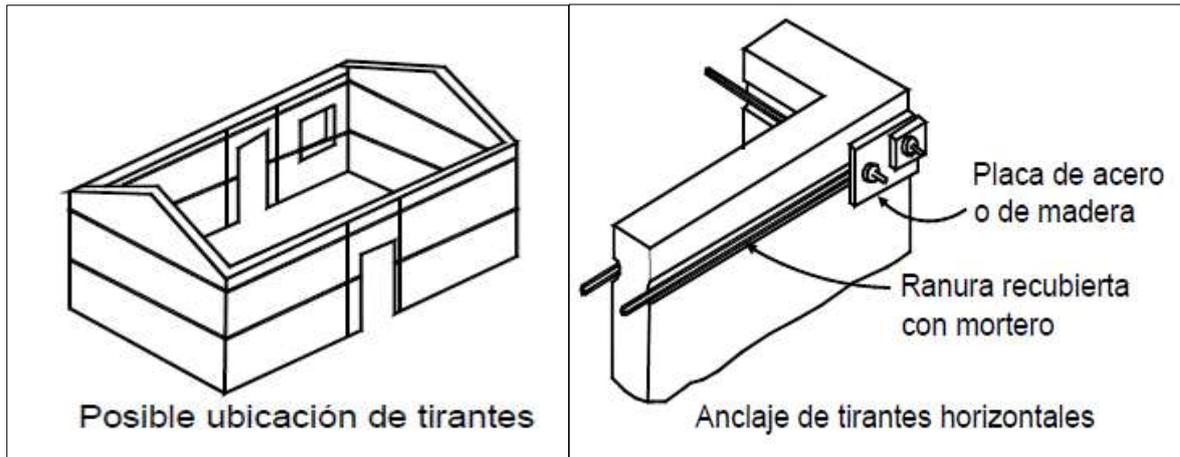


Figura N° 04: Refuerzo con tirantes de acero.

Fuente: Verónica Johana Hurtado y Alva Carolina León.

- ✓ **Aplanado de cemento con malla anclada al muro:** se recomienda una capa de mortero de 3 a 6 cm de espesor, encima de la malla electrosoldada, como se muestra en la figura N° 05. Esta intervención se realiza para aumentar la resistencia a las cargas axiales y a cortante, como también dar continuidad con otros elementos. Este tipo de refuerzo sirve para mejorar las falcias del parámetro N° 03 y N° 08 "Resistencia Convencional" y "Distancia Máxima entre Muros", además prevenir los posibles deterioros que aparezcan en el parámetro N° 02 "Calidad del Sistema Resistente".

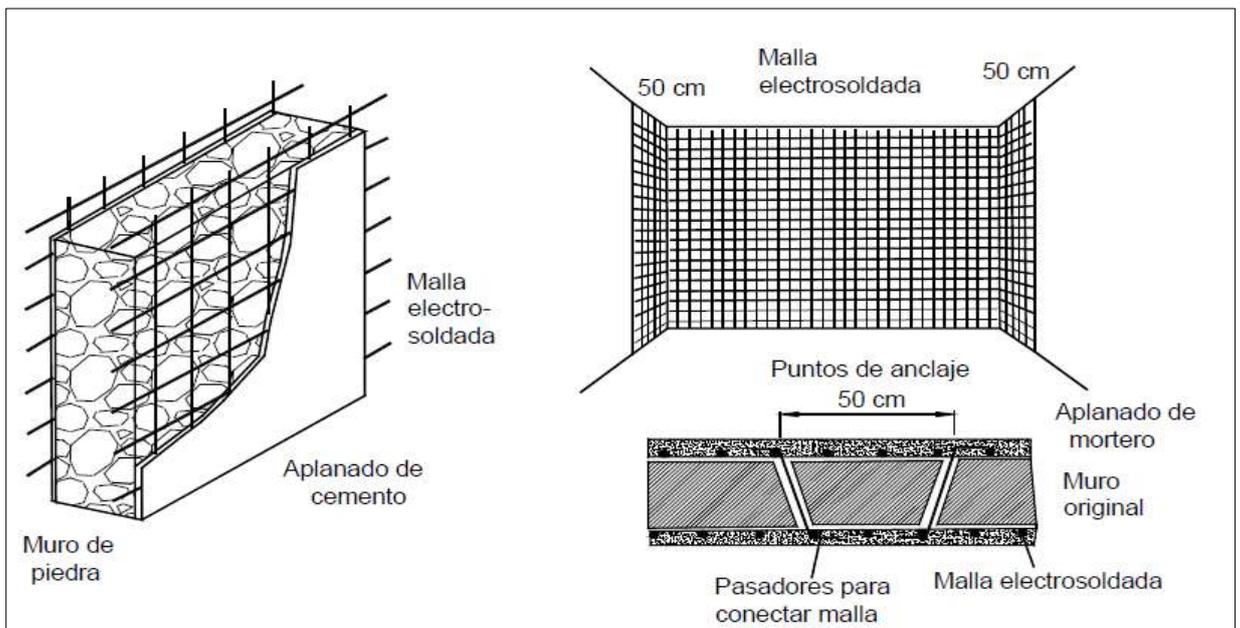


Figura N° 05: Refuerzo con malla electrosoldada.

Fuente: Verónica Johana Hurtado y Alva Carolina León.

Pabellón Ladislao Meza Landaveri

La intervención que se propone teniendo en cuenta que el edificio presenta muros con lesiones de tamaño 2 a 3 mm es:

- ✓ **Inyección de lechada:** se recomienda inyectar en las fisuras y grietas de las paredes de las edificaciones lechada de agua y cemento con algún aditivo estabilizador, la superficie exterior de la grieta se debe sellar con algún mortero de fraguado rápido que impida la salida de la lechada; la inyección se debe hacer por pequeños tramos de tubo que se insertan en la zona agrietada, como se muestra en la figura N° 07. Esta intervención se realiza para mejorar el parámetro N° 02 "Calidad del Sistema Resistente".

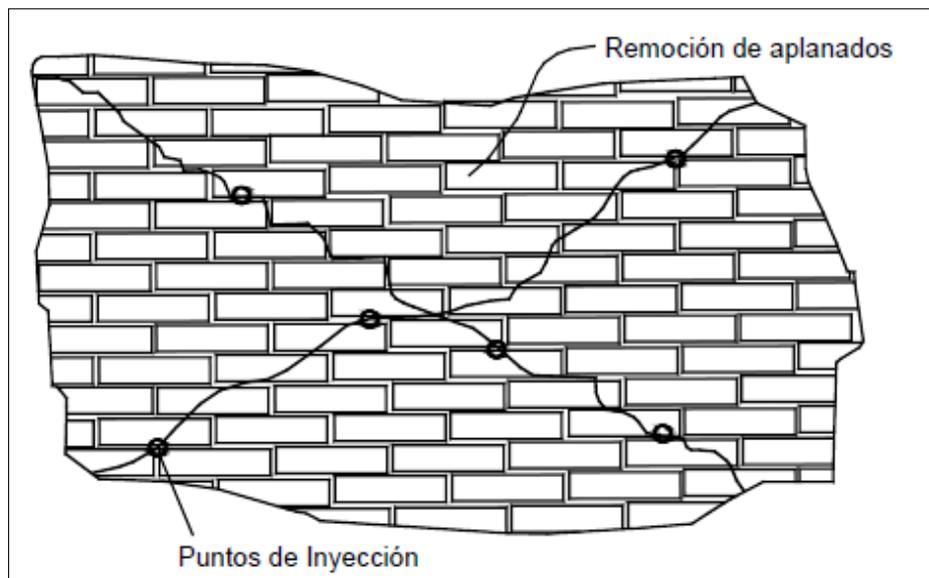


Figura N° 06: Inyección para sellar grietas.

