

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Quiroz Rabanal, Dennis Omar

ASESOR:

Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno

CAJAMARCA-PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Quiroz Rabanal, Dennis Omar
DNI: 72485261
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** Dr. ing. Mosqueira Moreno, Miguel Angel
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:** COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET
- Fecha de evaluación:** 20/03/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 21 %
- Código Documento:** oid:3117:341349994
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20/03/2024

 <hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos: Miguel Angel Mosqueira Moreno DNI: 26733060</p>	 <p>Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258801 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 20/03/2024 18:06:08-0500</p> <hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>
--	--

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme haber llegado hasta donde me encuentro ahora en la vida, dándome salud, bienestar, educación, una familia maravillosa y fortaleza siempre en todo momento.

A mis padres, por haberme dado una maravillosa vida, donde tuve educación, amor, respeto y valores, a ellos les debo todo mi ser.

A mi asesor, el Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno, de quién aprendí mucho en todos los años como estudiante y a quien tengo un gran respeto y admiración tanto como persona como profesional, agradezco también su sabiduría y asesoramiento en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y a la plana docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme conocimientos y valores para poder ser un profesional de éxito y con principios que contribuya a esta sociedad.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación al creador, por permitir al mundo ser como es, brindarnos el maravilloso regalo de la vida y la posibilidad de convertir este en un mundo mejor.

A mi familia, por ser el motor por el cual día a día busco ser un mejor profesional y una mejor persona, a mis padres porque todo lo que he sido, soy y lograré ser se lo debo a ellos; y a mi hermana en especial, por ser mi apoyo incondicional en todo momento de mi vida.

A mi compañero Alex Javier Chávez Acuña, cuya luz en este mundo dejó de brillar muy pronto, pero su memoria perdurará por siempre en el corazón de quienes lo quisimos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. HIPÓTESIS	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5. LIMITACIONES	4
1.6. OBJETIVOS	4
1.7. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	5
1.7.1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	5
1.7.2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
1.7.3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	5
1.7.4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	5
1.7.5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	5
1.7.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
1.7.7. APÉNDICES Y ANEXOS	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	6

2.2.	BASES TEÓRICAS	9
2.2.1.	Sistemas Estructurales	9
2.2.2.	Albañilería confinada.....	11
2.2.3.	Componentes de la albañilería confinada	13
2.2.4.	Proceso constructivo de un sistema de albañilería confinada.....	16
2.2.5.	Aspectos sísmicos	21
2.2.6.	Sismos en Cajamarca	22
2.2.7.	Vulnerabilidad sísmica	25
2.2.8.	Comportamiento sísmico de la albañilería.....	26
2.2.9.	Métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	35
2.2.10.	Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini).....	35
2.2.11.	Método propuesto por Marcial Blondet.....	51
2.2.12.	Reseña histórica del antiguo hospital regional de Cajamarca.....	52
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	53
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		55
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	55
3.2.	ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.3.	MÉTODO	55
3.3.1.	Tipo de investigación:.....	55
3.3.2.	Nivel de investigación:	56
3.3.3.	Población, muestra y unidad de análisis:	56
3.4.	PROCEDIMIENTO	56
3.4.1.	Selección de edificaciones a analizar:	56
3.4.2.	Replanteo de planos:	57
3.4.3.	Determinación de vulnerabilidad sísmica:.....	57
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		91
4.1.	RESULTADOS	91

4.1.1. Método de Benedetti-Petrini	91
4.1.2. Método de Marcial Blondet	94
4.2. DISCUSIÓN	103
4.2.1. Aspectos informativos:	103
4.2.2. Aspectos técnicos:.....	104
4.2.3. Aspectos sísmicos:.....	105
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1. CONCLUSIONES	107
5.2. RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
APÉNDICES:	113
ANEXOS.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales....	14
Tabla 2: Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini	36
Tabla 3: Escala numérica del índice de Benedetti-Petrini.....	36
Tabla 4: Escala numérica del índice de Benedetti-Petrini adaptada para la comparación con la otra metodología	36
Tabla 5. Comparación entre el Reglamento Nacional de Edificaciones y los parámetros propuestos por el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini	37
Tabla 6: Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para mampostería	41
Tabla 7: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica según Marcial Blondet....	51
Tabla 8: Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica	51
Tabla 9: Cálculo de resistencia convencional	60
Tabla 10: Configuración en planta del pabellón N° 1	63
Tabla 11: Distancia máxima entre muros en el pabellón N° 1	66
Tabla 12: Factor de zona “Z”	78
Tabla 13: Factor de suelo “S”.....	78
Tabla 14: Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm ²).....	79
Tabla 15: Parámetros para llenar la ficha de reporte del pabellón N°1	83
Tabla 16: Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”	85
Tabla 17: Valores del coeficiente sísmico C1	86
Tabla 18: Valoración de parámetros para la vulnerabilidad sísmica del pabellón N° 1	91
Tabla 19: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1	91
Tabla 20: Valoración de parámetros para la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2	92
Tabla 21: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1	92
Tabla 22: Valoración de parámetros para la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°3	93
Tabla 23: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2.....	93
Tabla 24: Densidad de muros del pabellón N°1.....	94
Tabla 25: Estabilidad de tabiques del pabellón N°1.....	95
Tabla 26: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1	96
Tabla 27: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1	96
Tabla 28: Densidad de muros del pabellón N°2.....	97
Tabla 29: Estabilidad de tabiques del pabellón N°2.....	98
Tabla 30: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2	99
Tabla 31: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2.....	99

Tabla 32: Densidad de muros del pabellón N°3	100
Tabla 33: Estabilidad de tabiques del pabellón N°3.....	101
Tabla 34: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°3	102
Tabla 35: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°3.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistemas estructurales más usados.....	10
Figura 2: Sistema de albañilería confinada	11
Figura 3: Ladrillo king kong de 18 huecos	13
Figura 4: Configuración estructural de la albañilería confinada	16
Figura 5: Muro afectado por eflorescencia	17
Figura 6: Hiladas colocadas por jornada de trabajo	18
Figura 7: Tratamiento de juntas	19
Figura 8: Estructura interna de la tierra.....	21
Figura 9: Microzonificación sísmica de Cajamarca, INDECI	24
Figura 10: Niveles de intensidades sísmicas para el plano elaborado por INDECI.....	24
Figura 11: Zonas sísmicas del Perú.....	25
Figura 12: Fallas típica en albañilería no reforzada	28
Figura 13: Dinteles discontinuos.....	28
Figura 14: Detalle de fisuras diagonales en muros	29
Figura 15: Detalle de fisura en mortero de juntas	30
Figura 16: Detalle de fisura en mortero de juntas	31
Figura 17: Detalle de pérdida de material en parapetos	31
Figura 18: Fisuras en losas y cielos rasos	32
Figura 19: Separación de muros perpendiculares	33
Figura 20: Aceros de un elemento de concreto armado a la vista y en mal estado.....	33
Figura 21: Desprendimiento de material en elementos de concreto armado	34
Figura 22: Separación del muro de los elementos de.....	34
Figura 23: Confinamiento de muros portantes	38
Figura 24: Continuidad vertical de muros portantes	39
Figura 25: Conexión muro-columna	39
Figura 26: Diafragma horizontal	45
Figura 27: Configuración en planta de la estructura	46
Figura 28: Configuración en altura de la estructura.	47
Figura 29: Ejemplo de separación máxima entre muros	48
Figura 30: Ejemplo de estado de conservación de la estructura	50
Figura 31: Ubicación de la D.I.R.E.S.A. – Cajamarca.....	55
Figura 32: Aspectos informativos de la ficha de evaluación sísmica	57
Figura 33: Evaluación del parámetro 1 según el método de Benedetti-Petrini	58

Figura 34: Espesor de junta en muro.....	59
Figura 35: Evaluación del parámetro 2 según el método de Benedetti-Petrini.....	60
Figura 36: Evaluación del parámetro 3 según el método de Benedetti-Petrini.....	61
Figura 37: Perfil estratigráfico de exploración geotécnica.....	61
Figura 38: Evaluación del parámetro 4 según el método de Benedetti-Petrini.....	62
Figura 39: Medición del espesor de la losa.....	62
Figura 40: Evaluación del parámetro 5 según el método de Benedetti-Petrini.....	63
Figura 41: Vista en planta del primer nivel del Pabellón N°1	64
Figura 42: Evaluación del parámetro 6 según el método de Benedetti-Petrini.....	64
Figura 43: Evaluación del parámetro 7 según el método de Benedetti-Petrini.....	65
Figura 44: Distancia máxima entre muros en el pabellón N° 1	66
Figura 45: Evaluación del parámetro 8 según el método de Benedetti-Petrini.....	67
Figura 46: Evaluación del parámetro 8 según el método de Benedetti-Petrini.....	67
Figura 47: Evaluación del parámetro 10 según el método de Benedetti-Petrini.....	68
Figura 48: Grieta en muro portante del primer nivel del pabellón N° 1	68
Figura 49: Grieta en muro portante del primer nivel del pabellón N° 1	69
Figura 50: Evaluación del parámetro 11 según el método de Benedetti-Petrini.....	69
Figura 51: Aspectos informativos en la ficha de encuesta del pabellón N° 1	71
Figura 52: Aspectos técnicos en la ficha de encuesta del pabellón N°1 (pág. 1).....	73
Figura 53: Aspectos técnicos en la ficha de encuesta del pabellón N°1 (pág. 2).....	74
Figura 54: Antecedentes en la ficha de reporte del pabellón N°1	76
Figura 55: Aspectos técnicos en la ficha de reporte del pabellón N°1.....	76
Figura 56: Fuerza cortante y momento en un muro de vivienda de un piso	81
Figura 57: Fuerzas cortantes y momento en muro de vivienda de dos pisos	82
Figura 58: Análisis sísmico realizado en la ficha de reporte para el pabellón N° 1.....	84
Figura 59: Momento resistente en un muro de albañilería.....	88
Figura 60: Estabilidad de muros al volteo en la ficha de reporte en el pabellón N° 1 ..	89
Figura 61: Vulnerabilidad sísmica en la ficha de reporte del pabellón N°1	90
Figura 62: Unidades de albañilería de edificaciones del complejo de pabellones de oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.	104

RESUMEN

El Perú es un país que presenta alta actividad sísmica, una de las razones es su ubicación en el cinturón de fuego del pacífico, de forma que toda estructura se encuentra expuesta a sufrir daños ante eventos sísmicos; debido a esto existen diferentes métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, algunos de los cuales se enfocan en estructuras de albañilería confinada y que además utilizan diferentes parámetros y criterios al momento de realizar una evaluación para determinar la vulnerabilidad, dentro de estos métodos los más usados en nuestro país son los de Benedetti-Petrini, y Marcial Blondet; de manera que es necesario conocer con cual método se obtendrá como resultado un mayor nivel de vulnerabilidad sísmica a fin de tener esta información para la posterior realización de estudios más complejos, de carácter probabilístico y con métodos netamente cuantitativos; es así que la presente investigación compara el resultado obtenido con las metodologías anteriormente mencionadas, para determinar con cuál método se obtuvo un mayor nivel de vulnerabilidad sísmica; este análisis se llevó a cabo en las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca, y su importancia radica en las condiciones en las que se encuentran dichas edificaciones, la cantidad de personas que acuden a este centro de trabajo y el constante riesgo al que se encuentran expuestos en caso de ocurrir un evento sísmico. Para este fin se elaboraron análisis utilizando procedimientos como recopilación de datos a través de fichas técnicas de análisis mediante inspección y recopilación de información necesaria que finalmente se procesó y, según las metodologías correspondientes, se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica mencionado. Se concluyó finalmente que, la vulnerabilidad sísmica obtenida con el método propuesto por Marcial Blondet es mayor que la que se obtiene con el método propuesto por Benedetti-Petrini.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, albañilería confinada, densidad de muros, estabilidad de tabiques, Benedetti-Petrini, Marcial Blondet.

ABSTRACT

Peru is a country that has high seismic activity, one of the reasons is its location in the Pacific ring of fire, so that every structure is exposed to damage from seismic events; Due to this, there are different methods to determine the seismic vulnerability of buildings, some of which focus on confined masonry structures and which also use different parameters and criteria when carrying out an evaluation to determine the vulnerability, within these methods the The most used in our country are those by Benedetti-Petrini and Marcial Blondet; So it is necessary to know which method will result in a higher level of seismic vulnerability in order to have this information for the subsequent performance of more complex studies, of a probabilistic nature and with purely quantitative methods; Thus, this research compares the result obtained with the previously mentioned methodologies, to determine with which method a higher level of seismic vulnerability was obtained; This analysis was carried out in the buildings of the administrative offices of the D.I.R.E.S.A.- Cajamarca, and its importance lies in the conditions in which these buildings are located, the number of people who come to this work center and the constant risk of that are exposed in the event of a seismic event. For this purpose, analyzes were prepared using procedures such as data collection through technical analysis sheets through inspection and collection of necessary information that was finally processed and, according to the corresponding methodologies, the level of seismic vulnerability mentioned was determined. It was finally concluded that the seismic vulnerability obtained with the method proposed by Marcial Blondet is greater than that obtained with the method proposed by Benedetti-Petrini.

Keywords: seismic vulnerability, confined masonry, wall density, partition stability, Benedetti-Petrini, Marcial Blondet.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los terremotos, causados por una liberación de la energía almacenada en el interior de la tierra, producen principalmente deformaciones tectónicas y la emisión y transmisión de ondas a través del planeta, en este contexto Perú es un país considerado con alta actividad sísmica al formar parte del llamado cinturón de fuego del pacífico, zona de frecuentes terremotos y erupciones volcánicas.

En Cajamarca, existe una gran posibilidad de ocurrencia de terremotos debido a factores como naturaleza de sus suelos, presencia volcánica y formación geológica (Mosqueira, 2020); además se ubica en una zona de alta sismicidad (Norma técnica E.030, 2018), por otro lado, también es conocido que los efectos de los sismos son principalmente pérdidas materiales, pues toda estructura es propensa a sufrir daños ante eventos sísmicos y, lo más importante, la pérdida de vidas humanas.

Ante este acontecimiento existen un sinnúmero de métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación, métodos que utilizan diferentes criterios y parámetros en sus respectivos análisis, obteniendo resultados diferentes según el método elegido, dentro de los cuales los más usados para albañilería confinada en trabajos de investigación en Cajamarca y en el Perú han sido los dos propuestos en este trabajo: el de Benedetti-Petrini y el de Marcial Blondet, los cuales utilizan distintos factores y aspectos para determinar la vulnerabilidad sísmica, el primero utiliza una serie de parámetros que principalmente se basan en el estado de conservación de la estructura, el comportamiento de la estructura tipo cajón, es decir, como un solo elemento, el estado del suelo sobre el que sostiene la edificación, la configuración en planta y elevación, la resistencia a fuerzas horizontales y el estado de elementos no estructurales propensos al colapso ante un evento sísmico; por otro lado, el método de Marcial Blondet, ofrece un análisis basado principalmente en la densidad de muros, calidad de mano de obra, es decir del proceso constructivo, materiales y estabilidad de tabiques.

Es por lo tanto materia de investigación del presente trabajo determinar, en función de los parámetros correspondientes a cada método, cuál metodología ofrece un mayor nivel de vulnerabilidad sísmica en el complejo de edificaciones de las oficinas administrativas de la Dirección Regional de Salud (D.I.R.E.S.A.) de Cajamarca, cuya gran parte funcionaba antiguamente como el Hospital Regional de Cajamarca, siendo

utilizando en la actualidad como oficinas administrativas, perteneciendo a la Categoría “C”- edificaciones comunes (Norma técnica E.030, 2018) y que alberga a gran cantidad de personal. Esta comparación tiene gran importancia debido a que viene a ser un paso previo y permitirá que, en base a los resultados obtenidos, se haga un estudio probabilístico, más complejo y preciso, con métodos netamente cuantitativos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Con qué metodología obtengo un mayor nivel de vulnerabilidad sísmica de las oficinas administrativas de la Dirección Regional de Salud (D.I.R.E.S.A.) de Cajamarca al utilizar Benedetti-Petrini o la propuesta por Marcial Blondet?

1.3. HIPÓTESIS

La metodología que proporciona un mayor nivel de vulnerabilidad sísmica en las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca utilizando es la propuesta por Marcial Blondet.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación pretende comparar los resultados obtenidos al aplicar los métodos de Marcial Blondet y Benedetti-Petrini en la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca, teniendo en cuenta la totalidad de los factores y parámetros que intervienen en el comportamiento de estas edificaciones ante un evento sísmico; esto con el fin de determinar cuál metodología ofrece mayor nivel de vulnerabilidad sísmica, ya que la comparación de los resultados obtenidos vendría a ser el paso previo para determinar si hacer o no un estudio probabilístico, con métodos netamente cuantitativos.

ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Delimitación espacial:

Se realizó en los pabellones que comprenden las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A., en la ciudad de Cajamarca, provincia de Cajamarca y distrito de Cajamarca, en algunas de las antiguas instalaciones del ex hospital regional de Cajamarca que ahora funcionan como oficinas para la institución anteriormente mencionada.

1.4.2. Delimitación temporal:

Esta investigación se desarrolló durante el año 2023 y parte del año 2022.

1.4.3. Delimitación del universo:

Del total de edificaciones que pertenecen a la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca se estudiaron los pabellones correspondientes a las áreas de dirección ejecutiva de recursos humanos, dirección de laboratorio y epidemiología y dirección ejecutiva de planeamiento estratégico.

1.4.4. Delimitación del contenido:

Se recopiló información a través de visitas de campo, toma de fotografías, medidas y llenado de encuestas; posteriormente, a través de un procesamiento de datos, se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica en el que se encuentran las oficinas administrativas mencionadas anteriormente utilizando las metodologías propuestas y se compararon los resultados.

Es así que este trabajo abarca aspectos conceptuales que le competen al Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú y en el sentido estricto la delimitación académicamente está dentro del área de investigación de la escuela de pregrado de la Universidad Nacional de Cajamarca.

También cabe recalcar que, en la metodología propuesta por Benedetti-Petrini, con el fin de poder tener los mismos niveles de comparación se hizo una adaptación al nivel de vulnerabilidad obtenido para el intervalo entre 95.61 y 286.30 pasando todo valor obtenido en este rango a ser denominado ya no como vulnerabilidad media baja o media alta sino solamente como vulnerabilidad media.

1.5. LIMITACIONES

- ✓ En la actualidad ya no se cuenta con información sobre la construcción del complejo de edificaciones, no existe información sobre planos ni el expediente técnico.
- ✓ En el presente trabajo de investigación no se hicieron ensayos destructivos para determinar la calidad y propiedades de los materiales utilizados.
- ✓ Se contó con limitaciones en cuanto a permisos como son los necesarios para realizar ensayos y pruebas, solo se obtuvo permiso para la realización de una única calicata, para determinar las propiedades del suelo, así mismo no se obtuvo información sobre el estado actual de las cimentaciones, sobrecimientos y demás elementos que no se pueden evaluar a simple vista.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general:

- ✓ Comparar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca utilizando los métodos propuestos por Benedetti-Petrini y por Marcial Blondet.

1.6.2. *Objetivos específicos:*

- ✓ Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca utilizando el método propuesto por Benedetti-Petrini.
- ✓ Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca utilizando el método propuesto por Marcial Blondet

1.7. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

1.7.1. *CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN*

Se presenta la base de la investigación: contexto, planteamiento y formulación del problema, hipótesis de investigación, justificación, alcances, limitaciones y objetivos.

1.7.2. *CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO*

Se mencionan los antecedentes teóricos previos, teniendo en cuenta investigaciones a nivel local, nacional e internacional; además de la base teórica se hará una lista de definiciones de términos básicos que nos permitirán la comprensión del presente trabajo de investigación.

1.7.3. *CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS*

En este capítulo se describe la ubicación, el tiempo y época en que se realizó esta investigación y los procedimientos, tratamiento y análisis de datos.

1.7.4. *CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS*

Se presenta el procesamiento de datos obtenidos con los métodos del paso anterior, se los analizó e interpretó para finalmente realizar las conclusiones y recomendaciones.

1.7.5. *CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

En este capítulo se presentan las conclusiones y se propondrán recomendaciones.

1.7.6. *REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1.7.7. *APÉNDICES Y ANEXOS*

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Los trabajos de investigación para determinar la vulnerabilidad sísmica son diversos, entre los cuales destacan:

2.1.1. Internacionales:

Abad y Vargas (2022) en su investigación “*ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA FEMA, MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, PARA ESCENARIO DE SISMO SEVERO*”, determinó que ambos métodos son distintos ya que su análisis y resultado difiere en cada método, sin embargo, los dos métodos son indicadores de riesgo que determinan la vulnerabilidad de un edificio, siendo que ambos métodos se complementan entre si ya que, el método FEMA evalúa al edificio y determina si es apto para soportar un sismo y el método UG evalúa a la estructura después del sismo y determina si aún es funcional o en peligro.

En el trabajo de graduación de **Chiguanó (2014)** titulado “*ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO ITALIANO Y EL MÉTODO DE LA SECRETARÍA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL BARRIO MEDIO MUNDO*”

Con el uso de la metodología de la SNGR se obtienen resultados muy distantes a los de la realidad de las viviendas evaluadas al compararlos con el método italiano. Se concluye que la aplicación del método italiano depende directamente de la capacidad, habilidad y destreza del manejo de instrumentos, levantamiento de información y depuración de la misma por parte del evaluador, mientras que el método de la SNGR depende únicamente de la destreza visual del estimador y de su capacidad de valorar las cualidades de la edificación y su entorno.

2.1.2. Nacionales

Chavez y Anderson (2022) realizó la investigación *“ESTUDIO COMPARATIVO DE MÉTODOS OBSERVACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES DE LA URB. CASUARINAS, CAÑETE-2022”*

Esta investigación comparo la aplicación de las metodologías de Benedetti Petrini y la metodología de INDECI, aplicándolos para obtener los niveles de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la Urb. Casuarinas de Cañete. Los resultados arrojaron un índice de vulnerabilidad de medio bajo a medio alto para Benedetti-Petrini, siendo 40% de viviendas con un nivel medio alto y el 60% restante un nivel medio bajo, por otro lado, se presentan niveles de alto a muy alto para el método de INDECI.

Vargas y Villegas (2022) realizaron la investigación *“COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD ANTE SISMICIDAD APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI Y FEMA – 154 EN EL CONJUNTO HABITACIONAL DE 04 NIVELES, UBICADO EN LA URB. MONSERRATE DEL DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD.”*

La investigación trató consto en comparar el grado de vulnerabilidad sísmica aplicando dos metodologías en un conjunto habitacional de 4 niveles ubicado en la urbanización Monserrate en Trujillo, para poder determinar cuál metodología es más adecuada para estar prevenidos ante un suceso sísmico. Se concluyo finalmente que dicho conjunto habitacional presenta una vulnerabilidad sísmica y que el mejor método sería el de Benedetti Petrini.

Por otra parte, **Cajan y Falla (2020)** en su investigación: *“VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI DE LAS EDIFICACIONES CATEGORÍA C DESCRITAS EN LA NORMA E.030 DE NUEVE SECTORES DE LA CIUDAD DE REQUE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”* concluyeron que:

1. La Vulnerabilidad Sísmica, según este método, es predominantemente media-alta en las edificaciones de categoría C según la norma técnica E.030 del R.N.E. en nueve sectores de la ciudad de Reque.
2. La Vulnerabilidad sísmica tiende a ser media-alta al evaluar los aspectos estructurales y constructivos, mientras que al evaluar los aspectos geométricos tiende a ser baja

2.1.3. Locales

Sangay (2020), en su investigación “COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018” determino la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia San Juan Bautista aplicando dos metodologías: la propuesta por Marcial Blondet y la de Isabel Moromi, estableciendo así el método más conservador para evaluar dicha vulnerabilidad en edificaciones de adobe concluyendo que:

1. La metodología propuesta por Marcial Blondet se basa en análisis visual, levantamiento topográfico y ensayos de laboratorio de muestras de adobe, así como determinación de densidades y resistencia al corte, obteniendo una vulnerabilidad alta
2. El método de Isabel Moromi tomo en cuenta parámetros como la ubicación de la edificación, suelo, mortero, zona, densidad de muros y esbeltez, obteniendo una vulnerabilidad muy alta.
3. La metodología más conservadora es la de Marcial Blondet por ser más detallada y utilizar más parámetros de análisis.

Soto (2018), en su investigación: “COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA-RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA-BAÑOS DEL INCA” concluyó que la metodología más conservadora es la segunda metodología, ya que esta metodología contrasta la capacidad resistente y la capacidad demandante de la estructura, además de que, al hacerse ensayos y modelamientos, se obtienen datos con más exactitud.

Salazar (2018) realizó la investigación: “*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS*”, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la que llegó a concluir:

1. En la Ciudad de Jesús, para viviendas de albañilería confinada, existen 14 viviendas con vulnerabilidad ALTA, 9 con MEDIA y 7 BAJA, de la muestra de estudio.
2. La condición de las viviendas de ese sistema estructural en Jesús es de 13 % de buena calidad, 54% de regular calidad y un 33% de mala calidad.
3. Se destacó que la vulnerabilidad alta se presenta principalmente por un factor de insuficiente densidad de muros, existiendo hasta un 53% en la dirección “x”, debido a errores debido a un proceso constructivo informal.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Sistemas Estructurales

Son modelos físicos que sirven de marco para los elementos estructurales y que reflejan un modo de trabajo. Estos cumplen funciones estructurales específicas como resistencia a la compresión o tensión, forma geométrica u orientación, materiales de los elementos, forma de unión de los elementos, forma de apoyo de la estructura, entre otros, algunos de los más usados comúnmente se ilustran en la Figura 1.

De acuerdo a la transferencia de cargas y esfuerzos los sistemas más comunes son:

A. Sistema aporticado:

Este sistema consta de vigas y columnas que generan una conexión por medio de nudos, esto genera lo que se conoce como pórticos resistentes en las dos direcciones: verticales (columnas) y horizontales (vigas), dejando la mampostería independiente de estos, generalmente utilizando el concreto armado como material. Es el sistema más utilizado hoy en día.

B. Sistema no aporticado (muros portantes):

También llamada mampostería, consta de un conjunto de unidades (ladrillos, bloques, adobes, etc.) adheridos entre sí unidos con mortero. A diferencia de las estructuras de concreto armado, donde los elementos resistentes son columnas y vigas, los muros son los elementos verticales resistentes, siendo elementos que poseen

una dimensión de un grosor muy inferior a la longitud y la altura. Podemos diferenciar aquellas estructuras con refuerzo y sin refuerzo, básicamente diferenciándose por su resistencia a la flexión.

Los muros que conforman este tipo de sistema pueden ser de tapial, adobe, mampostería, bloques de concreto sin armadura y muros de ladrillos, es este último material lo que comúnmente es conocido como albañilería confinada, que consta de ladrillos unidos por una capa de mortero y confinado en sus bordes, funcionando muros y elementos de confinamiento de forma monolítica.

C. Sistema no aporticado tipo túnel:

Se conoce también como sistema tipo cajón, consta de arreglos entre placas verticales (muros), que funcionan como paredes de carga y las placas horizontales (losas).

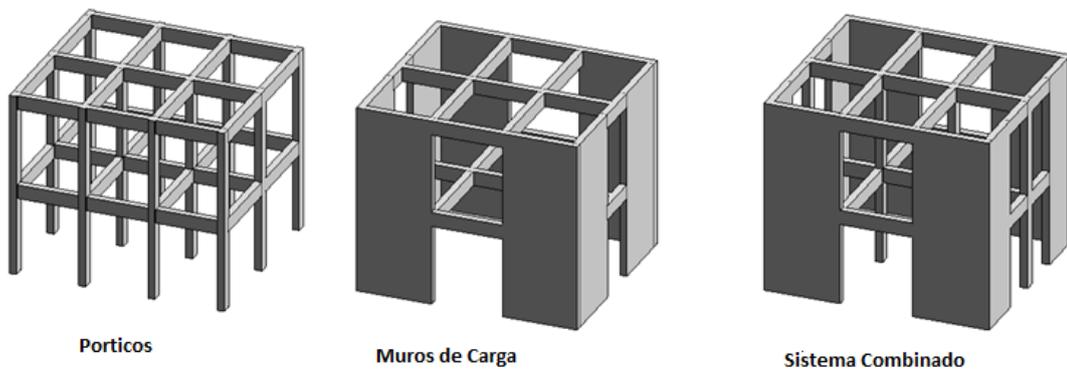
D. Sistema dual:

Es un sistema estructural en el que se combina la resistencia de marcos de concreto reforzado o acero para proveer el soporte de las cargas de gravedad y un muro de cortante que se encarga de resistir la mayor porción de las fuerzas cortantes producidas por una actividad sísmica. (Fernando Velarde Cruz et al., 2022)

E. Sistema combinado:

Se caracteriza porque las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos esencialmente completo combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales y que no cumplen con los requisitos de un sistema dual. Los marcos y entramados toman las cargas gravitacionales, o se carga viva y muerta, por otro lado, los muros las cargas laterales como los vientos y sismos.

Figura 1: Sistemas estructurales más usados



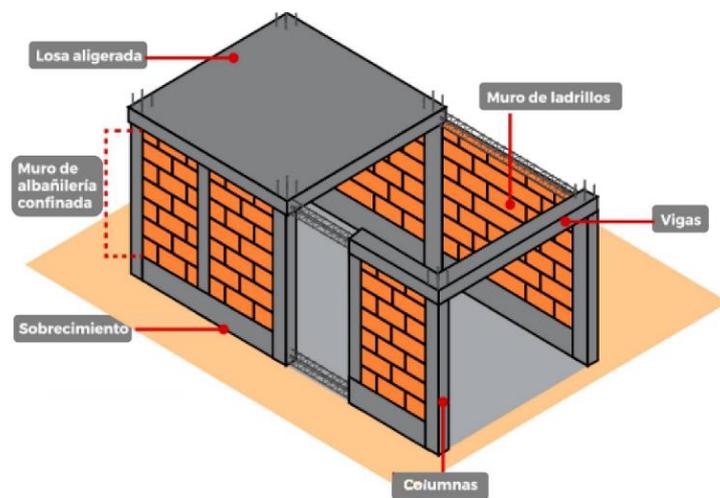
Fuente: Ceballos Andrés, 2019

2.2.2. Albañilería confinada

Desglosaremos los términos para tener una mejor comprensión del significado de Albañilería Confinada.

Se entiende como albañilería (o mampostería) al sistema estructural conformado por unidades de albañilería acomodadas con mortero o apiladas e integradas con concreto líquido. Por otra parte, se refiere a la Albañilería Confinada como albañilería que está reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, tal y como se aprecia en la Figura 2. (Norma E.0 70, 2006).

Figura 2: Sistema de albañilería confinada



Fuente: ACUS-Ingeniería y Construcción S.A.C., 2021

Según (San Bartolomé et al., 2018) la albañilería se clasifica, según su función estructural, en muros No Portantes y Portantes:

A. Muros no portantes:

Aquellos que no reciben carga vertical, como los cercos (empleados como elementos de cierre) parapetos (usados habitualmente como barandas de escaleras o cerramientos de azoteas) y tabiques (utilizados como elementos divisorios). Son diseñados principalmente para soportar cargas ortogonales a su plano, que generalmente se originan por viento o sismo.

B. Muros portantes:

Aquellos que son utilizados como elementos estructurales de una edificación, sujetos a cualquier de demanda de carga, esto es: en su mismo plano o perpendicular a éste, vertical o lateral, permanente o transitorio.

Además, (Norma E.070, 2006) indica que los muros portantes deberán tener las siguientes características:

1. Una sección transversal preferentemente simétrica
2. Continuidad vertical hasta la cimentación.
3. Una longitud mayor o igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
4. Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.
5. Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en los siguientes sitios:
 - i. En cambios de espesor en la longitud del muro, para el caso de albañilería armada
 - ii. En donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos.
 - iii. En alféizar de ventanas o cambios de sección apreciable en un mismo piso.
6. La distancia máxima entre juntas de control es de 8 m, en el caso de muros con unidades de concreto y de 25 m en el caso de muros con unidades de arcilla.
7. Arriostre según se especifica en el artículo 18 del reglamento mencionado.

Por otro lado, (Norma E.070, 2006) también nos da indicaciones para considerar a un muro portante, como tal, confinado:

1. Las columnas, vigas y elementos de concreto armado deben enmarcar al muro en sus cuatro lados, eso aplica también para los cimientos en caso de muros en el primer nivel.
2. La máxima distancia de eje a eje entre columnas de confinamiento será el doble de la que existe entre los elementos horizontales de refuerzo, a su vez ésta debe ser menor a 5 metros, cabe indicar que la albañilería no será diseñada

para esfuerzos sísmicos ortogonales a su plano, a menos que exista excentricidad de la carga vertical.

3. Todos los anclajes y empalmes de las armaduras deben presentar poder desarrollar capacidad total a la tracción.
4. Los elementos que fungen como enmarque deben funcionar de forma integral junto a la albañilería.
5. Estos elementos de enmarque o confinamiento deben presentar un concreto con resistencia a la compresión ($f'c$) no menor a 175 kg/cm^2 .

2.2.3. Componentes de la albañilería confinada

A. Unidades de albañilería

Las llamadas unidades de albañilería, denominadas ladrillos (como se muestra en la Figura 3) o bloques (siendo los primeros manipulados con una sola mano y los otros con las dos manos (Norma E.060, 2009) son los elementos básicos que conforman los muros de albañilería.

Son hechos de diferentes tipos de materiales dentro de los que los principales son los de arcilla, concreto de cemento Portland y la mezcla de sílice y cal. (Gallegos & Casabonne, 2005, como se citó en Nuñez, 2019).

Figura 3: Ladrillo king kong de 18 huecos



Fuente: Rumiwasi, s.f.

Además, estas unidades pueden ser de diferentes tipos y, según lo recomendado en la norma, se utilizarán cada tipo, para fines estructurales, según ciertos parámetros como el número de pisos y la zona sísmica a la que pertenece, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	Zona Sísmica 2 y 3		Zona Sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal*	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí, hasta dos pisos	Sí
Alveolar	Sí	Sí	Sí
	Celdas totalmente rellenas con <u>grout</u>	Celdas parcialmente rellenas con <u>grout</u>	Celdas parcialmente rellenas con <u>grout</u>
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: Norma E.070, 2006

B. Mortero

Es el material adhesivo que, en una ubicación determinada, permite asentar (pegar o unir) las unidades de albañilería.

(San Bartolomé et al., 2018) indica que por lo general está compuesto de Cemento Portland tipo I o puzolánico IP, arena gruesa y agua.

C. Acero de refuerzo

Es el acero que se utilizara para reforzar los elementos de concreto que confinarán o enmarcaran los muros de albañilería.

La armadura deberá cumplir con lo que se establece en la norma técnica peruana NTP 341.031 (Norma E.070, 2006), referida a barras de acero al carbono corrugadas para refuerzo de concreto armado.

D. Concreto

Se refiere a la mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (Norma E.060, 2009).

El concreto usado en los confinamientos debe emplearse un concreto de resistencia mínima de 17,15 MPa (175 kg/cm²), además de cumplir con los requerimientos que estipula la Norma E.060 (2009).

De esta forma y según (Abanto Castillo, 2017) la configuración estructural de una edificación de albañilería confinada que está conformada por la cimentación, los muros portantes y los diafragmas rígidos o losas, tal y como se observa en la Figura 4, estos componentes se describirán a continuación:

1. Cimentación

Se refiere a la parte ubicada entre la superestructura y el terreno de fundación o apoyo, la cual se encarga de transmitirle las cargas que provienen de techos, muros, vigas, tanques y acabados.

2. Muros portantes

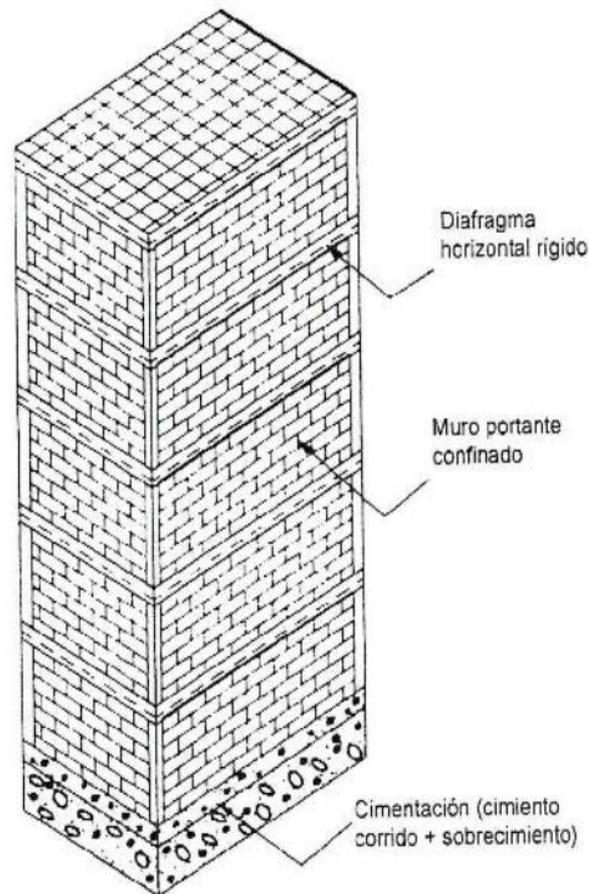
Nacen de confinar a la albañilería simple en todo su rededor con elementos de concreto armado, de manera que actúen como un solo material, es decir, que tengan un comportamiento monolítico, surgiendo así el muro portante confinado como tal, que soporta esfuerzos tanto de compresión, tracción y corte.

3. Diafragma rígido Horizontal (Losas)

Estructuras de concreto armado utilizados como entrepisos o techos, apoyadas sobre muros, vigas y/o placas.

Éstas transmiten las cargas verticales hacia los muros y/o vigas.

Figura 4: Configuración estructural de la albañilería confinada



Fuente: Abanto Castillo, 2017

2.2.4. Proceso constructivo de un sistema de albañilería confinada

Existen una serie de recomendaciones y procedimientos generales que se suelen usar al momento de construir una edificación de albañilería confinada.

(San Bartolomé et al., 2018) indican que es importante recalcar que, a pesar de la precisión y cuidado en el diseño estructural, la estructura responderá ante eventos sísmicos según la forma en la que fue construida.

También precisan lo siguiente respecto a los muros de albañilería:

Para la construcción de muros portantes confinados las unidades de albañilería deben calificar como “sólidas”, es decir cuya área de huecos no sea más del 30% del área bruta, además de cumplir con lo especificado por la Norma E.070 (2006). También se recomienda que el uso del ladrillo king kong artesanal se limita a construcciones de un máximo de dos pisos.

Por otro lado, a fin de evitar el fenómeno de eflorescencia que es la cristalización en la superficie de las sales que contiene la materia prima de las unidades de albañilería emergiendo por los poros al entrar en contacto con el agua, como se puede notar en la Figura 5, y de influir negativamente en la adherencia del ladrillo-mortero, se recomienda tanto utilizar ladrillos con bajo contenido de sales y, en suelos salitrosos, impermeabilizar la superficie de contacto entre el suelo y la cimentación.

