



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES
CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA
CATALINA - JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:
JOSE SANTOS LARICO FLORES

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

JULIACA – PERÚ
2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES
CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA
CATALINA - JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

JOSE SANTOS LARICO FLORES

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

MIEMBRO DEL JURADO

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

MIEMBRO DEL JURADO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 528-2024-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 12 de diciembre del 2024

VISTOS:

El expediente N° 2024-013149, presentado por el (la) Bachiller **LARICO FLORES JOSE SANTOS**, con número de DNI. **10081849**, asignado (a) con código de matrícula **21329056**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bach. **LARICO FLORES JOSE SANTOS**, con número de DNI. **10081849**, asignado (a) con código de matrícula **21329056**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50** y;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 26 de agosto del 2024. Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR EXPEDITO para la Sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA** Elaborado por el (la) Bachiller **LARICO FLORES JOSE SANTOS**. Integrado por los siguientes docentes:

- Presidente del Jurado** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- Miembro del Jurado** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- Miembro del Jurado** : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**
- Asesor de Tesls** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

ARTÍCULO SEGUNDO. - El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

- Fecha** : **Miercoles 18 de diciembre del 2027**
- Hora** : **10:00 a.m.**
- Lugar** : **Aula N° 310 EPG - UANCV - JULIACA**

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAESTRO** de los estudiantes que ingresaron despues a la aprobación de la ley Universitaria N° **30220**.

ARTÍCULO TERCERO. - Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



[Handwritten Signature]
Dr. Leopoldo Wenceslao Córdova Carr
DIRECTOR (e)

Cc/Archiv:EPG (01)
Interesado (01)
Cargo (01)
Jurados (03)
Asesor (01)
Expediente (01)
LWCC/Inv



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°1187-2024-USA EPG/UANCV

Juliaca, 16 de Agosto del 2024

VISTOS:

El expediente N°. **09033**, Presentado por el (a) **Bach. JOSE SANTOS LARICO FLORES**, con número de DNI **10081849** y con Código de matrícula N.° **21329056**, quien solicita cambio del segundo miembro del jurado del Proyecto de Tesis titulado: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA** Líneas de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, Para optar el Grado Académico de **MAESTRO** en **INGENIERÍA CIVIL** mención **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", de la Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, el (a) **Bach. JOSE SANTOS LARICO FLORES**, quien solicita el cambio del segundo miembro del jurado, aprobado con Resolución Directoral N° **0651-2022-USA-EPG/UANCV**, de fecha **31 de octubre del 2022**, en el que se le asignó segundo miembro al **Dr. Ronald Madera Terán**, el mismo que se cambia por indisponibilidad de tiempo.

Que, el referido Dictamen de Tesis fue aprobado por los jurados el 05 de setiembre del 2022, registrado en el Folio N° 003395 del Libro de Registro de Proyectos de Investigación de Maestría, establece que se encuentra apto para ser desarrollado a lo establecido en el reglamento de Grado de Investigación conducente al Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de Juliaca;

Que, en el Reglamento General de la escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad y de alto valor científico.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

PRIMERO.- ACEPTAR EL CAMBIO DE SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO, para su revisión de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA** presentado por el (a) **Bach. JOSE SANTOS LARICO FLORES**, conformado por los siguientes docentes:

- Presidente** : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- Primer Miembro** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- Segundo Miembro** : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**
- Asesor** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

SEGUNDO- AUTORIZAR el desarrollo de Tesis, de acuerdo al Reglamento de Investigación conducente al Grado Académico de **MAESTRO** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

TERCERO.- ELEVAR al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento, así como a la Oficina de Economía, para cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Condori Cari
DIRECTOR (e)

Cc: CARGO (01)
ARCHIVO EPG - 2024 (01)
INTERESADO (01)
LWCC@VVRCH



RESOLUCION DIRECTORAL N° 0651- 2022- USA-EPG/UANCV

Juliaca, 31 de octubre del 2022.

VISTOS:

El expediente N° 040815, de fecha 05 de octubre del 2022, presentado por el (la) Bachiller **LARICO FLORES JOSE SANTOS**, con DNI N° **10081849**, código de matrícula **21329056**, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el grado de **MAESTRO** en: **INGENIERÍA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que, en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que, mediante oficio circular N° 0767-2022-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 27 de julio del 2022, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente	: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Primer miembro	: Mgr. MILTHON QUISPE HUANCA
Segundo miembro	: Dr. RONALD MADERA TERAN
Asesor	: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Que, con registro N° 003395, de fecha 05 de setiembre del 2022, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA**, presentado por el (la) Bachiller **LARICO FLORES JOSE SANTOS**, cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR, el Proyecto de investigación de Tesis de maestría y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA**, presentado por el (la) Bachiller **LARICO FLORES JOSE SANTOS**, para obtener el grado académico de **MAESTRO** en: **INGENIERÍA CIVIL** mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la UANCV.

SEGUNDO: ELEVAR al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

[Firma]
Dra. María Amparo del Pilar Chambi Calacora
DIRECTORA (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

[Firma]
Dra. Graciela Bernal Salas
SECRETARIA ACADEMICA

c./CARGO (01)
ARCHIVO EPG-2022 (01)
INTERESADO (01)
MAY-06/11/2021



JOSE SANTOS LARICO FLORES

EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - J...

TESIS DE MAESTRIAS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:507142053

Fecha de entrega

2 oct 2025, 20:53 GMT-5

Fecha de descarga

2 oct 2025, 21:16 GMT-5

Nombre del archivo

T036_10081849_M.docx

Tamaño del archivo

19.7 MB

118 páginas

23.509 palabras

121.328 caracteres



13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.


Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

TITULO	
EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	JOSE SANTOS LARICO FLORES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10081849
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-7601-7021
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Miembro del jurado 1	
Nombres Y Apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007



Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Dirección: URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca -15.47952, -70.14643 https://maps.app.goo.gl/VfrR4kaNREfz4eaI7</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2022 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00
- Librería	Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJON
ESCUELA DE POSTGRADO

Dr. Jesús Mamani Mamani
DIRECTOR
DE INVESTIGACION - EPG



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JOSE SANTOS LARICO FLORES, identificado con DNI Nro. 10081849 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRÍA EN INGENIERIA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

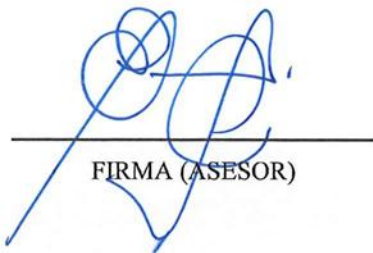
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 08 de septiembre del 2024


FIRMA (ASESOR)


FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fuerza y claridad necesarias para culminar este proyecto. A mi pareja, por su paciencia, comprensión y aliento inquebrantable.