Fuente: Verónica Johana Hurtado y Alva Carolina León.

Planteamiento de Medidas No Estructurales

De acuerdo a la evaluación de la vulnerabilidad Sísmica de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi y al índice de daños calculado, se tiene que los pabellones **Augusto Soriano Infante, María Dicteria Alvarado Trujillo, Ladislao Meza Landaveri, Marcos Yauri Montero, Oscar Colchado Lucio y Pabellón Administrativo**, colapsarían en el caso de ocurrirse un evento sísmico significativo o en el mejor de los casos sufrirían algunos daños estructurales considerables, los cuales al desmoronarse no permitirían la evacuación libre de las personas. Por lo que se hace necesario identificar las rutas de evacuación para salvar guardar la integridad física de las personas que se encuentran en la institución educativa.

En el presente trabajo de investigación se plantea como medida no estructural proponer rutas de evacuación para que los niños, niñas, adolescentes y personas que se encuentren dentro de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi puedan identificar las zonas seguras, rutas de evacuación y salidas del local educativo, ya que un evento sísmico puede originarse en cualquier momento y debemos conocer bien los lugares seguros de la institución educativa, de esta manera minimizar el grado de vulnerabilidad sísmica diagnosticado. Para ello se ha elaborado un croquis con dicha información, tal como se puede ver en el anexo N° 05.

CAPÍTULO V:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

✓ **Parámetro 01: Organización del Sistema Resistente:**

Los 5 pabellones que se encuentran en la clase A: Pabellón Augusto Soriano Infante, Pabellón María Dicientia Alvarado Trujillo, Pabellón Ladislao Meza Landaveri, Pabellón Oscar Colchado Lucio y Marcos Yauri Montero, que son consideradas como vulnerabilidad baja, presentan vigas y columnas de amarre en toda la construcción de la edificación y son de material noble y han sido construidas bajo la dirección técnica. Está representado por las edificaciones de material noble y son los de servicio de aulas de clases.

El Pabellón Administrativo que se encuentra en la clase C, es considerada como vulnerabilidad Muy Alta, no presenta vigas y columnas de amarre en la edificación, está representado por la edificación de material de adobe y es de servicio de bibliotecas, oratorios, dirección y oficinas administrativas.

✓ **Parámetro 02: Calidad del Sistema Resistente:**

Este parámetro evalúa tres características principales como son: mampostería de ladrillo de buena calidad, presencia de verticalidad entre las unidades de mampostería y mortero de buena

calidad con espesor constante. Del análisis realizado encontramos que los Pabellones Augusto Soriano Infante, María Dicientia Alvarado Trujillo, Ladislao Meza Landaveri, Oscar Colchado Lucio y Marcos Yauri Montero están dentro de la clase A, es decir con vulnerabilidad baja y son infraestructuras de servicio de aulas de clases. Se observó que estas edificaciones han sido construidas con ladrillos industriales procedentes de las fábricas de la ciudad de Lima y que cumplen con las normas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-070 y han sido dirigidas por profesionales técnico calificados.

El Pabellón Administrativo se encuentra en la clase D, es considerada como vulnerabilidad Muy Alta, esta edificación ha sido construida con material de adobe, fabricados de manera artesanal, no son de buena calidad y su construcción se ha realizado sin la presencia de mano de obra calificada.

✓ **Parámetro 03: Resistencia Convencional:**

Este parámetro evalúa la resistencia de una edificación de mampostería frente a la ocurrencia de un sismo, dependiendo del tipo de material utilizado en la construcción, tomándose parámetros diferentes si la mampostería es de ladrillo o adobe.

Del total de edificaciones evaluadas (6 pabellones), el Pabellón Ladislao Meza Landaveri se encuentra en la clase A, con una vulnerabilidad baja, es una edificación que presenta una distribución regular en planta con respecto a la densidad de muros.

Los Pabellones Augusto Soriano Infante y María Dicientia Alvarado Trujillo se encuentran en la clase B, es decir con vulnerabilidad media, son edificaciones que presentan cierta irregularidad en planta con respecto a la distribución de la densidad de muros.

Finalmente los Pabellones Oscar Colchado Lucio, Marcos Yauri Montero y Administrativo; se encuentran en la clase C, es decir con vulnerabilidad alta, son edificaciones que presentan una distribución irregularidad en planta con respecto de la densidad de muros.

✓ **Parámetro 04: Posición del Edificio y de la Cimentación:**

Este parámetro evalúa, mediante una inspección visual en campo la influencia de la inclinación del terreno (pendiente) y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio.

Del total de edificaciones evaluadas (6 Pabellones), todos los pabellones se encuentran en la clase A, es decir en el rango de pendiente inferior o igual al 10%, que se clasifican como vulnerabilidad baja y son edificaciones que se ubican en la parte baja de la zona urbana.

✓ **Parámetro 05: Diafragmas Horizontales:**

Este parámetro evalúa la presencia de diafragmas horizontales que garantiza el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales.

Del total de edificaciones evaluadas (6 Pabellones), los pabellones Augusto Soriano Infante, María DICTENIA Alvarado Trujillo, Oscar Colchado Lucio y Marcos Yauri Montero, se encuentran en la clase A, es decir con vulnerabilidad baja y son edificaciones que presentan ausencia de planos a desnivel, deformabilidad del diafragma despreciable y conexión entre diafragma y los muros eficaz.

El Pabellón Ladislao Meza Landaveri se encuentra en la clase B, es decir con vulnerabilidad media, es una edificación que presenta alguna irregularidad en los diafragmas horizontales.

Finalmente el Pabellón Administrativo; se encuentran en la clase D, es decir con vulnerabilidad Muy alta, es una edificación que presenta diafragmas horizontales que no cumplen con los requerimientos arriba mencionados.

✓ **Parámetro 06: Configuración en Planta:**

Este parámetro evalúa la forma en planta de las edificaciones, sin tener en cuenta el tipo de material; las edificaciones en proyección en planta se asemejan a una forma cuadrada son menos vulnerables, que comparadas con viviendas de formas rectangulares y que tienen presencia de protuberancias.

Del total de edificaciones evaluadas (6 pabellones), el Pabellón Oscar Colchado Lucio se encuentra en la clase A, es decir, con una vulnerabilidad baja, es una edificación que presenta una forma regular en planta.

Los Pabellones Augusto Soriano Infante, María Dicientia Alvarado Trujillo y Ladislao Meza Landaveri se encuentran en la clase C, es decir con vulnerabilidad Alta, son edificaciones que presentan irregularidad en planta.

Finalmente el Pabellón Marcos Yauri Montero y el pabellón Administrativo; se encuentran en la clase D, es decir con vulnerabilidad Muy alta, es una edificación de forma muy irregular en su configuración en planta.

✓ **Parámetro 07: Configuración en Elevación:**

La principal causa de irregularidad en elevación es la presencia de porches y torretas, las edificaciones evaluadas en la institución educativa no presenta torretas, pero sí la mayoría presenta porches (es aquel espacio arquitectónico abierto lateralmente y cerrado por la parte superior adosado a una construcción), para lo cual se tuvo que analizar para su calificación la variación de áreas entre dos pisos consecutivos que presentan este tipo de irregularidades.

Del total de edificaciones evaluadas (6 pabellones), El pabellón Oscar Colchado Lucio, se encuentra en la clase A, es decir, con una vulnerabilidad baja, es una edificación que no presenta porches ni torretas en la configuración en elevación.

El Pabellón Administrativo, se encuentra en la clase C, es decir, con una vulnerabilidad alta, está representada por edificaciones que presentan porches en su configuración en elevación y la variación de áreas entre pisos sucesivos supera los parámetros definidos por el método.