Figura 5: Muro afectado por eflorescencia



Fuente: Montopinturas, 2017

Cabe mencionar que para este trabajo de investigación se tomará en cuenta lo mencionado en el capítulo 4 de la Norma E.070 (2006) en donde se recomiendan juntas con espesores como mínimo de 1 cm y como máximo de 1,5 cm.

Espesores excesivos de juntas de mortero pueden mermar la resistencia a la compresión de albañilería, por otro lado, espesores insignificantes reducen su resistencia a la tracción.

Por otro lado, indican que la succión de la unidad de albañilería, que es la propiedad relativa a la velocidad inicial de absorción de las unidades de albañilería, se controla mediante un humedecimiento previo al asentado y un posterior secado de las superficies de las unidades de albañilería, evitando así que se reduzca significativamente la cantidad de agua del mortero y no se logre una buena adhesión entre unidad-mortero.

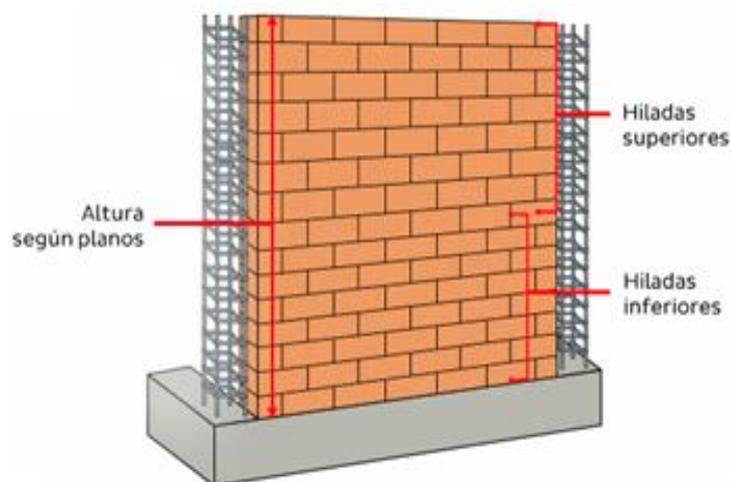
Las unidades de concreto y sílice-cal no deben asentarse húmedas ya que tienen succiones en el rango adecuado, además, una vez instaladas en el muro, si están humedecidas al secarse y sufrir contracciones propias de este proceso se agrietará el muro.

“La arena utilizada para la preparación del mortero no debe contaminarse con otros materiales, evitando que contenga muchos finos para que no este no se endurezca con más velocidad y, por otro lado, de ser arena salitrosa, debe lavarse con agua potable y el uso de una malla #200”. (San Bartolomé et al., 2018)

Además, indican que debe prepararse en un recipiente impermeable a fin de que pierda agua, logrando formar una mezcla que sea trabajable y evitando que el espesor de la junta sobrepase los 1,5 cm, a fin de evitar la pérdida de resistencia a la compresión y fuerza cortante.

También, debe evitar colocarse una gran cantidad de unidades sobre un mortero que no ha conseguido una correcta rigidez, pues puede tender a deformarse provocando problemas en el alineamiento y aplome del muro. Es así que se recomienda asentar a una determinada altura las hiladas inferiores y posteriormente, en la jornada siguiente, continuar con el trabajo de las hiladas superiores (como se aprecia en la Figura 6), esta altura mencionada es de máximo 1.20 m por jornada, según recomendaciones.

Figura 6: Hiladas colocadas por jornada de trabajo

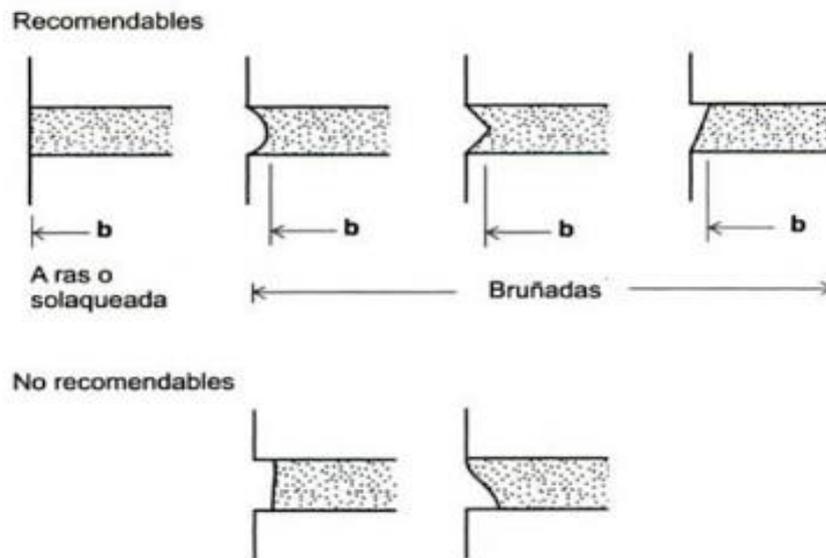


Fuente: Construyendoseguro, s.f.

Ellos también proponen, que, una vez terminado el proceso de asentado de cada unidad y mientras en mortero se encuentre en estado plástico, deben tratarse las juntas de este de forma que se ajusten y sellen.

Cabe recalcar que el espesor útil o efectivo del muro es medido a partir del interior de la junta tratada, existen tipos de juntas no recomendadas por su tendencia a retener agua, algunas de las que son y no son recomendables se observan en la Figura 7.

Figura 7: Tratamiento de juntas



Fuente: Gallegos & Casabonne, 2005

“Al terminar la primera jornada de labor se recomienda dejar las juntas verticales de la última hilada libres, para que, al día siguiente, después de limpiarlas y humedecerlas, se las llene con mortero y se continúe con el resto de hiladas superiores, esto a fin de evitar fallas por cizalle a la altura de dicha junta de construcción, provocadas por sismos”. (San Bartolomé et al., 2018)

Finalmente se dan unas últimas recomendaciones respecto a la unión albañilería-columna, como la de la colocación de refuerzo horizontal o mechas de conexión (de ser indicados en los planos) o el uso de una conexión dentada (con un diente no mayor a 5 cm) entre columna de concreto y el muro, se puede prescindir de una conexión dentada siempre y cuando existan mechas de anclaje con una cuantía de 0.001, embutida en la junta de albañilería con una longitud de al menos 40 cm y dentro de la columna por al menos 12.5 cm con un gancho de 10 cm.

Cabe resaltar que (San Bartolomé et al., 2018), también proponen una serie de recomendaciones complementarias para los procedimientos de construcción de estructuras de albañilería confinada, en función del resto de componentes de esta, además de los muros:

En cuando a la cimentación proponen el empleo de concreto ciclópeo de $f'c=100\text{kg/cm}^2$ (o cemento-hormigón 1:10) añadiéndole un 30% de piedra de 10", esto para suelos de calidad intermedia a buena; no sin antes haber hecho labores de limpieza y nivelación del terreno que recibirá al cimiento excavando zanjas con ancho de por lo menos 40 cm.

Por otro lado, en suelos de baja calidad como arena suelta, suelen surgir asentamientos diferenciales que producen la fractura de la cimentación no reforzada y del muro de albañilería, recomendándose emplear cimientos rígidos de concreto armado o el uso de solados o plateas de cimentación.

Ahora, para el sobrecimiento, explican que suele ser de concreto ciclópeo no reforzado con una proporción de cemento-hormigón 1:8 además de 25% de piedra mediana de un tamaño de 3" a lo mucho. Para proteger al muro debe tener una altura encima del terreno natural de 20 a 30 cm.

Es muy común que se dé la trituración del concreto del sobrecimiento en la unión de este con la columna por lo que la Norma E.070 (2006) indica que en esta zona el concreto de la columna debe seguir conservando sus propiedades hasta llegar al cimiento (siempre y cuando este concreto sea de mayor resistencia que el del sobrecimiento), además de agregar estribos de confinamiento en esta zona.

Finalmente, para las Losas de Techo y Vigas Soleras y Vigas Dinteles indican que en los nudos columna-viga (dinteles o soleras) deberá evitarse la aglomeración de refuerzo para evitar cangrejeras.

A fin de evitar un potencial plano de falla por deslizamiento entre las vigas y losa el concreto debe vaciarse en una sola etapa. Luego se procederá al curado de la losa al menos durante 7 días ya sea con yute húmedo o con arroceras, de formarse fisuras por contracción de secado en la superficie se debe taponar con una lechada de cemento-arena en proporciones 1:3.

2.2.5. Aspectos sísmicos

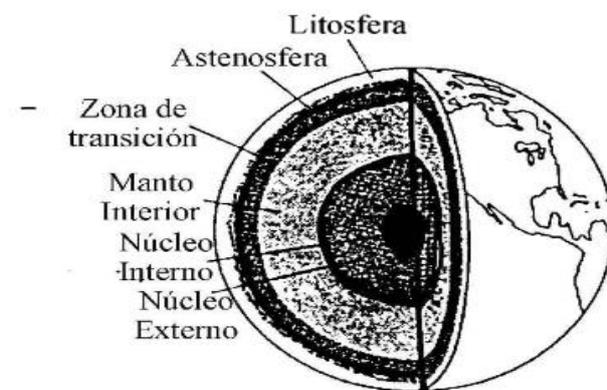
A. Sismo

Se refiere a perturbaciones que ocurren dentro de la tierra, originando movimientos en el suelo.

Para entender de mejor manera este proceso se debe conocer la estructura interna de la tierra (Tarbuck et al.,2014), la que se aprecia en la Figura 8 y que, según se divide por sus propiedades físicas en:

1. **Litosfera:** Es una capa de rigidez relativa que incluye a la corteza terrestre y parte del manto superior. Se la puede considerar como un conjunto de bloques flotando en un material de carácter viscoso.
2. **Astenosfera:** Es el material de carácter viscoso antes mencionado, situada bajo la litosfera y corresponde al manto superior.
3. **Zona de transición:** Comprendida entre los 300 a 700 km, donde por la presión y temperatura los minerales sufren transformaciones. La velocidad de las ondas elásticas aumenta conforme aumenta la profundidad.
4. **Manto:** Zona ubicada inmediatamente por encima del núcleo, se extiende desde los 35 km debajo de los océanos en la discontinuidad de Mohorovic hasta los 2900 km, en la discontinuidad de Gutenberg.
5. **Núcleo:** Se extiende desde los 2900 km hasta el centro del planeta, su comportamiento sísmico permite dividirlo en núcleo externo (que se comporta como un fluido ya que no transmite ondas secundarias) y núcleo interno, de comportamiento sólido.

Figura 8: Estructura interna de la tierra



Fuente: Giner & Molina, 2001

Una “placa” es un fragmento de la litosfera que están ubicadas bajo la superficie del globo, cada fragmento está compuesto de una estructura rocosa sólida, esta flota en masas ígneas (astenosfera y núcleo) dentro de la tierra. (Guamani, 2019)

Guamani (2019) indica también que la tectónica de placas juega un papel importante en el modelado de la superficie terrestre siendo estas causantes de terremotos y erupciones volcánicas que causan grandes desastres, afectando directamente al hombre y su entorno.

Una de las áreas con alta actividad sísmica y volcánica es el "cinturón de fuego del pacífico" que es una larga cadena tectónica de 40 mil kilómetros, rodeada por varias placas.

El Perú está ubicado en el encuentro de las placas sudamericana y la placa de nazca (la primera montando a la segunda en un proceso conocido como subducción, originando gran cantidad de sismos en la costa oeste de América.

2.2.6. Sismos en Cajamarca

(Mosqueira, 2020) nos dice que en las últimas décadas en Cajamarca no han ocurrido sismos de intensidad grande, empero su formación geológica, naturaleza de sus suelos y presencia volcánica indica que existe alta probabilidad de ocurrencia de sismos con efectos amplificados debido a las características de los suelos, considerándose así una zona de silencio sísmico.

También se relaciona la actividad sísmica de la región con deformaciones superficiales, provocadas por fallas activas distribuidas en zonas aledañas a esta. Existen como antecedentes registros de sismos de intensidad mayor a los 7 grados cercanos a la región. (INDECI/PNUD, 2005 como se citó en Silva, 2022)

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en el marco del convenio INDECI-PNUD-PER/02/051, ha identificado cuatro zonas sísmicas en función al análisis de: variables de aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia (Figura 9), estableciendo a la ciudad de Cajamarca actualmente en una zona de silencio sísmico y determinando las variaciones de intensidades sísmicas en el área urbana de esta en el estudio Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca clasificando el nivel de intensidades sísmicas por los siguientes colores (INDECI/PNUD, 2005 como se citó en Silva, 2022):

A. Nivel muy severo:

En su mayoría suelos muy expansibles con altas aceleraciones sísmicas, zona compuesta por arcillas plásticas y limosas con altos contenidos de humedad.

Puede observarse en el mapa por el color morado intenso.

B. Nivel severo:

En esta zona se encuentran suelos aluviales que tienen una alta aceleración sísmica, por otro lado, también es posible que se produzcan asentamientos diferenciales parciales debido a la expansión del suelo en caso de un sismo de gran magnitud.

En este nivel se encuentra una mayor concentración de actividades cívico-administrativas y de servicios.

C. Nivel moderado:

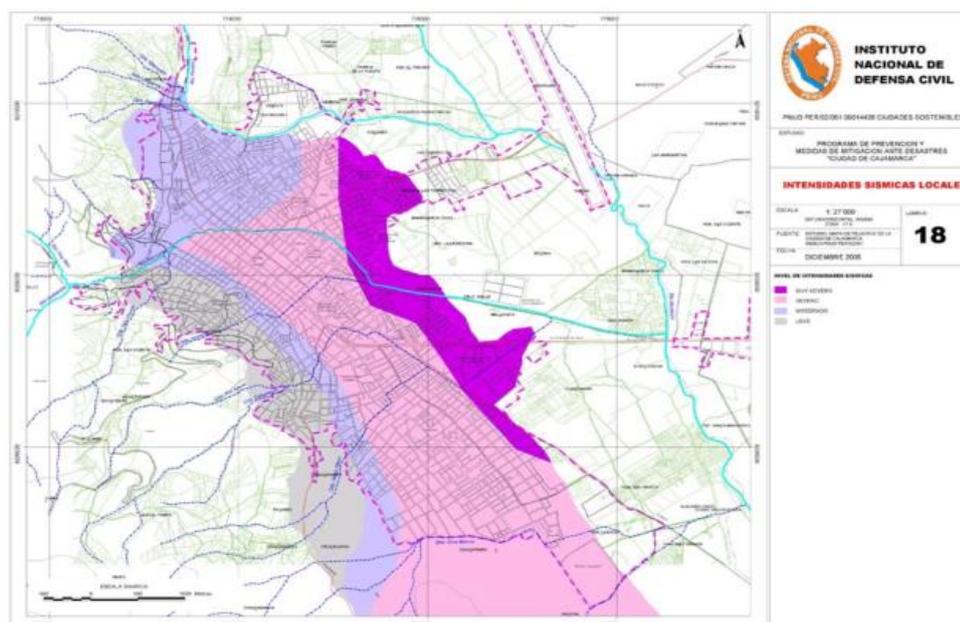
En este lugar, el suelo es compuesto por depósitos de roca y tiene una capacidad portante media y una aceleración sísmica baja.

Se refiere principalmente a las áreas del norte, noroeste y suroeste de la ciudad, representadas por los colores lila en el mapa.

D. Nivel leve:

El suelo de esta región es principalmente de materiales volcánicos, con depósitos de roca y grava muy densos. Tiene bajas aceleraciones sísmicas y una gran capacidad portante.

Figura 9: Microzonificación sísmica de Cajamarca, INDECI



Fuente: INDECI/PNUD, 2005

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 9, según la lámina 18 del estudio titulado Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres “Ciudad de Cajamarca”, hecho por INDECI en el año 2005, se puede observar el nivel de intensidades sísmicas siendo clasificado según su color como indica la Figura 10.

Figura 10: Niveles de intensidades sísmicas para el plano elaborado por INDECI

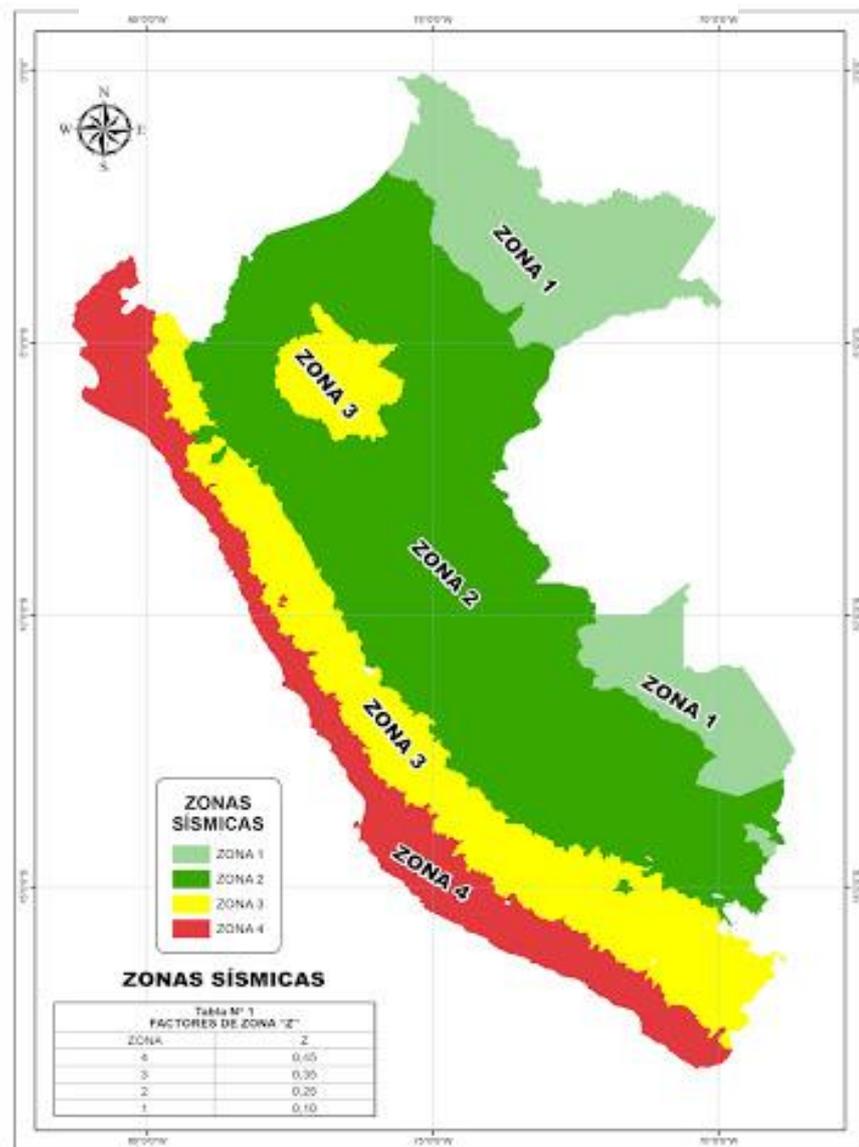


Fuente: INDECI/PNUD, 2005

Correspondiendo para la zona de estudio un nivel de intensidad sísmica severo.

Es también importante señalar que, según lo establecido en la norma técnica sismorresistente E.030 (2018) y como se aprecia en la Figura 11, Cajamarca se encuentra en la zona sísmica 03.

Figura 11: Zonas sísmicas del Perú



Fuente: Norma técnica E.030, 2018

2.2.7. Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad, según Silva (2022) es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un evento catastrófico, expresado en una escala desde 0 o sin daño hasta 1 o pérdida total.

Además, menciona que la vulnerabilidad sísmica de una edificación o una zona urbana se define como su propensión intrínseca a sufrir daño cuando ocurre un movimiento sísmico.

Podemos inferir que este factor dependerá de múltiples condiciones tales como los materiales de la edificación, su calidad, el proceso constructivo, la disposición de estos, antigüedad y estado de conservación de las edificaciones, etc.

Por otro lado, (Chavaría L.& Gomez P., 2001, como se citó en Silva, 2022), señalan que existe una serie de aspectos y detalles de los que depende la vulnerabilidad sísmica de viviendas, siendo estos:

A. Aspectos geométricos:

- Irregularidad en planta de la edificación.
- Cantidad de muros en las dos direcciones.
- Irregularidad en altura.

B. Aspectos constructivos:

- Calidad de las juntas de pega en mortero.
- Tipo y disposición de los ladrillos.
- Calidad de los materiales.

C. Aspectos estructurales:

- Muros confinados y reforzados.
- Detalles de columnas y vigas de confinamiento.
- Vigas de amarre.
- Características de las aberturas.
- Tipo y disposición del entrepiso.
- Amarre de cubiertas.

D. Tipo de suelos

E. Entorno

F. Cimentación

2.2.8. Comportamiento sísmico de la albañilería

La ocurrencia de terremotos en el Perú ha generado considerables daños en algunas edificaciones de albañilería, en especial en aquellas construidas sin asistencia técnica, siendo mayores los daños cuando el suelo de fundación es de baja calidad. (San Bartolomé et al., 2018).

Para poder entender el comportamiento de las edificaciones de albañilería frente al sismo es menester entender la definición de fisura y grieta, puesto que son conceptos que se verán durante gran parte de este trabajo:

A. Fisuras:

Son aberturas superficiales, de pequeñas dimensiones cuya aparición es, por lo general, normal ya sea por el trabajo de los elementos constructivos, retracción del fraguado, etc. (Shaquihuanga Ayala, 2014)

B. Grietas:

Por otro lado, una grieta es una abertura de mayor espesor, que puede romper las unidades de albañilería del muro o incluso atravesarlo de lado a lado, pudiendo ser manifestación de un daño grave y comprometiendo la función del elemento estructural en cuestión. (Shaquihuanga Ayala, 2014).

Al momento de evaluar por medio de inspección visual el daño que han producido los sismos en edificaciones de albañilería confinada en el presente trabajo se tendrá en cuenta lo indicado por tendremos en cuenta lo mencionado en el trabajo de investigación “Diseño y Construcción de Estructuras Sismoresistentes de Albañilería. Lima”.

(San Bartolomé et al., 2018) mencionan las siguientes fallas típicas observadas en edificaciones de albañilería:

A. Deslizamiento de la losa de techo:

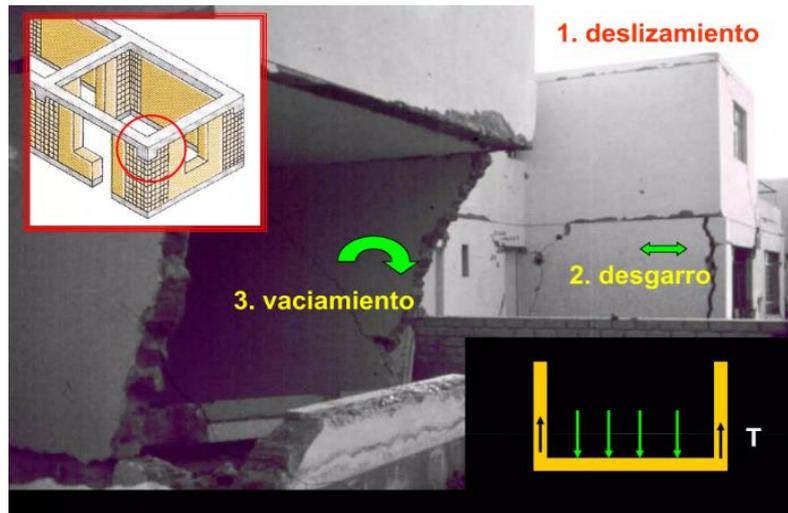
Se ocasiona cuando el refuerzo vertical no es suficiente o no existe de por sí, resultando en una deficiente transferencia de esfuerzos desde la losa hacia los muros, produciéndose así un mecanismo de corte-fricción en la junta de construcción entre la losa y la última hilada de ladrillo.

B. Desgarramiento entre muros transversales y volcamiento:

La conexión dentada entre los muros transversales no tiene la resistencia a tracción necesaria para transmitir la carga sísmica ortogonal al plano del muro. Como puede verse en la Figura 12 siendo “T” la carga sísmica.

La transmisión de la carga “T” puede hacerse por medio de una columna o malla que conecte ambos muros. Es posible que una vez que ha ocurrido el desgarramiento los muros se balanceen como elementos en voladizo, impactando uno contra otro y produciéndose finalmente su volcamiento.

Figura 12: Fallas típicas en albañilería no reforzada



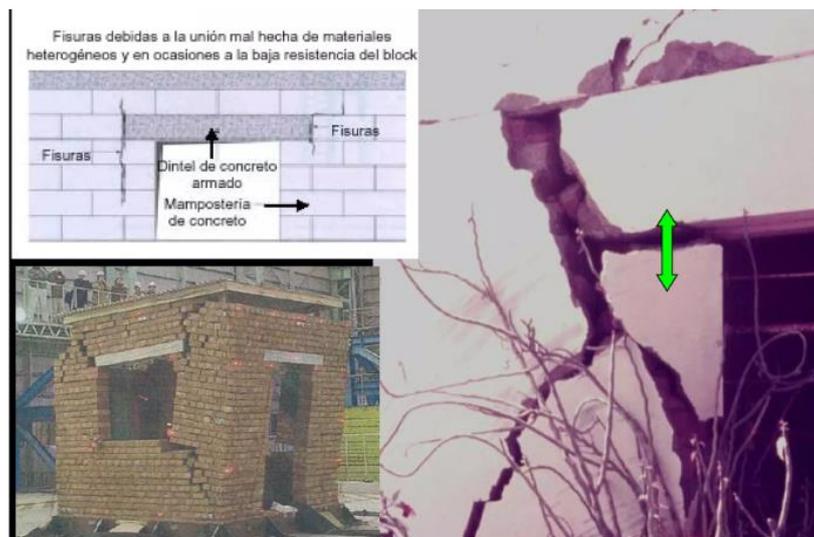
Fuente: San Bartolomé et al., 2018

C. Dinteles discontinuos:

Cuando el concreto de la viga dintel seca suele separarse de la albañilería, funcionando como una simplemente apoyada sobre un material blando.

Como se muestra en la Figura 13, durante los eventos sísmicos, la albañilería termina triturándose debido a las reacciones verticales, giros y golpes del dintel contra el muro; a fin de contrarrestar este efecto se puede eliminar el dintel y aumentar la altura del vano de la puerta o se puede utilizar una viga dintel peraltada.

Figura 13: Dinteles discontinuos



Fuente: San Bartolomé et al., 2018

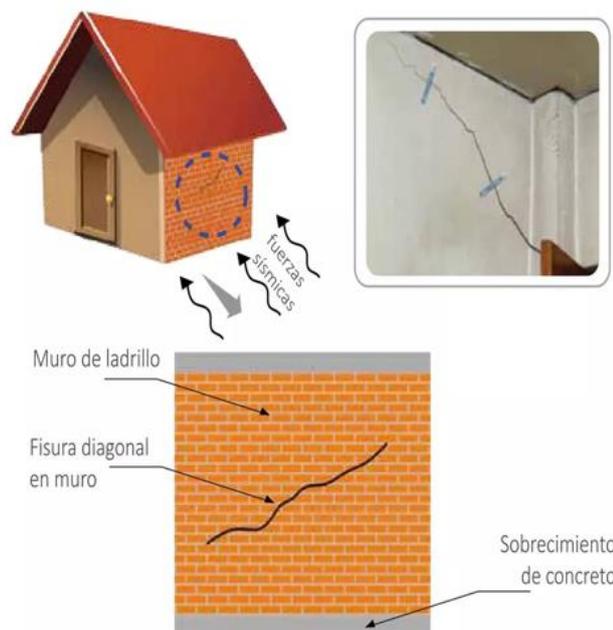
Respecto a las fallas más comunes observadas en albañilería confinada la posible ocurrencia de estas se debe principalmente a (San Bartolomé et al., 2018):

- Falta de confinamientos en muros:
- Excesivo espaciamiento entre columnas:
- Insuficiente densidad de muros en una o en las dos direcciones:
- Secuencia inadecuada de construcción
- Anclaje insuficiente del refuerzo vertical u horizontal:

Por otro lado, lo indicado en las fichas para la reparación de vivienda de albañilería (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014) las cuales son aplicables para edificaciones de albañilería de 1 a 2 niveles, dan un alcance del estado de las edificaciones.

Según estas fichas, una de las fisuras más comúnmente encontradas son las fisuras diagonales, como las que se aprecian a detalle en la Figura 14; en un muro de albañilería confinada suelen ocasionarse debido a cargas horizontales, como por ejemplo las que ejercen un movimiento sísmico, las fisuras mayores a 1mm deben evaluarse con un profesional responsable.

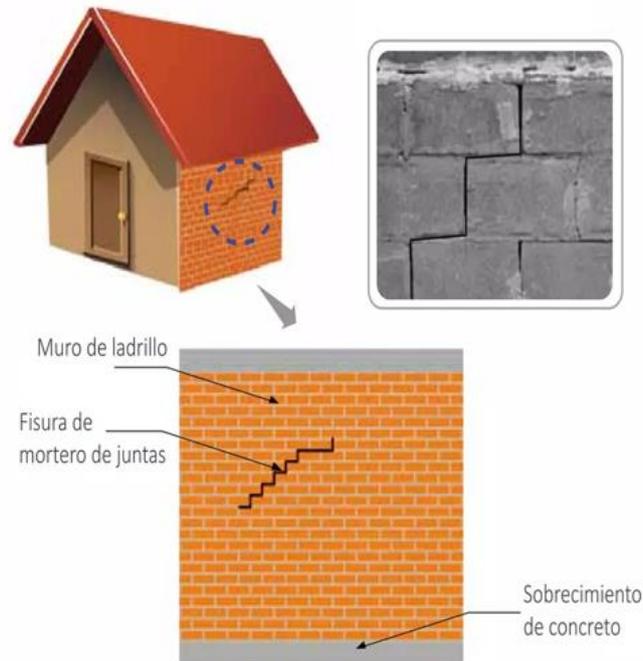
Figura 14: Detalle de fisuras diagonales en muros



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

En caso de existir cargas laterales debido a sismos y defectos en el proceso constructivo se muestran fisuramiento en las juntas de mortero, como aprecia en la Figura 15.

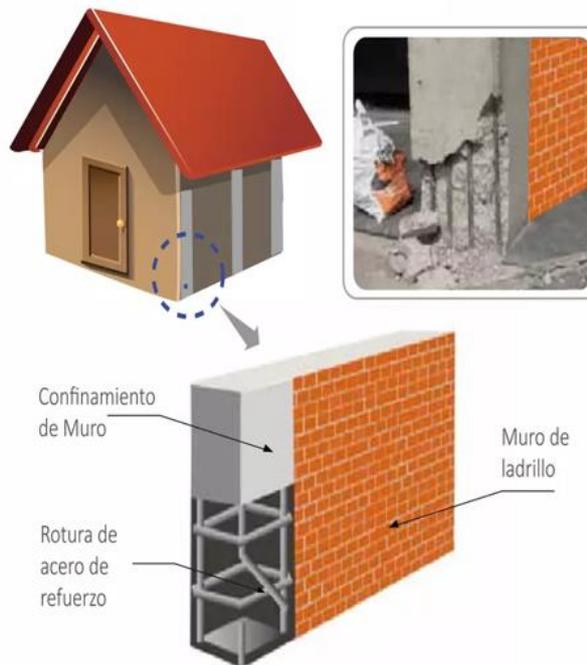
Figura 15: Detalle de fisura en mortero de juntas



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

Otros daños que pueden ser ocasionados por efecto de cargas laterales debido a sismos es la rotura de acero en columnas de amarre o confinamiento, como se aprecia en la Figura 16, esto debido a que las tensiones internas del concreto sobrepasan su resistencia y afectan a la armadura.

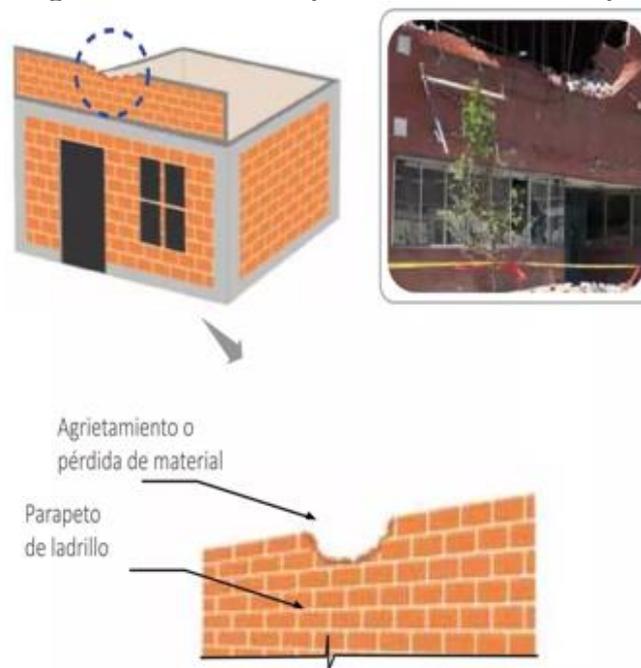
Figura 16: Detalle de fisura en mortero de juntas



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

También es habitual observar la pérdida parcial del parapeto en la edificación y su posterior caída hacia el nivel inferior (Figura 17), debido a cargas laterales por sismos o por proceso constructivo defectuoso.

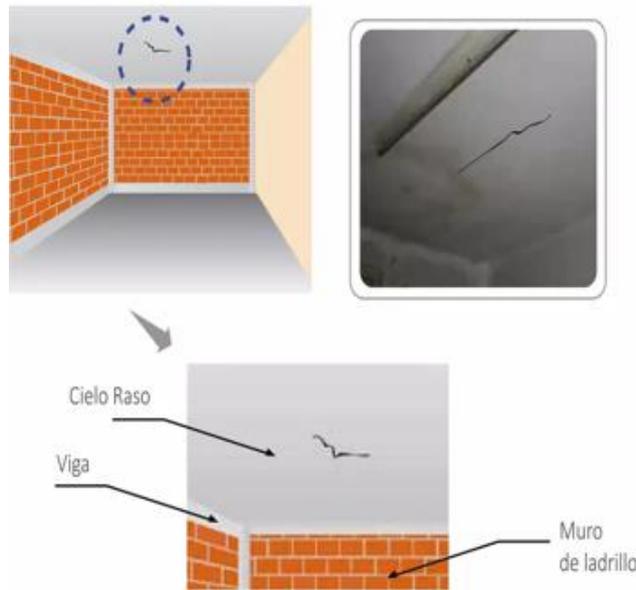
Figura 17: Detalle de pérdida de material en parapetos



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

Es también evidente la presencia de fisuras en las losas, de espesor y profundidad variable, como se aprecia en la Figura 18, esto debido a contracciones o deformaciones por cargas de gravedad o sísmicas.

Figura 18: Fisuras en losas y cielos rasos

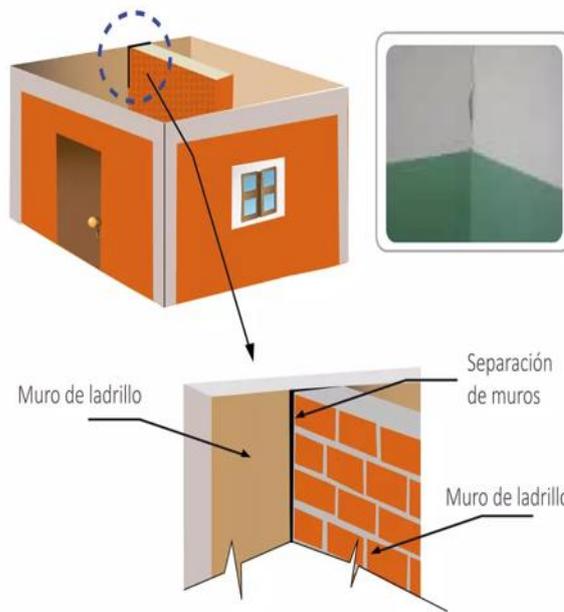


Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

Según estas fichas también se puede evidenciar daños en las edificaciones a través de:

- Fisuras verticales en el encuentro de muros ortogonales (Figura 19), esto debido a falta de elementos que permitan la unión y anclaje de estos muros .

Figura 19: Separación de muros perpendiculares



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

- Exposición de uno o varios aceros que conforman los elementos de concreto armado (Figura 20), esto debido a la pérdida del material del recubrimiento y del tarrajeo (Figura 21).

Figura 20: Aceros de un elemento de concreto armado a la vista y en mal estado



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

Figura 21: Desprendimiento de material en elementos de concreto armado



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

- Separación del muro de los elementos de confinamiento (Figura 22).

Figura 22: Separación del muro de los elementos de confinamiento de la edificación.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

2.2.9. Métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

(Medina Cruzado & Piminchumo Albites, 2018) dividen a los métodos para determinar la vulnerabilidad física de viviendas existentes en:

A. Métodos analíticos o exactos

Por medio de modelos mecánicos adecuados de las construcciones, predicen un efecto debido a sismos. Estos solo se aplican a estructuras que pueden ser representadas por modelos mecánicos. Por lo general, se utilizan para evaluar estructuras individuales porque involucran análisis detallados y modelos más sofisticados, pero no son apropiados para proyectos de escenarios sísmicos urbanos.

B. Métodos cualitativos o aproximados

Éstos crean un índice de vulnerabilidad y luego establecen una relación entre la vulnerabilidad y el daño para diferentes intensidades sísmicas.

En su diseño original, estos métodos se limitan a las evaluaciones sísmicas de estructuras en áreas urbanas. Para el presente estudio, se utilizarán la propuesta de Benedetti y Petrini en 1982 (también conocida como método del Índice de Vulnerabilidad) y la del Dr. Jorge Marcial Blondet Saavedra, quien asesoró la tesis de maestría titulada "Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana".

2.2.10. Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini)

Este método utiliza datos experimentales para evaluar la calidad de los diseños y construcciones resistentes a terremotos utilizando un factor denominado Índice de Vulnerabilidad Iv.

Además, este método proporciona estimaciones numéricas de once parámetros estructurales determinados por expertos y se calcula el índice de Vulnerabilidad en base a estos valores. En el caso de edificaciones de albañilería no reforzada los parámetros son los que aparecen en la Tabla 2 y que, según su valoración y el lugar que ocupe en los intervalos de la Tabla 3 se determinará la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 2: Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini

Parámetros	Clase K_i				Peso W_i
	A	B	C	D	
1.Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
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.Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1
6.Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7.Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8.Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9.Tipo de Cubierta	0	15	25	45	1
10.Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11.Estado de Conservación	0	5	25	45	1

Fuente: Benedetti-Petrini, 1982

Tabla 3: Escala numérica del índice de Benedetti-Petrini

INTERVALO	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
0 - 95.63	Baja
95.63 - 191.30	Media Baja
191.3 - 286.30	Media Alta
286.30 - 382.50	Alta

Fuente: Benedetti-Petrini, 1982

Tabla 4: Escala numérica del índice de Benedetti-Petrini adaptada para la comparación con la otra metodología

INTERVALO	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
0 - 95.63	Baja
95.63 - 286.30	Media
286.30 - 382.50	Alta

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2024

Una de las ventajas de este método es que se puede aplicar no solo a subtipologías de edificios, sino también a diferentes calidades de estructuras dentro de la misma subtipología, que se distinguen por el rango de Índices de Vulnerabilidad.