A mis amigos, por su compañía y ánimo en los momentos más desafiantes



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer al Dr. Efraín Parillo Sosa, por su guía experta y paciencia durante este proceso. A mi familia, por su amor y apoyo incondicional, y a mis amigos, por brindarme ánimo y consuelo. También agradezco a mis compañeros y colegas de Maestría en Ingeniería Civil por las valiosas sugerencias y el compañerismo.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Exposición de la situación problemática	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación del estudio.....	3
1.4.1 Justificación técnica	3
1.4.2 Justificación económica	4
1.4.3 Justificación social	4
1.4.4 Justificación ambiental.....	5



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación6

 2.1.1 Antecedente internacional6

 2.1.2 Antecedente nacional.....7

 2.1.3 Antecedente local.....8

2.2 Bases teóricas9

 2.2.1 Zona sísmica9

 2.2.2 Viviendas construidas sin dirección técnica 10

 2.2.3 Vivienda de albañilería de ladrillo confinada 11

2.3 Alternativas de reforzamiento21

 2.3.1 Alternativas de refuerzo en edificaciones de albañilería confinada21

2.4 Riesgo sísmico por vulnerabilidad.....25

 2.4.1 Clases de vulnerabilidad sísmica.....26

 2.4.2 Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica28

 2.4.3 Determinación del índice de vulnerabilidad35

2.5 Base conceptual 49

2.6 Marco legal.51

 2.6.1 E.030 – diseño sismorresistente.....51

 2.6.2 E.070 – albañilería51

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación.....52



3.1.1 Tipo de investigación	52
3.1.2 Nivel de investigación.	52
3.1.3 Método aplicado a la investigación	52
3.2 Población y muestra	53
3.2.1 La población	53
3.2.2 La muestra	54
3.3 Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación para la recolección de datos	55
3.3.1 Técnicas	55
3.3.2 Fuentes	55
3.3.3 Instrumentos	55
3.4 Validez y confiabilidad del instrumento	55
3.5 Plan de recolección y procesamiento de datos.....	56

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	58
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS	91



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Manzanas y lotes de estudio	54
Tabla 2 Parámetro 1 tipo y organización del sistema resistente.....	59
Tabla 3 Resultados de la calidad del sistema resistente	60
Tabla 4 Resultado de resistencia convencional	62
Tabla 5 Resultado de la posición del edificio y cimentación	63
Tabla 6 Resultado del diafragma horizontal	65
Tabla 7 Resultado de la configuración en planta	66
Tabla 8 Resultado de la configuración de elevación	68
Tabla 9 Resultado de distancia máxima entre muros	69
Tabla 10 Resultado del tipo de cubierta	70
Tabla 11 Resultado de elementos no estructurales	71
Tabla 12 Resultado del estado de conservación.....	73
Tabla 13 Rango de vulnerabilidad en vivienda 1.....	74
Tabla 14 Rango de vulnerabilidad en vivienda 2.....	75
Tabla 15 Rango de vulnerabilidad en vivienda 3.....	75
Tabla 16 Rango de vulnerabilidad en vivienda 4.....	76
Tabla 17 Rango de vulnerabilidad en vivienda 5.....	76
Tabla 18 Rango de vulnerabilidad en vivienda 6.....	77
Tabla 19 Rango de vulnerabilidad en vivienda 7.....	77
Tabla 20 Rango de vulnerabilidad en vivienda 8.....	78



Tabla 21 Rango de vulnerabilidad en vivienda 9.....	78
Tabla 22 Rango de vulnerabilidad en vivienda 10.....	79
Tabla 23 Rango de vulnerabilidad en vivienda 11.....	79
Tabla 24 Rango de vulnerabilidad en vivienda 12.....	80
Tabla 25 Rango de vulnerabilidad en vivienda 13.....	80
Tabla 26 Rango de vulnerabilidad en vivienda 14.....	81
Tabla 27 Rango de vulnerabilidad en vivienda 15.....	81
Tabla 28 Grado de vulnerabilidad sísmica en viviendas de la urb. Santa Catalina ...	82



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de zonificación sísmica	9
Figura 2	Albañilería confinada.....	12
Figura 3	Requerimientos mínimos de cimentaciones albañilería confinada	19
Figura 4	Información referencial de cimentación en suelo normal	20
Figura 5	Información referencia de cimentaciones en suelo blando	20
Figura 6	Reforzamiento por falla a tracción	22
Figura 7	Reforzamiento por falla a compresión	24
Figura 8	Parámetros del modelo de vulnerabilidad sísmica de edificaciones	36
Figura 9	Configuración en planta	44
Figura 10	Configuración en elevación.....	46
Figura 11	Población Urb. Santa Catalina.....	53
Figura 12	Parámetro 1 tipo y organización del sistema resistente	59
Figura 13	Resultados de la calidad del sistema resistente.....	61
Figura 14	Resultado de resistencia convencional	62
Figura 15	<i>Resultado de la posición del edificio y cimentación</i>	64
Figura 16	Resultado del diafragma horizontal	65
Figura 17	Resultado de la configuración en planta.....	67
Figura 18	Resultado de la configuración de elevación	68
Figura 19	Resultado de distancia máxima entre muros.....	69
Figura 20	Resultado del tipo de cubierta	70
Figura 21	Resultado de elementos no estructurales	72
Figura 22	Resultado del estado de conservación	73
Figura 23	Riesgo sísmico por vulnerabilidad	82



RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Urbanización Santa Catalina – Juliaca, lugar de estudio. Debido a la gran cantidad de edificaciones que fueron ejecutadas sin la asistencia de personal técnico, lo que ha demostrado una vulnerabilidad sustancial a la actividad sísmica, se realizó este estudio como consecuencia de la situación.

En el contexto de la Urbanización Santa Catalina – Juliaca, la meta de este estudio es conocer el índice de riesgo de vulnerabilidad de las edificaciones que fueron construidas sin la asistencia de consultores técnicos. El empleo del método de Benedetti y Petrini fue la estrategia que se utilizó para lograr este objetivo. A lo largo de la investigación se mantiene un marco tanto descriptivo como analítico, que hace uso de una metodología cuantitativa. Dentro de la selección de la muestra, hay un total de quince viviendas que están construidas en mampostería. Para realizar la evaluación se empleó la metodología explicada anteriormente y se utilizaron once criterios, los cuales son los siguientes: Componentes del sistema que son resistentes al cambio, Son características del edificio: la cimentación, la resistencia estándar, la ubicación de la estructura, la calidad del sistema estructural y la resistencia estándar. Ejemplos de la distancia máxima entre muros incluyen elementos que no son estructurales, diagramas verticales, diagramas horizontales, diseño de planta y elevación. Otro ejemplo es la distancia máxima entre habitaciones. Se presta atención tanto al estado de conservación como al tipo de recubrimiento que se está utilizando. A lo largo de la investigación, a cada parámetro se le asignó una categorización de A, B, C o D. La letra A se utilizó para denotar el resultado que fue el más beneficioso y la letra D se utilizó para denotar el resultado que fue el menos deseable. En total se evaluaron quince estructuras y todas ellas fueron construidas con mampostería limitada (ladrillo). La administración de la Urbanización Santa Catalina no brindó ningún tipo de apoyo técnico. Por ejemplo, hay



una casa que tiene un grado bajo de vulnerabilidad, que representa el siete % del total, y ocho casas, que representan el cincuenta y tres por ciento del total, tienen un alto nivel de susceptibilidad. Todas y cada una de estas casas aportaron algo en términos de la recopilación de datos. Tras el descubrimiento de que las residencias en la zona de la Urbanización Santa Catalina – Juliaca tenían un índice de vulnerabilidad del 53%, se recomienda que se sigan los procedimientos de reforzamiento y/o demolición del hormigón para cualquier proyecto de nueva construcción que se esté llevando a cabo. Se encontró el índice de vulnerabilidad y este consejo es una reacción al hecho de que se encontró.