Finalmente los Pabellones Augusto Soriano Infante, Ladislao Meza Landaveri, Marcos Yauri Montero y María DICTENIA Alvarado Trujillo; se encuentran en la clase D, es decir con vulnerabilidad Muy alta, está representada por edificaciones que presentan porches en su configuración en elevación y la variación de áreas entre pisos sucesivos supera los parámetros definidos por el método.

✓ **Parámetro 08: Distancia Máxima entre Muros:**

Con este parámetro se evaluó la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos, es importante destacar el ancho de los muros, que en el caso del ladrillo es de 0.25 m y en el caso del adobe es de 0.40 m.

Del total de edificaciones evaluadas (6 Pabellones), todos los pabellones se encuentran en la clase D, es decir, con vulnerabilidad muy alta, estos edificios presentan muros transversales ubicados a una distancia excesiva entre ellos, y que superan los parámetros del método.

✓ **Parámetro 09: Tipo de Cubierta:**

Con este parámetro se evaluó la presencia y la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas, depende del tipo de material, de la conexión con los muros y la inclinación de los mismos.

Del total de edificaciones evaluadas (6 Pabellones), los pabellones Augusto Soriano Infante, María Dicientia Alvarado Trujillo y Marcos Yauri Montero, se encuentran en la clase A, es decir, con vulnerabilidad baja, estos edificios presentan cubierta estable y son provistos de viga cumbrera, edificios con cubierta plana.

El Pabellón Ladislao Meza Landaveri se encuentra en la clase B, es decir con vulnerabilidad media, este edificio presenta cubierta estable y bien conectada a los muros pero sin viga cumbrera, edificios con cubierta parcialmente estable.

Los Pabellones Oscar Colchado Lucio y Administrativo, se encuentran en la clase C, es decir, con una vulnerabilidad alta, está representada por edificaciones que presentan cubierta inestable, sin viga cumbre.

✓ **Parámetro 10: Elementos no estructurales:**

La calificación de este parámetro se estableció en base a las observaciones de campo.

Del total de edificaciones evaluadas (6 Pabellones), los pabellones Augusto Soriano Infante, María DICTENIA Alvarado Trujillo, Marcos Yauri Montero y Ladislao Meza Landaveri, se encuentran en la clase B, es decir, con vulnerabilidad media, estos edificios no presentan cornisas ni parapetos, edificios cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

Los pabellones Oscar Colchado Lucio y Administrativo, se encuentran en la clase C, es decir, con vulnerabilidad Alta, estos edificios presentan elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.

✓ **Parámetro 11: Estado de Conservación:**

Este parámetro se evaluó con la finalidad de verificar el estado de los muros, las lesiones visibles y muros que presentan fuerte deterioro.

Del total de edificaciones evaluadas (6 Pabellones), los pabellones Augusto Soriano Infante, María DICTENIA Alvarado Trujillo y Oscar Colchado Lucio, se encuentran en la clase A, es decir, con vulnerabilidad baja, estos edificios presentan muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles.

El Pabellón Marcos Yauri Montero, se encuentra en la clase B, es decir, con vulnerabilidad media, este edificio presenta muros lesiones capilares no extendidas.

El Pabellón Ladislao Meza Landaveri, se encuentra en la clase C, es decir, con vulnerabilidad alta, este edificio presenta muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 mm de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos.

El Pabellón Administrativo, se encuentra en la clase D, es decir, con vulnerabilidad muy alta, este edificio presenta muros con fuerte lesiones, deterioro de sus materiales constituyentes o lesiones muy graves de más 3 mm de ancho.

5.2. ÍNDICE DE DAÑOS Y PÉRDIDAS ECONÓMICAS:

Teniendo en cuenta el índice de vulnerabilidad calculado en base a la metodología planteada en la presente investigación, se calculó el índice de daños y el daño esperado en función a la aceleración horizontal del terreno y del índice de vulnerabilidad.

En base al estudio realizado por Alva y Castillo (1993), para la zona de estudio se tiene el valor de la aceleración horizontal $a = 0.32g$, con este valor tomando en cuenta otras aceleraciones como $0.10g$ y $0.45g$ se calcularon los índices de daños.

Teniendo en cuenta que valores mayores a 0.80 del índice de daños y considerando la aceleración horizontal del terreno de $0.10g$, se realizó los cálculos y no se tuvo colapso de las edificaciones de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, asegurando que todas las edificaciones seguirían de pie prestando sus funciones.

Se asume que los elementos que mayores daños presentarían, serían los elementos no estructurales y los edificios de construcción antigua.

Para la aceleración horizontal del terreno 0.45g, que es un sismo de muy alta magnitud y no frecuente, los resultados son muy alarmantes, puesto que todas las edificaciones fallarían, trayendo consecuencias desastrosas.

Se ha realizado un análisis minucioso para la aceleración horizontal del terreno de 0.32 g, cuyo valor es similar al evento que ocurrió el 31 de mayo de 1970, encontrándose que los Pabellones, Ladislao Meza Landaveri, Marcos Yauri Montero y Administrativo (50.00 %) sufrirían colapso total y los Pabellones María Dictenia Alvarado Trujillo, Oscar Colchado Lucio y Augusto Soriano Infante (50.00 %) seguirían en pie con algún daño estructural. Por otro lado, teniendo en cuenta los costos de construcción por metro cuadrado de material noble y de adobe se ha calculado los daños económicos para las condiciones simuladas, encontrándose que en el caso de las edificaciones de material noble los daños económicos cuantificados ascenderían a la suma de S/. 2, 142,640.00 y en el caso de la edificación de adobe el monto ascendería a la suma de S/.748,350.00, haciendo un costo total de daños económicos de S/.2,890,990.00.

CONCLUSIONES

- ✓ Los materiales que componen estructuralmente las edificaciones de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi son de dos tipos: los de material noble (ladrillo y concreto armado), que son los Pabellones María Dicientia Alvarado Trujillo, Augusto Soriano Infante, Oscar Colchado Lucio, Ladislao Meza Landaveri y Marcos Yauri Montero, los cuales han sido construidos bajo la dirección técnica respectiva en su construcción, y presentan una antigüedad no mayor de 15 años en promedio. Por otro lado tenemos la edificación de adobe el Pabellón Administrativo el cual fue construido en los años 50, sin la dirección técnica necesaria.

- ✓ Del análisis realizado de los once parámetros y el cálculo del índice de vulnerabilidad que plantea la metodología de Benedetti y Petrini utilizada en el presente trabajo, nos muestra que los Pabellones Augusto Soriano Infante, María Dicientia Alvarado Trujillo y Oscar Colchado Lucio que representan el 50.00 % de edificaciones de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi evaluadas, se encuentran en la clase A, con una vulnerabilidad baja, los Pabellones Ladislao Meza Landaveri y Marcos Yauri Montero que representan el 33.3 % de edificaciones de la institución educativa evaluadas, se encuentran en la clase B, con vulnerabilidad media y finalmente el Pabellón Administrativo que representa el 16.7% de edificaciones de la institución educativa evaluadas, se encuentra en la clase C, con vulnerabilidad alta.

- ✓ Teniendo en cuenta el índice de vulnerabilidad y una aceleración horizontal del terreno de 0.32g, se tiene que los Pabellones Ladislao Meza Landaveri, Marcos Yauri Montero y Administrativo, que representan el 50.0% de las edificaciones de la institución educativa

Sabio Antonio Raimondi evaluadas, sufrirían el colapso total y que los Pabellones Augusto Soriano Infante, Oscar Colchado Lucio y María Dicientia Alvarado Trujillo, que representan el 50.0% de las edificaciones de la institución educativa evaluadas, seguirían en pie con algún daño estructural.