Finalmente, esta metodología utiliza estos parámetros, cuyas calificaciones fueron adaptadas a la realidad y reglamento peruano, aplicando la técnica de observación directa y haciendo uso de las fichas de Información elaboradas por un servidor.

A. Método de Benedetti-Petrini y su aplicación a la normativa peruana (García Figueroa J.D.M., & Rumiche Oblitas G.D., 2018)

Con miras de determinar si los 11 parámetros propuestos son suficientes para realizar el análisis de vulnerabilidad en las edificaciones que se evaluarán se las comparó con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se hicieron unas pocas modificaciones a las clases de algunos de los 11 parámetros expuestos en la Tabla 2; cabe indicar que el método del índice de vulnerabilidad en su totalidad cumple las exigencias del R.N.E., de esa forma se encontraron varios puntos análogos mostrándose esta comparación en la Tabla 5.

Tabla 5. Comparación entre el Reglamento Nacional de Edificaciones y los parámetros propuestos por el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini

COMPONENTE PROPUESTO POR EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	PARÁMETRO ANÁLOGO DEL Iv.
ASPECTOS GEOMÉTRICOS	
- Irregularidad en planta de edificaciones	6.- Configuración en planta
- Densidad de muros	8.-Distancia máxima entre muros
- Distancia entre columnas	8.-Distancia máxima entre columnas
- Irregularidad en altura de edificaciones	7.-Configuración en elevación
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:	
- Calidad de las juntas del mortero	
- Tipo y disposición de las unidades de mampostería	2.-Calidad del sistema resistente
- Calidad de los materiales	
ASPECTOS ESTRUCTURALES	
- Muros confinados y reforzados	1.-Organización del sistema resistente
- Entrepiso	5.-Diafragma horizontal
- Vigas de Amarre	9.-Tipo de Cubierta
- Amarre de Cubiertas	9.-Tipo de Cubierta
CIMENTACIÓN	4.-Posición del edificio y cimentación

Fuente: García Figueroa J.D.M., & Rumiche Oblitas G.D. , 2018

B. Descripción de los parámetros del método del índice de vulnerabilidad

1. Organización del sistema resistente

Este parámetro se utiliza para evaluar el nivel de organización de los elementos verticales, independientemente del tipo de material. Para garantizar el comportamiento tipo "cajón" de la estructura, se pone un gran énfasis en la presencia y eficiencia de la conexión entre muros ortogonales.

También se resalta en el uso de la norma de albañilería E.070 (2006) y la norma técnica E.030 (2018), diseño sismorresistente, para la construcción del edificio. (Medina Cruzado & Piminchumo Albites, 2018)

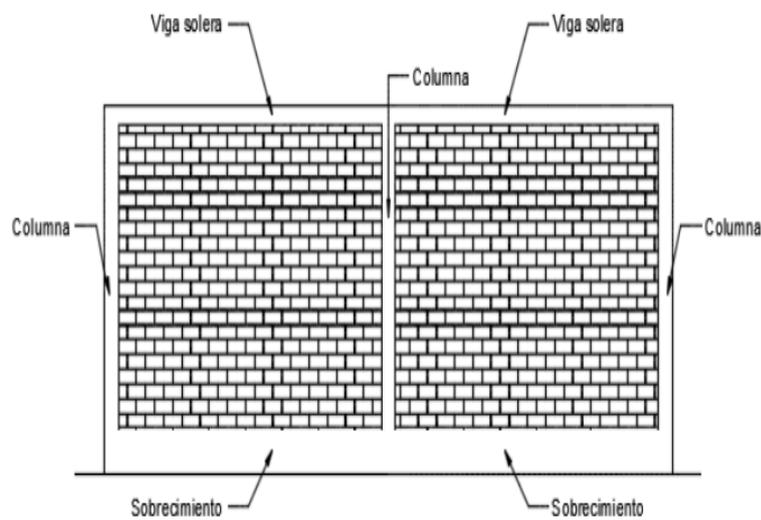
La calificación se hará de la siguiente forma:

A. Aquellas edificaciones que cumplan lo establecido en la norma E.070.

Destacando:

- Confinamiento de muros en todo su perímetro, según se aprecia en la Figura 23:

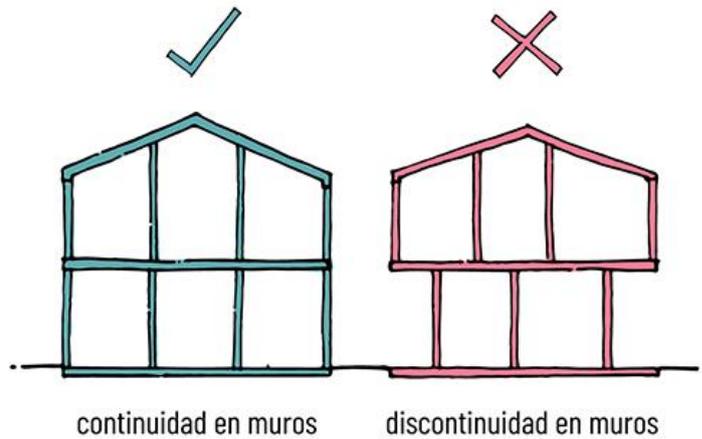
Figura 23: Confinamiento de muros portantes



Fuente: Iparraguirre Guzmán Luis , 2018

- Continuidad vertical de muros, como puede notarse en la Figura 24.

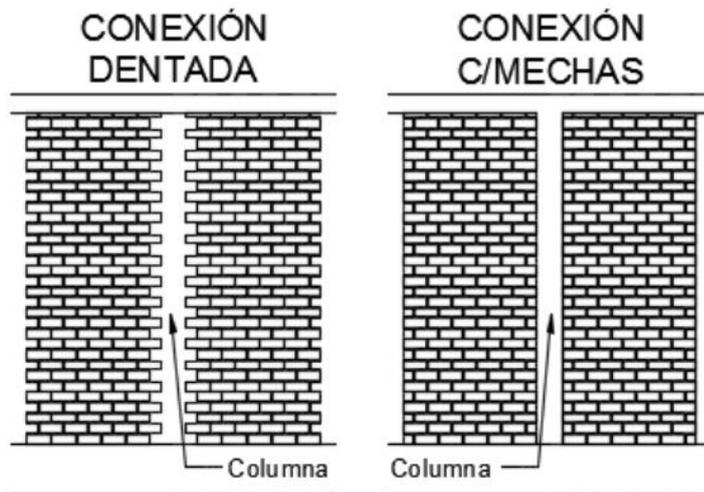
Figura 24: Continuidad vertical de muros portantes



Fuente: Vivienda-Colectiva, 2014

- Conexión muro-columna, siendo lo expuesto en la Figura 25 lo correcto a través de mechas o con una conexión dentada.

Figura 25: Conexión muro-columna



Fuente: Iparraguirre Guzmán Luis , 2018

- B. Aquellas edificaciones que por lo menos incumplen un requerimiento de la norma E.070, pero presenta conexiones adecuadas entre vigas de amarre y enmarque de muros en todos los pisos (confinamiento adecuado de muros).

- C. Aquellas edificaciones que no cumplen con lo estipulado en A y B, pues presentan conexiones del tipo B solo en algunos niveles, además de tener buena ligazón entre sus paredes ortogonales.
- D. Aquellas edificaciones que, además de incumplir con al menos un requerimiento de la norma mencionada anteriormente, no cumplen con al menos un requisito de la norma E-070, que no cuentan con conexiones del tipo B en ningún nivel y no cuenta con muros ortogonales debidamente conectaos.

2. Calidad del sistema resistente

Se evaluará el tipo de unidad de albañilería utilizada, haciendo diferencia cualitativamente por su resistencia.

Para asegurar el comportamiento en “cajón” se tiene en cuenta la tipología estructural en base a:

- El tipo de material y la forma de los elementos que constituyen la mampostería.
- La homogeneidad del material y de las piezas, por toda la extensión del muro.

(Medina Cruzado & Piminchumo Albites, 2018) modifican los parámetros de la siguiente forma:

- A. El sistema resistente de la edificación cumple con todas estas características:
 - Ladrillo de buena calidad y resistencia con piezas homogéneas y con medidas constantes a lo largo del muro.
 - Adecuada conexión entre ladrillos.
 - Mortero con espesor entre los rangos de 10 - 15 mm.
- B. El sistema resistente de la edificación edificio no cumple con al menos una de las características de la clase A.
- C. El sistema resistente de la edificación edificio no cumple con dos de las características de la clase A.
- D. El sistema resistente de la edificación edificio no cumple con ninguna de las características de la clase A

3. Resistencia convencional

Con el supuesto de que la edificación se comporte como un “cajón”, la evaluación de la resistencia frente a cargas horizontales de un edificio de albañilería se podrá calcular con un grado alto de confiabilidad.

Se utilizará el coeficiente sísmico “C”, definido por la ecuación 01 que relaciona la fuerza máxima resistente horizontal y el peso del edificio.

$$C = \frac{a_0 \cdot \tau_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot a_0 \cdot \tau_k (1 + \gamma)}} \quad (01)$$

Donde:

N: número de pisos.

τ_k : resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²) cuyos valores recomendados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Valores recomendados de esfuerzo cortante máximo para mampostería

Tipo de material	Esfuerzo Cortante (Tn/m ²)
Ladrillo macizo, calidad regular	6-12
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	7-9
Ladrillo macizo, buena calidad	18
Bloque macizo, motero-cemento	18
Mampostería nueva, ladrillo macizo	20
Mampostería nueva, bloque macizo	20
Mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco	18

Fuente: (Yépez et al., 1995)

Para obtener el valor de γ debemos tomar en cuenta que:

$$\gamma = \frac{B}{A} \quad (02)$$

$$a_0 = \frac{A}{A_t} \quad (03)$$

Siendo:

$$A = \min[A_x; A_y] \quad (04)$$

$$B = \max[A_x; A_y] \quad (05)$$

Además, el valor “q” simboliza el peso de un peso por unidad de área techada, la cual es igual al peso del diafragma horizontal más el de los muros:

$$q = \frac{(A + B) h}{A_t} \cdot P_m + P_s \quad (06)$$

Donde:

At: área total cubierta en planta en (m²)

A x, 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 β diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por $(\cos \beta)^2$.

h: altura promedio de los entrepisos (m).

Pm: peso específico de la albañilería en (Tn/m³).

Ps: peso por unidad de área de forjado (Tn/m²).

Para la presente investigación se usarán los siguientes valores:

- $\gamma_k = 9 \text{ Tn/m}^2$, esto obteniendo un promedio para ladrillo macizo de calidad regular de la tabla 5.
- $P_m = 1.8 \text{ Tn/m}^3$, esto según el Anexo 1 de la Norma E.020 del R.N.E., para albañilería de unidades de arcilla cocida sólidas.
- $P_s = 0.3 \text{ Tn/m}^2$, esto según el Anexo 1 de la Norma E.020 del R.N.E., para aligerados de espesor de 20cm.

Luego, la clasificación del parámetro está dada por un coeficiente de resistencia convencional “ α ”, o “el valor normalizado” que permite determinar la calificación apropiada para la estructura.

$$\alpha = \frac{C}{C'} \quad (07)$$

Donde C' es un valor referencial fijado a partir del coeficiente sísmico C , este se determinará según la zonificación sísmica de la norma técnica E.030 del RNE. (Lázaro Florián & Zamora Bejarano, 2022)

Finalmente, los valores para la calificación serían:

- A. Edificaciones con un valor de $\alpha \geq 1$
- B. Edificaciones con valores dentro del rango de $0.6 \leq \alpha < 1$
- C. Edificaciones con valores dentro del rango $0.4 \leq \alpha < 0.6$
- D. Estructura con un valor de $\alpha < 0.4$

4. Posición del edificio y cimentación

Este parámetro implica una evaluación mediante una simple inspección visual, teniendo en cuenta la influencia del terreno y la cimentación en el comportamiento de la edificación ante un evento sísmico.

En este caso nuestro análisis se limitó a la consistencia y pendiente del terreno, pues es difícil conocer a ciencia cierta las cotas de cimentación, ya sea porque no existan planos o porque las limitaciones de este trabajo no permitieron conocer tal información.

Por ello se tiene en cuenta algunos aspectos (Medina Cruzado & Piminchumo Albites, 2018), tales como:

- La consistencia y la pendiente del terreno.
 - Presencia de humedad, sales, etc.
-
- A. Estructura edificada sobre suelo rígido, sin presencia de humedad o sales y con pendiente baja.
 - B. Estructura edificada sobre suelo intermedio y flexible con pendiente baja a moderada, sin presencia de humedad y sales.

- C. Estructura edificada sobre suelo intermedio y flexible con pendiente baja a moderada con presencia de humedad y sales.
- D. Estructura edificada sobre suelo blando, con pendiente baja, moderada o alta, con sales y humedad.

5. Diafragmas horizontales

Este parámetro es evaluado para determinar la calidad del sistema resistente de las losas de piso a piso. Así también, este evalúa la calidad de la unión entre la losa y los muros. (Lázaro Florián & Zamora Bejarano, 2022)

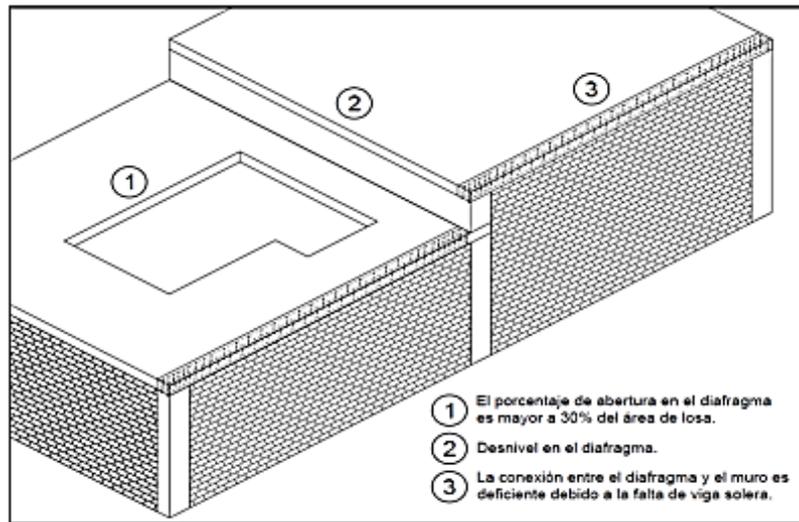
Las características que debe cumplir este parámetro son:

- A. Edificación cuyos diafragmas presenten:
 - 1. Ausencia de planos a desnivel.
 - 2. Deformabilidad despreciable.
 - 3. Conexión eficaz con los muros.

Las tres condiciones pueden apreciarse en la Figura 26.

- B. Edificaciones que pertenecen a la clase A pero las cuales no cumplen con la primera condición.
- C. Edificaciones que pertenecen a la clase A pero las cuales no cumplen con la primera y segunda condición.
- D. Edificaciones que pertenecen a la clase A pero las cuales no cumplen con ninguna condición, de las 3 especificadas.

Figura 26: Diafragma horizontal



Fuente: Alva Pimentel Julio, 2016

6. Configuración en planta

El comportamiento de las edificaciones ante eventos sísmicos está influenciado por su forma y disposición en planta.

Se evaluará la simetría en planta de la edificación, de manera que el valor del parámetro sea más alto si las dimensiones en planta son similares a secciones cuadradas, sin protuberancias muy grandes o alargadas que puedan provocar problemas de torsión en planta y concentración de esfuerzos en las esquinas.

Para definir la calificación se establecen los siguientes parámetros:

Para edificios rectangulares:

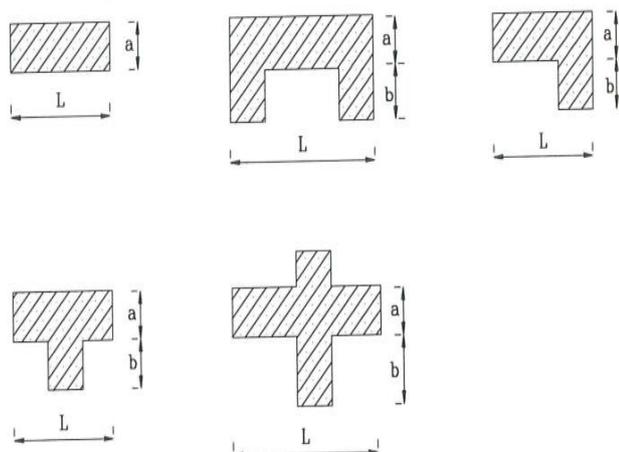
$$\beta_1 = \frac{a}{L} \quad (08)$$

Para edificios con protuberancias del cuerpo principal:

$$\beta_2 = \frac{b}{L} \quad (09)$$

Siendo los valores a; b y L los que aparecen en la Figura 27.

Figura 27: Configuración en planta de la estructura



Fuente: Yépez et al., 1995

Finalmente, la clasificación del parámetro viene dado por:

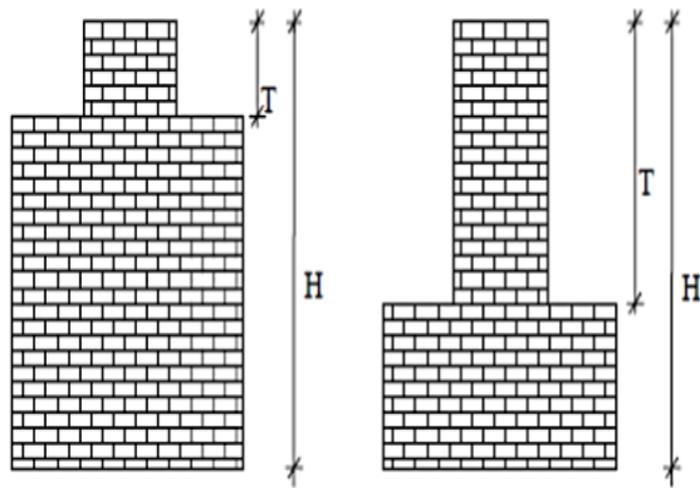
- A. Edificaciones con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B. Edificaciones con $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C. Edificaciones con $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D. Edificaciones con $\beta_1 < 0.4$ ó $0.3 < \beta_2$

7. Configuración en elevación

Par edificaciones de albañilería, la causa principal de irregularidad se da por la presencia de voladizos o porches y torretas de masa y altura significativa, este fenómeno se intensifica en las edificaciones más antiguas

La presencia de estos elementos respecto a la parte restante del edificio se establecerá mediante la relación t/h, tal como se indica en la figura 28.

Figura 28: Configuración en altura de la estructura.



Fuente: Barbat, 1998

La variación porcentual de masa entre 2 niveles consecutivos se determina como $+DA/A$, para A: área del nivel inferior, siendo que el signo positivo se usa para aumento de área y el negativo para disminución de área hacia lo alto de la edificación. (Medina Cruzado & Piminchumo Albites, 2018)

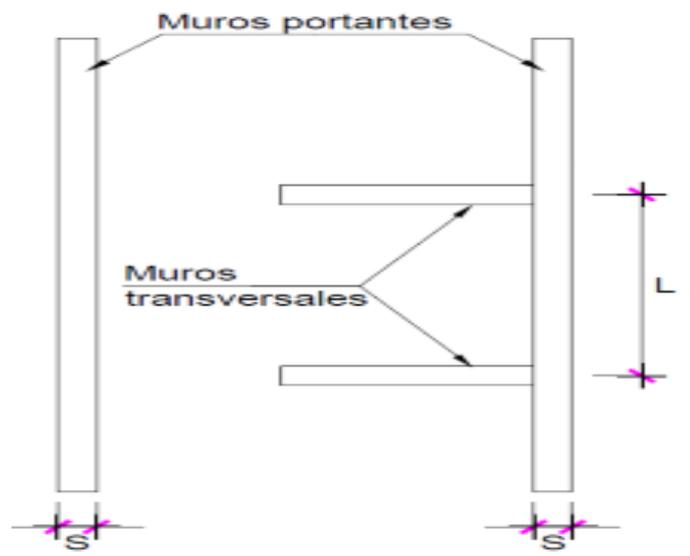
- A. Estructura con $+DA/A \leq 10\%$
- B. Estructura con relación $10\% < +DA/A \leq 20\%$
- C. Estructura con relación $20\% < +DA/A < 50\%$
- D. Estructura con relación $+DA/A \geq 50\%$

8. Distancia máxima entre los muros

Con este parámetro se tiene en cuenta la distancia máxima entre muros transversales a los muros de portantes o de carga.

Se obtiene el factor L/S , donde L es el espaciamiento entre los muros transversales y S el espesor del muro portante (Figura 29), evaluando siempre el caso más desfavorable.

Figura 29: Ejemplo de separación máxima entre muros



Fuente: Alva Pimentel Julio, 2016

- A. Edificaciones con una relación $L/S < 15$.
- B. Edificaciones con una relación $15 \leq L/S < 18$.
- C. Edificaciones con una relación $18 \leq L/S < 25$.
- D. Edificaciones con una relación $L/S \geq 25$.

9. Tipo de cubierta

El tipo de cubierta influye en el comportamiento sísmico de un edificio, sin embargo, en el parámetro 3 ya fueron tomados en cuenta factores como su peso, en este apartado evaluaremos otros factores como su tipología, características de una cubierta correctamente conectada a los planos verticales (muros), la luz que existe entre viga y viga, y una cubierta adecuadamente apoyada a la losa. (Lázaro Florián & Zamora Bejarano, 2022)

Si la composición de todo el techo es losa aligerada, se considerará el cumplimiento de la condición 1 y 3 de la Clase A, además se considerará una distancia de vigas adecuada, si es que esta no supera los 4 metros de distancia entre viga y viga. (Lázaro Florián & Zamora Bejarano, 2022).

- A. La construcción cumple con las tres características:
 - 1. Estabilidad de la cubierta y correcta conexión a los muros.
 - 2. Luz entre viga y viga menor a 4m.

3. Cubierta plana conectada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada.
 - B. La construcción satisface únicamente con una de las tres propiedades de la Clase A.
 - C. La construcción satisface dos de las tres propiedades de la Clase A.
 - D. La construcción no satisface ninguna de las tres características de la Clase A.

10. Elementos no estructurales

Este parámetro tiene en cuenta la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda caer y ocasionar causar daño a personas u objetos.

- A. La construcción no presenta parapetos, voladizos o balcones y cuenta con elementos no estructurales que se encuentran en buen estado.
- B. La construcción cuenta con parapetos, voladizos o balcones correctamente conectados al sistema resistente y presenta elementos no estructurales que se encuentran en buen estado
- C. La construcción cuenta con parapetos, voladizos o balcones correctamente conectados al sistema resistente y presenta elementos no estructurales que se encuentran dañados debido a la antigüedad.
- D. La construcción presenta parapetos, voladizos o balcones incorrectamente conectados al sistema resistente y cuenta con elementos no estructurales dañados, que debilitan los elementos estructurales o que puedan caerse frente a un movimiento sísmico.

11. Estado de conservación

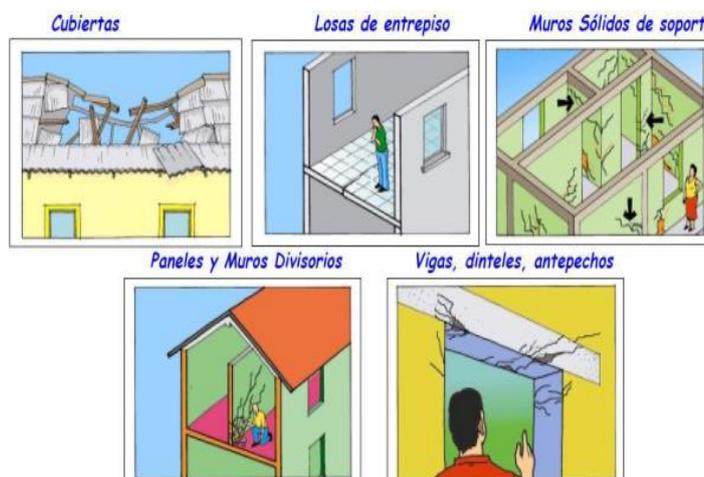
Se evalúa de forma general el estado en el que se encuentre la edificación, es decir, las condiciones de los muros, posibles fallas y fisuras existentes o que podrían generarse en elementos estructurales como vigas, columnas, losas aligeradas, a causa de un movimiento sísmico, estas condiciones se ven reflejadas en la Figura 30.

La clasificación del parámetro viene dada por:

- A. Construcción sin daños en sus elementos estructurales (muros portantes, columnas, vigas, losa aligerada) frente a un sismo u otros factores externos

- B. Construcción con pequeños daños en sus elementos estructurales (muros portantes, columnas, vigas, losa aligerada) frente a un sismo u otros factores externos, pero con un estado de conservación adecuado.
- C. Construcción con daños en sus elementos estructurales (muros portantes, columnas, vigas, losa aligerada) frente a un sismo u otros factores externos, con un regular estado de conservación, con lesiones en muros de con una medida entre 2 a 3 milímetros de ancho. Edificios que no presentan lesiones pero que se caracteriza por un mal estado de conservación de la mampostería.
- D. Construcción con considerables daños en sus elementos estructurales (muros portantes, columnas, vigas, losa aligerada) frente a un sismo u otros factores externos, con un pésimo estado de conservación. Muros con lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho o un fuerte deterioro de los materiales que lo conforman.

Figura 30: Ejemplo de estado de conservación de la estructura



Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001.

C. Ficha de evaluación sísmica

En esta ficha recopilaremos información básica de la edificación como el número de pabellón, modificaciones, pendiente, y estado de la edificación además de toda la información necesaria para determinar la clasificación de los 11 parámetros establecidos por este método.

2.2.11. Método propuesto por Marcial Blondet

Este método asigna valores numéricos a las variables de la Tabla 7 para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería confinada según lo establecido en la Tabla 8.

Se estimará la vulnerabilidad estructural teniendo en cuenta:

- Densidad de muros, con una incidencia del 60%
- Calidad Mano de Obra y Materiales, con una incidencia del 30%
- Por otro lado, la vulnerabilidad no estructural estará sujeta a:
 - Estabilidad de muros al volteo con una incidencia del del 10%
- A cada parámetro se le asignara un valor numérico, que al reemplazarlos en la ecuación 02 se obtendrá un valor final que se calificará según el rango en que se encuentre, logrando determinar la vulnerabilidad.

Tabla 7: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica según Marcial Blondet

Vulnerabilidad					
Estructural			No Estructural		
Densidad (60%)	Mano de Obra y Materiales (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)		
Adecuada	1	Buena Calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular Calidad	2	Algunos Estables	2
Inadecuada	3	Mala Calidad	3	Todos Inestables	3

Fuente: Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz,2005.

Tabla 8: Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Rango
Baja	1 a 1.4
Media	1.5 a 2.1
Alta	2.2 a 3

Fuente: Mosqueira Moreno & Tarque Ruiz,2005.

2.2.12. Reseña histórica del antiguo hospital regional de Cajamarca

También llamado Hospital de Apoyo N° 1-Cajamarca, es el complejo donde funcionó antiguamente el Hospital Regional de Cajamarca y la D.I.R.E.S.A.

Las actividades de la D.I.R.E.S.A. se remontan a la creación y construcción del hospital local de Cajamarca, infraestructura que se comenzó a edificar el 27 de mayo de 1960, en el marco del 105° Aniversario de Creación Política del departamento de Cajamarca.

Esta obra se inició bajo la administración presupuestal del Fondo Nacional de Salud y Bienestar Social, siendo el Dr. Manuel Prado Ugarteche el presidente del Perú y el Dr. Rodrigo Franco Guerra, ministro de Salud.

Luego de 37 meses de trabajo, se inaugura el Hospital Centro de Salud de Cajamarca el domingo 28 de julio de 1963, estando la Junta de Gobierno a cargo del Gobierno Central y como ministro de Guerra el Gral Don Nicolás Lindley López y el ministro de Salud Pública el Gral. Don Víctor Solano Castro.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ **Albañilería Confinada:** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Albañilería:** También llamado mampostería, es el material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Cimentación:** Elemento que transmite al suelo las cargas de la estructura. (Norma técnica E.50, 2018)
- ✓ **Columnas:** Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Concreto Armado:** Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero indicada en los capítulos 1 al 21 de la norma E.060 del R.N.E. (Norma E.060, 2009)
- ✓ **Concreto Ciclópeo:** Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes. (Norma E.060, 2009)
- ✓ **Confinamiento:** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Diafragma Horizontal:** Forjado rígido horizontal que transmite y distribuye las fuerzas laterales a elementos de arriostamiento.
- ✓ **Grout:** Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Losas:** Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (Norma E.060, 2009)
- ✓ **Mortero:** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería. (Norma E.070, 2006)

- ✓ **Muro No Portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Muro Portantes:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Tabiques:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Unidad de Albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular. (Norma E.070, 2006)
- ✓ **Viga Dintel:** Pieza horizontal superior de puertas, ventanas y otros huecos, apoyada en sus extremos sobre las jambas y destinada a soportar cargas.
- ✓ **Viga Solera:** Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento (Norma E.070, 2006).
- ✓ **Vulnerabilidad:** Susceptibilidad que tiene un edificio de sufrir algún tipo de daño como consecuencia de la acción de un fenómeno sísmico. (Silva, 2022)

las variables, puesto que se basa en la observación del fenómeno en su entorno natural para su posterior análisis

3.3.2. Nivel de investigación:

El nivel es descriptivo, ya que el investigador se limitará a describir las características presentes en las edificaciones tal como se requiere en cada uno de los parámetros establecidos por las metodologías empleadas.

3.3.3. Población, muestra y unidad de análisis:

A. Población:

Estará constituida por los edificios que conforma todo el complejo de oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.-Cajamarca, siendo en su mayoría edificios de una antigüedad superior a los 30 años, de 2 niveles con un sistema estructural de albañilería confinada.

B. Muestra:

La selección de la muestra se hizo por uso de un muestreo no probabilístico, seleccionada bajo criterios técnicos como la similitud de condiciones, ubicación, tipo de suelo, antigüedad de construcción y características topográficas es así que está constituida por las edificaciones que conforman los pabellones correspondientes a las actuales áreas de dirección ejecutiva de recursos humanos, dirección de laboratorio y epidemiología y dirección ejecutiva de planeamiento estratégico,

C. Unidad de análisis:

Como unidad de análisis se consideró a las edificaciones que conforman cada pabellón del complejo de oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.-Cajamarca.

3.4. PROCEDIMIENTO

3.4.1. Selección de edificaciones a analizar:

Se seleccionaron los pabellones a estudiar por criterios de similitud en cuanto a fecha de construcción, tipología, topografía y tipo de suelo, pues se seleccionaron 3 pabellones contiguos principalmente para que al momento de hacer el análisis los 3 se encuentren con condiciones lo más similares posibles como por ejemplo el tipo de suelo, esto debido a que se nos permitió únicamente hacer una calicata, así también se ubican en terreno con pendientes similares y fueron construidos en la misma fecha.

3.4.2. Replanteo de planos:

A fin de corroborar si la documentación alcanzada por la oficina de planeamiento estratégico y patrimonio (planos arquitectónicos) coincide con la información real en campo se visitó cada ambiente de las edificaciones a analizar, verificando valores como: espesor, longitud y presencia de muros, puertas, ventanas y vanos y demás modificaciones hechas. Finalmente, con la información obtenida se elaboraron nuevos planos con la información actualizada.

3.4.3. Determinación de vulnerabilidad sísmica:

1. Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini)

a. Ficha de evaluación sísmica

Se utilizó una ficha de evaluación sísmica que consta de dos partes: Aspectos informativos de la edificación (Figura 32) y determinación de parámetros para el índice de vulnerabilidad. En esta ficha se recopiló información básica de la edificación como la función actual, el número de pabellón, modificaciones, pendiente, y estado de la edificación además de toda la información necesaria para determinar la clasificación de cada uno de los 11 parámetros establecidos por esta metodología. A modo de ejemplo se muestra la ficha de evaluación sísmica de pabellón N°1 (Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio)

Figura 32: Aspectos informativos de la ficha de evaluación sísmica

DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO EL MÉTODO DEBENEDETTI-PETRINI					
CÓDIGO: 01			FECHA: 31-01-2023		
I. ASPECTOS INFORMATIVOS DE LA EDIFICACIÓN					
FUNCIÓN ACTUAL		Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio		N° DE PABELLÓN	
				1	
¿PRESENTA PLANOS?		SI	X	MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	
		NO		SI	X
				NO	
ESTADO DE CONSERVACIÓN			PENDIENTE		
Bueno			Alta		
Regular			Medía		
Malo	X		Baja		X
			No presenta		
COMENTARIOS: Los planos que se tienen no coinciden con algunos ambientes, lo que sugiere eliminación de muros para redistribución de ambientes, además, se hicieron modificaciones como cambiar ventanas por puertas, se agregó una ventana, se agregaron estructuras prefabricadas de drywall a un lado de este.					

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

Una vez anotada la información básica de la edificación se procedió a evaluar los 11 parámetros, según lo establecido en el acápite 2.2.9, anotando la información necesaria además de observaciones y comentarios referente a cada

uno de estos. Así por ejemplo para el pabellón N°1 la evaluación de cada parámetro sería:

A. Organización del sistema resistente

En base a la metodología establecida se observaron características de la edificación como una buena conexión de elementos ortogonales y la consideración de normas técnicas en la construcción de esta.

Para este pabellón la edificación, debido a la antigüedad, no siguió los lineamientos de la norma E.070, sin embargo, se observan muros confinados correctamente y con continuidad vertical. Se desconoce si recibió asesoramiento profesional o técnico.

Estos datos se anotarán en la ficha de evaluación para que, comparado con lo especificado en el acápite 2.2.9 se determine la clasificación para el parámetro (Figura 33).

Clasificación: B

Figura 33: Evaluación del parámetro 1 según el método de Benedetti-Petrini

II. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD							
A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION							
N°	PARÁMETROS	ELEMENTOS DE INSPECCIÓN			CLASE		
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Período de Construcción:	1960-1963			B	
		Asesoría Técnica:	-	SÍ	-		NO
		Observaciones y Comentarios: Debido a la antigüedad de la edificación se desconoce si se recibió asesoría técnica en la construcción. La Norma E.070, salió en el 2006, por lo que esta construcción se realizó sin tener en cuenta criterios de esta. Se ven muros confinados correctamente.					

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

B. Calidad del sistema resistente

El segundo criterio se determina con las características de la mampostería y su homogeneidad en toda la edificación, el espesor de las juntas de morteros de los muros.

Se midió el espesor de las juntas con el uso de un vernier, como se muestra en la Figura 34, así, se encontraron juntas de espesor considerable y variable, siendo superior a los 15 mm.

Figura 34: Espesor de junta en muro



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se evaluaron los muros en búsqueda de encontraron fisuras y grietas, aportándonos información sobre el comportamiento de las unidades de albañilería para la sollicitación de cargas de cada pabellón.

Las edificaciones fueron construidas con unidades de albañilería artesanal, son las que eran más comercializadas y usadas durante la época de construcción de este complejo. Estas unidades son heterogéneas, pues por el mismo hecho de su fabricación presentan dimensiones y características con ligeras variaciones entre unidad. Toda esta información se la anotó en la ficha de evaluación (Figura 35) para poder clasificar el parámetro que se está analizando.

Clasificación: C

Figura 35: Evaluación del parámetro 2 según el método de Benedetti-Petrini

2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Calidad de Unidades de Albañilería:		BUENA	X	MALA	C
		Homogeneidad de Unidades de Albañilería:		HOMOGÉNEO	X	HETEROGENEO	
		Espesor de Juntas:	Espesor mayor a 1.5 cm				
		Proceso Constructivo		BUENO	X	MALO	
		Observaciones y Comentarios: Se observaron problemas de fisuras y grietas en muros portantes, en ventanas. Se utilizaron unidades de albañilería artesanales, las cuales no presentan medidas uniformes en su totalidad. Además se observó la ausencia de juntas en ventanas					

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

C. Resistencia del sistema convencional

Se evaluó la edificación en base al plano de replanteo elaborado, determinando el área existente de muros en las direcciones “x” e “y” y anotando otros valores necesarios para determinar el valor del coeficiente de resistencia convencional, tales anotaciones se pueden observar en la ficha de evaluación en la Figura 36. Así, según lo explicado en el inciso 3.B del acápite 2.2.9 se procedieron a hacer los cálculos correspondientes, obteniéndose los resultados de la Tabla 9.

Tabla 9: Cálculo de resistencia convencional

A_x	A_y	q	a_o	γ_K
5.64 m ²	15.52 m ²	0.65 Tn/m ²	0.019	9 Tn/m ²
γ	C' (Norma técnica - E.030-Zona 3 para Cajamarca)	C	α	
2.75	0.35	0.203	0.58	

Clasificación:C

Figura 36: Evaluación del parámetro 3 según el método de Benedetti-Petrini

3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	N: Número de Pisos	2	C
		Ax: Área de muros en "X" (m ²)	5.640	
		Ay: Área de muros en "Y" (m ²)	15.5200	
		h: Altura de entrepiso (m)	2.7	
		Pm: Peso Especifico de Mampostería (Ton/m ³)	1.8	
		Ps: Peso por unidad de área de forjado (Ton/m ²)	0.3	
		At: Área techada (m ²)	295.22	
Observaciones y Comentarios: Se presenta continuidad vertical en los muros, hay mayor cantidad de muros en el sentido "y", se construyeron con unidades de albañilería artesanales.				

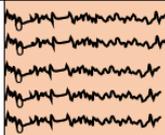
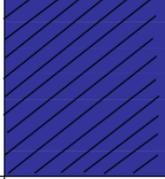
Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

D. Posición del edificio y de la cimentación

Mediante inspección visual, estimación de pendientes y gracias a la calicata que se hizo para el estudio de suelos, cuyo perfil estratigráfico se muestra en la Figura 37, se obtuvo información sobre la influencia del terreno en el comportamiento sísmico de la edificación:

La edificación se encuentra en una zona de pendiente baja aproximadamente de 5%, además se hizo la calicata en el jardín trasero de esta edificación en la cual se encontró suelo arcilloso, de plasticidad alta, con bastante presencia de humedad, esta información queda constatada en la ficha de evaluación en la Figura 38.

Figura 37: Perfil estratigráfico de exploración geotécnica

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50	S/M	MATERIA ORGÁNICA	-		-	-	-
0.60 0.70 0.80	M-1	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN OSCURO, MEZCLADA CON 17.7% DE GRAVA DE TM 2 1/2" Y 18.01% DE ARENA FINA A GRUESA.	CL		8.14%	45.00	23.00
0.90 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	M-2	ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR GRIS, MEZCLADA CON 3.1% DE GRAVA DE TM 1" Y 9.71% DE ARENA FINA A GRUESA.	CH		22.36%	52.00	28.00

Fuente: Guersan Ingenieros S.R.L., 2023.