Palabras clave: Riesgo sísmico, albañilería confinada, vulnerabilidad.



ABSTRACT

This investigation was conducted in the Santa Catalina - Juliaca Urbanization, which was the site of the study. Because of the considerable number of residences that were built without the assistance of any technical staff, which has shown a substantial vulnerability to seismic activity, this study was carried out as a consequence of the situation.

In the context of the Santa Catalina - Juliaca Urbanization, the objective of this research is to ascertain the vulnerability risk index of residences that were built without the provision of technical consultants' aid. Utilizing the Benedetti and Petrini method was the strategy that was used in order to achieve this objective. Both a descriptive and an analytical framework are maintained throughout the course of the research project, which makes use of a quantitative methodology. Within the sample selection, there are a total of fifteen residences that are constructed out of masonry. For the aim of carrying out an assessment, the methodology that was explained before was employed, and eleven criteria were utilized, which are as follows: Those components of the system that are resistant to change, All of the following are features of the building: the foundation, the standard resistance, the location of the structure, the quality of the structural system, and the standard resistance. Examples of the maximum distance between walls include elements that are not structurals, vertical diagrams, horizontal diagrams, floor plan layout, and elevation design. Another example is the maximum distance between rooms. There is attention given to both the condition of preservation and the kind of covering that is being used. Throughout the course of the investigation, each parameter was given a categorization of A, B, C, or D. The letter A was used to denote the result that was the most beneficial, and the letter D was used to denote the outcome that was the least desirable. There were a total of fifteen structures that were appraised, and all of them



were constructed using limited masonry (brick). The administration of Santa Catalina Urbanization did not provide any kind of technical support. For example, there is one house that has a low degree of vulnerability, which accounts for seven percent of the total, and eight homes, which account for fifty-three percent of the total, have a high level of susceptibility. Each and every one of these homes brought something to the table in terms of the data collecting. Following the discovery that residences in the Santa Catalina – Juliaca Urbanization zone had a vulnerability score of 53%, it is recommended that concrete strengthening and/or demolition procedures be followed for any new construction projects that are being undertaken. The vulnerability score was found, and this advice is a reaction to the fact that it was found.

Keywords: Seismic risk, confined masonry, vulnerability.



INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, la Tierra está experimentando una metamorfosis constante como resultado de que las placas tectónicas de la Tierra están en un estado de movimiento perpetuo y se relacionan entre sí a través de la fricción y la colisión. Esta interacción está haciendo que la Tierra experimente una transformación continua. Muchos lugares del planeta son susceptibles a los terremotos, que pueden provocar daños importantes. Estos terremotos pueden ocurrir en cualquier parte del mundo. Existe una alta probabilidad de que las consecuencias incluyan el colapso de estructuras, el estancamiento de la economía, la interrupción de las redes de comunicación y el cese de los servicios públicos. Estos terremotos son la fuente de eventos catastróficos en el gran número de situaciones. Estos eventos pueden involucrar una amplia gama de catástrofes naturales, incluidos incendios, avalanchas, inundaciones y tsunamis, entre otros desastres naturales.

Por la sencilla razón de que Perú está situado en el punto donde se encuentran la placa oceánica de Nazca y la placa continental sudamericana, la nación a menudo está sujeta a un nivel significativo de actividad sísmica. El ladrillo y el adobe son los dos tipos de elementos de ejecución más frecuentes que se utilizan en la construcción de estructuras residenciales en el Perú. En comparación con el número de edificios construidos con ladrillo y adobe, el número de estructuras construidas con hormigón armado y acero es mucho menor. Una parte importante de ellas son bastante antiguas y los elementos que se usaron en su ejecución se encuentran en un estado deplorable como consecuencia de que han tenido muy poco mantenimiento. Además, a lo largo del proceso de construcción, una proporción importante de estas estructuras se crearon sin tener en cuenta los requisitos sísmicos vigentes en ese momento. En lo que respecta a las viviendas de nueva construcción, existe una proporción considerable que se



caracteriza por procedimientos de construcción inadecuados y una ausencia de mantenimiento que se considera aceptable.

Como consecuencia de Juliaca, que se encuentra en Puno, pudo experimentar vibraciones electromagnéticas en toda la ciudad. El 2 de diciembre de 2016, un terremoto con una magnitud de 3,8 en la escala de Richter ocurrió a una profundidad de nueve kilómetros, sesenta kilómetros al oeste de Lampa. La ubicación del terremoto fue sesenta kilómetros al oeste de Lampa. Además, el 1 de marzo de 2019 se produjo un sismo a una profundidad de 270 kilómetros, a ocho kilómetros al noroeste de Azángaro, lugar del evento. Con una magnitud de siete en la escala de Richter, se identificó que se produjo el sismo.

La evaluación del riesgo sísmico que puede estar vinculado a la susceptibilidad de un grupo de edificaciones en la zona de Santa Catalina es de la mayor importancia y debe realizarse lo antes posible. Las cualidades arquitectónicas físicas y estructurales de Juliaca están estrechamente relacionadas con la urbanización de la ciudad. Esta relación es muy próxima entre sí. Como la ciudad de Juliaca no es ajena a estas cuestiones, es imprescindible realizar una evaluación del riesgo sísmico.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Exposición de la situación problemática

En los últimos años, los aspectos relacionados con el impacto sísmico han adquirido un mayor grado de visibilidad tanto a nivel nacional como internacional. Tomemos como ejemplo el evento ocurrido el 14 de agosto de 2021 en Nippes, Haití, que provocó la destrucción de una cantidad importante de bienes y la muerte de 2.248 personas. Este es un ejemplo de lo que quiero decir con esto. A pesar de que la intensidad de estos eventos naturales es ahora menor que en el pasado, nuestro país está acostumbrado a ellos. Como ejemplo de las víctimas mortales humanas que se han documentado, considere el terremoto ocurrido en Sullana el 30 de julio de 2021. Este terremoto fue responsable de la muerte de dos personas, respectivamente.