- ✓ De acuerdo al índice de daño calculado y teniendo en cuenta el precio por metro cuadrado de construcción establecido en el anterior capítulo, si ocurriera un sismo con las características descritas los daños económicos ascenderían a la suma de S/.2,890,990.00.

RECOMENDACIONES

- ✓ De acuerdo al índice de vulnerabilidad e índice de daño calculado para el Pabellón Administrativo, éste edificio colapsaría en el caso de ocurrirse un evento sísmico significativo, el cual al desmoronarse no permitiría la evacuación libre de las personas de los demás pabellones, ya que para poder salir de la institución educativa las personas deben pasar por este pabellón Administrativo que presenta mucho riesgo y peligro para la vida de cada uno de ellos, por ser la entrada principal al local educativo. Por lo que se recomienda a la institución educativa Sabio Antonio Raimondi de implementar, mantener abiertas y disponibles las dos puertas que posee la institución educativa en los lados laterales de su local puerta N° 02 calle (Av. Centenario) y puerta N° 03 calle (Jr. Sebastián de Aliste) ver anexo N° 04, en todo momento, ya que un evento sísmico puede originarse en cualquier momento, de estas manera serviría como rutas alternas de salida del local y de evacuación de las personas que allí se encuentran.

- ✓ Los estudios de vulnerabilidad deben realizarse en forma periódica a fin de actualizar la información debido a que los materiales constituyentes de las estructuras de los pabellones de la institución educativa van perdiendo sus propiedades iniciales de resistencia y su estado de conservación disminuye con el paso de los años, así mismo también se debe actualizar los estudios de vulnerabilidad para incluir las nuevas edificaciones que se construyan dentro de la institución educativa.

- ✓ En función a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda al Comité de Defensa Civil de la Institución Educativa, Al área de Infraestructura de la Unidad de Gestión Educativa de Huaraz quien es la que evalúa y ejecuta acciones de mantenimiento preventivo en las instituciones educativas de su

jurisdicción y al comité local del Distrito de Independencia Defensa Civil, que tienen que ver con la tarea de seguridad y gestión de riesgos ante amenazas sísmicas. Tomar las acciones correctivas con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad sísmica, poniendo énfasis en la edificación del pabellón administrativo de material adobe.

- ✓ Se recomienda demoler la edificación del Pabellón Administrativo que está construida con material de adobe y tiene más de 50 años de antigüedad, por presentar un alto índice de vulnerabilidad y mostrar un riesgo alto frente a la ocurrencia de un evento sísmico.

Futuras Líneas de Investigación

Siempre en trabajos de investigación surgen muchas preguntas e inquietudes que el autor desearía responder. Sin embargo muchos de estos están fuera del alcance del estudio y el factor tiempo impide la minuciosidad en estos temas.

A continuación se dan una serie de temas posibles de investigación futuras:

- ✓ Se recomienda realizar estudios de evaluación de la vulnerabilidad sísmica en líneas vitales como es en: centros históricos, templos o iglesias, viviendas urbanas, hospitales y todas las edificaciones esenciales.
- ✓ La utilización del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, proporciona funciones de vulnerabilidad que se relacionan con las aceleraciones horizontales del terreno. Es por esta razón que se desea enfatizar que según las zonas de amenaza sísmica establecidas en el RNE, se debe tener una total claridad sobre el coeficiente sísmico de referencia que se debe usar según la zona donde se van evaluar las edificaciones.

- ✓ La metodología adoptada en este trabajo de investigación es considerado un método completo y representativo para estudios de vulnerabilidad sísmica. Sin embargo, al igual que otros métodos, tiene incertidumbres que afectan a los resultados. Las incertidumbres pueden estar desde la determinación de la acción, que en este caso en estudios se basa en intensidades macrosísmicas EMS-98, hasta la determinación de las características estructurales y no estructurales de las edificaciones, que en este caso se particulariza con un índice de vulnerabilidad básico. Para estudios posteriores es conveniente tratar de cuantificar e incorporar estas incertidumbres desde una perspectiva probabilística, a fin de intentar definir los diferentes intervalos de confianza de los resultados.

- ✓ Es oportuno recomendar la incorporación de factores sociales a este tipo de estudio. Las instituciones educativas se categorizan como edificios especiales que desempeñan una función importante en la sociedad antes, durante y después de la ocurrencia de un evento sísmico. Un estudio de evaluación en edificaciones escolares debe ir de acorde con un estudio de planificación con los centros de atención sanitaria, que ante una emergencia sísmica se disponga de una planificación de a qué hospitales se debe acudir, basado en las distancias a recorrer y en la cantidad de heridos que requieran hospitalización.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1. CASTRO PEREZ, CRISTIAN. (2011).** Diagnóstico de la construcción en Ayacucho. Ayacucho: COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ CONSEJO DEPARTAMENTAL AYACUCHO CAPÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL.
- 2. CHAVARRÍA, DANIEL Y GÓMEZ, DANIEL. (2001).** "Estudio de vulnerabilidad en viviendas de 1 y 2 pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono Cañaveralejo". Tesis Doctoral. Universidad del Valle de Santiago de Cali – Facultad de Ingeniería Civil y Geomática. Colombia.
- 3. ESPERANZA MALDONADO RONDÓN, GUSTAVO CHIO CHO E IVÁN GÓMEZ ARAUJO (2006).** Índice de Vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basada en la opinión de expertos, realizado en la ciudad de Bucaramanga. Artículo de investigación, Universidad Industrial de Santander - UIS – Colombia.
- 4. JORGE, CASTILLO AEDO Y JORGE ALVA HURTADO. (1993).** Peligro Sísmico en el Perú. Lima: Ponencia presentada en el VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones.
- 5. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL INDECI. (2006).** "Manual Básico para la Estimación del Riesgo". Lima.
- 6. LINA, LLANOS LÓPEZ Y LINA, VIDAL GÓMEZ. (2003).** Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas Públicas de Cali: una Propuesta Metodológica. Tesis de grado para optar el Título Profesional de Ingenieras Civiles, Universidad del Valle, Santiago de Cali.

7. **LUIS, NORABUENA GARAY (2012).** Vulnerabilidad Sísmica en las Instituciones Educativas del Nivel Secundaria del Distrito de Pativilca Provincia de Barranca – Lima - 2012. Tesis de grado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú.

8. **MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ (MVCS) (2013).** Reglamento Nacional De Edificaciones Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente. Sencico.