Figura 38: Evaluación del parámetro 4 según el método de Benedetti-Petrini

4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Pendiente Pronunciada		SÍ	X	NO	C
		Presencia de Filtraciones o Humedad	X	SÍ		NO	
		Observaciones y Comentarios: Se observa una pendiente baja de 5%. El tipo de Suelo se determinará según el estudio de mecánica de suelos.					

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

E. Diafragmas horizontales

Se evaluó la edificación identificando planos a desnivel o deflexiones en la losa, además de observarse una conexión adecuada entre muros y diafragma. Este procedimiento queda ejemplificado en la Figura 39, donde se tomaron medidas de elementos estructurales como la losa para la clasificación de este parámetro y elaboración de planos de replanteo; asimismo toda esta información fue constatada en la ficha de evaluación correspondiente, mostrándose en la Figura 40.

Clasificación: A

Figura 39: Medición del espesor de la losa



Figura 40: Evaluación del parámetro 5 según el método de Benedetti-Petrini

5	DIAGRAFMAS HORIZONTALES	Planos a Desnivel		sí	X	NO	A
		Deflexión del Diafragma		sí	X	NO	
		Conexión Diafragma-Muros	X	Buena		Mala	

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

F. Configuración en planta

Se evaluó la configuración en planta de la edificación, la que presenta forma de “T” (como se aprecia en la Figura 41), por lo que la clasificación se definirá en función al largo, el ancho y las protuberancias, información que se anota en la ficha de evaluación, procedimiento indicado en la Figura 42, luego según las información recopilada y ecuaciones 8 y 9 se elaboraron los cálculos cuyos resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Configuración en planta del pabellón N° 1

a:	10.48 m	b:	5.95 m	L:	24.28 m
$\beta 1$=	0.43	$\beta 2$ =	0.24		

Clasificación: C

Figura 41: Vista en planta del primer nivel del Pabellón N°1

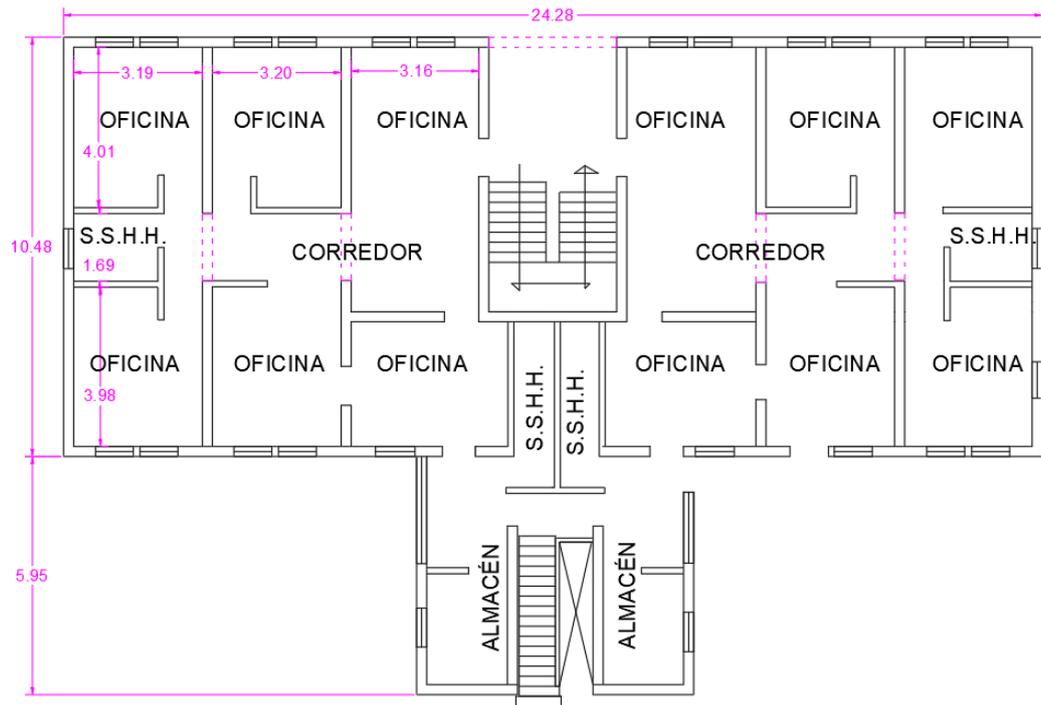


Figura 42: Evaluación del parámetro 6 según el método de Benedetti-Petrini

6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	a:	10.48	b:	5.95	L:	24.28	C	
		Dibujo en Planta:							
		Observaciones y Comentarios: Forma en T, con una relación $\beta_1=0.43$, $\beta_2=0.24$							

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

G. Configuración en elevación

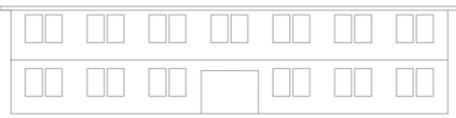
No existe variación en altura en cuanto a las dimensiones de la edificación, salvo los voladizos que existen en el techo, siendo considerados como una

variación porcentual de masa entre dos niveles consecutivos, además de considerarse los espacios ocupados por gradas, esta información, obtenida de los planos de replanteo se anotará en la ficha de evaluación como se ilustra en la Figura 43, luego se calculó la variación porcentual de áreas, de esta manera:

- **Área Nivel 1:** 277.31 m²
- **Área Nivel 2:** 357.61 m²
- **+DA/A= 28.96%**

Clasificación: C

Figura 43: Evaluación del parámetro 7 según el método de Benedetti-Petrini

7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Aumento o Reducción de masas o áreas:		Presenta Voladizo en el segundo nivel		
		Área Nivel 1:	277.31 m ²	Área Nivel 2:	357.61 m ²	+DA/A= 28.96%
		Dibujo en Elevación:				
						
		Observaciones y Comentarios: El cambio de área del segundo nivel respecto al primer nivel no es significativo, unicamente existe un voladizo en la parte del techo.				
C						

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

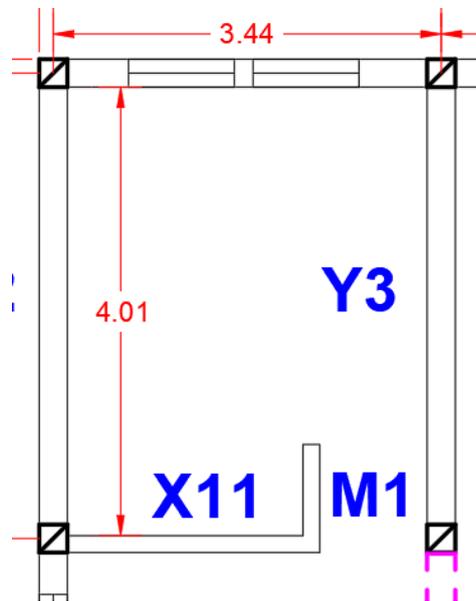
H. Distancia máxima entre los muros

La edificación presenta una separación máxima de muros transversales de 4.01 m, esta información se obtuvo de los planos de replanteo, como se muestra en la Figura 44, se anotó en la ficha de evaluación según se indica en la Figura 45 y finalmente se plasmó junto al resultado en la Tabla 11.

Tabla 11: Distancia máxima entre muros en el pabellón N° 1

Espesor de muro portante (S)	Espaciamiento Máximo (L)	L/S
0.25 m	4.01	16.04 m

Figura 44: Distancia máxima entre muros en el pabellón N° 1



Clasificación: B

Figura 45: Evaluación del parámetro 8 según el método de Benedetti-Petrini

8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE LOS MUROS	L : Separación máxima entre muros	4	B
		S: espesor del muro portante	0.25	
		L/S	16	
		Observaciones y Comentarios:		

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

I. Tipo de cubierta

La edificación tiene una cubierta firme y estable, además de estar bien conectada a los muros, con luces entre vigas menores a 4 m, además de presentar una adecuada conexión y apoyo de esta, todas las características mencionadas en el parámetro 9 de este procedimiento se corroboraron en la ficha de evaluación como se nota en la Figura 46.

Clasificación: A

Figura 46: Evaluación del parámetro 8 según el método de Benedetti-Petrini

9	TIPO DE CUBIERTA	Aligerado como cubierta:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	
		De haber contestado No en el paso anterior, marcar las siguientes opciones:							
		Cubierta Estable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		Conexión cubierta-elemento vertical	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		Cubierta Plana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		Material liviano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		Cubierta en buenas condiciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		Observaciones y Comentarios:							

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

J. Elementos No Estructurales

La edificación cuenta con una cubierta de tejas en regular estado, desgastada por el tiempo, asimismo presenta una estructura metálica como base para el tanque elevado en buen estado, se observaron también fluorescentes en mal estado que ante un evento sísmico pueden caerse, al igual que tuberías y una canaleta de aluminio en regular estado y un montante

pluvial de PVC en pésimo estado, probablemente debido al paso del tiempo. Toda esta información se traduce como un buen o mal estado de estos elementos no estructurales (según su anotación en la ficha de evaluación, como se aprecia en la Figura 47), para finalmente clasificar este parámetro.

Clasificación: C

Figura 47: Evaluación del parámetro 10 según el método de Benedetti-Petrini

10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Indicar B (Bueno), R (Regular) y M (Malo) según la conexión al sistema resistente.		C
		Corniza y Parapetos	No presenta	
		Tanques de Agua Prefabricados	B	
		Balcones y Volados	B	
		Pequeños Elementos	M	
		Observaciones y Comentarios: Presenta Canaletas de aluminio y tuberías colgando de estas, además de fluorescentes adosados a las paredes externas y un tanque prefabricado para agua en el techo.		

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

K. Estado de Conservación

La edificación presenta fisuras y grietas en diversos muros portantes y no portantes, como se aprecia en las Figuras 48 y 49, luego se anotó en la ficha de evaluación el estado de conservación de la edificación (Figura 50).

Figura 48: Grieta en muro portante del primer nivel del pabellón N° 1



Figura 49: Grieta en muro portante del primer nivel del pabellón N° 1



Clasificación: D

Figura 50: Evaluación del parámetro 11 según el método de Benedetti-Petrini

11	ESTADO DE CONSERVACION	Estructuras de Concreto armado en:				D
		Buen Estado		Mal Estado		
		Regular Estado	x	Pésimo Estado		
		Lesiones en Muros:				
		Observaciones y Comentarios: Se observan daños desde leves a graves en varios muros portantes llegando a lesiones de hasta 3 mm de ancho.				

Fuente: Adaptado de Benedetti-Petrini, 2023

b. Cálculo del índice de vulnerabilidad

El índice se calculó mediante una suma ponderada de los valores numéricos que reflejan la "calidad sísmica" de todos los parámetros, tanto estructurales como no estructurales, que desempeñan un papel fundamental en el comportamiento sísmico de las estructuras de albañilería.

A cada parámetro se le atribuye una clase (A, B, C, D), por otro lado, a cada clase se le asigna un valor numérico K_i que varía entre 0 y 45 según lo visto en la tabla 2.

Además, cada parámetro es también afectado por un coeficiente de importancia W_i que cuyos valores oscilan entre 0.25 y 1.5, el cual señala la importancia de cada parámetro dentro del sistema existente del edificio.

Por último, el índice de Vulnerabilidad (I_v) se obtendrá mediante la siguiente expresión

$$V_i = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot V_i \quad (10)$$

Luego, se valoró el resultado obtenido, según la escala numérica de las tablas 2 y 3, para posteriormente usar la ecuación 10 y determinar la vulnerabilidad sísmica, el resultado se verá en el capítulo 4 del presente trabajo.

2. Método propuesto por Marcial Blondet

Se recopiló información de las edificaciones seleccionadas en la muestra por medio de fichas de encuesta, luego se procesaron los datos obtenidos utilizando fichas de reporte, por último, se determinó la vulnerabilidad estructural, es decir la densidad de muros, el estado actual de la edificación y la vulnerabilidad no estructural (es decir la estabilidad de la tabiquería). De igual manera como en la metodología anterior se usará a modo de ejemplo el análisis del pabellón N° 1.

a. Fichas de encuesta

Es un documento que consta de cuatro páginas elaborado a través del programa MS Excel, donde se recabó información como: principales características arquitectónicas, estructurales y constructivas de la edificación a evaluar, donde se hicieron unas cuantas modificaciones ya que las edificaciones de estudio no son viviendas además de otra información de relevancia para esta investigación.

A fin de tener la información recopilada en una única base se vaciaron los datos en las fichas digitalizadas, todo esto posteriormente a haber completado las fichas de encuesta impresas por medio de observación directa en el campo.

Es importante destacar que estas fichas presentan un formato único, el cual puede aplicarse a edificaciones de hasta 2 niveles, inclusive sin losa en el último nivel.

Además, se tomaron fotos representativas de cada edificación en estudio, a fin de complementar las fichas.

Esta consistirá de las siguientes partes:

1. Aspectos generales

Se colocaron dos aspectos importantes

- Fecha de elaboración de ficha
- Código de ficha, para poder diferenciarla con el resto.

2. Aspectos informativos de la edificación:

Estos aspectos se aprecian en la Figura 51 y son: fecha de construcción, número de identificación, función actual de la edificación, cantidad de niveles, planos, ampliaciones y modificaciones, estado de conservación y pendiente

Figura 51: Aspectos informativos en la ficha de encuesta del pabellón

N° 1

FICHA DE ENCUESTA			
CÓDIGO: 01		FECHA: 2/02/2023	
I. ASPECTOS INFORMATIVOS			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1960-1963	N° DE PABELLÓN	1
FUNCIÓN ACTUAL	Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio		
NÚMERO DE PISOS	2		
¿PRESENTA PLANOS?	SI	x	
	NO		
MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	x	
	NO		
ESTADO DE CONSERVACIÓN		PENDIENTE	
Bueno		Alta	
Regular		Media	
Malo	x	Baja	x
		No presenta	
COMENTARIOS: Se redistribuyeron algunos ambientes por lo que hubo la eliminación de muros en el segundo piso, así mismo se hicieron modificaciones como agregar puertas donde habían ventanas.			

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005

3. Aspectos técnicos de la edificación:

En esta parte encontraremos dos apartados:

A. Características principales de la edificación:

Se anotaron características técnicas de la construcción tales como características de suelo, en función al estudio de suelos realizado, materiales utilizados en los muros y sus observaciones, además de las dimensiones de los elementos estructurales (cimientos, muros, vigas, columnas y losas), junto a las correspondientes observaciones necesarias.

B. Deficiencias en la estructura:

Se anotaron los defectos que tiene la edificación según los siguientes apartados:

- **Problemas de ubicación:** Se refiere a problemas que pertenecen a la zona donde se ubica la edificación, como rellenos de nivel, suelo no consolidado, pendiente o asentamiento.
- **Problemas estructurales:** Se refiere a los principales errores que se encontraron, principalmente de carácter estructural, como puede ser el caso de insuficiente densidad de muros, muros sin confinamiento, tabiquería no arriostrada, losas a desnivel, ausencia de juntas sísmicas o torsión en planta.
- **Factores degradantes:** Como armaduras corroídas o humedad y agrietamiento en muros.
- **Mano de obra:** La calificación se basó en la calidad de la construcción de los muros y los componentes de concreto armado.
- **Materiales deficientes:** Se hizo la calificación teniendo en cuenta la calidad de los materiales empleados para su construcción, en especial la de las unidades de albañilería empleadas, siendo las de más baja calidad las que son muy

heterogéneas en cuanto a sus dimensiones, que se rayan fácilmente con un clavo y con un color no uniforme

- **Otros:** Se anotó cualquier otro problema no descrito en los apartados anteriores que pueda existir.

Toda la información mencionada sobre las características principales de la edificación se aprecia en la Figura 52, por otro lado, el apartado de deficiencias de la estructura se aprecia en la Figura 53, en ambos casos como parte de la ficha de encuesta.

Figura 52: Aspectos técnicos en la ficha de encuesta del pabellón N°1 (pág. 1)

II. ASPECTOS TÉCNICOS			
A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION			
PARAMETROS DEL SUELO			OBSERVACIONES
RIGIDOS ()	INTERMEDIOS ()	FLEXIBLES (X)	Suelo arcilloso con poca presencia de grava y arena.
MUROS (cm)	TIPO DE LADRILLO:	KING KONG ARTESANAL	
	DIMENSIONES (bxhxl)	25x9x15cm	
	ESPESOR DE JUNTAS	2-3 cm	
Observaciones: Juntas de espesor irregular. Existen muros con fisuras y grietas evidenciando daños. Existen algunas modificaciones de la concepción de planos originales.			
TECHO (m)	DIAFRAGMA RÍGIDO		OTRO
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:
	Peralte:	20 cm	Peralte:
Observaciones: Ninguna.			
COLUMNAS (m)	CONCRETO		OTRO
	Dimensiones (bxh):	25 x 25 cm	Dimensiones (bxh):
	Observaciones: Existen unicamente columnas al ancho de los muros portantes.		

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005

Figura 53: Aspectos técnicos en la ficha de encuesta del pabellón N°1 (pág. 2)

FICHA DE ENCUESTA			
CÓDIGO: 01	FECHA:	2/02/2023	
VIGAS (m)	CONCRETO Dimensiones (bxh): 25x50cm, 25x20cm (vigas chatas)	OTRO Dimensiones (bxh):	
Observaciones:			
<p>COMENTARIOS: Existen muros portantes en sentido Y, además de columnas al ancho de estos muros y vigas y vigas que sobresalen 30 cm de la losa, además de existir ventanas y vanos en varios de estos muros. Existen problemas de fisuración en muros y cambios en la construcción original.</p>			
B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA			
PROBLEMAS DE UBICACIÓN		ESTRUCTURACION	
Edificación sobre Relleno Natural		Columnas Cortas	x
Edificación en quebrada		Losas no monolíticas	
Edificación con pendiente pronunciada		Insuficiencia de junta sísmica	x
Edificación con nivel reático superficial		Losa de Techo a desnivel	
Otros: Terreno Natural con Humedad superficial.		Cercos no aislados de la estructura	
MATERIALES DEFICIENTES		Tabiquería no arriostrada	x
LADRILLOS K.K. ARTESANAL		Reducción en planta	x
Otros:	x	Muros Portantes de ladrillo pandereta	
MANO DE OBRA		Union muro y techo	
Muy Mala		Juntas frias	
Mala	x	Inadecuada densidad de muros	
Regular		Otros:	
Buena		FACTORES DEGRADANTES	
Otros:		Armaduras Expuestas	
		Armaduras Corroidas	
		Eflorescencia	
		Humedad en Muros	
		Muros Agrietados	x
		Otros: Humedad en Losa del techo. Perdida y degradación del tarrajeo en ciertas zonas.	
<p>COMENTARIOS: Existen problemas de fisuración en techos y muros, además de humedad en el techo. Se evidencia una mala calidad de mano de obra debido a que se pudo determinar un tarrajeo de un espesor en exceso, llegando hasta 4 centímetros. Por otro lado se observaron acabados en pesimas condiciones como cerámica en baños o pisos levantados.</p>			

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005

4. Esquema de la edificación

Se elaboró un esbozo de la edificación, a modo de plano, con las vistas en planta y elevación, con los elementos estructurales debidamente acotados. Se indicará también la existencia o no de junta sísmica en caso de haber.

5. Panel fotográfico:

Finalmente, en la cuarta parte hay un panel fotográfico con las observaciones más resaltantes de esta, así como sus respectivas descripciones.

b. Ficha de reporte

Se trata de hojas de cálculo elaborada en el software MS Excel donde se describen detalladamente las características arquitectónicas, estructurales y constructivas de las edificaciones que se recopilaban en las fichas de encuesta, en ésta se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones evaluadas, la obtención de la vulnerabilidad mencionada se basó en la comparación de la densidad de muros actual y la mínima requerida, de este modo se logró comprobar si las edificaciones soportan la fuerza cortante que genera un por un sismo severo.

Esta ficha consiste de:

1. Antecedentes

Se resumieron los datos más importantes anotados en la ficha de encuesta, correspondientes a los aspectos generales e informativos, además de características del suelo anotadas, como son:

- Código de ficha
- Antigüedad
- Número de identificación
- Función actual de la edificación
- Número de pisos
- Estado de conservación de la edificación
- Topografía (pendiente) y geología.

Estos antecedentes se anotaron en la primera parte de la ficha de reporte como se indica en la Figura 54.

Figura 54: Antecedentes en la ficha de reporte del pabellón N°1

FICHA DE REPORTE	
CÓDIGO: 01	
I. ANTECEDENTES	
ANTIG	60 años
N° DE PABELLÓN	1
FUNCIÓN ACTUAL	Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio
NÚMERO DE PISOS	2
ESTADO DE LA EDIFICACIÓN	Edificación en un estado de conservación pésimo, con fisuras y grietas en muros portantes y no
TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA	Se encuentra ubicado en un terreno con baja pendiente en un suelo humedo y con presencia de arcilla.

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005

2. Aspectos técnicos:

Como se muestra en la Figura 55, los datos técnicos y las deficiencias anotadas en las fichas de encuesta se ordenaron y resumieron.

Figura 55: Aspectos técnicos en la ficha de reporte del pabellón N°1

II. ASPECTOS TÉCNICOS	
A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION	
ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
MUROS	Ladrillo KK Artesanal 25x9x15cm, juntas de 2 a 3 cm, muros con aparejo de cabeza unicamente.
TECHO	Losa Aligerada de 20 cm de espesor
COLUMNAS	Columnas al ancho de los muros, de 25x 25 cm, 25x50cm, 25x35 cm, 20x12.5cm
VIGAS	25x20cm, 25x50cm
B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA	
PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES
	Falta de juntas (aislamiento de alfeizar y muros)
MATERIALES DEFICIENTES	MANO DE OBRA
	Mala
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	OTROS
Juntas de muros con excesivo espesor	Muros Agrietados

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005

3. Análisis sísmico

1. Densidad de muros

Se realizó una comparación entre la densidad de los muros existentes en la edificación analizada y la densidad mínima de muros necesaria para resistir sismos severos.

Para establecer el área mínima de muros necesaria en el primer piso de cada edificación, se partió del supuesto de que la fuerza cortante generada por un sismo severo, dividida entre el área de muros necesaria, debe ser inferior a la suma de las fuerzas cortantes resistentes de los muros, dividida entre el área total de muros existente.

$$\frac{V}{Am} \leq \frac{\sum VR}{Ae} \quad (11)$$

Donde:

- **V**: fuerza cortante basal (kN) actuante.
- **VR**: fuerza de corte resistente (kN) de los muros.
- **Am**: área (m²) necesaria en muros
- **Ae**: área (m²) existente de muros confinados.

Según (Norma E.030, 2018), la fuerza cortante basal V se determina así:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} P \quad (12)$$

Donde:

- **Z**: Factor de zona, que según la norma E.030 del RNE, para Cajamarca al ser de la zona 3, Z3=0.35, como se determinó en el estudio de suelos y según la Tabla 12.
- **U**: Factor de uso, que para oficinas (uso actual) es de 1.
- **S**: Factor de suelo, según la Tabla 13 y el estudio de suelos

Roca dura: 0,80

Suelo muy rígido: 1,00

Suelo intermedio: 1,15

Suelo blando: 1,20

- **C:** Factor de amplificación sísmica= 2,5
- **R:** Factor de reducción por ductilidad = 3
- **P:** Peso de la estructura (kN).

Tabla 12: Factor de zona “Z”

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma E.030, 2018

Tabla 13: Factor de suelo “S”

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA/SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030, 2018

La fórmula utilizada para hallar el peso de la estructura fue:

$$P = Att \cdot \gamma \quad (13)$$

Donde:

- **Att:** suma de las áreas techadas (m²) de todos los pisos de la edificación.
- **γ:** peso metrado por (m²), que para edificaciones de albañilería confinada es de 8 kN/m²

La resistencia al corte de los muros de albañilería (Norma E.070, 2006) se calculó mediante la siguiente expresión:

$$VR = 0.5 \cdot v'm \cdot \alpha \cdot T \cdot L + 0.23 \cdot Pg \quad (14)$$

Donde:

- $v'm$ = Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería, para el ladrillo de fabricación artesanal tenemos 510 kPa (Tabla 14).

Tabla 14: Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm²)

Materia Prima	Denominación	Unidad f_b	Pilas f_m	Murete $v'm$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)T
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-Cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Norma E.070, 2006

- α = factor de reducción por esbeltez varía entre $1/3 \leq \alpha \leq 1$.
- T = espesor efectivo (m) del muro analizado.
- L = longitud (m) del muro analizado.
- Pg = carga gravitacional (kN) de servicio con sobrecarga reducida.

La situación más crítica para evitar el colapso de las edificaciones surge cuando la fuerza cortante aplicada es igual a la fuerza resistente de todos los muros en la estructura. Por lo tanto, los dos términos de la ecuación 03 serían iguales.

$$\frac{V}{Am} = \frac{\sum VR}{Ae} \quad (15)$$

Luego de haber hecho una simplificación en la ecuación 14, con el supuesto de que $\alpha = 1$ y que $0,23Pg = 0$, el valor de VR quedará expresado de la siguiente manera:

$$VR = 0.5 \cdot v' \cdot m \cdot T \cdot L \quad (16)$$

En esta metodología se demostró que la utilización de la ecuación 14 es una buena aproximación para determinar la cantidad mínima requerida de muros para viviendas sismo resistentes de hasta dos pisos de altura, logrando determinar los valores de α para viviendas de 1 y 2 pisos, para diferentes longitudes de muro, calculando el VR y comparándolo con el VR aproximado.

Despejando Am de la ecuación 15 reemplazando las ecuaciones 12,13 y 16 e igualando $\sum(t \cdot l) = Ae$ se tiene:

$$\frac{ZUCS}{R \cdot Am} \cdot Att \cdot \gamma \approx \frac{0.5 \cdot v' \cdot m \cdot \sum(T \cdot L)}{Ae} \quad (17)$$

$$Am \approx \frac{Z \cdot S \cdot Att \cdot \gamma}{300} \text{ (en metros)} \quad (18)$$

El área mínima de muros en cada dirección que debe tener el primer piso de una edificación para asegurar un buen comportamiento sísmico se establece en la ecuación 18.

En las fichas de reporte se calculó Am con la ecuación 18 y Ae de las fichas de encuesta. Posteriormente, se calificó la relación Ae/Am según:

- Si $Ae / Am \leq 0,80$ entonces la vivienda tiene una inadecuada densidad de muros.
- Si $Ae / Am \geq 1,1$ entonces la vivienda tiene una adecuada densidad de muros.

- Si $0,8 < Ae / Am < 1,1$ se necesita calcular con mayor detalle la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda (ΣVR) y el cortante actuante (V).

Luego, se agregó una hoja de cálculo a la ficha de reporte, con el fin de calcular detalladamente ΣVR y V ; también se agregó una hoja de cálculo a la ficha de reporte para calcular el porcentaje de fuerza cortante y fuerza resistente de corte de cada muro de manera más rápida, en esta hoja calcula el valor de la reducción por vulnerabilidad α teniendo como base lo especificado en la tesis “Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las Autoconstrucciones en Lima (Flores, 2002) de , la cual indica que:

- **Para edificaciones de un piso:**

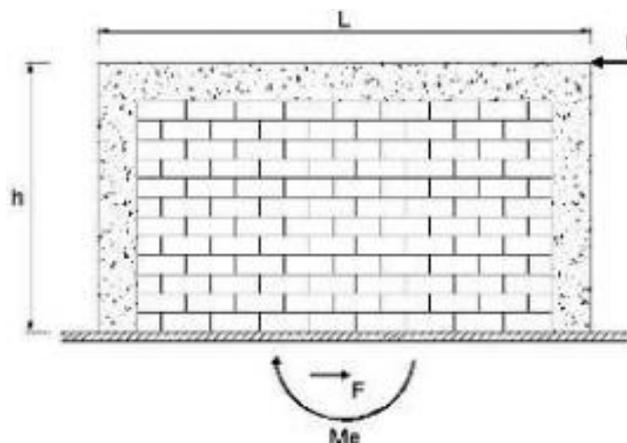
$$\alpha \approx \frac{V \cdot L}{Me} = \frac{F_1 \cdot L}{F_1 \cdot h} = \frac{L}{h} \quad (19)$$

Donde:

- **Me** = Momento (kN-m) producido en la base del muro
- **F1**= Fuerza (kN) de inercia
- **h** = Altura (m) de entrepiso
- **L** = Longitud (m) del muro

Para edificaciones de un nivel, la acción de la fuerza cortante y del momento se ilustrará en la Figura 56.

Figura 56: Fuerza cortante y momento en un muro de vivienda de un piso



Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

- **Para edificaciones de dos pisos:**

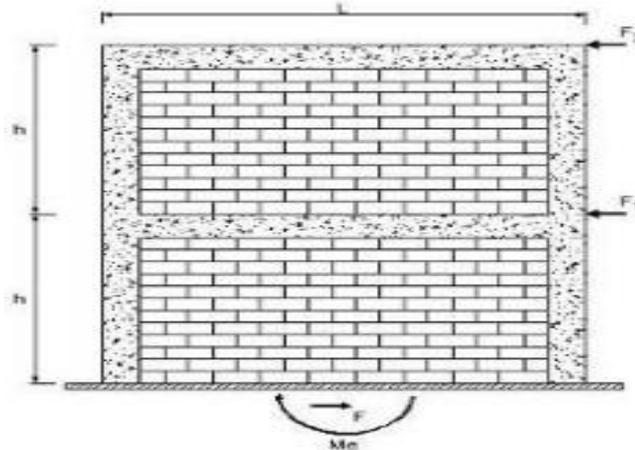
$$\alpha \approx \frac{VE \cdot L}{Me} = \frac{(F_1 + F_2) \cdot L}{F_1 \cdot h + F_2 \cdot 2h} \quad (20)$$

Donde:

- **Me** = Momento (kN-m) producido en la base del muro
- **Fi** = Fuerza (kN) de inercia en el nivel i.
- **h** = Altura (m) de entrepiso
- **L** = Longitud (m) del muro

Para edificaciones de 2 pisos las fuerzas las fuerzas de inercia y el momento producido en la base del muro se representa en la Figura 57.

Figura 57: Fuerzas cortantes y momento en muro de vivienda de dos pisos



Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

Comúnmente la altura de entre piso en edificaciones de albañilería es la misma y además de eso $F_2 = 2F_1$, por lo que la ecuación 20 se reduce a la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{3L}{5h} \quad (21)$$

Tanto para edificaciones de uno o dos pisos el valor de α debe estar en el siguiente rango: $\frac{1}{3} \leq \alpha < 1$.

Finalmente, para el llenado de la ficha de reporte se determinarán ciertos parámetros básicos los cuales estarán indicados en la Tabla 15.

Tabla 15: Parámetros para llenar la ficha de reporte del pabellón N°1

PARÁMETROS	VALOR	DESCRIPCIÓN
Z	0.35	Zona 3
U	1	Edificaciones Comunes (Oficina)- Categoría C
C	2.5	Factor de Amplificación Sísmica
R	3	Coefficiente de reducción para Albañilería Confinada
S	1.2	Factor de Suelo para Suelo Flexible

Estos parámetros se llenan según la norma técnica E.030 y los datos obtenidos en el estudio de mecánica de suelos.

Cabe indicar que en la norma técnica E.030 (2018) existen 4 zonas sísmicas y en la norma E.070 (2006) existen solo 3, sin embargo, existen 2 zonas de la norma sismorresistente que se consideran como una sola, debido a que esta es la norma más actualizada y es la que regirá los análisis (como indica en la norma E.070, 2006), siendo las zonas 3 y 4 consideras como una sola.

Posteriormente se procede al llenado de la tabla:

- **Área piso 1:** Área típica techada.
- **Peso acumulado:** Es el peso de la edificación, el cual se ha asumido que estará en función al área techada, que es aproximadamente 8 kN/m^2 (Mosqueira & Tarque, 2005).
- **V:** Cortante obtenido aplicando la ecuación 13.
- **Ae:** Área existente de muros portantes en la dirección de análisis.
- **Am:** Área requerida de muros portantes en la dirección de análisis, esto según la ecuación 18.

Luego, según lo indicado en el acápite 3 de esta metodología se llenará el resto de valores operando según convenga, como se observa en la Figura 58.

Figura 58: Análisis sísmico realizado en la ficha de reporte para el pabellón N° 1

III. ANÁLISIS SÍSMICO									
A) DENSIDAD DE MUROS MÍNIMA REQUERIDA									
PARÁMETROS	VALOR	DESCRIPCIÓN							
Z	0.35	Zona 3							
U	1	Edificaciones Comunes (Oficina)-Categoría C							
C	2.5	Factor de Amplificación Sísmica							
R	3	Coeficiente de reducción para Albañilería Confinada							
S	1.2	Factor de Suelo para Suelo Flexible							
Resistencia al corte de unidades de albañilería (kPa) 510 kPa (Resistencias Características de Albañilería, R.N.E. E.070)									
Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
Piso 1	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida: Am		Ae/Area de piso 1	VR	VR/V	
m ²	kN/m ²	kN	m2	m2	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
277.31	16.000	1552.94	5.64	6.21	0.91	2.03%	8625.078	5.5540457	ADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
277.31	16.000	1552.94	15.52	6.21	2.50	5.60%	-	-	ADECUADO
COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:									

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005

2. Estabilidad de muros al volteo

Los muros no portantes no soportan cargas más que las de su propio peso como los tabiques, cercos y parapetos. Por ello para analizar la estabilidad de estos tabiques al volteo se hará la comparación entre el momento actuante de este (M_a) con el momento resistente (M_r) que actúa en dicho tabique. Dichos momentos son calculados en la base de los muros y son paralelos a los planos de estos.

a) Momento actuante

El Cálculo del momento actuante (Norma E.070, 2006) se hará tomando en cuenta la carga sísmica perpendicular al plano del muro (w) así como los coeficientes de momentos según las condiciones del muro y las dimensiones de este.

$$M_a = m \cdot w \cdot a^2 \quad (22)$$

Donde:

- m = Coeficiente de momentos (obtenido de la Tabla 16).
- a = Dimensión crítica (m) (también se obtiene de la Tabla 16).

- w =Carga sísmica perpendicular

Tabla 16: Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”

CASO 1: MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a=	Menor dimensión								
b/a=	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	3.00	α	
m=	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.1180	0.1250	
CASO 2: MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a=	Longitud del borde libre								
b/a=	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.50	2	α
m=	0.0600	0.0740	0.0870	0.0970	0.1060	0.1120	0.1280	0.1320	0.1330
CASO 3: MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a=	Altura del Muro								
m=	0.1250								
CASO 4: MURO EN VOLADIZO									
a=	Altura del Muro								
m=	0.5000								

Fuente: Norma E.070, 2006

Donde la carga sísmica perpendicular w (en kg/m^2) para un metro cuadrado de muro se calcula de la siguiente manera:

$$w = \frac{Fn}{a \cdot b} \quad (23)$$

Donde:

- Fn = Fuerza sísmica horizontal en cada muro
- a = Dimensión crítica (m) del muro
- b = Dimensión no crítica (m) del muro

La fuerza horizontal mínima, para muros no estructurales (Norma técnica E.030, 2018), se calculará con la expresión:

$$Fi = 0.5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot Pe \quad (24)$$

Donde:

- Fi = Fuerza sísmica horizontal en muros no estructurales a nivel de la base.

- **Z** = Factor de zona
- **U** = Dimensión crítica (m) del muro
- **S** = Dimensión no crítica (m) del muro
- **Pe** = Peso del muro

Todo lo anterior será usado para calcular las sollicitaciones de diseño en muros no estructurales con masa distribuida por unidad de área.

También se podrá calcular la fuerza sísmica horizontal (Norma técnica E.030, 2018), de la siguiente forma:

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e \quad (25)$$

Donde:

- **F** = Fuerza sísmica horizontal en los muros no estructurales.
- **Fi** = Fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural
- **Pi** = Peso de cada nivel
- **C1** = Coeficiente sísmico (cuyo valor se obtendrá de la Tabla 17)
- **Pe** =Peso del muro

El coeficiente sísmico se determinará de la norma sismo resistente:

Tabla 17: Valores del coeficiente sísmico C1

VALORES DE C₁	
Elementos que al fallar pueden precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras	3.00
Muros y tabiques dentro de una edificación	2.00
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea	3.00
Equipos rígidos conectados rígidamente al piso	1.50

Fuente: Norma técnica E.030, 2018

Por otro lado, el Fi se determinará de la siguiente manera.

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum H_i \cdot P_i} \cdot V \quad (26)$$

- **P_i** = Peso de Cada Nivel
- **H_i** = Alturas Acumuladas
- **V** = Cortante en la base

El coeficiente de momento y la dimensión crítica se determina de acuerdo al número de bordes arriostrados.

Donde:

- **F** = Fuerza sísmica horizontal en los muros no estructurales.
- **F_i** = Fuerza lateral en el nivel donde se apoya el elemento estructural.

Ahora, para calcular el momento resistente a tracción por flexión (M_r), la resistencia de materiales nos indica que el esfuerzo de un elemento sometido a flexión es de:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_r \cdot c}{I} \quad (27)$$

Donde:

- **$\sigma_{m\acute{a}x}$** = Esfuerzo por flexión (kN-m)
- **M_r** = Momento resistente a tracción por flexión (kN-m)
- **c** = Distancia del eje neutro a la fibra extrema (m)
- **I** = Momento de inercia de superficie (m⁴) de la sección, paralela al eje del momento.

El momento resistente a tracción por flexión será:

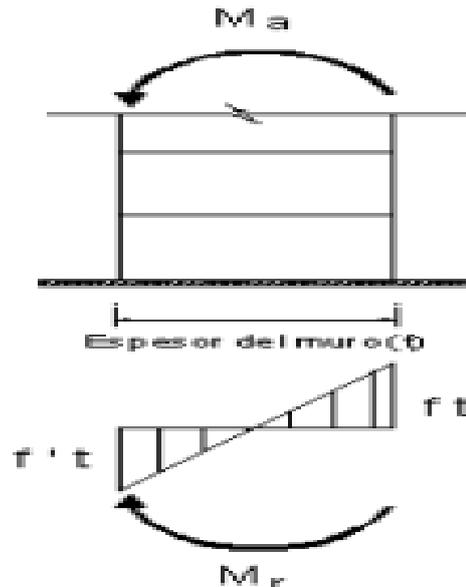
$$M_r = \frac{f_t \cdot I}{c} \quad (28)$$

Y se podrá ver ilustrado en la Figura 59.

Por otro lado, según la ecuación 28:

- f_t = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150 kN/m²,) (Norma E.070, 2006)
- I = Momento de inercia (m⁴) de la sección del muro
- C = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección.

Figura 59: Momento resistente en un muro de albañilería



Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Reemplazando el valor de f_t y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del momento resistente por metro de longitud de muro:

$$M_r = f_t \left(\frac{t^4}{12} \right) \left(\frac{1}{t/2} \right) \quad t \text{ expresado en metros}$$

Finalmente.

$$M_r = \frac{f_t}{6} \cdot t^2 \quad (29)$$

M_r expresado en Kn-m/m

Por último, comparamos el valor del momento actuante con el momento resistente de manera que:

- Si $M_a \leq M_r$ el tabique estable

- Si $M_a > M_r$ el tabique es inestable y fallará por volteo ante un sismo raro.