Según Hernando Tavera, quien fue entrevistado, la costa central del Perú se encuentra en un estado de quietud sísmica desde hace más de doscientos años. Así lo dijo en el transcurso de la conversación. La magnitud de los fenómenos que se están produciendo en los países que se encuentran en sus proximidades es equivalente y quizás incluso superior a la tranquilidad que se vive actualmente.

Debido a las mejoras que se realizaron con la NP de Diseño Sismorresistente (E 0.30), que incluyeron el incremento de la rigidez estructural y el efecto de los



deslizamientos de los pisos, es vital determinar la edad de la estructura. Estas mejoras se realizaron con el fin de hacer que el edificio sea más resistente a los terremotos. Los edificios de nuestra ciudad que se construyeron por medios experimentales y se clasifican como estructuras de clase C tienen una alta probabilidad de derrumbarse o quedar inoperantes en el Perú. Esto se debe a la alta posibilidad de que se construyan aquí. Esto a pesar de que las normas sismorresistentes de Chile no funcionaron como se esperaba después del terremoto de magnitud 8.8. En vista de esto, el estado sufrirá en pérdidas económicas, y las repercusiones de estas pérdidas las sufrirán todas y cada una de las personas que viven dentro de las fronteras del país. Por ende, es de vital crucialidad realizar un análisis cualitativo de las casas existentes en nuestro vecindario mediante una inspección visual preliminar para determinar el nivel de seguridad que brindan. Esta evaluación debe realizarse con el fin de hallar el nivel de seguridad que brindan estas edificaciones. Es muy necesario que esto se haga para evitar la necesidad de esperar a que ocurra un desastre para tomar medidas.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Qué factores inciden en riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuál es el rango de riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?



3. ¿Cómo intervenir en el reforzamiento estructural de las viviendas construidas sin dirección técnica, en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el índice de riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca, mediante el método de Benedetti y Petrini.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Verificar los factores que inciden en el riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca.
2. Estimar el rango de riesgo sísmico que presentan las viviendas construidas sin dirección técnica, en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca.
3. Describir metodologías de intervención para reforzar las viviendas construidas sin dirección técnica, en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca.

1.4 Justificación del estudio

1.4.1 Justificación técnica

Es de suma importancia que la rama de la ejecución le dé siempre una alta vitalidad a la seguridad y resiliencia, independientemente de las ventajas económicas y sociales que pueda recibir. Al realizar un examen más profundo de la ciudad de Juliaca, y más específicamente del conjunto residencial Santa Catalina, se hace evidente que las viviendas no tienen ningún tipo de orientación tecnológica. Tanto el tiempo necesario para la construcción como los costos asociados a la misma se reducen como resultado



directo de esta situación. Debido a que existe una falta de garantía sobre la calidad y seguridad de la construcción, las viviendas son vulnerables a los choques sísmicos.

Para satisfacer este criterio, es necesario hallar el índice de riesgo sísmico de las edificaciones que se encuentran dentro del conjunto residencial Santa Catalina en Juliaca. Esto se hace con la intención de identificar el nivel de peligrosidad sísmica que actualmente presentan estas edificaciones.

Juliaca se encuentra ubicada en la zona 3, lo que sugiere que las viviendas en esa zona tienen un mayor riesgo de sufrir daños o ser destruidas en caso de que se desencadene un desastre sísmico. Esto cumple con los requisitos de la norma E.030, por lo que es aceptable.

1.4.2 Justificación económica

Durante el proceso de implementación se realizará una aplicación de la técnica de índice de vulnerabilidad que idearon Benedetti y Petrini. Con este enfoque, es mucho más sencillo analizar el riesgo o susceptibilidad sísmica de las estructuras de una manera que no solo es práctica sino también económica. Además, a pesar de que la organización no cuenta con el equipo necesario para desarrollar evaluaciones que se denominan Estructuras, es concebible aplicarlas en grandes ubicaciones urbanas haciendo uso de formatos y cálculos simples.

1.4.3 Justificación social

Las familias de inmigrantes han construido sus viviendas en zonas que han experimentado un rápido crecimiento a lo largo de varios años. En la ciudad de Juliaca, se han construido algunas casas sin realizar las pruebas previas necesarias para identificar la calidad del suelo y sin realizar la supervisión profesional necesaria para la construcción. Estas edificaciones se han creado sin la supervisión profesional



adecuada. Esta fue la circunstancia en la que se encontraron muchas familias, y fue así. La economía enfrenta desafíos considerables como resultado de los eventos sísmicos. El objetivo de esta investigación es producir un pronóstico sobre el riesgo sísmico que experimentaron los edificios utilizando soluciones de refuerzo estructural en entornos residenciales. Esta predicción será posible gracias al uso de este estudio.

En esta investigación, se evaluará el riesgo sísmico de los edificios que se construyeron sin la ayuda de un experto y se propondrán opciones para el refuerzo de las estructuras de dichos edificios.

1.4.4 Justificación ambiental

Con el fin de proporcionar una buena calidad de vida a las personas que residen en Juliaca, esta investigación se utilizará para identificar el problema de la construcción sin la ayuda de un profesional, se utilizarán enfoques para el fortalecimiento y se realizarán esfuerzos para lograr estos objetivos.

Los hallazgos y recomendaciones de este estudio dan lugar a la posibilidad de realizar una evaluación precisa del riesgo sísmico relacionado con las residencias que se encuentran dentro de la Urbanización Santa Catalina de Juliaca. Durante el proceso de llegar a sus hallazgos, esta evaluación tiene en cuenta la posibilidad de que se produzcan eventos sísmicos.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedente internacional*

Con base en los hallazgos de Gualoto y Querembras (2019), se ha determinado que los edificios han sufrido una ruptura en su integridad como consecuencia del uso de procesos constructivos informales. Esto se debe a que las secciones de los elementos estructurales no son suficientes para cumplir con dichos estándares. El 93 por ciento de los estudios que se realizaron a las viviendas objeto de la investigación revelaron que existe un riesgo considerable de caída de un parapeto que no esté fijado antes de un elemento estructural. El 44 por ciento de los automóviles presentan irregularidad torsional, el 40 por ciento tiene problemas de humedad, que en su mayoría son causados por filtraciones, y el 17 por ciento tiene recubrimientos desprendidos, que son principalmente el resultado de fracturas. Todas estas dificultades son causadas por filtraciones. Un tercio de las columnas son cortas, en su mayoría como consecuencia de la presencia de pequeñas ventanas situadas en las proximidades de las mismas. Esto representa el trece por ciento del número total de columnas. Los daños más frecuentes que se detectaron en los edificios analizados fueron grietas y fracturas en la mampostería y los componentes estructurales. Estos fueron los tipos de daños que se investigaron. Se puede deducir esto del hecho de



que el 93 por ciento de los casos investigados se vieron afectados por el fenómeno. Un punto que debe tenerse en cuenta es el hecho de que las grietas se producen por el asentamiento desigual del suelo bajo la superficie. (págs. 173-174)