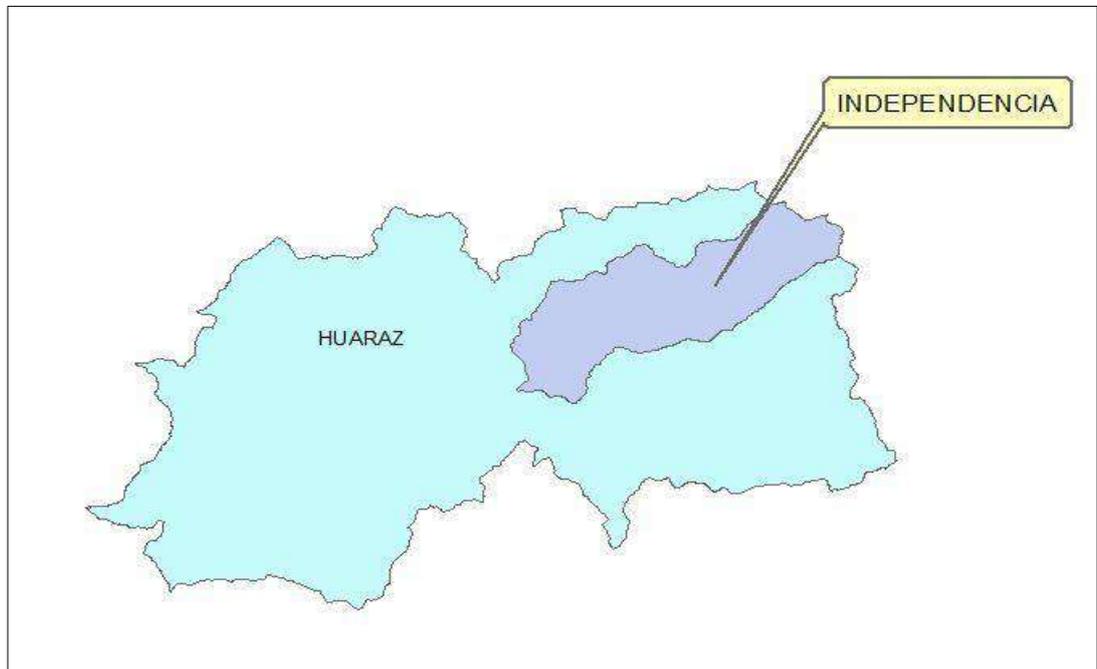
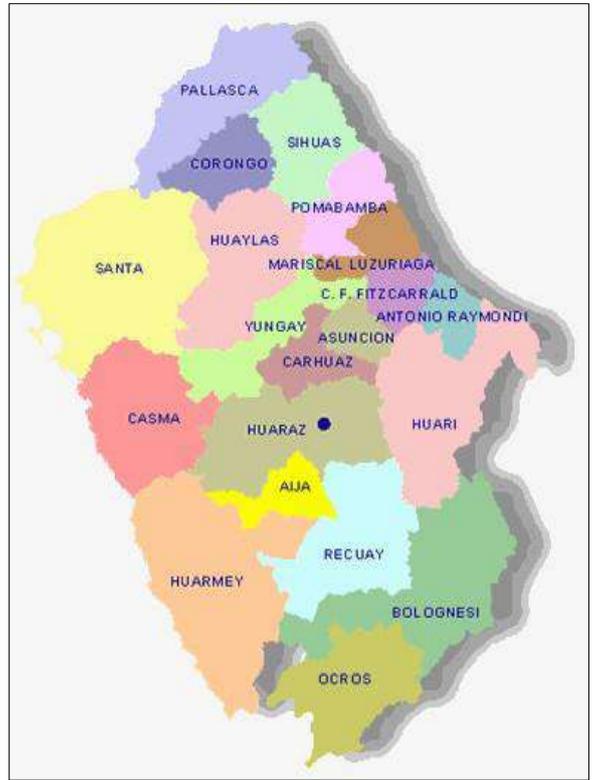
9. **TINOCO MEYHUAY, TITO MONER (2014).** Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica en las edificaciones de la Zona Urbana del Distrito de Jangas, Aplicando el Sistema de Información Geográfica. Tesis de grado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Alas Peruanas, Huaraz, Ancash.

10. **VERONICA JOHANA HURTADO ORTIZ Y ALBA CAROLINA LEÓN MEZA (2008).** Implemetación del modelo de índice de vulnerabilidad ajustado a una edificación histórica con estructura de varios materiales. Trabajo de grado para optar el título de IngenieroCivil, Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Bucaramangara. Colombia.

11. **Vickery, D.J. (1983).** Edificios escolares y Desastres natruales. UNESCO. Paris.

ANEXOS

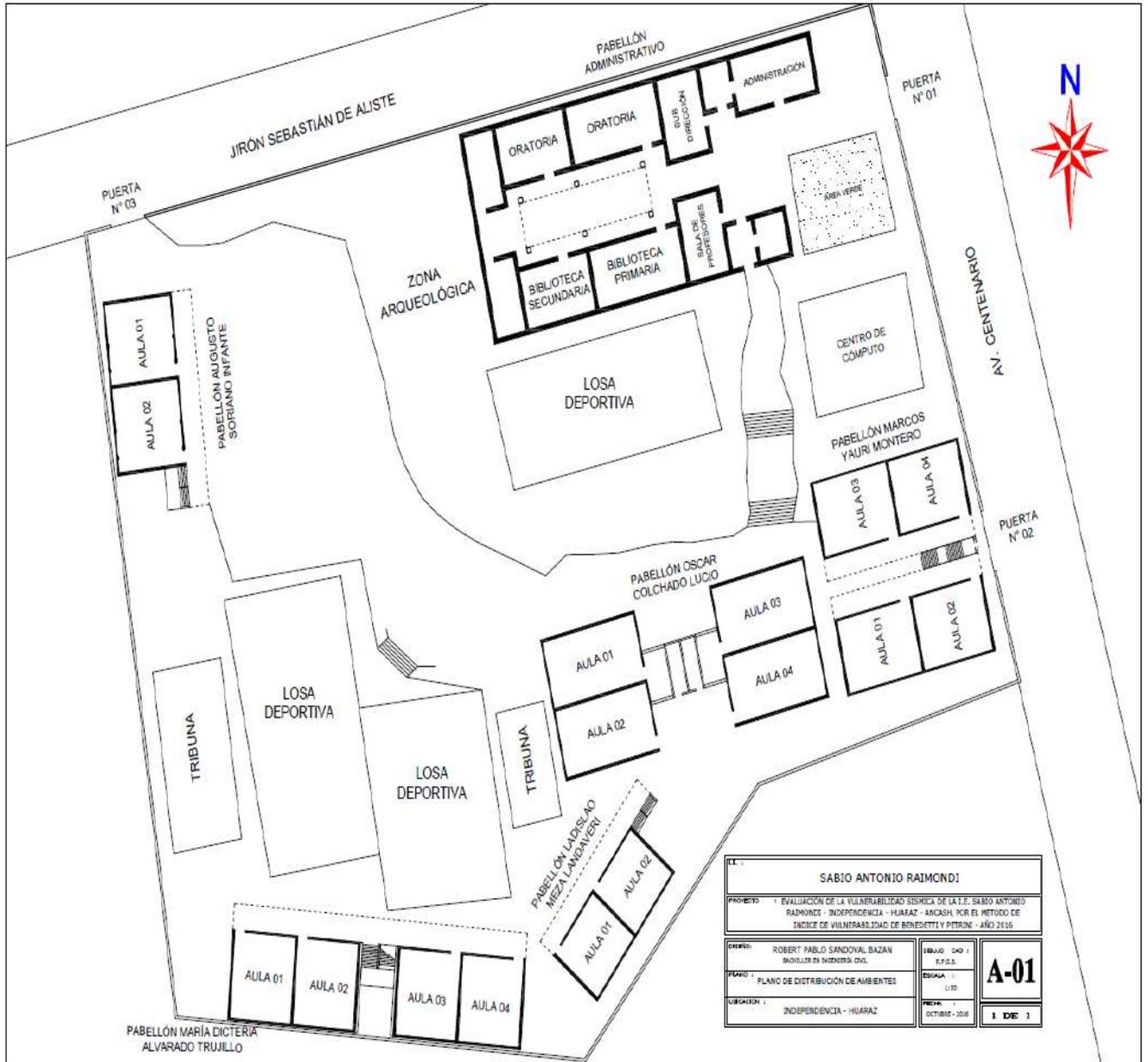
ANEXO N° 01: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI



PROVINCIA DE HUARAZ

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 04: PLANO EN PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS PABELLONES DE LA I.E SABIO ANTONIO RAIMONDI



I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI			
PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016			
DISEÑO: ROBERT PABLO SANDOVAL BAZAN INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL	DIBUJO CAD: R.P.S.B.	A-01	I DE 1
PLANO: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES	ESCALA: 1:30		
UBICACIÓN: INDEPENDENCIA - HUARAZ	FECHA: OCTUBRE - 2016		