Finalmente se procedió al llenado de la tabla:

- **a:** Dimensión crítica del muro evaluado, se obtiene de la tabla 16.
- **b:** Dimensión no crítica del muro evaluado.
- **t:** Espesor efectivo.
- **Pe:** Peso del muro.
- **C1:** Coeficiente según la tabla 15.
- **m:** Coeficiente de momentos de la tabla 16

El resto de valores se obtendrá operando según se indique en la tabla de la ficha y según lo establecido en este acápite, quedando finalmente como en la Figura 60.

Figura 60: Estabilidad de muros al volteo en la ficha de reporte en el pabellón N° 1

B) ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO													
Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resist.	ESTADO
	a	b	t	Pe	C1	m	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi)C 1*Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ²	25t ²	
	(m)	(m)	(m)	kN	adim.	adim.					kN-m/m	kN-m/m	
M1	2.70	0.97	0.15	6.93468	2	0.125	0.175	1.46	2.427139	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE
M2	2.70	0.93	0.15	6.64872	2	0.125	0.175	1.40	2.327051	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE
M3	2.70	3.89	0.25	46.3504	2	0.07555	0.175	9.73	16.22263	0.927	0.510	1.5625	ESTABLE
M4	2.70	1.03	0.25	12.2727	2	0.0432	0.175	2.58	4.295452	0.927	0.292	1.5625	ESTABLE
M5	2.70	1.04	0.25	12.3919	2	0.043	0.175	2.60	4.337155	0.927	0.291	1.5625	ESTABLE
M6	2.70	1.04	0.25	12.3919	2	0.043	0.175	2.60	4.337155	0.927	0.291	1.5625	ESTABLE
M7	2.7	0.94	0.15	6.72021	3	0.125	0.175	1.41	3.528109	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005.

c. Determinación de vulnerabilidad sísmica

Se determinó la vulnerabilidad sísmica mediante la siguiente relación:

$$\begin{aligned}
 \text{Vulnerabilidad sísmica} = & 0.6 \cdot \text{Densidad de muros} + 0.3 \cdot \\
 & \text{Calidad de M. O y materiales} + 0.1 \cdot \text{Estabilidad de tabiquería}
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

Reemplazando los valores obtenidos en el la ficha de reporte según lo estipulado en la tabla 6:

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0.6 \cdot 1 + 0.3 \cdot 2 + 0.1 \cdot 1 = 1.3$$

Lo cual, según la tabla 7, evidencia una vulnerabilidad sísmica baja.

Este proceso de obtención de la vulnerabilidad según la valoración de los parámetros se observa resumido en la Figura 61.

Figura 61: Vulnerabilidad sísmica en la ficha de reporte del pabellón N°1

IV. FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO					
Vulnerabilidad Sísmica					
Estructural			No Estructural		
Densidad		Mano de Obra y Materiales		Tabiquería y Parapetos	
Adecuada	X	Buena Calidad		Todos Estables	X
Aceptable		Regular Calidad	X	Algunos Estables	
Inadecuada		Mala Calidad		Todos Inestables	

Calificación	1.3
Vulnerabilidad	Baja

DIAGNÓSTICO: Se evidencia una adecuada densidad de muros en ambos sentidos, además de una calidad regular o media en la mano de obra, por otro lado se muestra estabilidad en lo tabiques concluyendo que existe una baja vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Adaptado de Mosqueira y Tarque, 2005.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Método de Benedetti-Petrini

A. Pabellón N° 1 “Oficinas de Planeamiento Estratégico”

La valoración de cada parámetro según la ficha de evaluación del pabellón N°1 y la metodología establecida se podrá apreciar en la Tabla 17:

Tabla 18: Valoración de parámetros para la vulnerabilidad sísmica del pabellón N° 1

Parámetros	Clase K_i				Peso W_i	RESULTADOS	V_i
	A	B	C	D			
1.Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	B	5
2.Calidad del Sistema Resistente	0	5	25	45	0.25	C	6.25
3.Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.5	C	37.5
4.Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	C	18.75
5.Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	A	0
6.Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	C	12.5
7.Configuración en elevación	0	5	25	45	1	C	25
8.Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	B	1.25
9.Tipo de Cubierta	0	15	25	45	1	A	0
10.Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	C	6.25
11.Estado de Conservación	0	5	25	45	1	D	45
						$\Sigma V_i =$	157.5

Según lo estipulado en la Tabla 4 y los resultados de la Tabla 18 esta edificación tiene una vulnerabilidad sísmica media, como se aprecia en la Tabla 19.

Tabla 19: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1

INTERVALO	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
0 - 95.63	Baja
95.63 – 286.30	Media
286.30 - 382.50	Alta

B. Pabellón N° 2 “Área de Recursos Humanos”

La valoración de cada parámetro según la ficha de evaluación del pabellón N° 2 y la metodología establecida se podrá apreciar en la Tabla 19:

Tabla 20: Valoración de parámetros para la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2

Parámetros	Clase K_i				Peso W_i	RESULTADOS	Vi
	A	B	C	D			
1.Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	C	20
2.Calidad del Sistema Resistente	0	5	25	45	0.25	D	11.25
3.Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.5	D	67.5
4.Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	C	18.75
5.Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	B	5
6.Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	C	12.5
7.Configuración en elevación	0	5	25	45	1	A	0
8.Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	D	11.25
9.Tipo de Cubierta	0	15	25	45	1	C	25
10.Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	C	6.25
11.Estado de Conservación	0	5	25	45	1	D	45
$\Sigma Vi =$							222.5

Según lo estipulado en la Tabla 4 y los resultados de la Tabla 20 esta edificación tiene una vulnerabilidad sísmica media, como se aprecia en la Tabla 21.

Tabla 21: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1

INTERVALO	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
0 - 95.63	Baja
95.63 - 286.30	Media
286.30 - 382.50	Alta

C. Pabellón N° 3 “Dirección de Laboratorio y Epidemiología”

La valoración de cada parámetro según la ficha de evaluación del pabellón N°3 y la metodología establecida se podrá apreciar en la Tabla 22:

Tabla 22: Valoración de parámetros para la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°3

Parámetros	Clase K_i				Peso W_i	RESULTADO S	V_i
	A	B	C	D			
1.Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	B	5
2.Calidad del Sistema Resistente	0	5	25	45	0.25	C	6.25
3.Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.5	B	7.5
4.Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	C	18.75
5.Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	D	45
6.Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	C	12.5
7.Configuración en elevación	0	5	25	45	1	A	0
8.Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	D	11.25
9.Tipo de Cubierta	0	15	25	45	1	C	25
10.Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	C	6.25
11.Estado de Conservación	0	5	25	45	1	B	5
						$\sum V_i =$	142.5

Según lo estipulado en la Tabla 4 y los resultados de la Tabla 22 esta edificación tiene una vulnerabilidad sísmica media, como se aprecia en la Tabla 23.

Tabla 23: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2

INTERVALO	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
0 - 95.63	Baja
95.63 - 286.30	Media
286.30 - 382.50	Alta

4.1.2. Método de Marcial Blondet

A. Pabellón N° 1 “Oficinas de Planeamiento Estratégico”

Los resultados obtenidos en la ficha de reporte del pabellón N°1 que son: análisis de densidad de muros, estabilidad de tabiques y determinación de vulnerabilidad sísmica se mostraran en las Tablas 24, 25 y 26 respectivamente:

a) Densidad de muros

Tabla 24: Densidad de muros del pabellón N°1.

Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
	Piso 1	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae		Requerida: Am	Ae/Area de piso 1		
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
295.22	16.000	1653.23	5.64	6.61	0.85	1.91%	8372.21	5.06	ADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
295.22	16.000	1653.23	15.52	6.61	2.35	5.26%	-	-	ADECUADO

b) Estabilidad de tabiques

Tabla 25: Estabilidad de tabiques del pabellón N°1

Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resist.	ESTADO
	a	b	t	Pe	C1	m	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi) C1*Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ²	ft*t ² /6	
	(m)	(m)	(m)	kN	adim.	adim.					kN-m/m	kN-m/m	
M1	2.70	0.97	0.15	6.93468	2	0.125	0.175	1.46	2.427139	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE
M2	2.70	0.93	0.15	6.64872	2	0.125	0.175	1.40	2.327051	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE
M3	2.70	3.89	0.25	46.3504	2	0.07555	0.175	9.73	16.22263	0.927	0.510	1.5625	ESTABLE
M4	2.70	1.03	0.25	12.2727	2	0.0432	0.175	2.58	4.295452	0.927	0.292	1.5625	ESTABLE
M5	2.70	1.04	0.25	12.3919	2	0.043	0.175	2.60	4.337155	0.927	0.291	1.5625	ESTABLE
M6	2.70	1.04	0.25	12.3919	2	0.043	0.175	2.60	4.337155	0.927	0.291	1.5625	ESTABLE
M7	2.7	0.94	0.15	6.72021	3	0.125	0.175	1.41	3.528109	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE

c) Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

Tabla 26: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1

Parámetros para vulnerabilidad sísmica					
Estructural			No Estructural		
Densidad (60%)	Mano de Obra y Materiales (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)		
Adecuada	1	Buena Calidad	1	1	1 X
Aceptable	2	Regular Calidad	2 X	2	2
Inadecuada	3 X	Mala Calidad	3	3	3

Tabla 27: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°1

Calificación	Vulnerabilidad Sísmica
1.3	Baja

Según lo estipulado en las Tablas 7 y 8, además de la ecuación 30 la edificación tiene una vulnerabilidad sísmica baja.

B. Pabellón N° 2 “Área de Recursos Humanos”

De la misma manera que en el pabellón anterior, los resultados obtenidos en la ficha de reporte del pabellón N°1 que son: análisis de densidad de muros, estabilidad de tabiques y determinación de vulnerabilidad sísmica se mostraran en las Tablas 28, 29 y 30 respectivamente:

a) Densidad de muros

Tabla 28: Densidad de muros del pabellón N°2

Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
	Piso 1	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae		Requerida: Am	Ae/Area de piso 1		
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
207.31	7.76 kN	562.72	0.5	2.25	0.22	0.24%	-	-	INADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
207.31	7.76 kN	562.72	9.67	2.25	4.30	4.66%	-	-	ADECUADO

b) Estabilidad de tabiques

Tabla 29: Estabilidad de tabiques del pabellón N°2

Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resist.	ESTADO
	a	b	t	Pe	C1	m	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi)C1*Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ²	ft*t ² /6	
	(m)	(m)	(m)	kN	adim.	adim.					kN-m/m	kN-m/m	
M1	1.05	2.4	0.25	11.1082	2	0.10643	0.175	2.33	3.88787056	0.927	0.108	1.5625	ESTABLE
M2	0.92	2.4	0.25	9.74404	2	0.11164	0.175	2.05	3.41041277	0.927	0.088	1.5625	ESTABLE
M3	2.40	2.4	0.25	25.4192	2	0.112	0.175	5.34	8.89672896	0.927	0.598	1.5625	ESTABLE
M4	2.40	3.62	0.25	38.3407	2	0.125	0.175	8.05	13.4192328	0.927	0.667	1.5625	ESTABLE
M5	2.40	2.1	0.15	13.3451	2	0.125	0.175	2.80	4.6707827	0.556	0.400	0.5625	ESTABLE
M6	3.20	2.4	0.25	33.8923	2	0.0425	0.175	7.12	11.8623053	0.927	0.403	1.5625	ESTABLE

c) Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

Tabla 30: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2

Parámetros para vulnerabilidad sísmica					
Estructural			No Estructural		
Densidad (60%)	Mano de Obra y Materiales (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)		
Adecuada	1	Buena Calidad	1	Todos Estables	1 X
Aceptable	2	Regular Calidad	2 X	Algunos Estables	2
Inadecuada	3 X	Mala Calidad	3	Todos Inestables	3

Tabla 31: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°2

Calificación	Vulnerabilidad Sísmica
2.5	Alta

Según lo estipulado en las Tablas 7 y 8, además de la ecuación 30 la edificación tiene una vulnerabilidad sísmica alta.

C. Pabellón N° 3 “Dirección de Laboratorio y Epidemiología”

Asimismo, los resultados obtenidos en la ficha de reporte del pabellón N°3 que son: análisis de densidad de muros, estabilidad de tabiques y determinación de vulnerabilidad sísmica se mostraran en las Tablas 32, 33 y 34 respectivamente:

a) Densidad de muros

Tabla 32: Densidad de muros del pabellón N°3

Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
	Piso 1	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae		Requerida: Am	Ae/Area de piso 1		
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
185.08	8.61 kN	557.74	2.52	2.23	1.13	1.36%	-	-	ADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
185.08	8.61 kN	557.74	7.06	2.23	3.16	3.81%	-	-	ADECUADO

b) Estabilidad de tabiques

Tabla 33: Estabilidad de tabiques del pabellón N°3

Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resist.	ESTADO
	a	b	t	Pe	C1	m	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi)C1+Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ²	ft*t ² /6	
	(m)	(m)	(m)	kN	adim.	adim.					kN-m/m	kN-m/m	
M1	2.34	1.52	0.25	15.6964	2	0.0805	0.35	3.30	10.9874603	0.927	0.408	1.5625	ESTABLE
M2	2.34	1.11	0.25	11.4625	2	0.0571	0.35	2.41	8.02373743	0.927	0.290	1.5625	ESTABLE
M3	2.34	0.88	0.25	9.03574	2	0.0441	0.35	1.90	6.32501825	0.927	0.224	1.5625	ESTABLE
M4	2.34	0.41	0.25	4.20291	2	0.0181	0.35	0.88	2.94203706	0.927	0.092	1.5625	ESTABLE
M5	2.08	0.92	0.25	8.42647	2	0.28846	0.35	1.77	5.8985313	0.927	1.157	1.5625	ESTABLE
M6	2.08	0.6	0.25	5.5075	2	0.0337	0.35	1.16	3.85524922	0.927	0.135	1.5625	ESTABLE

c) Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

Tabla 34: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón N°3

Parámetros para vulnerabilidad sísmica							
Estructural				No Estructural			
Densidad (60%)		Mano de Obra y Materiales (30%)			Tabiquería y Parapetos (10%)		
Adecuada	1	X	Buena Calidad	1	Todos Estables		1 X
Aceptable	2		Regular Calidad	2	X	Algunos Estables	2
Inadecuada	3		Mala Calidad	3	Todos Inestables		3

Tabla 35: Vulnerabilidad sísmica del pabellón N°3

Calificación	Vulnerabilidad Sísmica
1.3	Baja

Según lo estipulado en las Tablas 7 y 8, además de la ecuación 30 la edificación tiene una vulnerabilidad sísmica baja.

4.2. DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como objetivo comparar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.-Cajamarca utilizando los métodos propuestos por Benedetti-Petrini y por Marcial Blondet., desarrollados en los capítulos II y III y en función de los resultados presentados en el presente capítulo y en el acápite anterior.

El resultado obtenido se dio en función a los parámetros correspondientes a cada uno de estos métodos, obteniéndose el nivel de vulnerabilidad sísmica según los siguientes criterios:

Por un lado la metodología de Benedetti y Petrini considera parámetros que se basan tanto en inspección visual información obtenida con simple inspección visual (materiales, unión de muros, adecuada conexión entre vigas de amarre, muros y losas, configuración en planta y elevación, además de elementos no estructurales y el estado de conservación), información obtenida con estudios (como información del suelo) y cálculos básicos como distancia entre muros y variación porcentual de masas o áreas, todo esto indica que esta metodología pretende abarcar un gran número de características de la edificación analizada validada por cálculos numéricos en función a la calidad de cada parámetro.

Por otra parte, Marcial Blondet basa el cálculo de de la vulnerabilidad de la estructura en función de la evaluación de la densidad de muros, fuerzas cortantes y análisis de tabiques al volteo, presentando datos validados por cálculos numéricos simplificados en función a los parámetros mencionados anteriormente.

Es así que en función a lo anteriormente mencionado y a los resultados podemos analizar los resultados de la siguiente manera:

4.2.1. Aspectos informativos:

- El 100% de pabellones analizados tiene una antigüedad superior a los 30 años por lo que el deterioro de estos por el paso del tiempo es notable a simple vista.
- En el 100% de pabellones en los que se hizo el estudio se detectaron modificaciones desde pequeñas, como adición o eliminación de tabiquería, hasta la remoción de muros portantes y refuerzos de las vigas sobre estos.
- El 33.33 % de pabellones analizados presenta daños leves manifestándose a través de fisuras, únicamente en el acabado, mientras que el 66.67% se observan grietas,

esto sumado al estado de elementos no estructurales en mal estado evidencia un estado de conservación no óptimo.

4.2.2. Aspectos técnicos:

- El suelo, según el estudio realizado, es un suelo arcilloso con baja plasticidad y alto contenido de humedad, esto, según la metodología de Benedetti.-Petrini, incrementa la vulnerabilidad sísmica.
- El 100% de edificaciones analizadas se construyeron con unidades de albañilería artesanales, como se pueden apreciar en la Figura 62, estas son caracterizadas por ser de dimensiones heterogéneas, además de utilizarse juntas de espesor no homogéneo, todo esto resulta en un desempeño sísmico no óptimo.

Figura 62: Unidades de albañilería de edificaciones del complejo de pabellones de oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.



- Las fallas más comunes en el 66.67% de pabellones probablemente son debido a asentamiento, por corte y por dinteles discontinuos.
- Se observa una densidad adecuada de muros en el 66.67%.
- En el 100 % de edificaciones se observó una mano de obra de calidad regular, pudiendo evidenciarse en los acabados mal colocados, o excesivo espesor de juntas de mortero y tarrajeo en muros.
- Se observaron coberturas apoyadas sobre un sistema de vigas y soleras de madera que a su vez se apoyan o en aligerado o que se empotran en los muros directamente (pabellón N°3)

- Las edificaciones se construyeron mucho tiempo antes de que la norma E.070 y norma técnica E.030 sean establecidas, sin embargo, se siguieron algunos de los lineamientos planteados en estas.
- El 66.67% de edificaciones no presentan junta de separación, esto al tener configuraciones en planta es en forma de “T”, “L”.
- La conexión entre muros ortogonales es uno de los factores importantes a tener en cuenta para el comportamiento tipo cajón de la estructura, por lo que el Pabellón N°2 presenta un serio problema en un ambiente del segundo nivel, donde se evidencia una deficiente conexión y muros propensos a un colapso ante un evento sísmico.
- El 100% de las edificaciones no presentan un buen estado de conservación, siendo desde regular hasta malo, esto debido a la antigüedad de las construcciones y a las modificaciones hechas con el tiempo.
- El 66.67% de edificaciones presenta columnas de 25x25 cm, salvo en el caso del pabellón N° 2 donde se encuentra una columna de 45x25cm, esto para apoyar a soportar un voladizo.

4.2.3. Aspectos sísmicos:

A. Densidad de Muros

- Se observa una densidad adecuada de muros en el 66.67%, la falta de muros en edificaciones que no cumplen con esta densidad se debe principalmente a remoción de muros debido a cambios en la edificación y a un mal diseño inicial.
- La resistencia ante un evento sísmico, en edificaciones de albañilería, viene de la capacidad que presenten los elementos estructurales de estas ante la fuerza cortante que se produce, es por ello que la densidad de muros portantes, en ambas direcciones, resulta en un comportamiento sísmico óptimo.
- En el Pabellón N° 1 se presenta una adecuada distribución de muros en ambos sentidos, siendo la mayor cantidad presente en el sentido “Y” debido a la configuración estructural (sentido de techado).
- Por otro lado, en el pabellón N°2 se observó una clara falta de muros en el sentido “x”, sin embargo, sumado a este problema se identifica la eliminación de algunos muros portantes en el segundo nivel, a fin de aperturar un nuevo ambiente (auditorio), reduciendo la densidad de muros en este sentido, la falta de muros en un sentido hace que al calcular la resistencia convencional, para la metodología

italiana, se obtenga un resultado más alto, incrementando la vulnerabilidad sísmica.

- En el pabellón N°3 se observó una densidad de muros suficiente en el sentido “x” e “y”.

B. Estabilidad de tabiques:

- En los tres pabellones se muestra tabiquería que por lo general presenta dos a tres bordes arriostrados, esto se traduce en que la gran mayoría de tabiques sean estables, siendo determinante en el comportamiento sísmico cuando se le aplica una carga ortogonal al plano de estos.
- La estabilidad de los tabiques se debe a un correcto confinamiento de estos, evidenciando una noción correcta al momento del proceso constructivo, a pesar de la antigüedad de la edificación.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. *Conclusión General*

- ✓ El nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de las oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.- Cajamarca es mayor para el método propuesto por Marcial Blondet.

5.1.2. *Conclusiones Específicas*

- ✓ Según los resultados obtenidos con el método propuesto por Benedetti-Petrini el 100% de edificaciones evaluadas presenta una vulnerabilidad sísmica media, debido principalmente a una adecuada densidad de muros que se traduce en una baja puntuación en el parámetro de resistencia convencional, además de presentar regularidad en elevación, diafragmas horizontales en buen estado y un comportamiento tipo cajón de las edificaciones; sin embargo se observa una mayor puntuación en el 33.33%, esto evidencia una tendencia hacia un nivel alto, esto principalmente debido a falta de muros en una dirección provocado por mal diseño y modificaciones en los ambientes, además de evidenciarse una baja calidad en el sistema resistente debido a las unidades de albañilería usadas y su proceso constructivo, además de distancias muy grandes entre separaciones de muros y un mal estado de conservación.
- ✓ Según los resultados obtenidos con el método propuesto por Marcial Blondet 66.67% de edificaciones evaluadas presenta una vulnerabilidad sísmica baja, principalmente debido a que se presenta estabilidad de tabiques y una adecuada densidad de muros mientras que el 33.33% presenta una vulnerabilidad sísmica alta, esto se debe más que nada a una inadecuada densidad de muros y una regular calidad de mano de obra y materiales utilizados.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda elaborar un estudio de suelos más completo y más representativo de todo el complejo de edificaciones de la D.I.R.E.S.A. para conocer el tipo de suelo y sus condiciones.
- ✓ Así mismo, a fin de determinar con mayor precisión estado de conservación actual de los materiales de construcción utilizados y de los elementos estructurales y no estructurales, se recomienda elaborar estudios más complejos como ensayos destructivos para determinar el estado del concreto, muros, sobrecimientos o vigas, además de poder examinar la presencia de asentamientos diferenciales en la cimentación.
- ✓ Se recomienda elaborar un plan de mitigación ante daños por efectos de un evento del complejo de oficinas administrativas de la D.I.R.E.S.A.-Cajamarca, a fin de prevenir salvaguardar las vidas humanas y evitar más pérdidas materiales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad Macías A.A. & Vargas Castro, A.J. (2022). Análisis comparativo de métodos de vulnerabilidad sísmica fema, método de la universidad de guayaquil, para escenario de sismo severo. (Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil) Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.
- Abanto Castillo, T. (2017). Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Lima. Editorial San Marcos.
- Cajan Hernández, Nicole A. & Falla Lecca, X. (2020) Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Reque, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. (Tesis de Pregrado, Universidad San Martín de Porres (USMP), Lima). Repositorio Académico de la USMP.
- Chavaría Lanzas, D. A., & Gomez Pizano, D. (2001). Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en viviendas de 1 y 2 pisos del barrio Cuarto de Legua en el Cono Cañaveralejo. (Tesis de Pregrado, Universidad del Valle, Santiago de Cali).
- Chiguano Crespo, Karen T. (2014). Estudio comparativo entre el método italiano y el método de la secretaría nacional de gestión de riesgos para el cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del barrio medio mundo. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador). Repositorio Digital Universidad Nacional de Chimborazo.
- García Figueroa J.D.M., & Rumiche Oblitas G.D. (2018) . Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Mochumi y Lineas Vitales Aplicando Índices de Vulnerabilidad Benedetti-Petrini. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque).
- Guamani Aguayo, Holger Fabricio (2019). Estudio de Peligro Sísmico determinista para las Estructuras de Ambato Sector la Universal ubicado entre las calles Bolivariana, Hipócrates, Jenofonte, Horacio, Real audiencia y Pitágoras” (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambatoa, Ecuador).
- Kevin Anderson, Jesús C. (2022). Estudio comparativo de métodos observacionales para la determinación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de la Urb.Casuarinas,

- Cañete-2022. (Tesis de pregrado, Universidad Privada Cesar Vallejo, Lima).
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115134>
- Lázaro Florián, Y. S., & Zamora Bejarano, C. M. (2022). Vulnerabilidad Sísmica con el Método Benedetti-Petrini en Viviendas Informales en las Lomas I de Huanchaco-Trujillo.(Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.)
- Medina Cruzado, J., & Piminchumo Albites, C. (2018). Vulnerabilidad Sísmica de la Ciudad de Monsefú Aplicando los índices de Benedetti-Petrini. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque)
- Mosqueira, M. & Tarque, S. (2005). Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada en la costa peruana. (Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima). Repositorio Institucional de la PUCP.
- Mosqueira, M.A. (2020). Comparación de la respuesta sísmica de un pabellón de configuración irregular de la I.E. Emblemática. Santa Teresita usando la Norma Técnica E030 del 2003 y del 2016.
- Norma E.020 (2006). Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf?v=1636060059>
- Norma Técnica de edificaciones E.030 (2018). Diseño Dismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%20%20C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf?v=1636060059>
- Norma Técnica de edificaciones E.050 (2018). Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de [/https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)
- Norma E.060 (2006). Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

- Norma E.070 (2006). Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366661/56%20E.070%20ALBA%20C3%91ILERIA.pdf?v=1636060379>
- Núñez Ruiz, Kevin Alberto (2019). Propiedades Físicas y Mecánicas de Ladrillos Artesanales Fabricados con Arcilla y Concreto. (Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14775>
- Salazar Huamán, Eryln (2018). Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas De Albañilería Confinada En La Ciudad De Jesús. (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca). Repositorio académico de la UNC <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2474>
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2018). Diseño y Construcción de Estructuras Sismoresistentes de Albañilería. Lima. Fondo Editorial PUCP.
- Sangay Cabrera E. (2020). Comparación de dos metodologías de análisis para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la iglesia San Juan Bautista, distrito de Llacanora, Cajamarca 2018. (Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23865>
- Shaquihuanga Ayala, Darwin L. (2014). Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta-Jaén. . (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/379/T%20721.2%20S524%202014.pdf?sequence=1>
- Silva Vásquez, Kevin Wilson (2022). Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Albañilería Confinada del Sector 12 de Cajamarca, 2022. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5153>
- Soto, EE (2018). Comparación de los métodos: fema 154, hirosawa y demanda - resistencia para evaluar la vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – Baños del Inca. (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/13477>

- Tarback, Edward J.; Lutgens, Frederick K. y Tasa, Dennis (2014). *Earth: An Introduction to Physical Geology*. 11va edición. U.S.A.: Pearson Education
- Vargas Perez C.P. & Villegas Layza A. (2022). Comparación de la evaluación del grado de vulnerabilidad ante sismicidad aplicando el método de Benedetti Petrini y fema – 154 en el conjunto habitacional de 04 niveles, ubicado en la Urb.monserrate del distrito de Trujillo, La Libertad. (Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo).
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/9050/REP_CRISTHIAN.VARGAS_ANTHONY.VILLEGAS_VULNERABILIDAD.ANTE.SISMICIDAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Velarde Cruz F., Bojórquez Mora J. , & Bojórquez Mora E. (2022). CONFIABILIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS DE CONCRETO REFORZADO Y SISTEMA DUAL. *Ingeniería Sísmica*, 107, 74–90. <https://doi.org/10.18867/ris.107.626>

APÉNDICES:
APÉNDICE 1: PANEL FOTOGRÁFICO

Toma de apuntes en campo para la elaboración de planos de replanteo



Desprendimiento de cerámica de las paredes de los baños donde además se aprecia el tipo de ladrillo utilizado y el espesor de juntas de mortero.

Medición de espeso de fisuras y grietas en muros de albañilería confinada en el pabellón N°1. Esta grieta presenta un espesor de 2mm.





Grieta probablemente producida por desgarro en una de las esquinas del pabellón N°1, además de observarse el mal estado de conservación de las abrazaderas y tubería de drenaje pluvial. La grieta de la imagen des de 0.5cm,

Fisuras producidas en esquinas de puertas y ventanas probablemente debido a dinteles discontinuos. Estas son menores a 1.5 mm.



Muro portante removido y viga reforzara en segundo nivel del pabellón N°2 para ampliación de la sala de reuniones.

Grieta horizontal, producida por flexión perpendicular al plano del muro en tabiquería del segundo nivel en el pabellón N°2. Esta grieta alcanza valores desde 3mm hasta casi 2 cm.



Elementos propensos a caerse ante un evento sísmico en el pabellón N° 1

Elementos propensos a caerse ante un evento sísmico en el pabellón N° 2



**APÉNDICE 2: FICHA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD
SÍSMICA SEGÚN BENEDETTI-PETRINI**



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO EL MÉTODO DEBENEDETTI-PETRINI

CÓDIGO: 01

FECHA: 31-01-2023

I. ASPECTOS INFORMATIVOS DE LA EDIFICACIÓN

FUNCIÓN ACTUAL	Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio
-----------------------	--

N° DE PABELLÓN	1
-----------------------	---

¿PRESENTA PLANOS?	SI	X
	NO	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	X
	NO	

ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Bueno	
Regular	
Malo	X

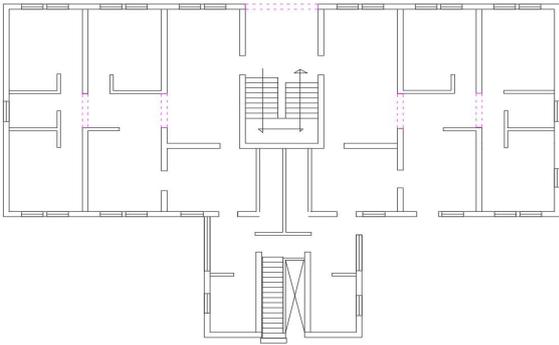
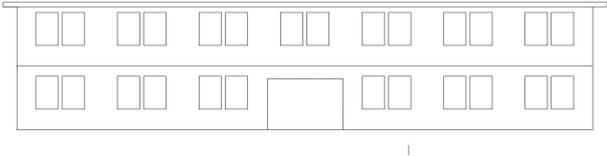
PENDIENTE	
Alta	
Media	
Baja	X
No presenta	

COMENTARIOS: Los planos que se tienen no coinciden con algunos ambientes, lo que sugiere eliminación de muros para redistribución de ambientes, además, se hicieron modificaciones como cambiar ventanas por puertas, se agregó una ventana, se agregaron estructuras prefabricadas de drywall a un lado de este.

II. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

N°	PARÁMETROS	ELEMENTOS DE INSPECCIÓN	CLASE																
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	<table border="1"> <tr> <td>Período de Construcción:</td> <td colspan="3">1960-1963</td> </tr> <tr> <td>Asesoría Técnica:</td> <td>-</td> <td>SÍ</td> <td>NO</td> </tr> </table> <p>Observaciones y Comentarios: Debido a la antigüedad de la edificación se desconoce si se recibió asesoría técnica en la construcción. La Norma E.070, salió en el 2006, por lo que esta construcción se realizó sin tener en cuenta criterios de esta. Se ven muros confinados correctamente.</p>	Período de Construcción:	1960-1963			Asesoría Técnica:	-	SÍ	NO	B								
Período de Construcción:	1960-1963																		
Asesoría Técnica:	-	SÍ	NO																
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	<table border="1"> <tr> <td>Calidad de Unidades de Albañilería:</td> <td>BUENA</td> <td>X</td> <td>MALA</td> </tr> <tr> <td>Homogeneidad de Unidades de Albañilería:</td> <td>HOMOGÉNEO</td> <td>X</td> <td>HETEROGENEO</td> </tr> <tr> <td>Espesor de Juntas:</td> <td colspan="3">Espesor mayor a 1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>Proceso Constructivo</td> <td>BUENO</td> <td>X</td> <td>MALO</td> </tr> </table> <p>Observaciones y Comentarios: Se observaron problemas de fisuras y grietas en muros portantes, en ventanas. Se utilizaron unidades de albañilería artesanales, las cuales no presentan medidas uniformes en su totalidad. Además se observó la ausencia de juntas en ventanas</p>	Calidad de Unidades de Albañilería:	BUENA	X	MALA	Homogeneidad de Unidades de Albañilería:	HOMOGÉNEO	X	HETEROGENEO	Espesor de Juntas:	Espesor mayor a 1.5 cm			Proceso Constructivo	BUENO	X	MALO	C
Calidad de Unidades de Albañilería:	BUENA	X	MALA																
Homogeneidad de Unidades de Albañilería:	HOMOGÉNEO	X	HETEROGENEO																
Espesor de Juntas:	Espesor mayor a 1.5 cm																		
Proceso Constructivo	BUENO	X	MALO																
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	<table border="1"> <tr> <td>N: Número de Pisos</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ax: Área de muros en "X" (m²)</td> <td>5.640</td> </tr> <tr> <td>Ay: Área de muros en "Y" (m²)</td> <td>15.5200</td> </tr> <tr> <td>h: Altura de entrepiso (m)</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Pm: Peso Específico de Mampostería (Ton/m³)</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>Ps: Peso por unidad de área de forjado (Ton/m²)</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>At: Área techada (m²)</td> <td>295.22</td> </tr> </table> <p>Observaciones y Comentarios: Se presenta continuidad vertical en los muros, hay mayor cantidad de muros en el sentido "Y", se construyó con unidades de albañilería artesanales.</p>	N: Número de Pisos	2	Ax: Área de muros en "X" (m²)	5.640	Ay: Área de muros en "Y" (m²)	15.5200	h: Altura de entrepiso (m)	2.7	Pm: Peso Específico de Mampostería (Ton/m³)	1.8	Ps: Peso por unidad de área de forjado (Ton/m²)	0.3	At: Área techada (m²)	295.22	C		
N: Número de Pisos	2																		
Ax: Área de muros en "X" (m²)	5.640																		
Ay: Área de muros en "Y" (m²)	15.5200																		
h: Altura de entrepiso (m)	2.7																		
Pm: Peso Específico de Mampostería (Ton/m³)	1.8																		
Ps: Peso por unidad de área de forjado (Ton/m²)	0.3																		
At: Área techada (m²)	295.22																		

4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Pendiente Pronunciada		SÍ	X	NO	C	
		Presencia de Filtraciones o Humedad	X	SÍ		NO		
		Observaciones y Comentarios: Se observa una pendiente baja de 5%. El tipo de Suelo se determinó en el estudio de suelos.						
5	DIAGRAMAS HORIZONTALES	Planos a Desnivel		SÍ	X	NO	A	
		Deflexión del Diafragma		SÍ	X	NO		
		Conexión Diafragma-Muros	X	Buena		Mala		
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	a:	10.48	b:	5.95	L:	24.28	C
		Dibujo en Planta:						
								
Observaciones y Comentarios: Forma en T, con una relación $\beta_1=0.43$, $\beta_2=0.24$								
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Aumento o Reducción de masas o áreas:		Presenta Voladizo en el segundo nivel			C	
		Área Nivel 1:	277.31 m ²	Área Nivel 2:	357.61 m ²	+DA/A=		28.96%
		Dibujo en Elevación:						
								
Observaciones y Comentarios: El cambio de área del segundo nivel respecto al primer nivel no es significativo, únicamente existe un voladizo en la parte del techo.								



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE LOS MUROS	L : Separación máxima entre muros	4			B	
		S: espesor del muro portante	0.25				
		L/S	16				
		Observaciones y Comentarios:					
9	TIPO DE CUBIERTA	Aligerado como cubierta: x	SÍ		NO	A	
		De haber contestado No en el paso anterior, marcar las siguientes opciones:					
		Cubierta Estable		SÍ			NO
		Conexión cubierta-		SÍ			NO
		Cubierta Plana		SÍ			NO
		Material liviano		SÍ			NO
		Cubierta en buenas condiciones		SÍ			NO
Observaciones y Comentarios:							
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Indicar B (Bueno), R (Regular) y M (Malo) según la conexión al sistema resistente.				C	
		Corniza y Parapetos	No presenta				
		Tanques de Agua Prefabricados	B				
		Balcones y Volados	B				
		Pequeños Elementos	M				
Observaciones y Comentarios: Presenta Canaletas de aluminio y tuberías colgando de estas, además de fluorescentes adosados a las paredes externas y un tanque prefabricado para agua en el techo.							
11	ESTADO DE CONSERVACION	Estructuras de Concreto armado en:				D	
			Buen Estado		Mal Estado		
			Regular Estado	x	Pésimo Estado		
		Lesiones en Muros:					
Observaciones y Comentarios: Se observan daños desde leves a graves en varios muros portantes llegando a lesiones de hasta 3 mm de ancho.							



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO EL MÉTODO DEBENEDETTI-PETRINI

CÓDIGO: 02

FECHA: 31-01-2023

I. ASPECTOS INFORMATIVOS DE LA EDIFICACIÓN

FUNCIÓN ACTUAL	Recursos Humanos
-----------------------	------------------

N° DE PABELLÓN	2
-----------------------	---

¿PRESENTA PLANOS?	SI	X
	NO	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	X
	NO	

ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Bueno	
Regular	
Malo	X

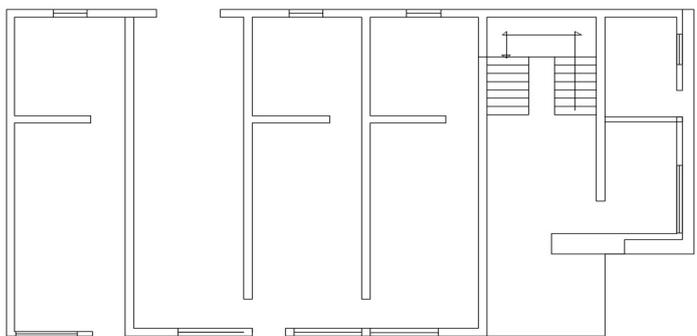
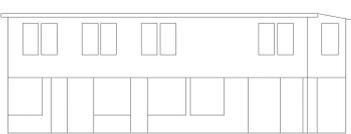
PENDIENTE	
Alta	
Media	
Baja	X
No presenta	

COMENTARIOS: Se movieron muros portantes para la creación de un auditorio o ampoliación de ambientes, ademas de clausurarse puertas y hacer aberturas en muros para nuevas puertas o ventanas, además presenta fisuras de considerable tamaño y gravedad.

II. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

N°	PARÁMETROS	ELEMENTOS DE INSPECCIÓN					CLASE	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Período de Construcción:	1960-1963					C
		Asesoría Técnica:	-	SÍ	-	NO		
Observaciones y Comentarios:		Debido a la antigüedad de la edificación se desconoce si se recibió asesoría técnica en la construcción. La Norma E.070, salió en el 2006, por lo que esta construcción se realizó sin tener en cuenta criterios de esta. Se observan grietas muy grandes en un ambiente del segundo nivel, en la parte de conexión ortogonal entre muros.						
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Calidad de Unidades de Albañilería:	BUENA	X	MALA	D		
		Homogeneidad de Unidades de Albañilería:	HOMOGÉNEO	X	HETEROGENEO			
		Espesor de Juntas:	Espesor mayor a 1.5 cm					
		Proceso Constructivo	BUENO	X	MALO			
Observaciones y Comentarios:		Se observaron problemas de fisuras en muros portantes, en ventanas. Se utilizaron unidades de albañilería artesanales, las cuales no presentan medidas uniformes en su totalidad. Además se observó la ausencia de juntas en ventanas, así como discontinuidad en espesor de muros.						
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	N: Número de Pisos	2					D
		Ax: Área de muros en "X" (m²)	0.5					
		Ay: Área de muros en "Y" (m²)	9.67					
		h: Altura de entrepiso (m)	2.55					
		Pm: Peso Específico de Mampostería (Ton/m³)	1.8					
		Ps: Peso por unidad de área de forjado (Ton/m²)	0.3					
		At: Área techada (m²)	207.31					
Observaciones y Comentarios:		Se observa mayor cantidad de muros en la dirección "y", también se observa que en el segundo piso una parte de la cubierta no es losa de concreto sino un falso cielo raso y cubierta de tejas y madera. Finalmente resaltar que existe modificación de los ambientes respecto a los planos originales, por lo que existen muros que fueron eliminados.						

4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Pendiente Pronunciada		SÍ	X	NO	C		
		Presencia de Filtraciones o Humedad		SÍ	X	NO			
		Observaciones y Comentarios: Se observa una pendiente baja de 4 aprox. %. El tipo de Suelo se determinará según el estudio de mecánica de suelos.							
5	DIAGRAFMAS HORIZONTALES	Planos a Desnivel	X	SÍ		NO	B		
		Deflexión del Diafragma		SÍ	X	NO			
		Conexión Diafragma-Muros	X	Buena		Mala			
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	a:	7.97	b:	2.69	L:	19.76	C	
		Dibujo en Planta:							
									
Observaciones y Comentarios: Forma en T, con unra relacion $\beta_1=0.40$, $\beta_2=0.14$									
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Aumento o Reducción de masas o áreas:		Presenta Voladizo en el segundo nivel				A	
		Área Nivel 1:	197.12 m ²	Área Nivel 2:	186.51 m ²	+DA/A=	-5.38%		
		Dibujo en Elevación:							
<p style="text-align: center;">Elevación</p> 									
Observaciones y Comentarios: Se observa una reducción de área.									
8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE LOS MUROS	L : Separación máxima entre muros		6.79				D	
		S: espesor del muro portante		0.25					
		L/S		27.16					
		Observaciones y Comentarios: Se nota la poca presencia de muros en el sentido "x".							



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



9	TIPO DE CUBIERTA	Aligerado como cubierta:	-	SÍ	-	NO	C	
		De haber contestado No en el paso anterior, marcar las siguientes opciones:						
		Cubierta Estable		SÍ				NO
		Conexión cubierta-		SÍ				NO
		Cubierta Plana		SÍ				NO
		Material liviano		SÍ				NO
		Cubierta en buenas condiciones		SÍ				NO
Observaciones y Comentarios: Presenta una parte del segundo piso con cubierta de Tejas y Vigas de madera, más no aligerado, esta parte parece tener estabilidad mediana, una conexión no tan segura y un material liviano y en condiciones medias de conservación								
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Indicar B (Bueno), R (Regular) y M (Malo) según la conexión al sistema resistente.						C
		Cornisa y Parapetos			No presenta			
		Tanques de Agua Prefabricados			B			
		Balcones y Volados			B			
		Pequeños Elementos			M			
		Observaciones y Comentarios: Presenta Canaletas de aluminio y tuberías colgando de estas, en buen estado de conservación además de fluorescentes adosados a las paredes externas, que se ven de cierta antigüedad, además de un techo de teja sobre una estructura metálica en buenas condiciones y un tanque prefabricado para agua en el techo.						
11	ESTADO DE CONSERVACION	Estructuras de Concreto armado en:						D
		Buen Estado		x		Mal Estado		
		Regular Estado				Pésimo Estado		
		Lesiones en Muros:						
		Observaciones y Comentarios: Se observan fisuras en muros estructurales y no estructurales que llegan hasta los 2mm, daños que pueden ocasionar que las tabiquerías dañadas caigan ante un evento sísmico.						



COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET



DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA UTILIZANDO EL MÉTODO DEBENEDETTI-PETRINI

CÓDIGO: 03 FECHA: 31-01-2023

I. ASPECTOS INFORMATIVOS DE LA EDIFICACIÓN

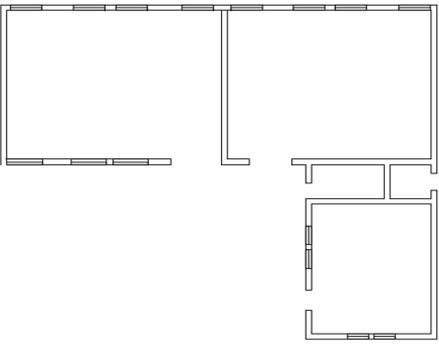
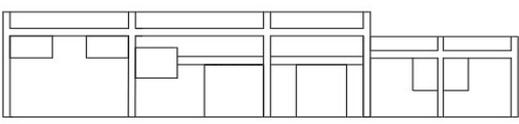
FUNCIÓN ACTUAL	Dirección de Laboratorio y Epidemiología		N° DE PABELLÓN	3	
¿PRESENTA PLANOS?	SI	X	MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	X
	NO			NO	
ESTADO DE CONSERVACIÓN			PENDIENTE		
Bueno			Alta		
Regular	X		Media		
Malo			Baja		X
			No presenta		

COMENTARIOS: Estructura de 1 solo nivel, forma en planta de "L", cuenta con 5 ambientes, 2 de ellos concebidos para auditorio que acualmente funcionan como oficinas, 1 baño, 1 almacén y 1 oficina. Cuenta con cobertura de teja apoyada sobre vigas de madera, además de la adición de una viga de concreto en un auditorio

II. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

N°	PARÁMETROS	ELEMENTOS DE INSPECCIÓN			CLASE	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Período de Construcción:	1960-1963			B
		Asesoría Técnica:	-	SÍ	-	
Observaciones y Comentarios: Debido a la antigüedad de la edificación se desconoce si se recibió asesoría técnica en la construcción. La Norma E.070, salió en el 2006, por lo que esta construcción se realizó sin tener en cuenta todos los criterios de esta.						
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	Calidad de Unidades de Albañilería:	BUENA	X	MALA	C
		Homogeneidad de Unidades de Albañilería:	HOMOGÉNEO	X	HETEROGENEO	
		Espesor de Juntas:	Espesor mayor a 1.5 cm			
		Proceso Constructivo	BUENO	X	MALO	
Observaciones y Comentarios: Unidades de albañilería heterogéneas y juntos de espesor variable, además se observaron fisuras en muros perimetrales basicamente.						
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	N: Número de Pisos	1			B
		Ax: Área de muros en "X" (m ²)	2.52 m2			
		Ay: Área de muros en "Y" (m ²)	7.06 m2			
		h: Altura de entrepiso (m)	4.2			
		Pm: Peso Especifico de Mampostería (Ton/m ³)	1.8			
		Ps: Peso por unidad de área de forjado (Ton/m ²)	-			
		At: Área techada (m ²)	185.08 m2			
		Ac: Area de Cubierta (m ²)	185.08 m2			
		Pc: Peso de Cubierta(Ton/m ²)	-			
Observaciones y Comentarios: α calculado de 1.4						

4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Pendiente Pronunciada		SÍ	X	NO	C	
		Presencia de Filtraciones o Humedad		SÍ	X	NO		
		Observaciones y Comentarios: Se observa una pendiente baja de 4 %. Suelo flexible con presencia de humedad, esto según el estudio de mecánica de suelos.						
5	DIAGRAMAS HORIZONTALES	Planos a Desnivel		SÍ	X	NO	D	
		Deflexión del Diafragma		SÍ	X	NO		
		Conexión Diafragma-Muros		Buena	X	Mala		
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	a:	7.57	b:	8.26	L:	18.11	C
		Dibujo en Planta:						
								
Observaciones y Comentarios: Forma en T, con una relación $\beta_1=0.42$, $\beta_2=0.46$								
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Aumento o Reducción de masas o áreas:		Ninguna			A	
		Área 1:	-	Área 2:	-	+DA/A=		0
		Dibujo en Elevación:						
								
Observaciones y Comentarios: Presenta un solo Nivel								
8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE LOS MUROS	L : Separación máxima entre muros		7.07			D	
		S: espesor del muro portante		0.25				
		L/S		28.28				
		Observaciones y Comentarios:						



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



9	TIPO DE CUBIERTA	Aligerado como cubierta:		SÍ	X	NO	C	
		De haber contestado No en el paso anterior, marcar las siguientes opciones:						
		Cubierta Estable	X	SÍ				NO
		Conexión cubierta-		SÍ		X		NO
		Cubierta Plana		SÍ		X		NO
		Material liviano	X	SÍ				NO
		Cubierta en buenas condiciones		SÍ		X		NO
Observaciones y Comentarios: Presenta Luces extensas a cubrir y conexiones empotradas en los muros.								
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Indicar B (Bueno), R (Regular) y M (Malo) según la conexión al sistema resistente.						C
		Corniza y Parapetos			No presenta			
		Tanques de Agua Prefabricados			No presenta			
		Balcones y Volados			No presenta			
		Pequeños Elementos			Sí presenta			
Observaciones y Comentarios: Solo presenta la cubierta de Tejas y pequeños elementos como fluorescentes de cierta antigüedad que pueden ser susceptibles a caída ante un evento sísmico. Además presenta una Canaleta de Aluminio en estado medio de conservación. También Presenta un falso cielo raso que puede ceder ante eventos sísmicos.								
11	ESTADO DE CONSERVACION	Estructuras de Concreto armado en:						B
			Buen Estado		Mal Estado			
		X	Regular Estado		Pésimo Estado			
		Lesiones en Muros:						
Observaciones y Comentarios: Se observan muros portantes y no portantes con ligeras fisuras pero que no generan mayor peligro.								

**APÉNDICE 3: FICHAS DE ENCUESTA Y REPORTE PARA DETERMINAR
LA VULNERABILIDAD SÍSMICA SEGÚN MARCIAL BLONDET**



COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET



FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 01

FECHA:

2/02/2023

I. ASPECTOS INFORMATIVOS

FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1960-1963	N° DE PABELLÓN	1
-----------------------	-----------	----------------	---

FUNCIÓN ACTUAL	Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio
----------------	---

NÚMERO DE PISOS	2
-----------------	---

¿PRESENTA PLANOS?	SI	x
	NO	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	x
	NO	

ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Bueno	
Regular	
Malo	x

PENDIENTE	
Alta	
Media	
Baja	x
No presenta	

COMENTARIOS: Se redistribuyeron algunos ambientes por lo que hubo la eliminación de muros en el segundo piso, así mismo se hicieron modificaciones como agregar puertas donde habían ventanas.

II. ASPECTOS TÉCNICOS

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

PARAMETROS DEL SUELO			OBSERVACIONES
RIGIDOS ()	INTERMEDIOS ()	FLEXIBLES (X)	Suelo arcilloso con poca presencia de grava y arena.

MUROS (cm)	TIPO DE LADRILLO:	KING KONG ARTESANAL
	DIMENSIONES (bxhxl)	25x9x15cm
	ESPESOR DE JUNTAS	2-3 cm

Observaciones: Juntas de espesor irregular. Existen muros con fisuras y grietas evidenciando daños. Existen algunas modificaciones de la concepción de planos originales.

TECHO (m)	DIAFRAGMA RÍGIDO		OTRO
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:
	Peralte:	20 cm	Peralte:

Observaciones: Ninguna.

COLUMNAS (m)	CONCRETO		OTRO
	Dimensiones (bxh):	25 x 25 cm	Dimensiones (bxh):

Observaciones: Existen únicamente columnas al ancho de los muros portantes.



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 01

FECHA:

2/02/2023

VIGAS (m)	CONCRETO	OTRO
	Dimensiones (bxh): 25x50 cm, 25x20cm (vigas chatas)	Dimensiones (bxh):
Observaciones:		

COMENTARIOS: Existen muros portantes en sentido 'Y', además de columnas al ancho de estos muros y vigas que y vigas que sobresalen 30 cm de la losa, además de existir ventanas y vanos en varios de estos muros. Existen problemas de fisuración en muros y cambios en la construcción original.

B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	
Edificación sobre Relleno Natural	
Edificación en quebrada	
Edificación con pendiente pronunciada	
Edificación con nivel reático superficial	
Otros: Terreno Natural con Humedad superficial.	

MATERIALES DEFICIENTES	
LADRILLOS K.K. ARTESANAL	x
Otros:	

MANO DE OBRA	
Muy Mala	
Mala	x
Regular	
Buena	
Otros:	

ESTRUCTURACION	
Columnas Cortas	x
Losas no monolíticas	
Insuficiencia de junta sísmica	x
Losa de Techo a desnivel	
Cercos no aislados de la estructura	
Tabiquería no arriostrada	x
Reducción en planta	x
Muros Portantes de ladrillo pandereta	
Union muro y techo	
Juntas frías	
Inadecuada densidad de muros	
Otros:	

FACTORES DEGRADANTES	
Armaduras Expuestas	
Armaduras Corroidas	
Eflorescencia	
Humedad en Muros	
Muros Agrietados	x
Otros: Humedad en Losa del techo. Perdida y degradación del tarrajeo en ciertas zonas.	

COMENTARIOS: Existen problemas de fisuración en techos y muros, además de humedad en el techo. Se evidencia una mala calidad de mano de obra debido a que se pudo determinar un tarrajeo de un espesor en exceso, llegando hasta 4 centímetros. Por otro lado se observaron acabados en pesimas condiciones como cerámica en baños o pisos levantados.

FICHA DE ENCUESTA

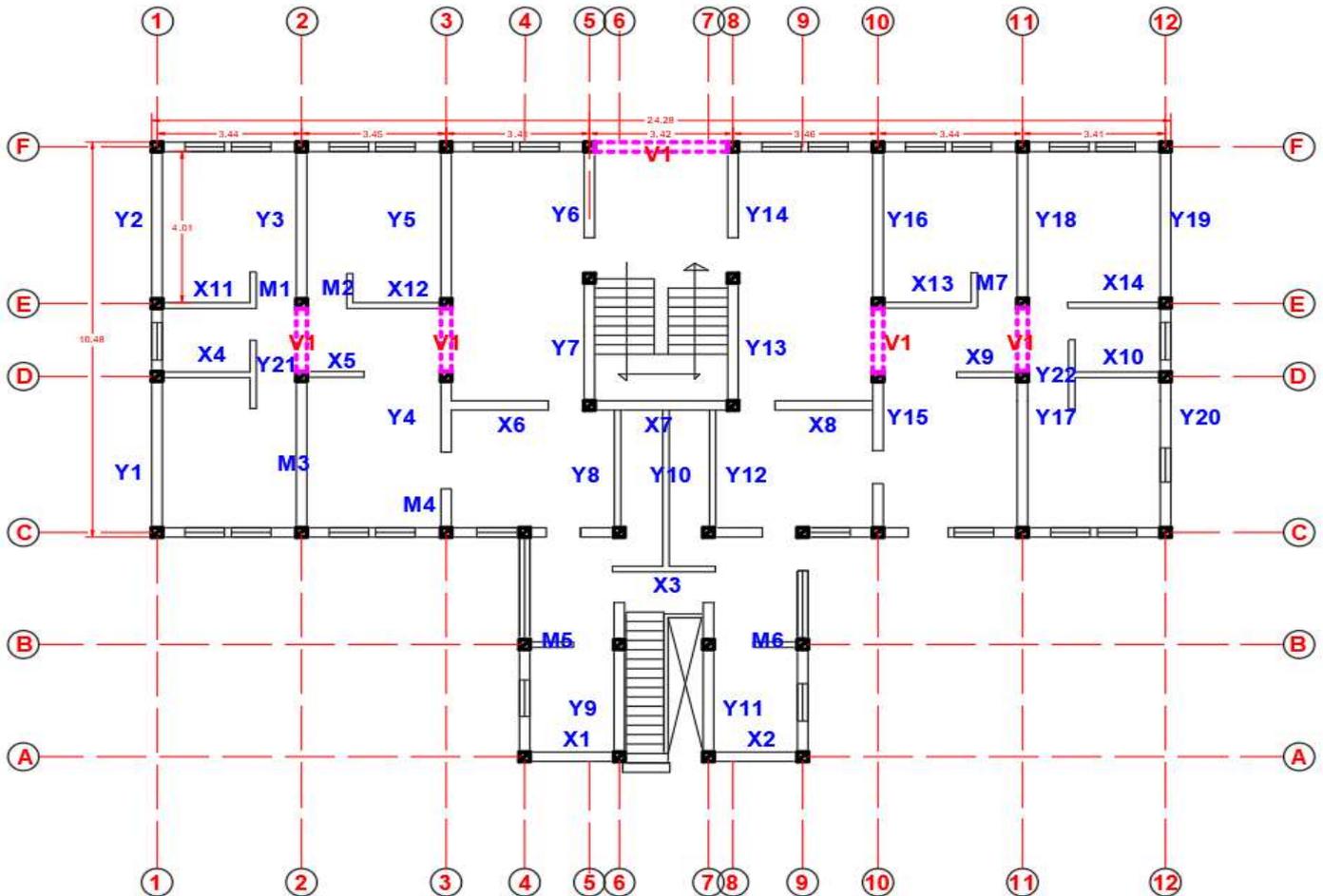
CÓDIGO: 01

FECHA:

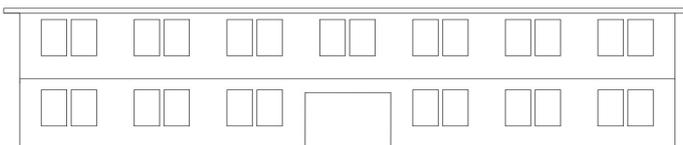
2/02/2023

III. ESQUEMA DE LA EDIFICACIÓN

Primer Nivel



Elevación



V(i) : Vigas

Xi : Muros Portantes en sentido "x"

Yi : Muros Portantes en sentido "y"

↔ : Sentido de Techo

■ : Columnas

JUNTAS SISMICAS	
IZQUIERDA	-
DERECHA	-

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Al ser un Pabellón que no colinda con ningún otro no existen juntas sísmicas con edificación colintantes, sin embargo debido a la configuración en planta de este debería haber una junta de separación

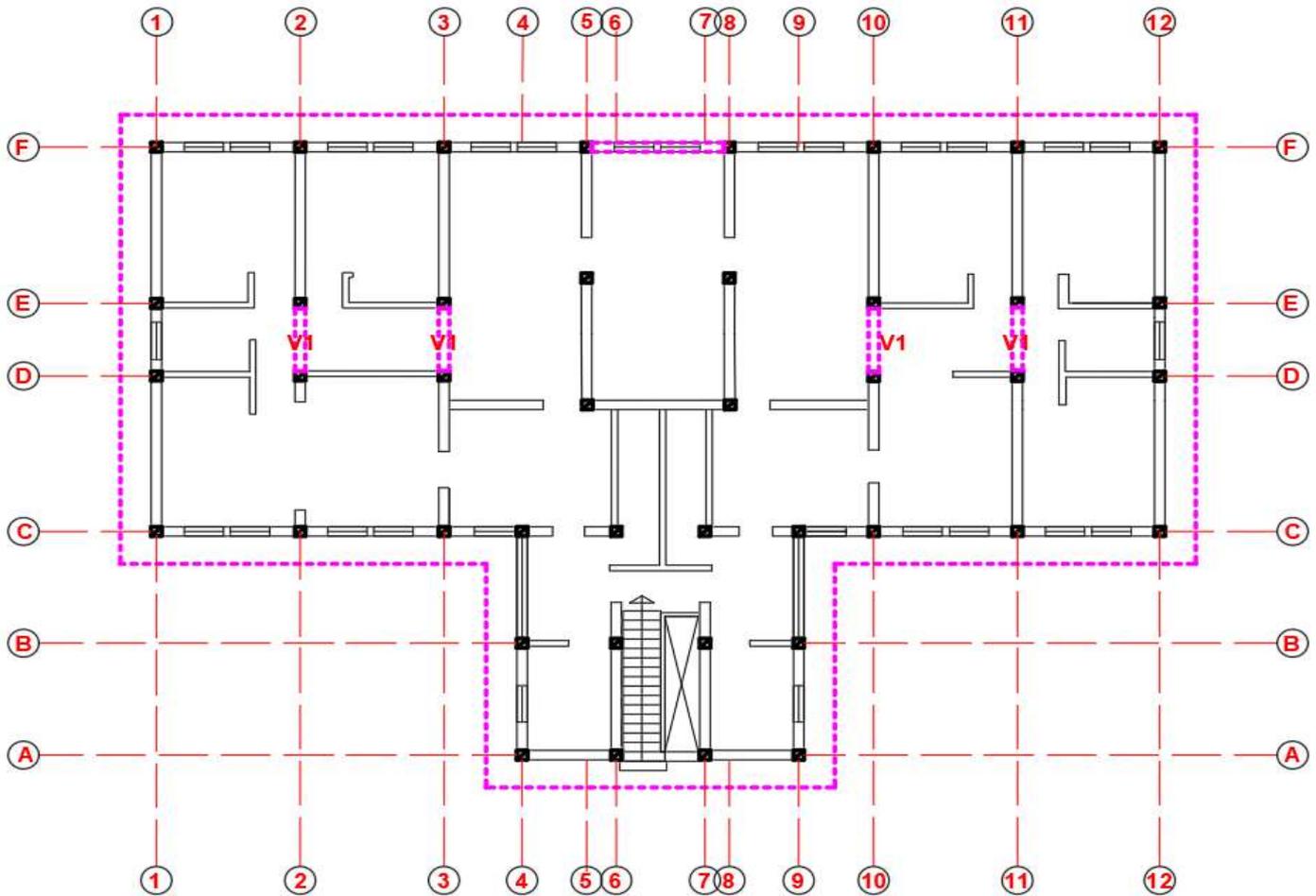
FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 01

FECHA:

2/02/2023

Segundo Nivel



V(i) : Vigas

Xi : Muros Portantes en sentido "x"

Yi : Muros Portantes en sentido "y"

↔ : Sentido de Techo

■ : Columnas

JUNTAS SISMICAS	
IZQUIERDA	-
DERECHA	-

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Al ser un Pabellón que no colinda con ningún otro no existen juntas sísmicas con edificación colintantes, sin embargo debido a la configuración en planta de este debería haber una junta de separación

FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 01

FECHA:

2/02/2023

IV. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA N°1: PABELLÓN DE PLANEAMIENTO
ESTRATEGICO Y PATRIMONIO

FOTOGRAFÍA N°2: TOMA DE MEDIDAS PARA LA ELABORACION
DE CROQUIS Y PLANOS



FOTOGRAFÍA N°3: EVALUACIÓN DE FISURAS Y
GRIETAS EN MUROS





**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



FICHA DE REPORTE

CÓDIGO: 01

I. ANTECEDENTES

ANTIGÜ 60 años N° DE PABELLÓN 1

FUNCIÓN ACTUAL Oficinas de Planeamiento Estratégico y Patrimonio

NÚMERO DE PISOS 2

ESTADO DE LA EDIFICACIÓN Edificación en un estado de conservación pésimo, con fisuras y grietas en muros portantes y no

TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA Se encuentra ubicado en un terreno con baja pendiente en un suelo humedo y con presencia de arcilla.

II. ASPECTOS TÉCNICOS

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
MUROS	Ladrillo KK Artesanal 25x9x15cm, juntas de 2 a 3 cm, muros con aparejo de cabeza unicamente.
TECHO	Losa Aligerada de 20 cm de espesor
COLUMNAS	Columnas al ancho de los muros, de 25 x 25 cm, 25x50cm, 25x35 cm, 20x12.5cm
VIGAS	25x20cm, 25x50cm

B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES
	Falta de juntas (aislamiento de alfeizar y muros)
MATERIALES DEFICIENTES	MANO DE OBRA
	Mala
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	OTROS
Juntas de muros con excesivo espesor	Muros Agrietados

III. ANÁLISIS SÍSMICO

A) DENSIDAD DE MUROS MÍNIMA REQUERIDA

PARÁMETROS	VALOR	DESCRIPCIÓN
Z	0.35	Zona 3
U	1	Edificaciones Comunes (Oficina)-Categoría C
C	2.5	Factor de Amplificación Sísmica
R	3	Coefficiente de reducción para Albañilería Confinada
S	1.2	Factor de Suelo para Suelo Flexible

- Si $A_e / A_m \leq 0,80$ se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.
- Si $A_e / A_m \geq 1,1$ se concluye que la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
- Si $0,8 < A_e / A_m < 1,1$ se necesita calcular con mayor detalle la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda (ΣV_R) y el cortante actuante (V).

Resistencia al corte de unidades de albañilería (kPa) v'n 510 kPa (Resistencias Características de Albañilería, R.N.E. E.070)

Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida: Am		Ae/Area de piso 1	VR		
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
295.22	16.000	1653.23	5.64	6.61	0.85	1.91%	8372.21	5.06	ADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
295.22	16.000	1653.23	15.52	6.61	2.35	5.26%	-	-	ADECUADO

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:

Cálculo de VR (Solo si se cumple que $0,8 < Ae / Am < 1,1$)

$P_g(Kn) = \underline{\hspace{2cm}} 2376.5$

$VR = 0.5 * v'm * \alpha * T * L + 0.23Pg$

Muro	Esp	Long	Altura	Alfa (α)			VR		
				1 piso	2 pisos	3 pisos	1 piso	2 pisos	3 pisos
X1	0.25	2	2.7		0.4444			603.27	
X2	0.25	2	2.7		0.4444			603.27	
X3	0.15	2.5	2.7		0.5556			599.72	
X4	0.15	2.1	2.7		0.4667			584.08	
X5	0.15	1.4	2.7		0.3111			563.26	
X6	0.25	2.3	2.7		0.5111			621.54	
X7	0.25	3.2	2.7		0.7111			691.67	
X8	0.25	2.3	2.7		0.5111			621.54	
X9	0.15	1.4	2.7		0.3111			563.26	
X10	0.15	2	2.7		0.4444			580.60	
X11	0.15	2.1	2.7		0.4667			584.08	
X12	0.15	2.1	2.7		0.4667			584.08	
X13	0.15	2.1	2.7		0.4667			584.08	
X14	0.15	2.2	2.7		0.4889			587.74	
VR TOTAL								8372.205953	

B) ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO

Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resist.	ESTADO
	a	b	t	Pe	C1	m	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi)C 1*Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ²	ft*t ² /6	
	(m)	(m)	(m)	kN	adim.	adim.					kN-m/m	kN-m/m	
M1	2.70	0.97	0.15	6.93468	2	0.125	0.175	1.46	2.427139	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE
M2	2.70	0.93	0.15	6.64872	2	0.125	0.175	1.40	2.327051	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE
M3	2.70	3.89	0.25	46.3504	2	0.07555	0.175	9.73	16.22263	0.927	0.510	1.5625	ESTABLE
M4	2.70	1.03	0.25	12.2727	2	0.0432	0.175	2.58	4.295452	0.927	0.292	1.5625	ESTABLE
M5	2.70	1.04	0.25	12.3919	2	0.043	0.175	2.60	4.337155	0.927	0.291	1.5625	ESTABLE
M6	2.70	1.04	0.25	12.3919	2	0.043	0.175	2.60	4.337155	0.927	0.291	1.5625	ESTABLE
M7	2.7	0.94	0.15	6.72021	3	0.125	0.175	1.41	3.528109	0.556	0.507	0.5625	ESTABLE

IV. FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO

Vulnerabilidad Sísmica									
Estructural					No Estructural				
Densidad (60%)		Mano de Obra y Materiales (30%)			Tabiquería y Parapetos (10%)				
Adecuada	1		Buena Calidad	1		Todos Estables		1	X
Aceptable	2		Regular Calidad	2	X	Algunos Estables		2	
Inadecuada	3	X	Mala Calidad	3		Todos Inestables		3	

Calificación	1.3
Vulnerabilidad	Baja

DIAGNÓSTICO: Se evidencia una adecuada densidad de muros en ambos sentidos, además de una calidad regular o media en la mano de obra, por otro lado se muestra estabilidad en los tabiques concluyendo que existe una baja vulnerabilidad sísmica.



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 02

FECHA:

9/02/2023

I. ASPECTOS INFORMATIVOS

FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1960-1963	N° DE PABELLÓN	2
-----------------------	-----------	----------------	---

FUNCIÓN ACTUAL	Oficinas de Recursos Humanos
----------------	------------------------------

NÚMERO DE PISOS	2
-----------------	---

¿PRESENTA PLANOS?	SI	x
	NO	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	x
	NO	

ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Bueno	
Regular	x
Malo	

PENDIENTE	
Alta	
Media	
Baja	x
No presenta	

COMENTARIOS: Presenta una parte del segundo piso con cubierta de Tejas y Vigas de madera, más no aligerado, en esta parte se aprecia una mala conexión entre muros y grietas en estos.
Se observaron modificaciones en el diseño original, habiendo eliminado muros portantes.

II. ASPECTOS TÉCNICOS

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

PARAMETROS DEL SUELO			OBSERVACIONES
RIGIDOS ()	INTERMEDIOS ()	FLEXIBLES (X)	Suelo arcilloso con poca presencia de grava y arena.

MUROS (cm)	TIPO DE LADRILLO:	KING KONG ARTESANAL
	DIMENSIONES (bxhxl)	25x9x15cm
	ESPELOR DE JUNTAS	2-3 cm

Observaciones: Existen muros con fisuras y grietas evidenciando daños desde leves a severos. Existen algunas modificaciones de la concepción de planos originales (se eliminaron muros para modificar ambientes)

TECHO (m)	DIAFRAGMA RÍGIDO		OTRO
	Tipo:	Losa Aligerada	Tipo:
	Peralte:	20 cm	Peralte:

Observaciones: Losa de techo con problemas de humedad. Existe un ambiente que no presenta losa de concreto como techo sino una cubierta de madera y tejas.

COLUMNAS (m)	CONCRETO		OTRO
	Dimensones (bxh):	25x25 cm, 25x50cm, 25x35 cm, 20x12.5cm	Dimensones (bxh):

Observaciones: Existen columnas al ancho de muro, una que sirve como soporte en una esquina y una que solo existe en el segundo nivel.



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 02

FECHA:

9/02/2023

VIGAS (m)	CONCRETO	OTRO
	Dimensiones (bxh): 25x20cm (vigas chatas), 25x55 cm (ambientes modificados), 25x35cm	Dimensiones (bxh):

Observaciones: Estas vigas son notorias en las áreas donde se modificaron los ambientes (auditorio segundo nivel) y donde se abrieron puertas en los muros portantes.

COMENTARIOS: Existen muros portantes en sentido 'Y', además de columnas al ancho de estos muros y vigas que sobresalen de estos muros y vigas que sobresalen 32-35 cm de la losa, además de existir ventanas y vanos (que no estaban en la concepción original de diseño) en varios de estos muros. Existen problemas de fisuración en muros y cambios en la construcción original.

B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	
Edificación sobre Relleno Natural	
Edificación en quebrada	
Edificación con pendiente pronunciada	
Edificación con nivel reático superficial	
Otros: Terreno Natural con Humedad superficial.	

MATERIALES DEFICIENTES	
LADRILLOS K.K. ARTESANAL	x
Otros:	

MANO DE OBRA	
Muy Mala	
Mala	
Regular	x
Buena	
Otros:	

ESTRUCTURACION	
Columnas Cortas	x
Losas no monolíticas	
Insuficiencia de junta sísmica	
Losa de Techo a desnivel	x
Cercos no aislados de la estructura	
Tabiquería no arriostrada	x
Reducción en planta	
Muros Portantes de ladrillo pandereta	
Union muro y techo	
Juntas frías	
Inadecuada densidad de muros	x
Otros:	

FACTORES DEGRADANTES	
Armaduras Expuestas	
Armaduras Corroidas	
Eflorescencia	
Humedad en Muros	
Muros Agrietados	x
Otros: Humedad en Losa del techo.	

COMENTARIOS: Se logra observar que no existen juntas de separación entre muros de alfeizares y columnas en las partes de las ventanas, por otro lado según los planos originales y de replanteo en campo se observa una clara mayoría de muros en sentido Y a diferencia de X. Finalmente se observan desde fisuras menores hasta grietas de gran proporción, principalmente en la unión de muros de tabiquería y portante. Al igual que el edificio del pabellón N° 1 se nota deterioro en acabados como pisos, además de fisuras y humedad en el techo.

FICHA DE ENCUESTA

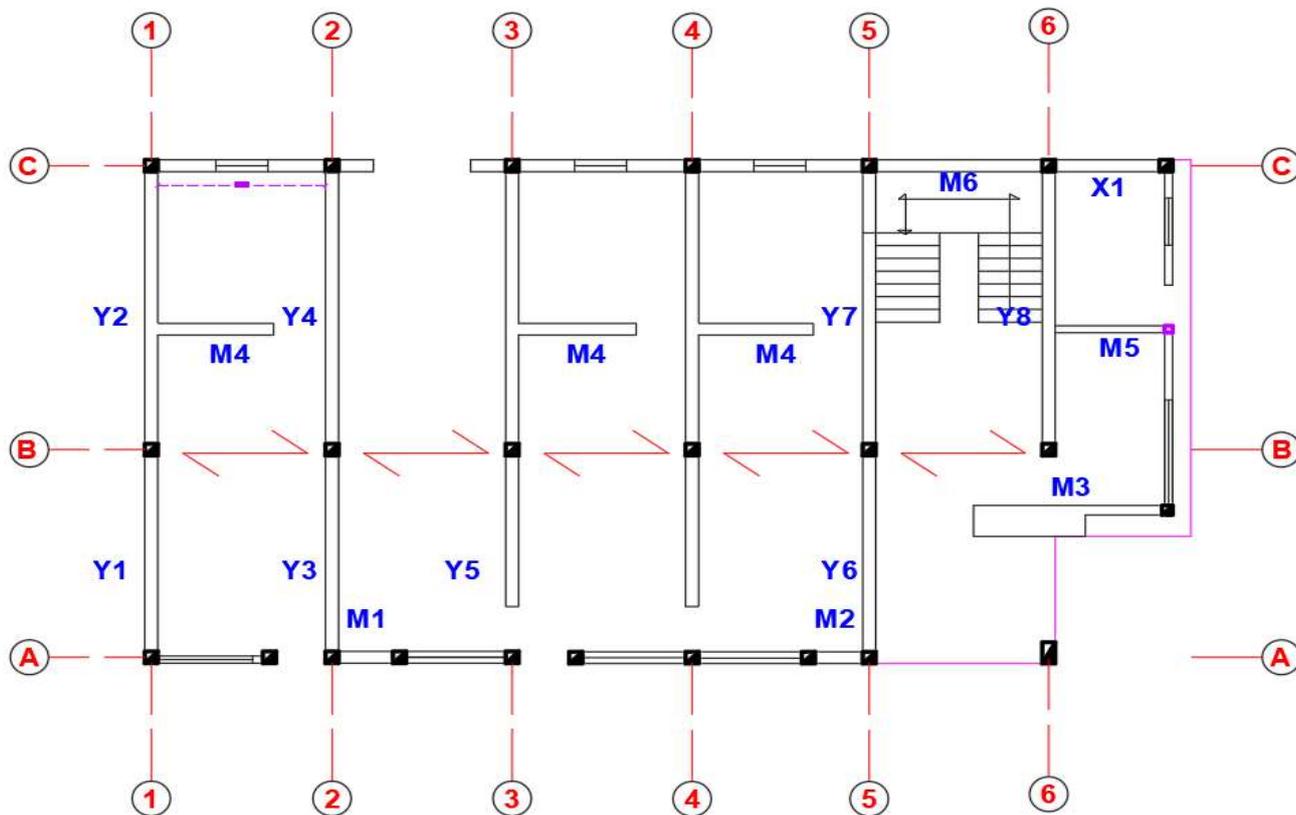
CÓDIGO: 02

FECHA:

9/02/2023

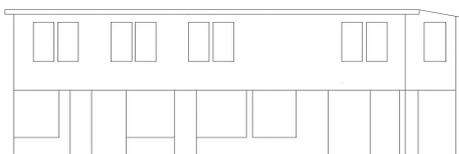
III. ESQUEMA DE LA EDIFICACIÓN

Primer nivel



- V(i)** : Vigas
- Xi** : Muros Portantes en sentido "x"
- Yi** : Muros Portantes en sentido "y"
- : Sentido de Techo
- : Columnas

Elevación



JUNTAS SISMICAS	
IZQUIERDA	-
DERECHA	-

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS
existen juntas sísmicas.

Al ser un Pabellón que no colinda con ningún otro no

FICHA DE ENCUESTA

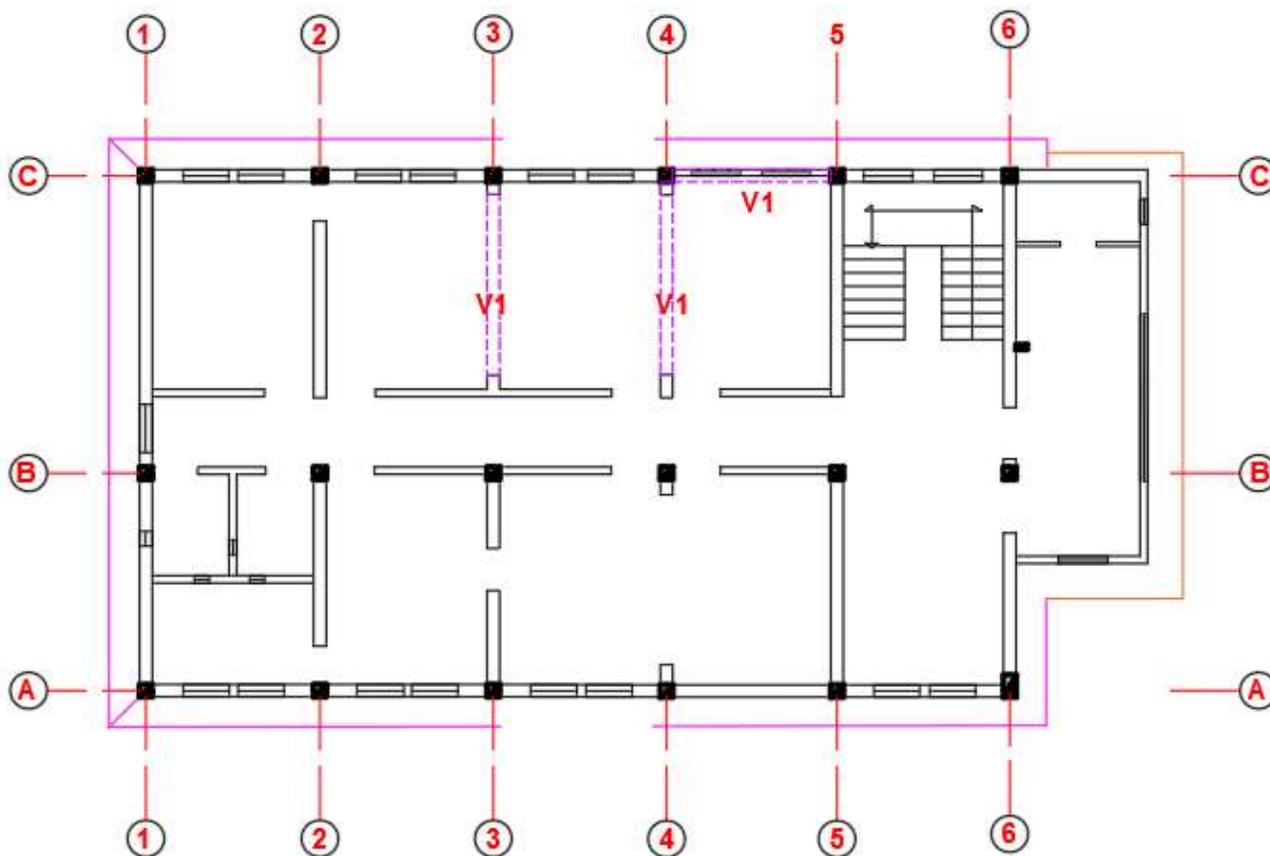
CÓDIGO: 02

FECHA:

9/02/2023

III. ESQUEMA DE LA EDIFICACIÓN

Segundo Nivel



- V(i)** : Vigas
- Xi** : Muros Portantes en sentido "x"
- Yi** : Muros Portantes en sentido "y"
-  : Sentido de Techo
-  : Columnas

JUNTAS SISMICAS	
IZQUIERDA	-
DERECHA	-

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS
existen juntas sísmicas.