2.1.2 Antecedente nacional

En su tesis, publicada en 2006 y titulada "Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas", Astorga M. M. A. estudia el comportamiento de las edificaciones que se encuentran en lugares propensos a sismos. El comportamiento de las edificaciones que están sujetas a sismos frecuentes (con un período de retorno de cincuenta años y una aceleración máxima del suelo de dos gramos) así como a grandes sismos (con un período de retorno de quinientos años y una aceleración máxima de cuatro gramos) es el foco principal de su investigación. Según los hallazgos del estudio, las edificaciones construidas con concreto y mampostería que fueron construidas después del año 1997 sobrevivirían a daños de menos del cinco por ciento en caso de sismos que ocurrieran con frecuencia. Por otro lado, los sismos severos causarían daños a las mismas estructuras que podrían alcanzar hasta el cuarenta por ciento de su valor original. Las estructuras de concreto y mampostería y los edificios de adobe que fueron erigidos antes de 1997 serían vulnerables a daños significativos en caso de varios sismos. El riesgo de que se produzcan estos daños es del veinte por ciento para las estructuras de mampostería de concreto y del cuarenta y cinco por ciento para las edificaciones de adobe. Es posible que ambos tipos de edificaciones sufran niveles de daño de 65% y 95%, respectivamente, en caso de sismos de gran potencia, lo que a la larga resultaría en su aniquilación total. Para que el estado pueda completar con éxito el proceso de desarrollo de un plan nacional para la conservación de la infraestructura educativa, es necesario que el estado recopile y organice la información necesaria para establecer



una representación cuantitativa de la distribución geográfica y las circunstancias locales de la infraestructura educativa. Esto es necesario para que el estado pueda concluir con éxito el proceso. Al mismo tiempo que se establece este plan, es de suma importancia poner en práctica técnicas de mitigación de vulnerabilidad que sean a la vez rentables y eficientes para las edificaciones que son más vulnerables.

2.1.3 Antecedente local

En su estudio titulado «Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E - 070 del RNE en la ciudad de Juliaca Puno», Nervi (2017) señala que el objetivo de la investigación fue hallar y analizar el riesgo sísmico que está asociado a las viviendas de albañilería confinada que fueron construidas con materiales artesanales. Específicamente, la investigación se realizó en la ciudad de Juliaca Puno. Las técnicas de construcción inadecuadas y la falta de asistencia técnica competente son dos de las características que definen a estas viviendas. Se incluyeron en la muestra cuarenta viviendas particulares independientes, todas ellas situadas dentro de la ciudad de Juliaca. Para recoger esta información se utilizaron fichas de campo, elaboradas específicamente para registrar el proceso de construcción, el tipo de materiales empleados y el grado de ejecución. Según los datos, existe un gran riesgo de actividad sísmica en caso de terremoto, con una intensidad que oscila entre media y alta. Este riesgo es especialmente elevado en caso de sismo. Un riesgo sísmico de 65% se relaciona con las viviendas que se ubican en el sector de salida Cusco, mientras que un riesgo sísmico de 94.5% se asocia con las viviendas que se ubican en el sector de salida Huancafé. Ambos escenarios están relacionados con el potencial sísmico. Existe un riesgo sísmico alto en el cincuenta por ciento de las viviendas que fueron analizadas en los alrededores de la salida de Cusco, el cuarenta y cinco por ciento de las residencias tienen una susceptibilidad media, y

sólo el cinco por ciento de las residencias tienen una sensibilidad baja. El sesenta por ciento de las residencias que fueron evaluadas en la zona de la salida de Huancané tienen un riesgo sísmico alto, el treinta y cinco por ciento tienen una sensibilidad media, y sólo el cinco por ciento tienen una susceptibilidad baja a los terremotos. Se realizó una inspección para determinar el riesgo sísmico de las viviendas. En la zona de salida de Huancané, sesenta por ciento de las viviendas que fueron analizadas poseen alto riesgo sísmico, treinta y cinco por ciento tienen sensibilidad media, y sólo cinco por ciento tienen susceptibilidad moderada al sismo. (págs. 120-130)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Zona sísmica

El departamento de Puno se encuentra ubicada en la zona 3 del mapa sísmico con un coeficiente igual a 0.35.

Figura 1

Mapa de zonificación sísmica



Nota. Reglamento Nacional de Edificaciones (2019)



2.2.2 Viviendas construidas sin dirección técnica

Como afirma Sánchez (2001), «la gestión técnica es imprescindible para el análisis de las distintas fases del proyecto a desarrollar, así como para la planificación estratégica y la coordinación técnica de los procedimientos y la construcción de los proyectos en curso» (p. primer párrafo). Esta afirmación se hace en referencia al hecho de que la dirección técnica es necesaria para todas estas cosas.

El director es responsable de que las construcciones se terminen a tiempo, se ajusten a las restricciones presupuestarias y alcancen el grado de perfección técnica exigido. Esta obligación significa que el director ha asumido la responsabilidad profesional del proyecto. Dado que es necesario tener en cuenta los elementos asociados a la construcción y la gestión de los riesgos técnicos a lo largo de todo el proceso de construcción, es esencial contar con especialistas cualificados y preparados para supervisar la dirección técnica de un proyecto. Esto se debe a que es esencial tener en cuenta los aspectos mencionados.

- Es obligación del director realizar la tarea que se requiere, y este servicio especifica esa responsabilidad.
- Para garantizar que la interpretación de los planos de diseño e instalación se ajusta a los requisitos de conformidad, es obligación del director técnico asegurarse de que así sea.
- Las fases que componen la ejecución están bajo su dirección y responsabilidad.
- Revisión sobre la calidad del producto.
- Esto se refiere a la administración de las cosas que entran y salen del sistema.

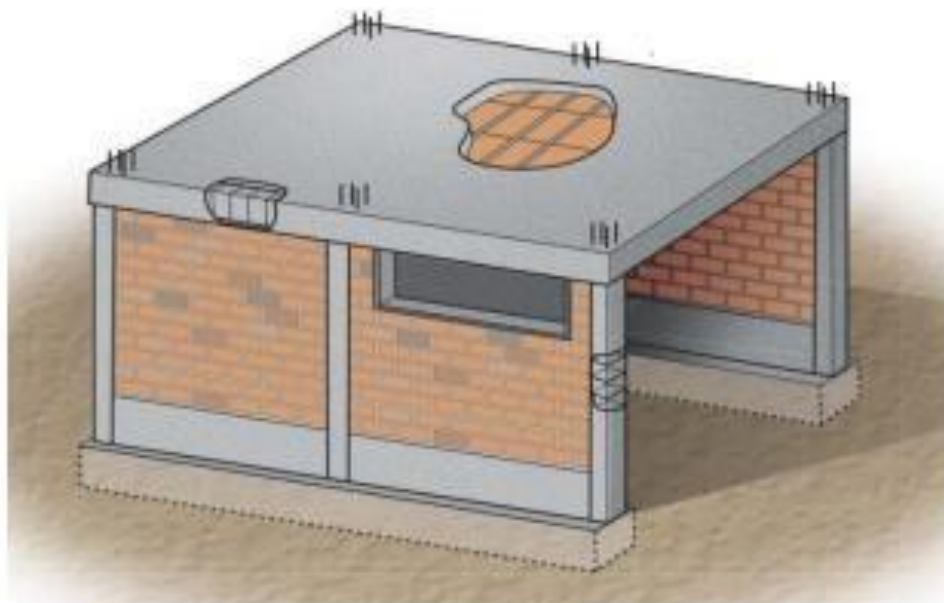


- con respecto a la integridad de la ubicación de la obra.