ANEXO N° 05: CROQUIS DE ZONAS SEGURAS, RUTAS DE EVACUACIÓN Y SALIDA DEL LOCAL DE LA I.E SABIO ANTONIO RAIMONDI



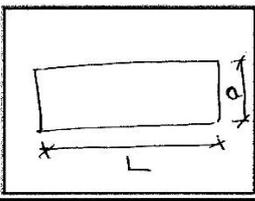
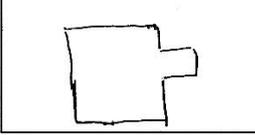
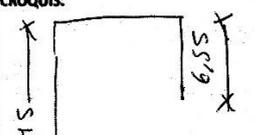
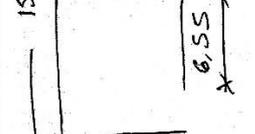
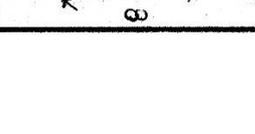
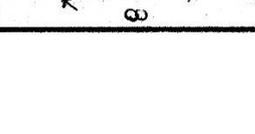
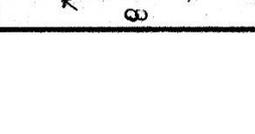
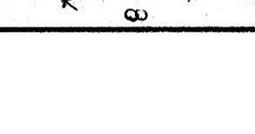
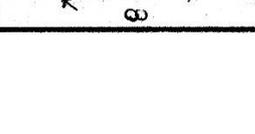
ANEXO N° 06: FICHA TÉCNICA DEL FORMULARIO DE VULNERABILIDAD

FORMULARIO DE VULNERABILIDAD						
PARÁMETRO		CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN		DATOS ADICIONALES	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	<input type="checkbox"/>	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	A	EDIFICACIÓN:	
			Edificio con vigas en todos los pisos	B		
			Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	C		
			Edificio con muros no ligados	D		
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	<input type="checkbox"/>	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	Si	No	DESCRIPCIÓN: AÑO DE CONSTRUCCIÓN: USO ACTUAL:
			Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	Si	No	
			Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	Si	No	
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	<input type="checkbox"/>	Número de pisos (N)			PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA
			Área total cubierta At en (m2)			
			Área de muros "X" Ax			
			Área de muros "Y" Ay			
			τ_k Resistencia a cortante (Tn/m2)			
			Altura promedio h (m)			
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	<input type="checkbox"/>	Pendiente			PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Roca	Si	No	
			Terreno suelto	Si	No	
			Diferencia de cotas de fundación			
5	DIAFRAGMA HORIZONTAL	<input type="checkbox"/>	Ausencia de planos a desnivel	Si	No	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Deformabilidad despreciable	Si	No	
			Conexión diafragma - muro eficaz	Si	No	
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	<input type="checkbox"/>	Relación $\beta_1 = a/l$			PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Relación $\beta_2 = b/l$			
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	<input type="checkbox"/>	Si $0.75 < T/H$	A		PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	B		
			Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	C		
			Si $T/H \leq 0.25$	D		
8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	<input type="checkbox"/>	"L" Espaciamiento de muros transversales			CROQUIS:
			"S" Espesor del muro maestro			
			Factor L/S			
9	TIPO DE CUBIERTA	<input type="checkbox"/>	Edificio con cubierta plana y estable	Si	No	CROQUIS:
			Edificio con cubierta parcialmente estable	Si	No	
			Edificio con cubierta inestable	Si	No	
			Edificio con cubierta inestable, sin vigas	Si	No	
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	<input type="checkbox"/>	Sin elementos vinculados	A		CROQUIS:
			Con elementos bien vinculados	B		
			Leves deficiencias en la conexión	C		
			Elementos mal vinculados	D		
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	<input type="checkbox"/>	Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	A		CROQUIS:
			Lesiones leves en muros	B		
			Muros con fisuras	C		
			Muros con fuerte deterioro	D		

ANEXO N° 07: MATRIZ DE CONSISTENCIA:

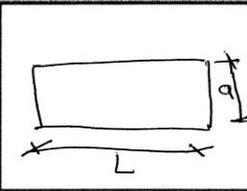
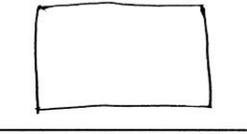
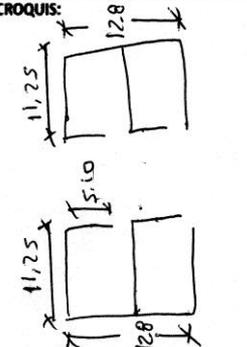
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de la I.E. Sabio Antonio Raimondi - Independencia - Huaraz, luego de aplicar el método de índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) ¿Cuáles son las características estructurales y no estructurales de la edificación de la I.E. Sabio Antonio Raimondi, que intervienen en su comportamiento sísmico?</p> <p>b) ¿Cuál será el índice de daños y las pérdidas económicas frente a la ocurrencia de un evento sísmico considerable?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Evaluar la vulnerabilidad sísmica por el método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini de la I.E. Sabio Antonio Raimondi del Distrito de Independencia - Huaraz- Ancash.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) Determinar las características estructurales y no estructurales de la edificación de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, que intervienen en su comportamiento sísmico.</p> <p>b) Determinar el índice de daños y las pérdidas económicas frente a la ocurrencia de un evento sísmico.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La aplicación del método de Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Petrini permitirá evaluar la Vulnerabilidad sísmica de la edificación de la Institución Educativa Sabio Antonio Raimondi del Distrito de Independencia - Huaraz – Ancash.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) La aplicación del método de Benedetti y Petrini permitirá evaluar las características estructurales y no estructurales de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, que más influye en su comportamiento sísmico.</p> <p>b) Luego de aplicar el método de Benedetti y Petrini, se obtendrán los valores del índice de daños y las pérdidas económicas de la institución educativa Sabio Antonio Raimondi, frente a la ocurrencia de un evento sísmico significativo.</p>	<p>VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Índice de vulnerabilidad.</p> <p>INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organización del sistema resistente. • Calidad del sistema resistente. • Resistencia convencional. • Posición del edificio y cimentación. • Diafragma horizontal. • Configuración en planta. • Configuración en elevación. • Distancia máxima entre los muros. • Tipo de cubierta. • Elementos no estructurales. • Estado de conservación. <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Vulnerabilidad Sísmica.</p>

ANEXO N° 08: FICHAS TÉCNICAS LLENADAS EN CAMPO DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI

FORMULARIO DE VULNERABILIDAD				
METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA				
		Tesis: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016".		
AUTOR: Autor: Bach. Robert Pablo Sandoval Bazan INSTITUCIÓN EDUCATIVA: Sabio Antonio Raimondi		REGIÓN: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA		
PARAMETRO	CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACION	DATOS ADICIONALES	
1	A	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	<input checked="" type="checkbox"/> A	EDIFICACIÓN: Pabellón Augusto Sotomayor Imparte
		Edificio con vigas en todos los pisos	B	
		Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	C	
		Edificio con muros no ligados	D	
2	A	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	<input checked="" type="checkbox"/> No	DESCRIPCIÓN: AÑO DE CONSTRUCCIÓN: USO ACTUAL: Aula de clases
		Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	<input checked="" type="checkbox"/> No	
		Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	<input checked="" type="checkbox"/> No	
3	B	Número de pisos (N)	2	PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA 
		Área total cubierta At en (m2)	123.60	
		Área de muros "X" Ax	8.48	
		Área de muros "Y" Ay	12	
		tk Resistencia a cortante (Tn/m2)	8	
		Altura promedio h (m)	3	
4	A	Pendiente	L-2%	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION 
		Roca	<input checked="" type="checkbox"/> No	
		Terreno suelto	<input checked="" type="checkbox"/> Si	
		Diferencia de cotas de fundación		
5	A	Ausencia de planos a desnivel	<input checked="" type="checkbox"/> No	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION 
		Deformabilidad despreciable	<input checked="" type="checkbox"/> No	
		Conexión diafragma - muro eficaz	<input checked="" type="checkbox"/> No	
6	C	Relación $\beta_1 = a/l$	0.52	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION 
		Relación $\beta_2 = b/l$		
7	D	Si $0.75 < T/H$	A	CROQUIS: 
		Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	B	
		Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	C	
		Si $T/H \leq 0.25$	D	
8	D	"L" Espaciamiento de muros transversales	8	CROQUIS: 
		"S" Espesor del muro maestro	0.25	
		Factor L/S	32	
9	A	Edificio con cubierta plana y estable	<input checked="" type="checkbox"/> No	CROQUIS: 
		Edificio con cubierta parcialmente estable	<input checked="" type="checkbox"/> Si	
		Edificio con cubierta inestable	<input checked="" type="checkbox"/> Si	
		Edificio con cubierta inestable, sin vigas	<input checked="" type="checkbox"/> Si	
10	B	Sin elementos vinculados	A	CROQUIS: 
		Con elementos bien vinculados	<input checked="" type="checkbox"/> B	
		Leves deficiencias en la conexión	C	
		Elementos mal vinculados	D	
11	A	Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	<input checked="" type="checkbox"/> A	CROQUIS: 
		Lesiones leves en muros	B	
		Muros con fisuras	C	
		Muros con fuerte deterioro	D	