Al ser un Pabellón que no colinda con ningún otro no

FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 01

FECHA:

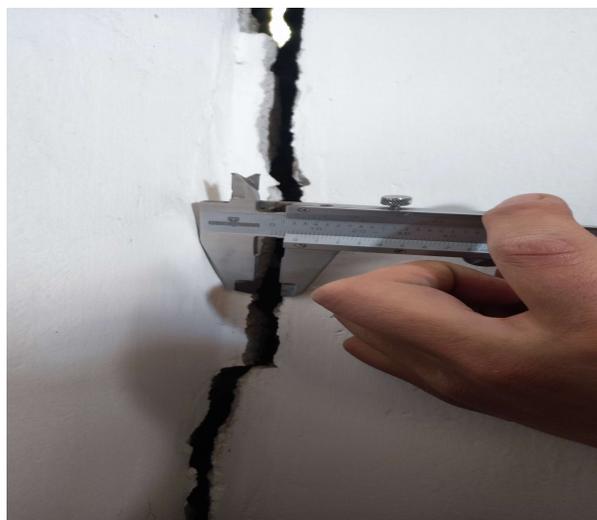
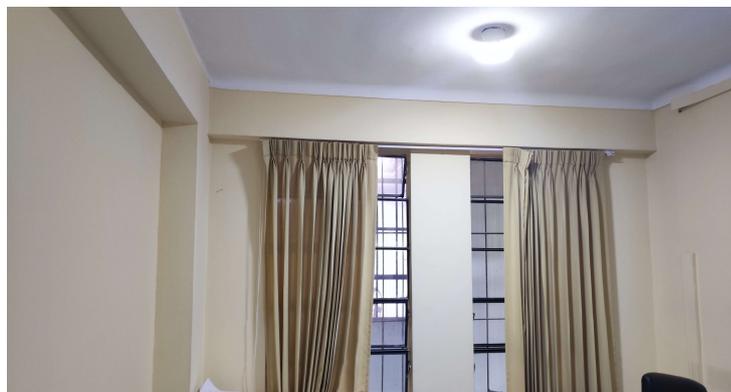
2/02/2023

IV. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA N°1: PABELLÓN DE RECURSOS HUMANOS

FOTOGRAFÍA N°2: AMBIENTES MODIFICADOS DONDE SE
OBSERVA LA PRESENCIA DE VIGAS



FOTOGRAFÍA N°3: GRIETAS OBSERVADAS EN EL SEGUNDO NIVEL DEL PABELLON



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



FICHA DE REPORTE

CÓDIGO: 01

I. ANTECEDENTES

ANTIGÜEDAD	60 años	N° DE PABELLÓN	2
FUNCIÓN ACTUAL	Oficinas de Recursos Humanos		
NÚMERO DE PISOS	2		
ESTADO DE LA EDIFICACIÓN	Edificación en un estado de conservación regular a malo, con fisuras en muros portantes y grietas en muros no portantes, además de mala conexión entre estos ultimos.		
TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA	Se encuentra ubicado en un terreno con baja pendiente en un suelo humedo y con presencia de arcilla.		

II. ASPECTOS TÉCNICOS

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
MUROS	Ladrillo KK Artesanal 25x9x15cm, juntas de 2 a 3 cm, muros con aparejo de cabeza unicamente.
TECHO	Losa Aligerada de 20 cm de espesor
COLUMNAS	Columnas al ancho de los muros, de 25 x 25 cm, 25x50cm, 25x35 cm, 20x12.5cm
VIGAS	25x20cm, 25x55cm, 25x35cm

B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES
	Falta de juntas (aislamiento de alfeizar y muros)
	Débil conexión entre muros
MATERIALES DEFICIENTES	MANO DE OBRA
	Regular
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	OTROS
Juntas de muros con excesivo espesor	Muros Agrietados
	Muros de Tabiquería en peligro de colapso ante un evento sísmico

III. ANÁLISIS SÍSMICO

A) DENSIDAD DE MUROS MÍNIMA REQUERIDA

PARÁMETROS	VALOR	DESCRIPCIÓN	
Z	0.35	Zona 3	-Si $A_e / A_m \leq 0.80$ se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.
U	1	Edificaciones Comunes (Oficina)-Categoría C	-Si $A_e / A_m \geq 1$ se concluye que la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
C	2.5	Factor de Amplificación Sísmica	
R	3	Coefficiente de reducción para Albañilería Confinada	-Si $0,8 < A_e / A_m < 1,1$ se necesita calcular con mayor detalle la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda (ΣVR) y el cortante actuante (V)
S	1.2	Factor de Suelo para Suelo Flexible	

Resistencia al corte de unidades de albañilería (kPA)

510 kPa (Resistencias Características de Albañilería, R.N.E. E.070)

Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida: Am		Ae/Area de piso 1	VR		
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
207.31	7.76 kN	562.72	0.5	2.25	0.22	0.24%	-	-	INADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
207.31	7.76 kN	562.72	9.67	2.25	4.30	4.66%	-	-	ADECUADO

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



Cálculo de VR (Solo si se cumple que $0,8 < Ae / Am < 1,1$)

$$VR = 0.5 * v' * m * \alpha * T * L + 0.23Pg$$

Pg(Kn)=

Muro	Esp	Long	Altura	Alfa (α)			VR		
				1 piso	2 pisos	3 pisos	1 piso	2 pisos	3 pisos
VR TOTAL				0	0	0	0	0	0

B) ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO

Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resist.	ESTADO
	a	b	t	Pe	C1	m	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi)C1* Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ²	25t ²	
	(m)	(m)	(m)	kN	adim.	adim.					kN-m/m	kN-m/m	
M1	1.05	2.4	0.25	11.1082	2	0.10643	0.175	2.33	3.88787056	0.927	0.108	1.5625	ESTABLE
M2	0.92	2.4	0.25	9.74404	2	0.11164	0.175	2.05	3.41041277	0.927	0.088	1.5625	ESTABLE
M3	2.40	2.4	0.25	25.4192	2	0.112	0.175	5.34	8.89672896	0.927	0.598	1.5625	ESTABLE
M4	2.40	3.62	0.25	38.3407	2	0.125	0.175	8.05	13.4192328	0.927	0.667	1.5625	ESTABLE
M5	2.40	2.1	0.15	13.3451	2	0.125	0.175	2.80	4.6707827	0.556	0.400	0.5625	ESTABLE
M6	3.20	2.4	0.25	33.8923	2	0.0425	0.175	7.12	11.8623053	0.927	0.403	1.5625	ESTABLE
M7													
M8													
M9													
M10													

IV. FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO

Vulnerabilidad Sísmica								
Estructural				No Estructural				
Densidad (60%)		Mano de Obra y Materiales (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)				
Adecuada	1		Buena Calidad	1		Todos Estables	1	X
Aceptable	2		Regular Calidad	2	X	Algunos Estables	2	
Inadecuada	3	X	Mala Calidad	3		Todos Inestables	3	

Calificación	2.5
Vulnerabilidad	Alta

DIAGNÓSTICO:

Se evidencia una adecuada densidad de muros en ambos sentidos, además de una calidad regular o media en la mano de obra, por otro lado se muestra estabilidad en lo tabiques concluyendo que existe una baja vulnerabilidad sísmica.



COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET



FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 03

FECHA:

17/02/2023

I. ASPECTOS INFORMATIVOS

FECHA DE CONSTRUCCIÓN	1960-1963	N° DE PABELLÓN	3
-----------------------	-----------	----------------	---

FUNCIÓN ACTUAL	Dirección de Laboratorio y Epidemiología
----------------	--

NÚMERO DE PISOS	1
-----------------	---

¿PRESENTA PLANOS?	SI	x
	NO	

MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES	SI	x
	NO	

ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Bueno	
Regular	x
Malo	

PENDIENTE	
Alta	
Media	
Baja	x
No presenta	

COMENTARIOS: Estructura de 1 solo nivel, cuenta con 5 ambientes, 2 de ellos concebidos para auditorios que funcionan como oficinas. Además se hizo la adición de una viga de concreto en un auditorio

II. ASPECTOS TÉCNICOS

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

PARAMETROS DEL SUELO			OBSERVACIONES
RIGIDOS ()	INTERMEDIOS ()	FLEXIBLES (X)	Suelo arcilloso con poca presencia de grava y arena.

MUROS (cm)	TIPO DE LADRILLO:	KING KONG ARTESANAL
	DIMENSIONES (bxhxl)	25x9x15cm
	ESPEOR DE JUNTAS	2-3 cm

Observaciones: Existen muros con fisuras pequeñas. En cuanto a modificaciones básicamente se construyó una viga en uno de los auditorios, probablemente para darle mas soporte a la cubierta debido a la gran luz a cubrir.

TECHO (m)	DIAFRAGMA RÍGIDO		OTRO
	Tipo:		Tipo: Teja y Madera
	Peralte:		Peralte:

Observaciones:

COLUMNAS (m)	CONCRETO		OTRO
	Dimensones (bxh):	25 x 25 cm	Dimensones (bxh):

Observaciones: Existen unicamente columnas al ancho de muros.



COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET



FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 03

FECHA:

17/02/2023

VIGAS (m)	CONCRETO	OTRO
	Dimensiones (bxh): 25x50 cm, 25x20cm (vigas chatas)	Dimensiones (bxh):

Observaciones: Estas vigas son de amarre, la unica viga peraltada que se observa es la nueva que se coloco en el auditorio, antes mencionada.

COMENTARIOS:

B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	
Edificacion sobre Relleno Natural	
Edificación en quebrada	
Edificación con pendiente pronunciada	
Edificacion con nivel reático superficial	
Otros: Terreno Natural con Humedad superficial.	

MATERIALES DEFICIENTES	
LADRILLOS K.K. ARTESANAL	x
Otros:	

MANO DE OBRA	
Muy Mala	
Mala	
Regular	x
Buena	
Otros:	

ESTRUCTURACION	
Columnas Cortas	x
Losas no monolíticas	
Insuficiencia de junta sísmica	x
Losa de Techo a desnivel	
Cercos no aislados de la estructura	
Tabiqueria no arriostrada	
Reducción en planta	
Muros Portantes de ladrillo pandereta	
Union muro y techo	
Juntas frías	
Inadecuada densidad de muros	
Otros:	

FACTORES DEGRADANTES	
Armaduras Expuestas	
Armaduras Corroidas	
Eflorescencia	
Humedad en Muros	
Muros Agrietados	x
Otros: Humedad en Losa del techo. Perdida y degradación del tarrajeo en ciertas zonas.	

COMENTARIOS:

Debido a la configuración en planta en forma de "L" hace falta una junta sísmica que no se aplico en la construdcción de esta edificaicon.

FICHA DE ENCUESTA

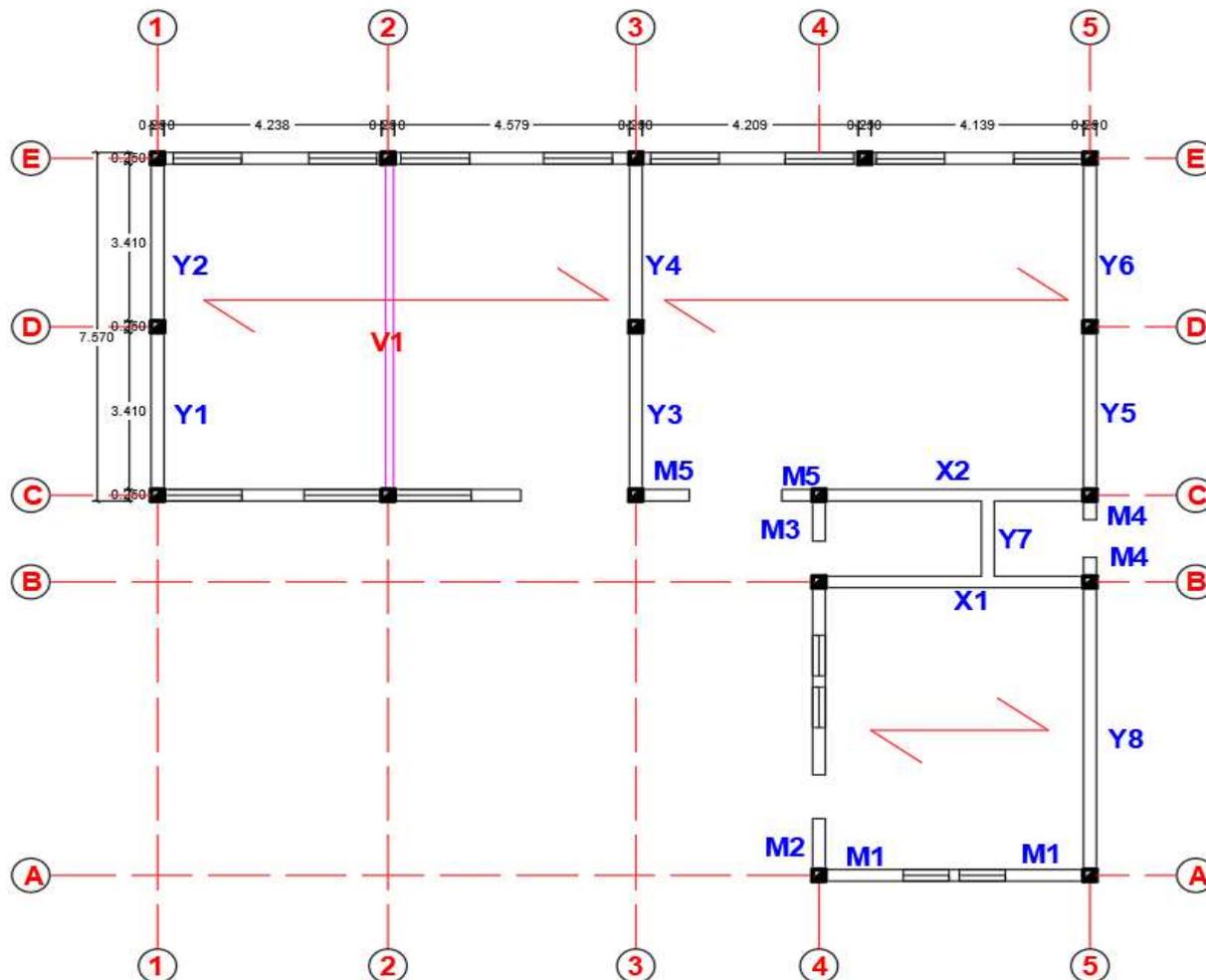
CÓDIGO: 03

FECHA:

17/02/2023

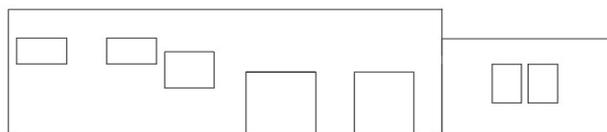
III. ESQUEMA DE LA EDIFICACIÓN

Primer Nivel



ELEVACIÓN

- V(i)** : Vigas
- Xi** : Muros Portantes en sentido "x"
- Yi** : Muros Portantes en sentido "y"
- ↔ : Sentido de Techo
- : Columnas



JUNTAS SISMICAS	
IZQUIERDA	-
DERECHA	-

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Este pabellón comparte un muro con el cerco perimétrico, que a su vez es compartido por otros pabellones pegados a este, por lo que no existen juntas para separar cada estructura y el muro perimetral.

FICHA DE ENCUESTA

CÓDIGO: 03

FECHA:

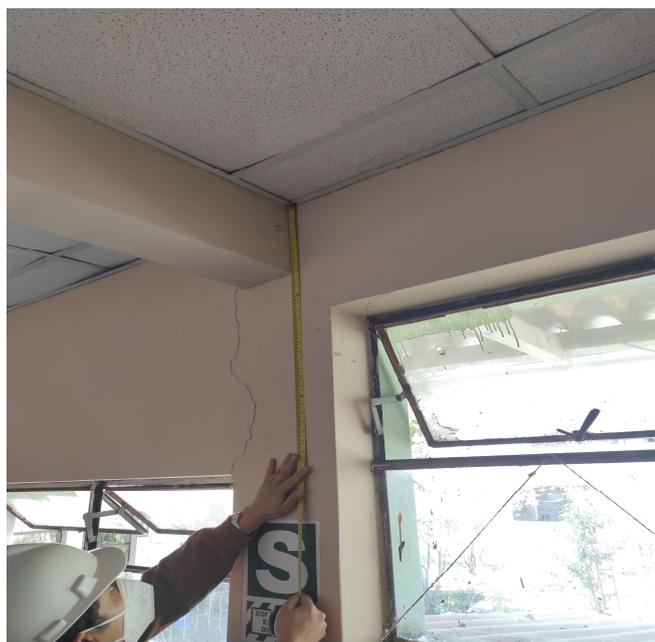
17/02/2023

IV. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA N°1: PABELLÓN DE DIRECCION DE LABORATORIO Y EPIDEMIOLOGIA

FOTOGRAFÍA N°2: AMBIENTES MODIFICADOS DONDE SE OBSERVA LA PRESENCIA DE VIGA NO CONTEMPLADA EN EL DISEÑO ORIGINAL



FOTOGRAFÍA N°3: FISURAS EN LA COLUMNA Y PRESENCIA DEL FENOMENO DE COLUMNA CORTA



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



FICHA DE REPORTE

CÓDIGO: 01

I. ANTECEDENTES

ANTIGÜEDAD	60 años	N° DE PABELLÓN	3
FUNCIÓN ACTUAL	Dirección de Laboratorio y Epidemiología		
NÚMERO DE PISOS	1		
ESTADO DE LA EDIFICACIÓN	Edificación en un estado de conservación regular, con fisuras en muros, además de elementos no estructurales en regular estado.		
TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA	Se encuentra ubicado en un terreno con baja pendiente en un suelo humedo y con presencia de arcilla.		

II. ASPECTOS TÉCNICOS

A) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EDIFICACION

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
MUROS	Ladrillo KK Artesanal 25x9x15cm, juntas de 2 a 3 cm, muros con aparejo de cabeza unicamente.
TECHO	Cubierta de madera y tejas.
COLUMNAS	Columnas al ancho de los muros, de 25 x 25 cm.
VIGAS	Vigas de arriostre. Viga de 30x15, no concebida originalmente en el diseño. Viga de 0.25 x 0.30 m

B) DEFICIENCIAS EN LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS DE UBICACIÓN	PROBLEMAS ESTRUCTURALES
	Falta de juntas (aislamiento de alfeizar y muros portantes)
MATERIALES DEFICIENTES	MANO DE OBRA
	Regular
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS	OTROS
Juntas de muros con excesivo espesor	Muros Agrietados

III. ANÁLISIS SÍSMICO

A) DENSIDAD DE MUROS MÍNIMA REQUERIDA

PARÁMETROS	VALOR	DESCRIPCIÓN	
Z	0.35	Zona 3	-Si $A_e / A_m \leq 0.80$ se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.
U	1	Edificaciones Comunes (Oficina)-Categoría C	-Si $A_e / A_m \geq 1$ se concluye que la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
C	2.5	Factor de Amplificación Sísmica	
R	3	Coeficiente de reducción para Albañilería Confinada	-Si $0,8 < A_e / A_m < 1,1$ se necesita calcular con mayor detalle la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda (ΣVR) y el cortante actuante (V)
S	1.2	Factor de Suelo para Suelo Flexible	

Resistencia al corte de unidades de albañilería (kF) 510 kPa (Resistencias Características de Albañilería, R.N.E. E.070)

Área	Cortante Basal		Área de Muros		Ae/Ar	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida: Ar		Ae/Area de piso 1	VR		
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	Kn	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
185.08	8.61 kN	557.74	2.52	2.23	1.13	1.36%	-	-	ADECUADO
Análisis en el sentido "Y"									
185.08	8.61 kN	557.74	7.06	2.23	3.16	3.81%	-	-	ADECUADO

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:



**COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA
DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-
CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS
POR BENEDETTI-PETRINI Y MARCIAL BLONDET**



Cálculo de VR (Solo si se cumple que $0,8 < Ae / Am < 1,1$)

$$VR = 0.5 * v'm * \alpha * T * L + 0.23Pg$$

Pg(Kn)=

Muro	Esp	Long	Altura	Alfa (α)			VR		
				1 piso	2 pisos	3 pisos	1 piso	2 pisos	3 pisos
VR TOTAL							0	0	0

B) ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO

Muro	Factores						Fuerzas				Mom. Act.	Mom. Resis	ESTADO
	a (m)	b (m)	t (m)	Pe (kN)	C1 adim.	m adim.	Fi/Pi	Fn=0.5 ZUS Pe (kN)	F=(Fi/Pi)C1* Pe (kN)	w=Fn/(a.b)	mwa ² kN-m/m	25t ² kN-m/m	
M1	2.34	1.52	0.25	15.6964	2	0.0805	0.35	3.30	10.9874603	0.927	0.408	1.5625	ESTABLE
M2	2.34	1.11	0.25	11.4625	2	0.0571	0.35	2.41	8.02373743	0.927	0.290	1.5625	ESTABLE
M3	2.34	0.88	0.25	9.03574	2	0.0441	0.35	1.90	6.32501825	0.927	0.224	1.5625	ESTABLE
M4	2.34	0.41	0.25	4.20291	2	0.0181	0.35	0.88	2.94203706	0.927	0.092	1.5625	ESTABLE
M5	2.08	0.92	0.25	8.42647	2	0.28846	0.35	1.77	5.8985313	0.927	1.157	1.5625	ESTABLE
M6	2.08	0.6	0.25	5.5075	2	0.0337	0.35	1.16	3.85524922	0.927	0.135	1.5625	ESTABLE
M7													
M8													
M9													
M10													

IV. FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO

Vulnerabilidad Sísmica							
Estructural				No Estructural			
Densidad (60%)		Mano de Obra y Materiales (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)			
Adecuada	1	X	Buena Calidad	1		Todos Estables	1 X
Aceptable	2		Regular Calidad	2	X	Algunos Estables	2
Inadecuada	3		Mala Calidad	3		Todos Inestables	3

Calificación	1.3
Vulnerabilidad	Baja

DIAGNÓSTICO: Se evidencia una adecuada densidad de muros en ambos sentidos, además de una calidad regular o media en la mano de obra, por otro lado se muestra estabilidad en los tabiques concluyendo que existe una baja vulnerabilidad sísmica.

APÉNDICE 4: PLANOS DE REPLANTEO



ELABORADO POR:

BACH. DENNIS OMAR
QUIROZ RABANAL

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL
MOSQUEIRA MORENO

TESIS:

"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE
LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA
UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS
PROPUESTAS POR
BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL
BLONDET"

PLANO:

PLANOS DE REPLANTEO DE
ESTRUCTURAS DEL PABELLÓN
N°1-NIVEL 01

FECHA:

MARZO 2024

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

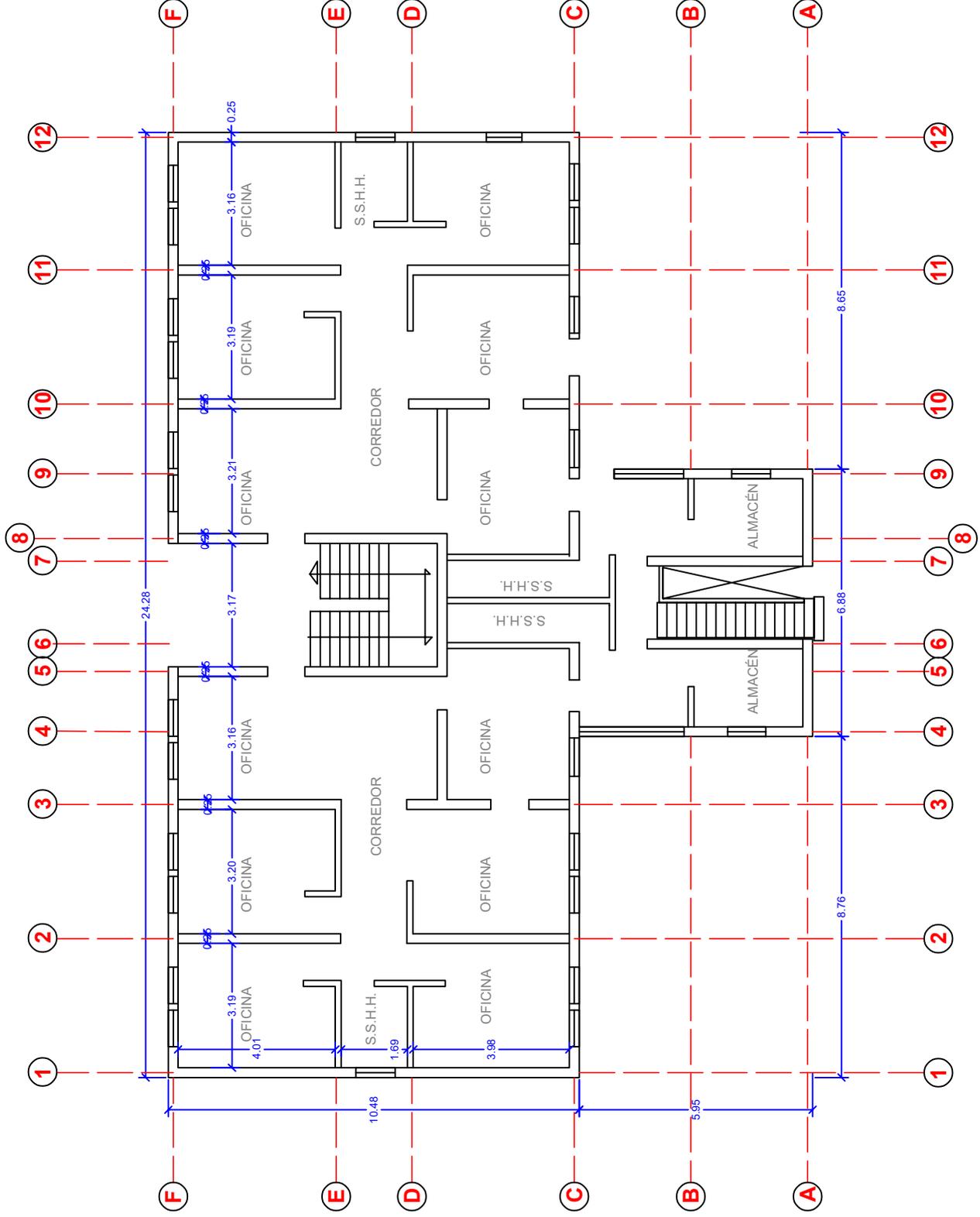
CAJAMARCA

ESCALA:

1/150

LÁMINA:

E-1





ELABORADO POR:

BACH. DENNIS OMAR
QUIROZ RABANAL

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL
MOSQUEIRA MORENO

TESIS:

"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE
LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA
UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS
PROPUESTAS POR
BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL
BLONDET"

PLANO:

PLANOS DE REPLANTEO DE
ESTRUCTURAS DEL PABELLÓN
N°1-NIVEL 02

FECHA:

MARZO 2024

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

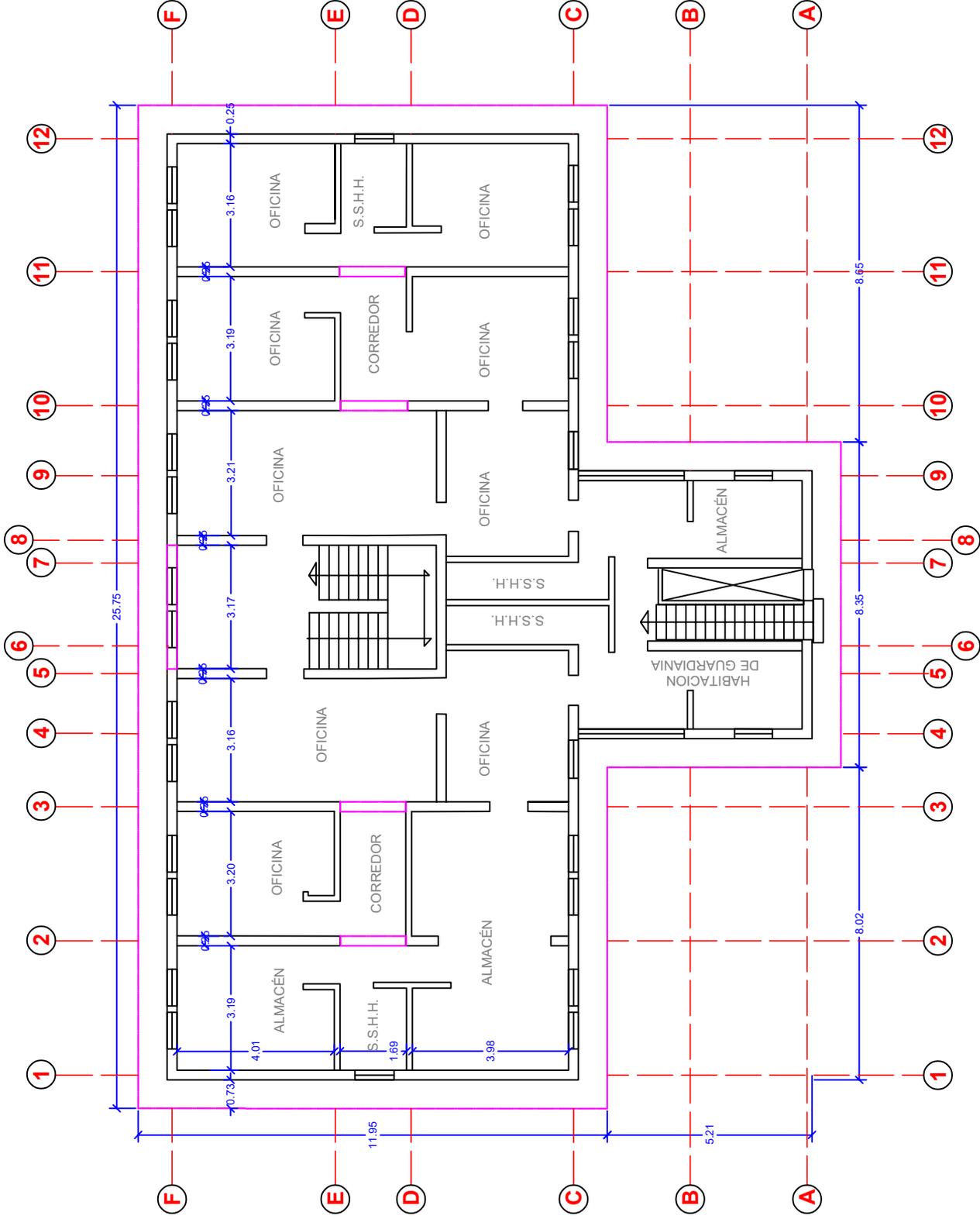
CAJAMARCA

ESCALA:

1/150

LÁMINA:

E-2





ELABORADO POR:

BACH. DENNIS OMAR
QUIROZ RABANAL

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL
MOSQUEIRA MORENO

TESIS:

"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE
LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA
UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS
PROPUESTAS POR
BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL
BLONDET"

PLANO:

PLANOS DE REPLANTEO DE
ESTRUCTURAS DEL PABELLÓN
Nº2-NIVEL 01

FECHA:

MARZO 2024

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

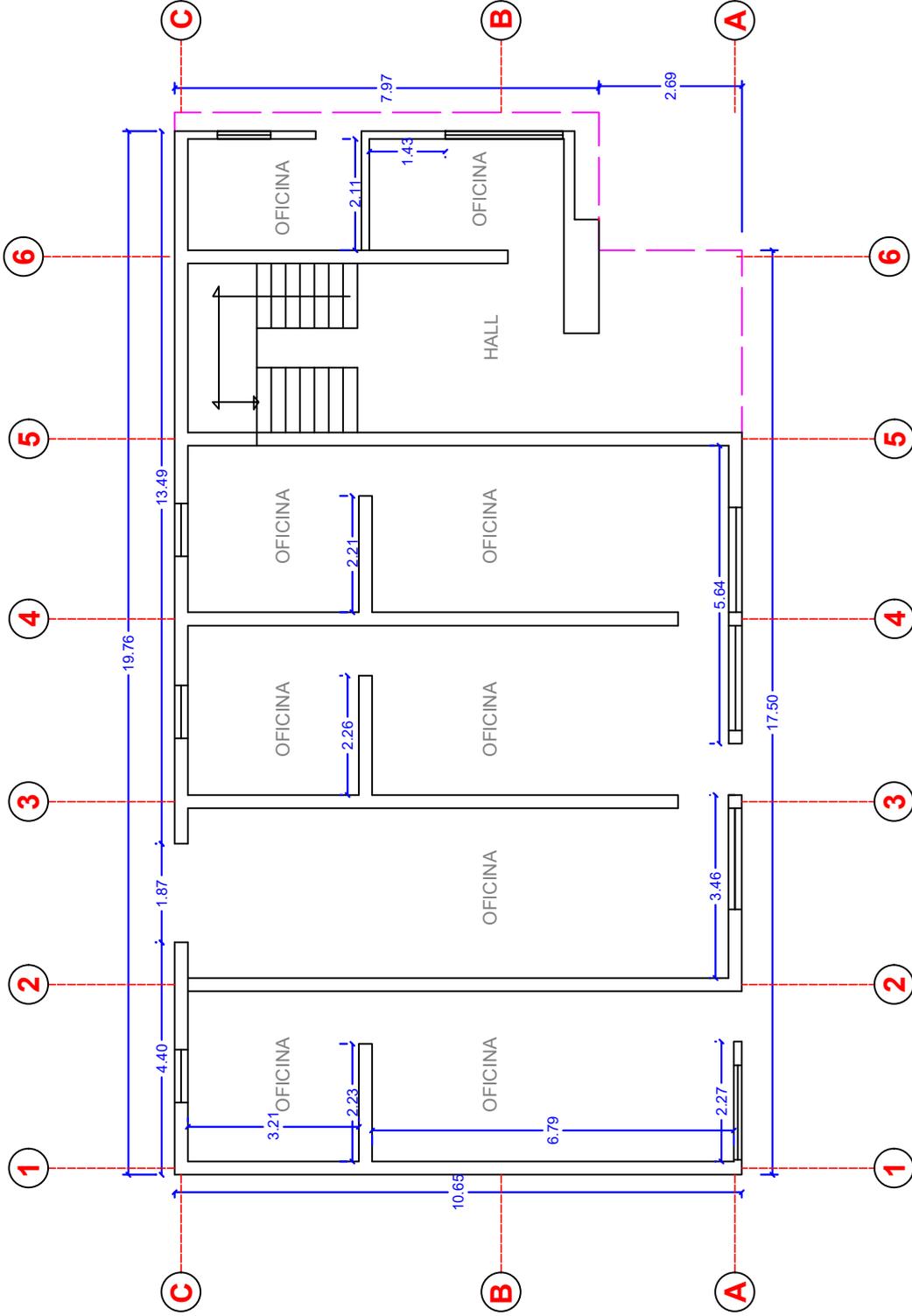
CAJAMARCA

ESCALA:

1/125

LAMINA:

E-3





ELABORADO POR:

BACH. DENNIS OMAR
QUIROZ RABANAL

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL
MOSQUEIRA MORENO

TESIS:

"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE
LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA
UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS
PROPUESTAS POR
BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL
BLONDET"

PLANO:

PLANOS DE REPLANTEO DE
ESTRUCTURAS DEL PABELLÓN
N°2-NIVEL 02

FECHA:

MARZO 2024

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

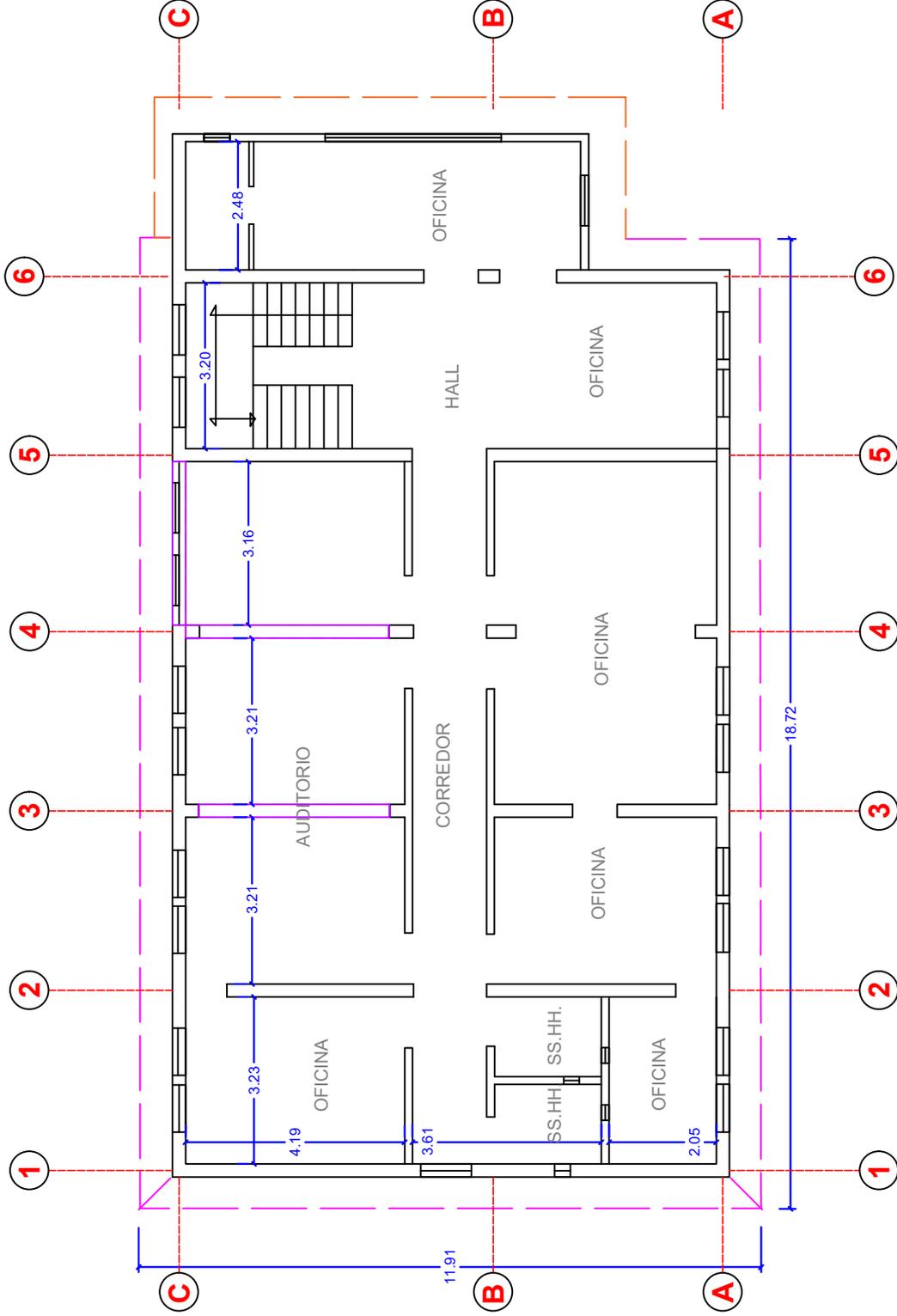
CAJAMARCA

ESCALA:

1/125

LAMINA:

E-4





ELABORADO POR:

BACH. DENNIS OMAR
QUIROZ RABANAL

ASESOR:

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL
MOSQUEIRA MORENO

TESIS:

"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE
VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS
EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE
LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA
UTILIZANDO LAS METODOLOGIAS
BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL
BLONDET"

PLANO:

PLANOS DE REPLANTEO DE
ESTRUCTURAS DEL PABELLÓN
N°3-NIVEL 01

FECHA:

MARZO 2024

REGIÓN:

CAJAMARCA

PROVINCIA:

CAJAMARCA

DISTRITO:

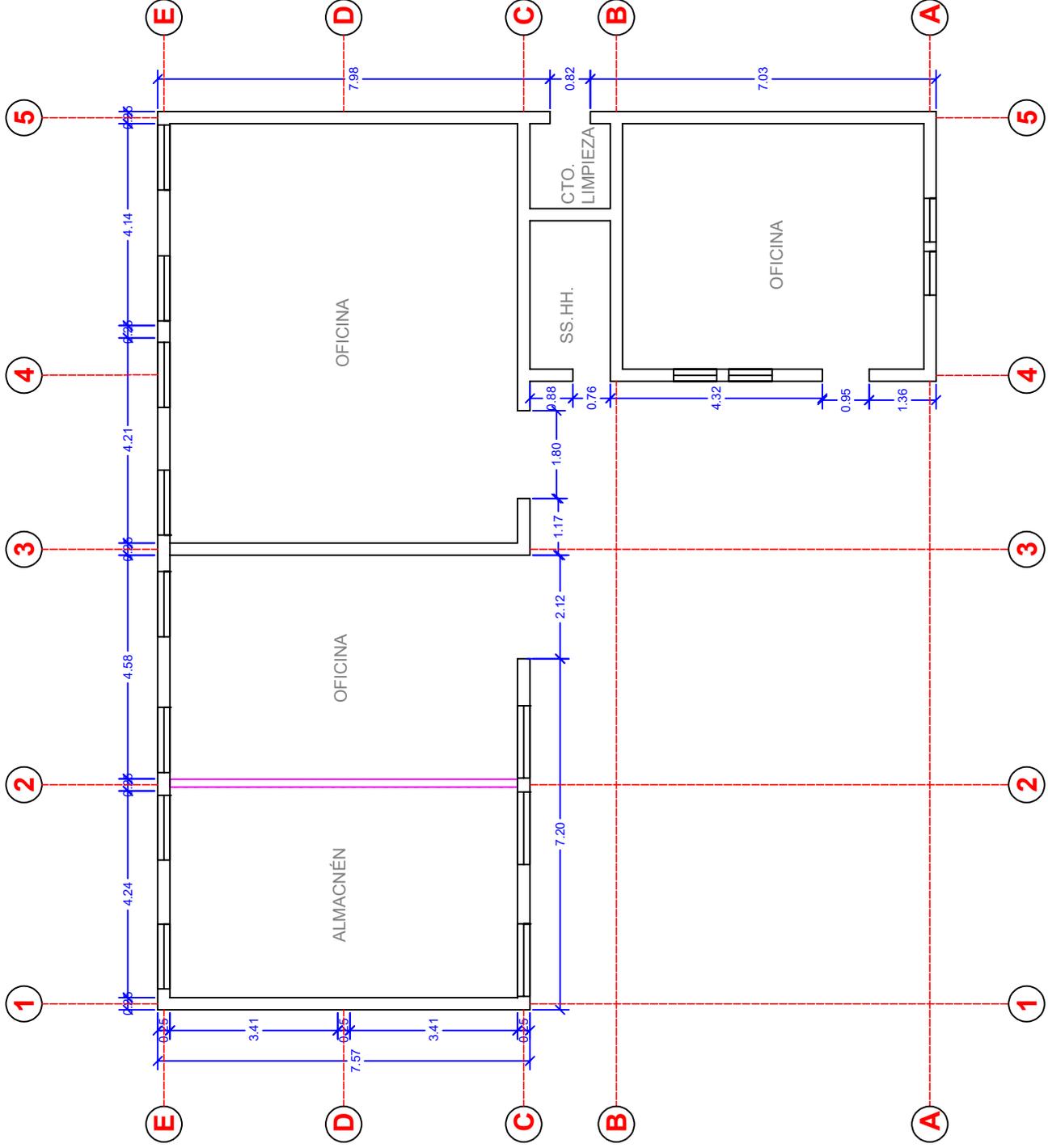
CAJAMARCA

ESCALA:

1/125

LÁMINA:

E-5



ANEXO 1: ESTUDIO DE SUELOS

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

TESIS:

“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD
SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS
DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS
METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-
PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

UBICACIÓN:

OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA
Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

TESISTA:

BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL
- DNI: 72485261

CAJAMARCA, 27 DE MARZO DEL 2023

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


.....
Joaquín Vásquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
1.1. Objetivo del Informe.....	1
1.2. Normatividad.....	1
1.3. Ubicación y Descripción del Área en Estudio.....	1
1.4. Antecedentes.....	3
1.5. Alcance del EMS.....	3
1.6. Condición climática y altitud de la zona.....	3
2. GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO	4
2.1. Geomorfología.....	4
2.2. Geología.....	4
2.3. Sismicidad.....	5
3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	5
3.1. Determinación de Parámetros Sísmicos según Norma E-030.....	5
3.2. Registro de puntos de exploración.....	6
3.3. Muestreo Disturbado.....	6
4. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	6
4.1 Ensayos Estándar.....	6
4.2 Clasificación de Suelos.....	6
5. PERFIL DEL SUELO.....	7
6. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NAPA FREÁTICA.....	7
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

ANEXO 1. RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 2. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhony Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

INFORME DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Objetivo del Informe

El presente Estudio de mecánica de suelos tiene por finalidad dar a conocer al tesista: BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL identificado con DNI: 72485261, los resultados de las investigaciones del suelo del terreno de fundación de estudio de la tesis: "COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET".

La metodología para cumplir dicho objetivo consiste en trabajos de campo a través de un (01) pozo de exploración a cielo abierto o calicatas, ensayos de laboratorio estándar y especiales a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete en base a los cuales se define el perfil estratigráfico, tipo y profundidad de cimentación, Capacidad de Carga Admisible, conclusiones y recomendaciones generales para la cimentación.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Reconocimiento del terreno.
- Excavación de Pozos de Exploración.
- Toma de Muestra de campo.
- Ejecución de Ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los Trabajos de Campo y Laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad de Carga Admisible.
- Conclusiones y Recomendaciones.

1.2. Normatividad

El presente trabajo de consultoría está en concordancia con las siguientes normativas:

- Norma Técnica E.030 "Diseño sismo resistente".
- Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones".
- Norma Técnica E.060 "Concreto Armado".
- ASTM y NTP (Referentes a los ensayos de mecánica de suelos).

1.3. Ubicación y Descripción del Área en Estudio.

El terreno relativo al estudio de la tesis: "COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET", se encuentra ubicado en:

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


Johnny Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



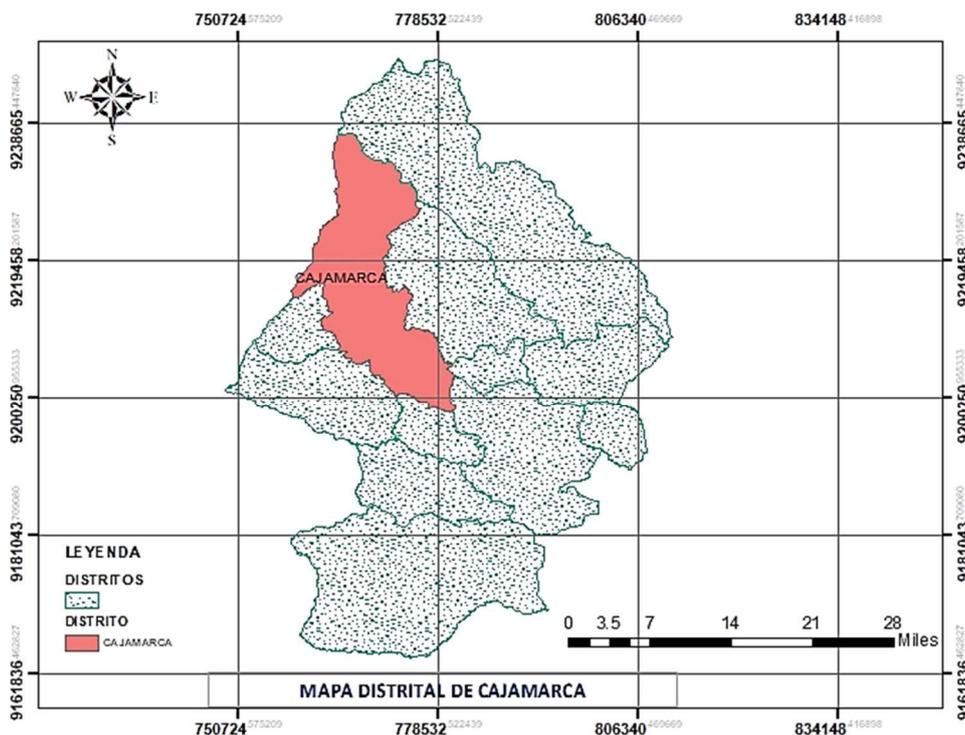
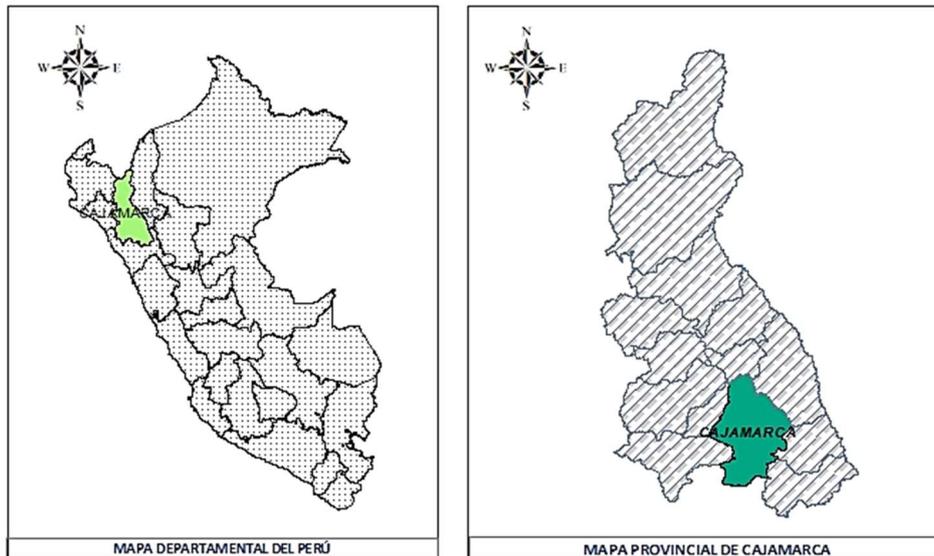
"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

- Región : Cajamarca
- Provincia : Cajamarca
- Distrito : Cajamarca

GRÁFICO 1. Mapa Político de la zona de estudio. (Fuente propia)



LOCALIZACIÓN: El lugar de estudio (hito rojo) se encuentra del distrito de Cajamarca, la vista satelital es la siguiente:

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhony Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 285746

GRÁFICO 2. Ubicación Satelital de la zona de emplazamiento de lugar de estudio (Fuente: Elaboración propia – Google Earth 2023).



1.4. Antecedentes

El área de estudio se encuentra circundada por edificaciones de distintos materiales y niveles, siendo la mayoría de material noble y concreto armado, además éstas tienen diferentes usos; viviendas familiares, multifamiliares, pequeños negocios, etc.

1.5. Alcance del EMS

El presente EMS se limita geográficamente al terreno relativo al estudio de la tesis: "COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET". Asimismo, técnicamente el estudio es válido en la profundidad y estratos encontrados en la exploración de campo.

1.6. Condición climática y altitud de la zona

El distrito de Cajamarca se encuentra a una altitud media de 2750 m.s.n.m. En Cajamarca, los veranos son frescos y nublados y los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 19 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 21 °C. La temporada templada dura 3.4 meses, del 1 de diciembre al 14 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 18 °C. El mes más cálido del año en Cajamarca es Febrero, con una temperatura máxima promedio de 18 °C y mínima de 8 °C. La temporada fresca dura 2.0 meses, del 3 de junio al 4 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 17 °C. El mes más frío del año en Cajamarca es Julio, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima de 16 °C.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

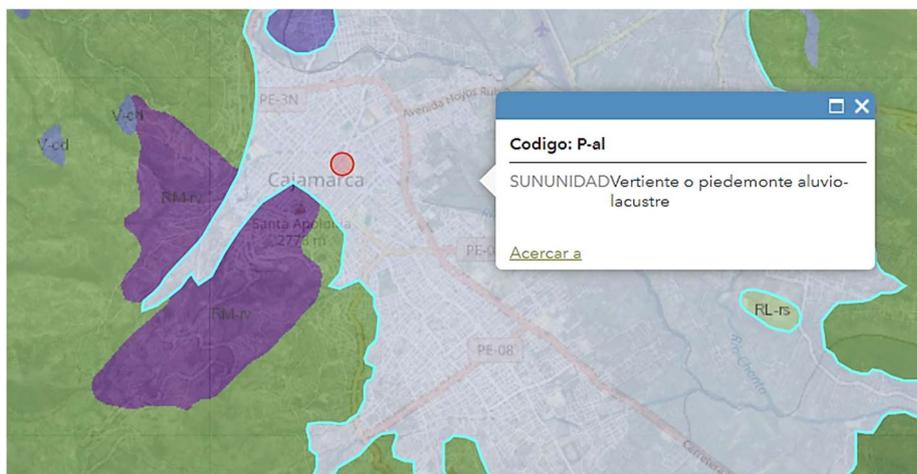
.....
Jhony Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

2. GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

2.1. Geomorfología

La zona de estudio, está ubicada en la sub unidad de **Vertiente o piedemonte aluvio-lacustre (P-al)**, que se caracteriza por ocupar las partes bajas del relieve montañoso y colinoso. Su origen es producto de la acumulación de sedimentos aluviales y fluviales sobre concavidades lagunares.

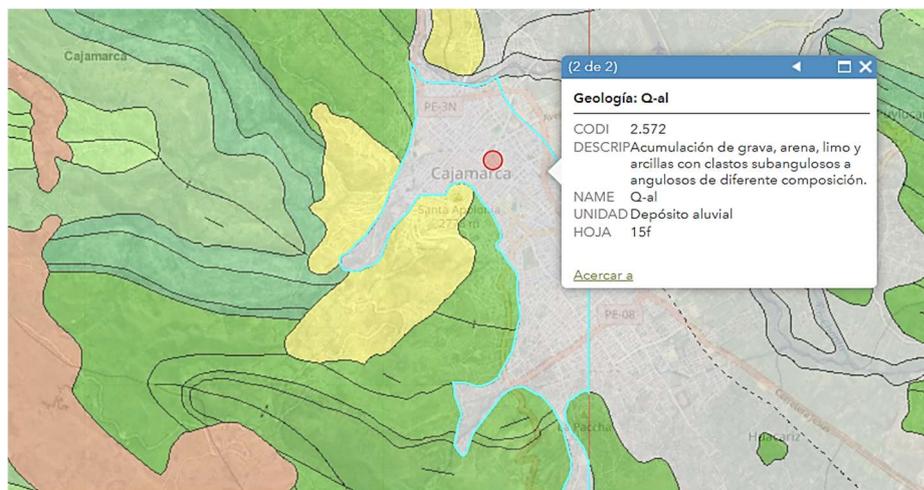
GRÁFICO 3. Geomorfología de la zona de estudio (Fuente: GEOCATMIN, 2023)



2.2. Geología

La zona de estudio se encuentra en la unidad **Depósito aluvial (Q-al)**, el contiene es unidades estratigráficas del Cuaternario, con yacimientos que se encuentra al pie de laderas prominentes, es material de escombros. Es decir, existen acumulaciones de grava, arenas, limos con clastos redondeados a subredondeados de composición polimíctica, que han sufrido poco transporte.

GRÁFICO 4. Geología de la zona de la zona de estudio (Fuente: GEOCATMIN, 2023)



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhony Vásquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"

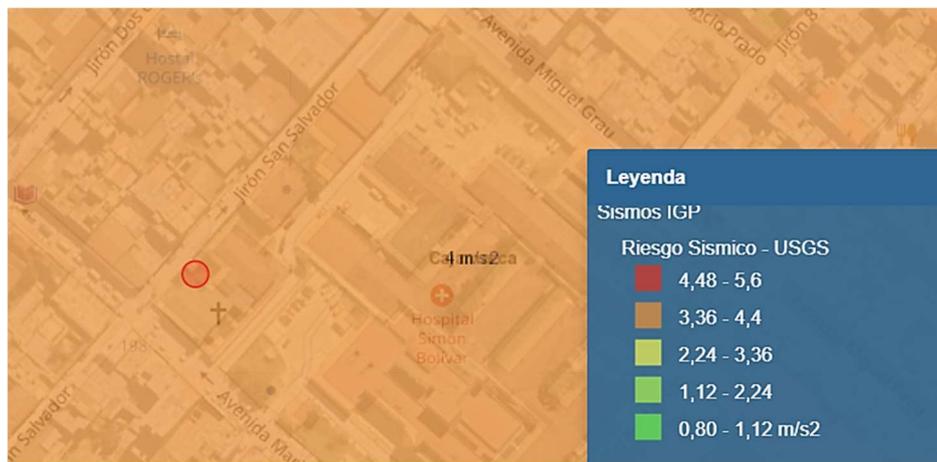
GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

2.3. Sismicidad

El Perú por estar comprendido en una de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del Cinturón Circunpácifico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo. Razón por la cual debe tenerse la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades altas. Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. En particular, el área de estudio tiene un valor de aceleración de 4.00 m/s^2 , de acuerdo con los datos del *United States Geological Survey (USGS)*. Este representa un 40.77% del valor de la aceleración de la gravedad.

GRÁFICO 5. Riesgo sísmico del área de estudio (color rojo). Fuente: USGS, 2023.



3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

3.1. Determinación de Parámetros Sísmicos según Norma E-030

Respecto a la zonificación sísmica, dado que el lugar relativo al estudio de la tesis se ubica en distrito de *Cajamarca*, provincia de *Cajamarca* y departamento de *Cajamarca*, esta será **Zona 3**. Luego el factor de zona correspondiente es **0.35**.

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
CAJAMARCA	CAJAMARCA	ENCAÑADA	2	UN DISTRITO
		ASUNCIÓN		
		CAJAMARCA	3	ONCE DISTRITOS
		CHETILLA		
		COSPÁN		
		JESÚS		
		LLACANORA		
		LOS BAÑOS DEL INCA		
		MAGDALENA		
		MATARA		
		NAMORA		
SAN JUAN				

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.



 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

3.2. Registro de puntos de exploración

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área en estudio se realizó, una (01) excavación a cielo abierto usando herramientas maquinaria pesada. Esta calicata tiene un largo y ancho aproximado de 1.00 m x 1.00 m, y 1.50 m de profundidad.

Calicata N°	Coordenadas	
	Este	Norte
C-01	774561.94	9208365.84

3.3. Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras inalteradas en bloque (Mib) de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente, para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos estándar y especiales en Suelos se realizaron bajo las Normas A.S.T.M. (American Society For testing and Materials).

4.1 Ensayos Estándar

- 02 ensayo de Análisis granulométrico ASTM D 6913
- 02 ensayo de Contenido de Humedad ASTM D 2216
- 02 ensayo de límites de Atterberg AASHTO T 89

4.2 Clasificación de Suelos

Las clasificaciones de las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487 y la Norma Técnica A.A.S.H.T.O. M 145, según se requiera.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhony Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

Cuadros de clasificación de suelos

CALICATA	C - 01	
	M - 1	M - 2
Muestra	M - 1	M - 2
Profundidad (m)	De 0.50m a 0.80m	de 0.80m a 1.50m
% Pasa Tamiz N°4	82.30	96.90
% Pasa Tamiz N°200	64.29	87.19
Límite Líquido (%)	45.00	52.00
Índice Plástico (%)	23.00	28.00
Contenido de Humedad (%)	8.14	22.36
Clasificación S.U.C.S.	CL	CH

5. PERFIL DEL SUELO

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

La Calicata C-01, presenta un primer estrato hasta 0.50 m de profundidad constituido por materia orgánica. De 0.50 m hasta 0.80 m de profundidad existe un segundo estrato constituido por arcilla inorgánica de baja plasticidad, color marrón oscuro, mezclada con 17.7% de grava de TM 2 1/2" y 18.01% de arena fina a gruesa. De 0.80 m hasta 1.50 m de profundidad existe un tercer estrato constituido por arcilla inorgánica de alta plasticidad, color gris, mezclada con 3.1% de grava de TM 1" y 9.71% de arena fina a gruesa.

6. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NAPA FREÁTICA

En la exploración de campo realizada no se encontró el nivel freático en la calicata C-01.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El terreno en estudio se encuentra ubicado en el distrito, provincia y región Cajamarca.
- El subsuelo del terreno relativo al estudio de la tesis: "COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET", está conformado por:

N° CALICATA	DESCRIPCIÓN
C - 01	Presenta un primer estrato hasta 0.50 m de profundidad constituido por materia orgánica. De 0.50 m hasta 0.80 m de profundidad existe un segundo estrato constituido por arcilla inorgánica de baja plasticidad, color marrón oscuro, mezclada con 17.7% de grava de TM 2 1/2" y 18.01% de arena fina a gruesa. De 0.80 m hasta 1.50 m de profundidad existe un tercer estrato constituido por arcilla inorgánica de alta plasticidad, color gris, mezclada con 3.1% de grava de TM 1" y 9.71% de arena fina a gruesa.

- De acuerdo al perfil estratigráfico del suelo, se encuentran conformada por arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) y arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH) a nivel de cimentación. Ver Anexo 2: Perfiles Estratigráfico.
- No se encontró nivel freático en la exploración de campo realizada C-01.
- El ingeniero estructurista estará a cargo de determinar las dimensiones finales de la cimentación, acorde a la capacidad admisible de carga del terreno de fundación compatible con las cargas transmitidas y la Norma Técnica E-060.
- Se recomienda que no se debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario y que estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la cimentación y ser reemplazados con materiales seleccionados.
- El concreto a utilizar en la cimentación debe ser diseñado por un especialista en Tecnología del Concreto, empleando agregados que deben cumplir con la Norma A.S.T.M. C 33M-16. Además, el agua a ser utilizada para las mezclas de concreto debe cumplir con la Norma N.T.P., 339.088. Asimismo, utilizar agregados lavados, por cuanto, estos pueden contener sustancias deletéreas que influyen negativamente en las propiedades del concreto endurecido.
- Se recomienda, realizar muestreo de las mezclas de concreto a elaborar en la ejecución de la Obra, acorde a la Norma A.S.T.M. C 172. Asimismo, se debe utilizar un método de curado adecuado para el concreto acorde a la Norma A.S.T. M. C 31M-10 (temperatura de agua de curado: $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, humedad relativa 95%), con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra y los especímenes de concreto deberán ensayarse de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 39, con la finalidad de evaluar el control de calidad del concreto en concordancia con el Reglamento ACI 318S-14.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhony Vásquez Torres
.....
Jhony Vásquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Das, B. M. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México, D.F.: CENGAGE Learning.
- Google. (2023). *Google Earth*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Instituto Geológico, minero y metalúrgico del Perú. (2023). *Sistema de Información Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN)*. Obtenido de <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1969). *Soil Mechanics*. Nueva York: Massachusetts Institute of Technology.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma E.030 Diseño Sismoresistente - Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma E.050 Suelos y cimentaciones - Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


.....
Johnny Vásquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

Anexo 1: Resultados de ensayos de laboratorio

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

.....
Jhony Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-046-06-23			FECHA: 27/03/2023	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"				
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.50m a 0.80m	783514.23	9201950.72

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	B-1
Masa de tara (g)	351.00
M. Tara + M.Húmeda (g)	4668.00
M. Tara + M. Seca (g)	4343.00
Masa de agua (g)	325.00
Masa de Muestra Seca (g)	3992.00
W (%)	8.14%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.



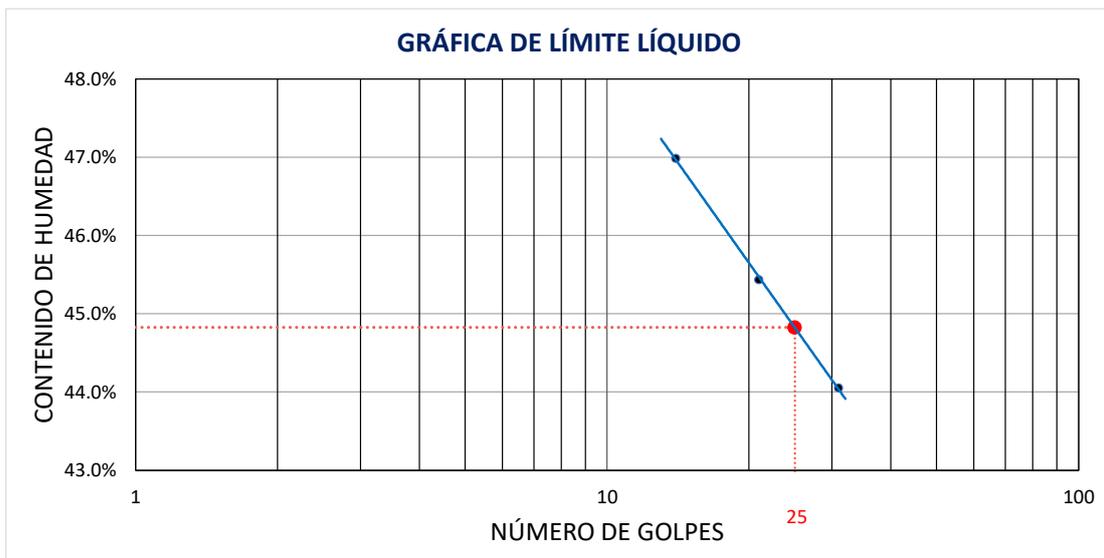
 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-046-06-23		FECHA: 27/03/2023	
	LÍMITES DE ATTERBERG		ASTM D4318 AASHTO T 89	
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"			
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261			COORDENADAS DE CALICATA C - 01
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.50m a 0.80m	783514.23 9201950.72

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	11.35	11.49	10.94	M tara (g)	11.06	10.13
Mt+ M.Húmeda (g)	42.76	43.18	42.53	Mt+ M.Húmeda (g)	19.39	18.64
Mt+ M. Seca (g)	32.72	33.28	32.87	Mt+ M. Seca (g)	17.88	17.10
M agua (g)	10.04	9.90	9.66	M agua (g)	1.51	1.54
M M.Seca (g)	21.37	21.79	21.93	M. Muestra Seca (g)	6.82	6.97
W(%)	46.98%	45.43%	44.05%	W(%)	22.14%	22.09%
N.GOLPES	14	21	31	Contenido de Humedad Promedio: 22.12%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
45.00%	22.00%	23.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

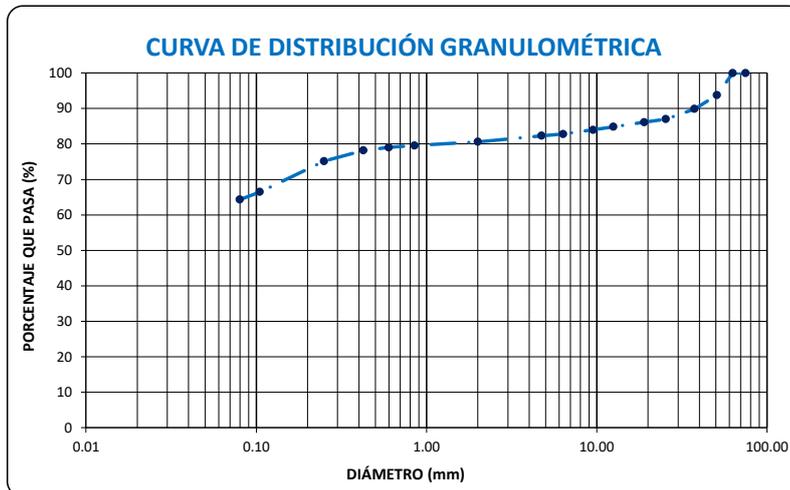
 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-046-06-23		FECHA: 27/03/2023	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88		
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"			
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261		COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.50m a 0.80m	783514.23 9201950.72

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	3000.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	2469.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	531.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.3292

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	186.00	6.20	6.20	93.80
1 ½"	38.10	118.00	3.93	10.13	89.87
1"	25.40	87.00	2.90	13.03	86.97
¾"	19.05	25.00	0.83	13.87	86.13
½"	12.70	39.00	1.30	15.17	84.83
3/8"	9.52	26.00	0.87	16.03	83.97
¼"	6.35	35.00	1.17	17.20	82.80
N°4	4.75	15.00	0.50	17.70	82.30
TOTAL	W G =	531.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	5.10	1.68	19.38	80.62
N 20	0.85	3.20	1.05	20.43	79.57
N 30	0.60	1.60	0.53	20.96	79.04
N 40	0.43	2.70	0.89	21.85	78.15
N 60	0.25	9.10	3.00	24.84	75.16
N 140	0.11	26.40	8.69	33.53	66.47
N 200	0.08	6.60	2.17	35.71	64.29
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.00
GRAVA (%):	17.70		
ARENA GRUESA (%):	4.15		
ARENA FINA (%):	13.9		
FINOS (%):	64.29		
COEFICIENTES		DIÁMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	0.000
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		45.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		22.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		23.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		CL	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN OSCURO, MEZCLADA CON 17.7% DE GRAVA DE TM 2 1/2" Y 18.01% DE ARENA FINA A GRUESA.
-----------------------	--


GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-046-06-23			FECHA: 27/03/2023	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"				
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 1.50m	783514.23	9201950.72

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	B-70
Masa de tara (g)	823.00
M. Tara + M. Húmeda (g)	6322.00
M. Tara + M. Seca (g)	5317.00
Masa de agua (g)	1005.00
Masa de Muestra Seca (g)	4494.00
W (%)	22.36%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.



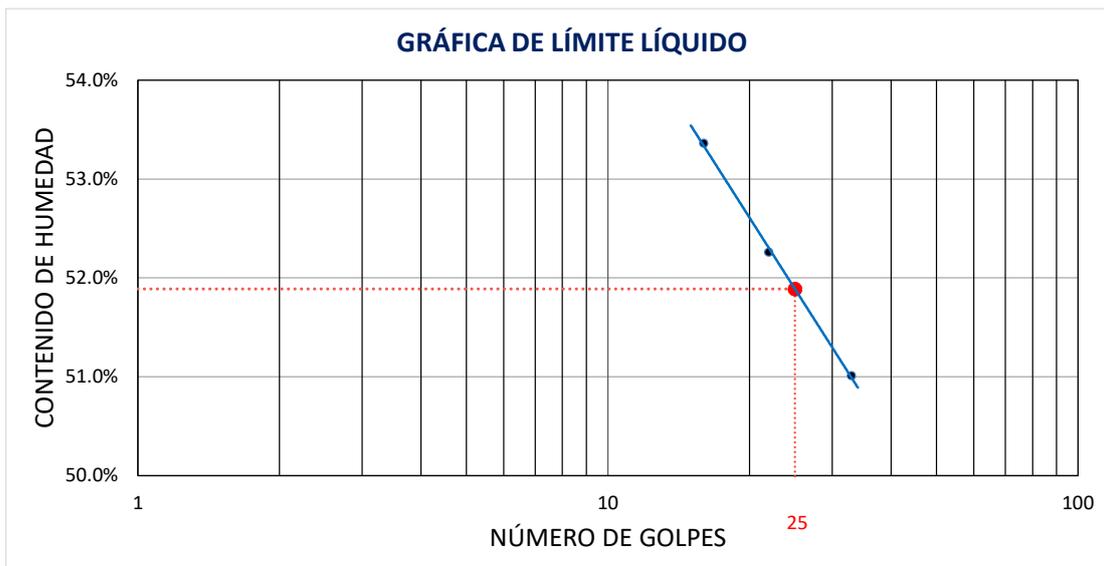
 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-046-06-23			FECHA: 27/03/2023	
	LÍMITES DE ATTERBERG			ASTM D4318 AASHTO T 89	
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"				
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 1.50m	783514.23	9201950.72

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	11.10	11.08	10.07	M tara (g)	11.36	11.12
Mt+ M.Húmeda (g)	45.36	44.12	44.56	Mt+ M.Húmeda (g)	19.27	18.94
Mt+ M. Seca (g)	33.44	32.78	32.91	Mt+ M. Seca (g)	17.73	17.42
M agua (g)	11.92	11.34	11.65	M agua (g)	1.54	1.52
M M.Seca (g)	22.34	21.70	22.84	M. Muestra Seca (g)	6.37	6.30
W(%)	53.36%	52.26%	51.01%	W(%)	24.18%	24.13%
N.GOLPES	16	22	33	Contenido de Humedad Promedio: 24.15%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
52.00%	24.00%	28.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

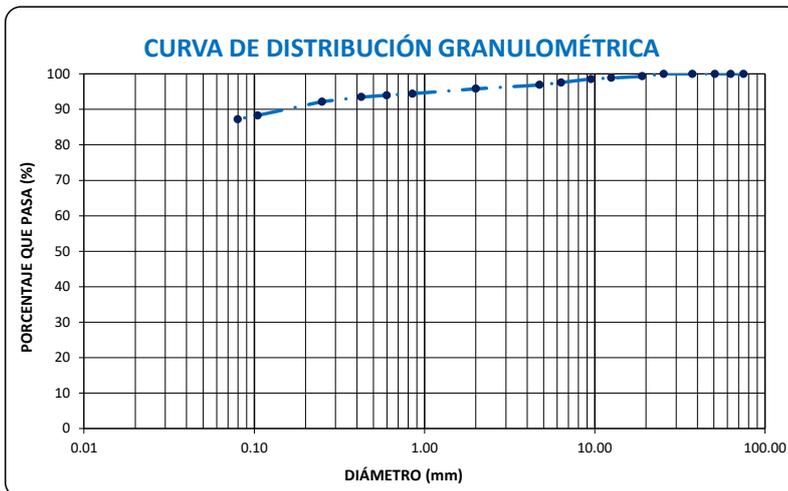

 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-046-06-23		FECHA: 27/03/2023		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88			
TESIS:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"				
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261		COORDENADAS DE CALICATA C - 01		
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 1.50m	783514.23	9201950.72

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	3000.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	2907.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	93.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	500.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.1938

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	21.00	0.70	0.70	99.30
½"	12.70	13.00	0.43	1.13	98.87
3/8"	9.52	10.00	0.33	1.47	98.53
¼"	6.35	29.00	0.97	2.43	97.57
N°4	4.75	20.00	0.67	3.10	96.90
TOTAL	W G =	93.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	5.70	1.10	4.20	95.80
N 20	0.85	7.20	1.40	5.60	94.40
N 30	0.60	2.20	0.43	6.03	93.97
N 40	0.43	2.60	0.50	6.53	93.47
N 60	0.25	6.70	1.30	7.83	92.17
N 140	0.11	20.00	3.88	11.70	88.30
N 200	0.08	5.70	1.10	12.81	87.19
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			% TOTAL
GRAVA (%):	3.10	100.00	
ARENA GRUESA (%):	3.43		
ARENA FINA (%):	6.3		
FINOS (%):	87.19		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	0.000
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		52.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		24.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		28.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		CH	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR GRIS, MEZCLADA CON 3.1% DE GRAVA DE TM 1" Y 9.71% DE ARENA FINA A GRUESA.
-----------------------	---

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Jhoany Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

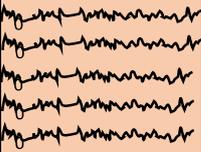
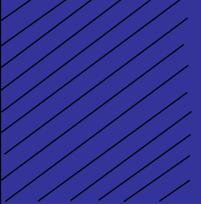
Anexo 2: Perfiles Estratigráficos

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

.....
Jhony Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L					
	GI-EMS-046-06-23			FECHA: 27/03/2023		
PERFIL ESTRATIGRÁFICO EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA						
PROYECTO:	"COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET"					
UBICACIÓN:	OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A., DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.					
SOLICITANTE:	BACH. DENNIS OMAR QUIROZ RABANAL - DNI: 72485261					
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	-	COORDENADAS	ESTE:	783514.23
MUESTRA:	-	PROFUNDIDAD:	-		NORTE:	9201950.72

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50	S/M	MATERIA ORGÁNICA	-		-	-	-
0.60 0.70 0.80	M-1	ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN OSCURO, MEZCLADA CON 17.7% DE GRAVA DE TM 2 1/2" Y 18.01% DE ARENA FINA A GRUESA.	CL		8.14%	45.00	23.00
0.90 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	M-2	ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR GRIS, MEZCLADA CON 3.1% DE GRAVA DE TM 1" Y 9.71% DE ARENA FINA A GRUESA.	CH		22.36%	52.00	28.00
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00 3.10 3.20 3.30 3.40 3.50 3.60 3.70 3.80 3.90 4.00							

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023

Anexo 3: Panel fotográfico

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhoany Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023



Fotografía N°1. Vista general de la calicata C – 01.



Fotografía N°2. Vista general de la calicata C – 01.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhony Vásquez Torres

INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



“COMPARACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LAS OFICINAS DE LA D.I.R.E.S.A.-CAJAMARCA UTILIZANDO LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS POR BENEDETTI-PETRINI Y POR MARCIAL BLONDET”

GI-EMS-040-03-23

Fecha:
27/03/2023



Fotografía N°3. Vista de perfil estratigráfico de la calicata C – 01.



Fotografía N°4. Vista de perfil estratigráfico de la calicata C – 01.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

.....
Jhony Vásquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255746