Enrique (2017) señaló que «el 70% de las viviendas construidas en Lima, y en consecuencia un porcentaje marginalmente mayor a nivel nacional, se construyen sin someterse a ningún proceso formal.» Esta afirmación fue hecha en referencia a que el porcentaje de viviendas producidas en Lima es mucho mayor que el porcentaje de viviendas construidas a nivel nacional. Este comentario se hizo en relación a los métodos usados. Esto indica que no fueron construidas por un experto capacitado, y como consecuencia, no fueron sometidas a ningún tipo de supervisión por parte de algún tipo de autoridad. Como consecuencia de esto, las estructuras que incluyen métodos informales son las que se verían afectadas por un terremoto. Estos edificios no están preparados para el acontecimiento que se está produciendo. Este predicamento es el resultado de la falta de experiencia en el diseño, la construcción y la supervisión de estas viviendas, lo que provoca la existencia del problema.

2.2.3 Vivienda de albañilería de ladrillo confinada

La albañilería restringida es la técnica de ejecución más utilizada para las estructuras residenciales, y el nombre «albañilería restringida» hace referencia a este enfoque. La construcción de esta forma de estructura implica el uso de ladrillos que se fabrican a partir de arcilla que se ha quemado, columnas de atado, vigas de piso y otros componentes como estos. La construcción de esta forma de casa comienza con la construcción del muro de ladrillo, luego se pasa al vertido de hormigón para las columnas de atado y, finalmente, culmina con el montaje del tejado junto a las vigas durante la última fase de la construcción. (Aceros, 2014, pág.)

Figura 2*Albañilería confinada*

Nota. Aceros Arequipa (2014)

«Mampostería reforzada con elementos de hormigón en todo el perímetro, que se hormigonaron después de la construcción de la mampostería». La cimentación de hormigón se tendrá en cuenta para cumplir el objetivo de proporcionar confinamiento horizontal a los muros del primer nivel.

2.2.3.1 Aspectos geométricos

Los muros de carga son responsables de absorber las fuerzas de corte entre pisos inducidas por las tensiones sísmicas en el edificio. Como resultado, los muros de carga juegan un papel vital en el desempeño sísmico de los edificios. Esto se debe a que los muros de carga son responsables de absorber estas fuerzas. Hay un cierto grado de rigidez lateral que es aportado por cada muro de carga, y las cargas se distribuyen uniformemente. Además, los muros de carga son los responsables de absorber el esfuerzo cortante adicional provocado por las fuerzas de torsión presentes en el interior



de la estructura. Según Abanto (2002), el momento torsor en planta es directamente proporcional al esfuerzo cortante, que está relacionado con la rigidez y la distribución de masas de los muros de carga. Ambos factores están ligados al proceso de planificación. Existe una relación directamente proporcional entre la fuerza cortante y el momento torsor.

Según Sirumbal y colaboradores (2011), «las expresiones analíticas para la rigidez de los muros de mampostería confinada tienen en cuenta tanto las deformaciones por cortante como por flexión, siendo las primeras las que suelen tener.» Esta es la conclusión que puede extraerse de la afirmación anterior. Se cree que los muros cortantes tienen un mayor grado de rigidez en comparación con las deformaciones por flexión dentro de la misma estructura.

El área de cortante de la sección transversal es la característica geométrica más esencial en el contexto de los muros de carga de mampostería restringida porque dicta de la actividad sísmica. Esto se debe a que el área de corte de la sección transversal es la propiedad más importante. Existe la posibilidad de que esto se explique por el hecho de que es el atributo geométrico más significativo.

En el contexto, es de la mayor importancia proporcionar una descripción de una característica particular de la mampostería constreñida que se conoce como densidad del muro. En concreto, Sirumbal (2011) proporciona una definición para el concepto geométrico adimensional conocido como densidad de muro. Se trata de un número que establece una conexión entre las áreas de cortantes totales de todos los muros de mampostería restringida que están alineados con una de los sentidos principales de la planta del edificio y el área total de la propia planta.



Por otro lado, la filosofía de diseño que se establece en la Norma Técnica E 070 hace lo posible por proporcionar un comportamiento elástico en los muros de carga de mampostería durante sismos moderados y un comportamiento inelástico durante sismos severos (Sirumbal, 2011).

2.2.3.2 Aspectos constructivos

La producción de bloques de mampostería se puede realizar utilizando una variedad de materiales, incluyendo arcilla cocida, hormigón y cal de sílice, entre otros. Estos componentes pueden provenir de particulares o de establecimientos comerciales. Es posible que la geometría de los bloques de mampostería sea lo que determine si son macizos, huecos o tubulares. Esto solo es añadir sal a la herida. De acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcción - E.070 (2015), este es el curso de acción apropiado a seguir.

Cuando se trata de la construcción de edificios de mampostería, la unidad de mampostería a menudo se considera el componente más esencial que se utiliza. La arcilla, el hormigón de cemento Portland y una mezcla de sílice y cal son algunas de las materias primas más esenciales que se utilizan en el proceso de fabricación de este producto. Además de estos ingredientes básicos, hay una variedad de componentes adicionales que son necesarios. Gallegos y Casabonne (2005) han propuesto que podría crearse mediante el uso de extrusión, moldeo o una combinación de estos diversos métodos de compactación, respectivamente.

Como resultado de este cálculo, estas unidades se ubican en un rango de categorización inferior. Esto se debe a que la resistencia ahora se determina en función del área bruta. Además, es de suma importancia enfatizar que las unidades huecas muestran un nivel significativo de fragilidad debido a su composición.



Según Mosqueira y Tarque (2005), la palabra "mortero" se utiliza para referirse al medio aglutinante que se utiliza en la ejecución de muros mediante el uso de mortero. Los agentes de la mampostería se conectan entre sí tanto en alineaciones horizontales como verticales, que es la función de este componente.