FORMULARIO DE VULNERABILIDAD					
METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA					
		Tesis: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016".			
AUTOR: Sabio Antonio Raimondi		Autor: Bach. Robert Pablo Sandoval Bazan		REGIÓN: ANCASH	
INSTITUCIÓN EDUCATIVA:		Sabio Antonio Raimondi		PROVINCIA: HUARAZ	
				DISTRITO: INDEPENDENCIA	
PARÁMETRO	CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN		DATOS ADICIONALES	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	<input checked="" type="checkbox"/>	EDIFICACIÓN: Pabellón María Dicteria Alvarado Trujillo
			Edificio con vigas en todos los pisos	B	
			Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	C	
			Edificio con muros no ligados	D	
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	<input checked="" type="checkbox"/>	DESCRIPCIÓN: AÑO DE CONSTRUCCIÓN: USO ACTUAL: Aulas de clases
			Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	B	Número de pisos (N)	2	PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA
			Área total cubierta At en (m2)	239.20	
			Área de muros "X" Ax	16.36	
			Área de muros "Y" Ay	24	
			rk Resistencia a cortante (Tn/m2)	8	
			Altura promedio h (m)	3	
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A	Pendiente	4 - 2%	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Terreno suelto	Si <input checked="" type="checkbox"/>	
			Diferencia de cotas de fundación		
5	DIAFRAGMA HORIZONTAL	A	Ausencia de planos a desnivel	<input checked="" type="checkbox"/>	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Deformabilidad despreciable	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Conexión diafragma - muro eficaz	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	C	Relación $\beta_1 = a/l$	0.54	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Relación $\beta_2 = b/l$		
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	D	Si $0.75 < T/H$	A	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	B	
			Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	C	
			Si $T/H \leq 0.25$	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	D	"L" Espaciamiento de muros transversales	8	CROQUIS:
			"S" Espesor del muro maestro	0.25	
			Factor L/S	32	
9	TIPO DE CUBIERTA	A	Edificio con cubierta plana y estable	<input checked="" type="checkbox"/>	CROQUIS:
			Edificio con cubierta parcialmente estable	Si <input checked="" type="checkbox"/>	
			Edificio con cubierta inestable	Si <input checked="" type="checkbox"/>	
			Edificio con cubierta inestable, sin vigas	Si <input checked="" type="checkbox"/>	
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	B	Sin elementos vinculados	A	CROQUIS:
			Con elementos bien vinculados	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Leves deficiencias en la conexión	C	
			Elementos mal vinculados	D	
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	A	Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	<input checked="" type="checkbox"/>	CROQUIS:
			Lesiones leves en muros	B	
			Muros con fisuras	C	
			Muros con fuerte deterioro	D	

FORMULARIO DE VULNERABILIDAD					
METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA					
 UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Tesis: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016".		 REPUBLICA DEL PERU	
AUTOR: Autor: Bach. Robert Pablo Sandoval Bazan INSTITUCIÓN EDUCATIVA: Sabio Antonio Raimondi		REGIÓN: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA			
PARÁMETRO	CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN		DATOS ADICIONALES	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	<input checked="" type="checkbox"/>	EDIFICACIÓN: Pabellón Ladislao Meza Landavee
			Edificio con vigas en todos los pisos	<input type="checkbox"/>	
			Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	<input type="checkbox"/>	
			Edificio con muros no ligados	<input type="checkbox"/>	
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	<input checked="" type="checkbox"/>	DESCRIPCIÓN: AÑO DE CONSTRUCCIÓN: USO ACTUAL: Aula de Clases
			Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	A	Número de pisos (N)		PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA
			Área total cubierta At en (m2)	94.58	
			Área de muros "X" Ax	8.06	
			Área de muros "Y" Ay	9.75	
			tk Resistencia a cortante (Tn/m2)	8	
			Altura promedio h (m)	3	
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A	Pendiente	1-2%	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Roca	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Terreno suelto	<input type="checkbox"/>	
5	DIAFRAGMA HORIZONTAL	B	Ausencia de planos a desnivel	<input checked="" type="checkbox"/>	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Deformabilidad despreciable	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Conexión diafragma - muro eficaz	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	C	Relación $\beta_1 = a/l$	0.45	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Relación $\beta_2 = b/l$		
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	D	Si $0.75 < T/H$	A	PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION
			Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	B	
			Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	C	
			Si $T/H \leq 0.25$	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	D	"L" Espaciamiento de muros transversales	6.50	CROQUIS:
			"S" Espesor del muro maestro	0.25	
			Factor L/S	26	
9	TIPO DE CUBIERTA	B	Edificio con cubierta plana y estable	<input checked="" type="checkbox"/>	CROQUIS:
			Edificio con cubierta parcialmente estable	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Edificio con cubierta inestable	<input type="checkbox"/>	
			Edificio con cubierta inestable, sin vigas	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	B	Sin elementos vinculados	A	CROQUIS:
			Con elementos bien vinculados	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Leves deficiencias en la conexión	C	
			Elementos mal vinculados	D	
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	C	Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	A	CROQUIS:
			Lesiones leves en muros	B	
			Muros con fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>	
			Muros con fuerte deterioro	D	