Debido a que desempeña un papel en la acomodación de las irregularidades inevitables de las unidades y, lo que es más importante, en la unión de las mismas con relativa estabilidad durante el proceso de construcción, de modo que imparte rigidez para facilitar el asentamiento de las hiladas posteriores y, en última instancia, crea una estructura que es duradera, impermeable y tiene cierta resistencia a la tracción (Gallegos y Casabonne, 2005), se utiliza ampliamente en la industria de la construcción. El cemento, el agua y los agregados son los tres componentes principales que deben combinarse durante todo el proceso de fabricación para producir hormigón. Este es un requisito previo para toda producción de hormigón. La combinación también se complementa con un componente adicional, que a veces se denomina aditivo. Este componente se agrega de manera constante. En cuanto a los hallazgos de Ordoñez (2016), el material en cuestión a menudo se conoce como aditivo.

En lo que respecta a SECICO y PUCP (2012), en la página trece se especifica que "El hormigón utilizado para confinamientos de elementos debe poseer una resistencia a la compresión no inferior a 175 kg/cm y debe cumplir con las estipulaciones establecidas en la Norma Técnica de Edificación E 060 Hormigón Armado". Este es un requisito que se debe cumplir para garantizar que los elementos estén bien contenidos.

El acero se utiliza en conexión con el hormigón; por lo tanto, el hormigón es capaz de soportar cargas de compresión, mientras que el acero es capaz de manejar



tensiones de tracción (SENCICO & PUCP, 2012, página 13). El hormigón se utiliza en conjunto con el acero, junto con el hormigón debido a su versatilidad. (Abanto, 2002)

2.2.3.3 Aspectos estructurales

Cuando se trata de la construcción de estructuras de mampostería confinada, los muros de corte constituyen la mayor parte del sistema estructural que se utiliza. Es importante señalar que estos muros se definen por el hecho de que se construyen con mampostería de arcilla y se apoyan en pilares y vigas de hormigón armado.

Una estructura que no presenta las características típicas de los pórticos se denomina mampostería limitada, según Arango (2002). Los muros de corte son elementos estructurales que se pueden encontrar en las construcciones y están diseñados para proporcionar resistencia a los esfuerzos laterales causados por la actividad sísmica. Está directamente relacionado con el grado en que aumenta el desempeño estructural de las viviendas durante los sismos el número de muros que se construyen a lo largo y perpendicularmente a la fachada de la vivienda. Además, según Mosqueira y Tarque (2005), los muros limitados también son responsables de soportar las cargas verticales, lo que simplifica la transmisión de cargas de las losas a la fundación. Esto se debe a que los muros limitados son responsables de soportar las cargas verticales.

Durante la construcción de una estructura de mampostería limitada, los muros proporcionan resistencia lateral y rigidez, mientras que los confinamientos garantizan la flexibilidad de la estructura.

Según la afirmación que Sirumbal hace en su ensayo de 2011, «la mampostería confinada se caracteriza por la presencia de numerosos muros.» En cuanto a la distribución de los muros en toda la superficie de la planta, se observa una falta de homogeneidad. A pesar de que la longitud de los muros puede



modificarse, el grosor de los mismos está restringido por las dimensiones de los ladrillos y la orientación de los mismos durante el proceso de instalación. Es de suma importancia ser consciente de este hecho.

Aún más significativo es que "debido a las características de sus componentes estructurales y la elevación generalmente baja de tales edificios (raramente superiores a tres pisos), la mampostería confinada constituye un sistema estructural altamente rígido que, durante eventos sísmicos, exhibe desplazamientos laterales mínimos y deformaciones entre pisos, junto con una propensión a fallas frágiles por corte" (Gallegos en conjunto con Casabonne y colegas, 2005).

San Bartolomé (2005) explica que cuando los muros de carga de mampostería muestran signos de agrietamiento durante la fase inelástica, los componentes restrictivos reducen las presiones de corte que los muros de mampostería no pueden soportar. Como consecuencia de esto, los muros de carga adquieren ductilidad, lo que a su vez evita que las fracturas se extiendan a través de las paredes. En vista de esto, los componentes que se utilizan para el confinamiento deben construirse de tal manera que sean capaces de resistir las cantidades de fuerza que se generan por este tipo de movimiento.

Las losas, independientemente de si son ligeras o sólidas, actúan como placas axialmente rígidas cuando las cargas están restringidas dentro de su plano. Esto es así independientemente de si las losas son sólidas o ligeras. Al estar empotradas en los muros, son capaces de distribuir de manera uniforme los desplazamientos laterales que se producen por los eventos sísmicos. Esto se demuestra por el hecho de que son capaces de hacerlo. Una ventaja adicional es que proporcionan soporte en los márgenes horizontales de las losas, lo que es una ventaja sustancial. Solo había una característica que hacía factible incluir diafragmas flexibles en la



construcción final del techo y era la existencia de vigas de piso de hormigón armado que ofrecen soporte horizontal a los muros.

Durante la construcción de los muros, las fuerzas paralelas al plano pueden provocar corte y falla por flexión. Ambos tipos de fallas en los muros pueden ocurrir como resultado del terremoto. Fuerzas de tracción y compresión significativas, además de la falla por flexión, son responsables de la formación de fracturas horizontales en la base de las columnas. La razón de esto es que las dos fuerzas interactúan entre sí. También genera fisuras en los muros que están orientados horizontalmente, que es otro efecto que tiene. Durante la falla por corte, el confinamiento y la mampostería se separan entre sí. Esta es la característica definitoria de la falla por corte. Cuando se aplica una compresión diagonal, los muros constreñidos comienzan a reaccionar de una manera análoga a la de los marcos contrachapados. Esto hace que los muros queden más constreñidos. Como consecuencia de este tipo de falla, la producción de grietas diagonales en el muro constreñido es a menudo el resultado, como afirman Mosqueira y Tarque (2005).

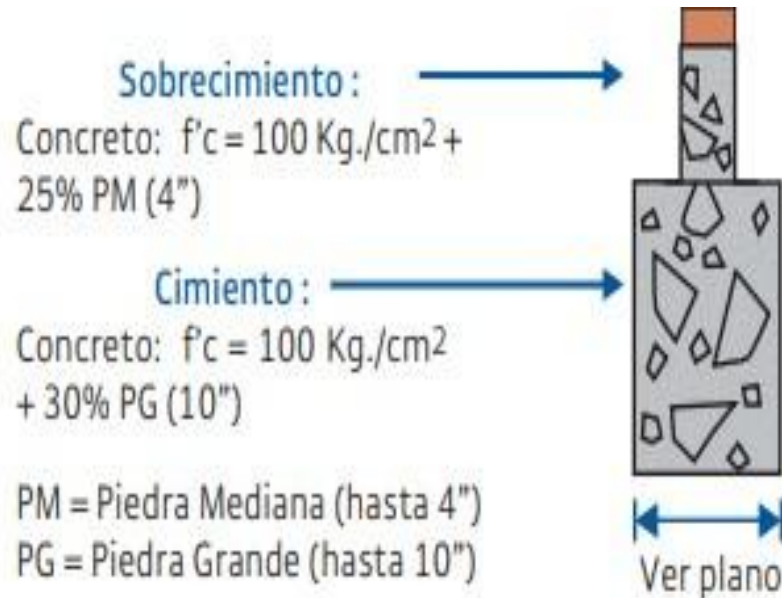
En la gran parte poseen la rigidez adecuada para realizar la función de elemento diafragma, lo que permite distribuir con mayor facilidad las fuerzas sísmicas en función de la rigidez de los muros. Para evaluar la resistencia sísmica de proyectos comparables entre sí, se toma en cuenta la densidad de muros en cada sentido.