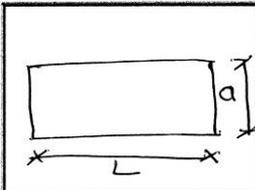
FORMULARIO DE VULNERABILIDAD						
METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA						
		Tesis: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016".				
AUTOR: Autor: Bach. Robert Pablo Sandoval Bazan		REGIÓN: ANCASH				
INSTITUCIÓN EDUCATIVA: Sabio Antonio Raimondi		PROVINCIA: HUARAZ				
		DISTRITO: INDEPENDENCIA				
PARÁMETRO	CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN		DATOS ADICIONALES		
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	<input checked="" type="checkbox"/>	EDIFICACIÓN: Pabellón Oscar Colchado Lucio	
			Edificio con vigas en todos los pisos	B		
			Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	C		
			Edificio con muros no ligados	D		
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	<input checked="" type="checkbox"/>	DESCRIPCIÓN: AÑO DE CONSTRUCCIÓN: USO ACTUAL: Aula de Clases	
			Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	<input checked="" type="checkbox"/>		No
			Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	<input checked="" type="checkbox"/>		No
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	C	Número de pisos (N)		PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA	
			Área total cubierta At en (m2)	306.23		
			Área de muros "X" Ax	35.35		
			Área de muros "Y" Ay	18.21		
			rk Resistencia a cortante (Tn/m2)	5		
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A	Altura promedio h (m)	3		
			Pendiente	1-2%		
			Roca	<input checked="" type="checkbox"/>		No
			Terreno suelto	Si		<input checked="" type="checkbox"/>
5	DIAFRAGMA HORIZONTAL	A	Diferencia de cotas de fundación		PARAMETRO 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACION	
			Ausencia de planos a desnivel	<input checked="" type="checkbox"/>		No
			Deformabilidad despreciable	<input checked="" type="checkbox"/>		No
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	A	Conexión diafragma - muro eficaz	<input checked="" type="checkbox"/>		
			Relación $\beta_1 = a/l$	0.87		
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	A	Relación $\beta_2 = b/l$			
			Si $0.75 < T/H$	<input checked="" type="checkbox"/>		
			Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	B		
8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	D	Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	C	CROQUIS: 	
			Si $T/H \leq 0.25$	D		
			"L" Espaciamiento de muros transversales	11.25		
9	TIPO DE CUBIERTA	C	"S" Espesor del muro maestro	0.25		
			Factor L/S	45		
			Edificio con cubierta plana y estable	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	C	Edificio con cubierta parcialmente estable	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
			Edificio con cubierta inestable	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
			Edificio con cubierta inestable, sin vigas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No
			Sin elementos vinculados	A		
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	A	Con elementos bien vinculados	B		
			Leves deficiencias en la conexión	<input checked="" type="checkbox"/>		
			Elementos mal vinculados	D		
			Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	<input checked="" type="checkbox"/>		
			Lesiones leves en muros	B		
			Muros con fisuras	C		
			Muros con fuerte deterioro	D		

FORMULARIO DE VULNERABILIDAD			
METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA			
			
Tesis: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016".			
AUTOR: Autor: Bach. Robert Pablo Sandoval Bazan INSTITUCIÓN EDUCATIVA: Sabio Antonio Raimondi		REGIÓN: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA	
PARÁMETRO	CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN	DATOS ADICIONALES
1	A	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	<input checked="" type="checkbox"/> A
		Edificio con vigas en todos los pisos	<input type="checkbox"/> B
		Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	<input type="checkbox"/> C
		Edificio con muros no ligados	<input type="checkbox"/> D
2	A	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
		Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
		Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
3	C	Número de pisos (N)	2
		Área total cubierta At en (m ²)	24.20
		Área de muros "X" Ax	20.70
		Área de muros "Y" Ay	19.65
		tk Resistencia a cortante (Tn/m ²)	5
		Altura promedio h (m)	3.30
4	A	Pendiente	1-2%
		Roca	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
		Terreno suelto	<input type="checkbox"/> SI No
		Diferencia de cotas de fundación	
5	A	Ausencia de planos a desnivel	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
		Deformabilidad despreciable	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
		Conexión diafragma - muro eficaz	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
6	D	Relación $\beta_1 = a/l$	0.38
		Relación $\beta_2 = b/l$	
7	D	Si $0.75 < T/H$	A
		Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	B
		Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	C
		Si $T/H \leq 0.25$	D
8	D	"l" Espaciamiento de muros transversales	6.90
		"s" Espesor del muro maestro	0.25
		Factor l/s	26.70
9	A	Edificio con cubierta plana y estable	<input checked="" type="checkbox"/> SI No
		Edificio con cubierta parcialmente estable	<input type="checkbox"/> SI No
		Edificio con cubierta inestable	<input type="checkbox"/> SI No
		Edificio con cubierta inestable, sin vigas	<input type="checkbox"/> SI No
10	B	Sin elementos vinculados	A
		Con elementos bien vinculados	<input checked="" type="checkbox"/> B
		Leves deficiencias en la conexión	C
		Elementos mal vinculados	D
11	B	Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	A
		Lesiones leves en muros	<input checked="" type="checkbox"/> B
		Muros con fisuras	C
		Muros con fuerte deterioro	D

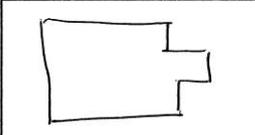
EDIFICACIÓN: Pabellón Marcos Yauri Montero

DESCRIPCIÓN: AÑO DE CONSTRUCCIÓN: USO ACTUAL: Aula de Clases

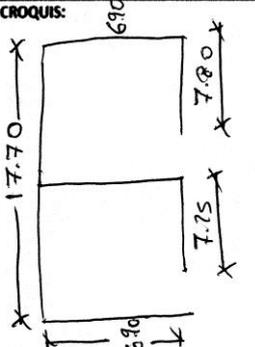
PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA

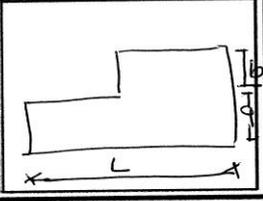
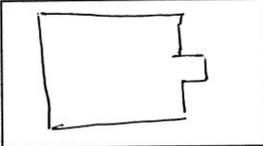


PARAMETRO 7: CONFIGURACION EN ELEVACION



CROQUIS:



FORMULARIO DE VULNERABILIDAD					
METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA					
 UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Tesis: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. SABIO ANTONIO RAIMONDI - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH, POR EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI - AÑO 2016".		 REPUBLICA DEL PERU	
AUTOR: INSTITUCIÓN EDUCATIVA:		Autor: Bach. Robert Pablo Sandoval Bazan Sabio Antonio Raimondi		REGIÓN: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA	
PARÁMETRO	CLASE	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN		DATOS ADICIONALES	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	C	Edificio con vigas y columnas de amarre en todos los pisos	A	EDIFICACIÓN: Pabellón Administrativo
			Edificio con vigas en todos los pisos	B	
			Edificio que no presenta vigas en todos los pisos	C	
			Edificio con muros no ligados	D	
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	D	Ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	DESCRIPCIÓN: AÑO DE COSTRUCCIÓN: USO ACTUAL: Administración
			Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
			Mortero de buena calidad (1 a 1.5 cm)	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	C	Número de pisos (N)	1	PARAMETRO 6: CONFIGURACIÓN EN PLANTA
			Área total cubierta At en (m2)	498.90	
			Área de muros "X" Ax	57.32	
			Área de muros "Y" Ay	34.56	
			tk Resistencia a cortante (Tn/m2)	2.50	
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A	Altura promedio h (m)	3	
			Pendiente	1-2%	
			Roca	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
			Terreno suelto	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
5	DIAFRAGMA HORIZONTAL	D	Diferencia de cotas de fundación	—	PARAMETRO 7: CONFIGURACIÓN EN ELEVACION
			Ausencia de planos a desnivel	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
			Deformabilidad despreciable	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	D	Conexión diafragma - muro eficaz	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
			Relación $\beta_1 = a/l$	0.13	
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	C	Relación $\beta_2 = b/l$	0.32	
			SI $0.75 < T/H$	A	
			SI $0.50 < T/H \leq 0.75$	B	
			SI $0.25 < T/H \leq 0.50$	C	
8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	D	SI $T/H \leq 0.25$	D	CROQUIS: 
			"L" Espaciamiento de muros transversales	10.5	
			"S" Espesor del muro maestro	0.40	
9	TIPO DE CUBIERTA	C	Factor L/S	26.25	
			Edificio con cubierta plana y estable	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
			Edificio con cubierta parcialmente estable	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
			Edificio con cubierta inestable	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	C	Edificio con cubierta inestable, sin vigas	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
			Sin elementos vinculados	A	
			Con elementos bien vinculados	B	
			Leves deficiencias en la conexión	C	
11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	D	Elementos mal vinculados	D	
			Muros en buenas condiciones, sin lesiones visibles	A	
			Lesiones leves en muros	B	
			Muros con fisuras	C	
			Muros con fuerte deterioro	D	