2.2.3.4 Cimentación

Según Aceros Arequipa (2014), la «cimentación corrida» se utiliza con frecuencia debido a que en el proceso constructivo se incluyen muros de carga. Constituida por los siguientes componentes:

Figura 3

Requerimientos mínimos de cimentaciones albañilería confinada



Nota: Aceros Arequipa (2014)

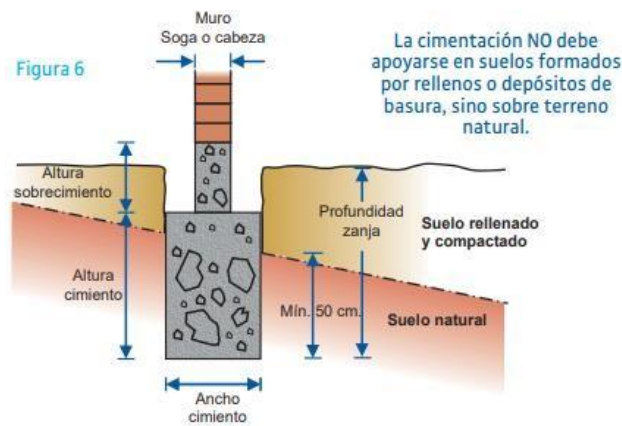
Concreto ciclópeo = cemento + hormigón + agua + piedra zanja (mediana o grande)

En términos generales, las proporciones de la cimentación corrida están definidas por dos elementos, lo cual es un hecho que se debe tener en cuenta ya que es de suma importancia:

- De la clase de suelo:** Para completar con éxito el proceso de cálculo de las proporciones de la cimentación en franjas, es requerido realizar un análisis exhaustivo de las características del terreno. El «factor suelo» es algo que preocupa al proyectista a la hora de organizar la disposición estructural de la casa de ladrillo que se va a producir que se va a construir.

Figura 4

Información referencial de cimentación en suelo normal



INFORMACIÓN REFERENCIAL

- a1.- Profundidad mínima zanja:
 - 100 cm. para suelo normal
 - 120 cm. para suelo blando
 - a2.- Cimiento:
 - Ancho mínimo:
 - 40 cm. para suelo normal
 - 60 cm. para suelo blando
 - Altura mínima:
 - 80 cm. para suelo normal
 - 100 cm. para suelo blando
- } Datos válidos solo para viviendas de 1 ó 2 pisos

Nota. Aceros Arequipa (2014)

Figura 5

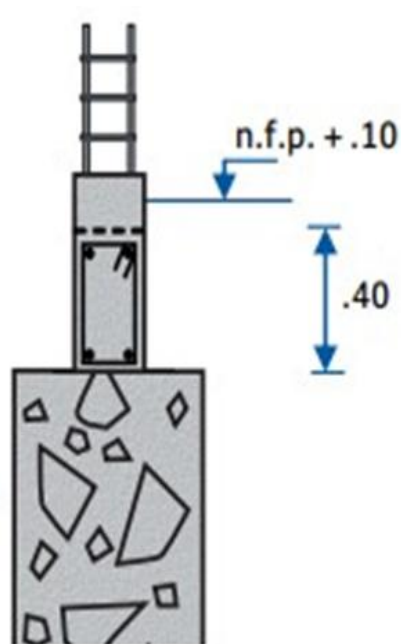
Información referencia de cimentaciones en suelo blando

Figura 7

INFORMACIÓN REFERENCIAL

Concreto: $f'c = 175 \text{ Kg./cm}^2$ (mínimo)

Refuerzo : (cantidad mínima)
 $4 \text{ } \varnothing 1/2''$: Estribos $\varnothing 6 \text{ mm.}$: 1 a .05,
 3 a .10, c/e , Rto. .25



Nota. Aceros Arequipa (2014)



- b. **Del peso total a soportar:** no se puede aplicar universalmente a todas las cimentaciones en el mismo grado en todos los ámbitos. La asistencia que prestan algunas fundaciones es superior a la que ofrecen otras. Esto no sólo se debe a la cantidad de pisos que incluyen, sino también a la colocación de esas cimentaciones dentro del diseño. Antes de emitir cualquier juicio, el ingeniero de diseño tiene en cuenta el diseño estructural de la casa. Esto se hace antes de tomar cualquier decisión.

2.3 Alternativas de reforzamiento

2.3.1 Alternativas de refuerzo en edificaciones de albañilería confinada

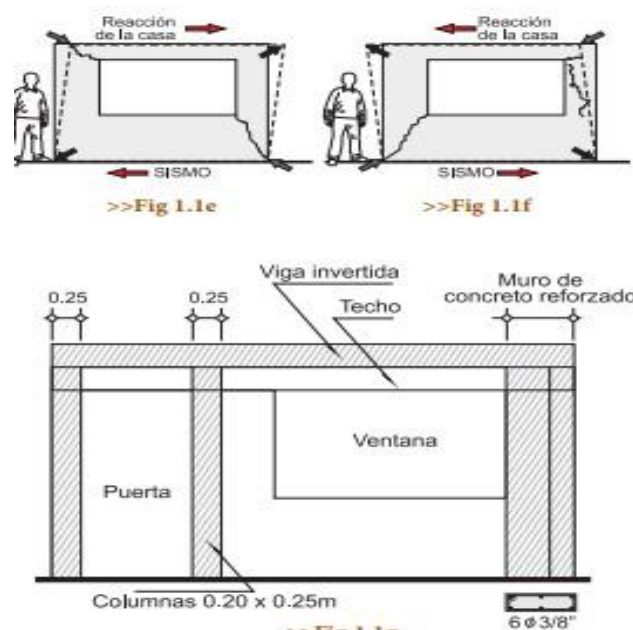
2.3.1.1 Falla por tracción diagonal:

1. Para que el tejado sea estable, es ventajoso utilizar vigas y soportes que sean rectos.
2. En la segunda fase es necesario eliminar las paredes dañadas y mal colocadas.
3. Una vez colocado el refuerzo para la columna, el siguiente paso es preparar las varillas de acero cortándolas y disponiéndolas de forma que se ajusten a las especificaciones que se ilustran en la figura X. Se recomienda adornar la fachada con columnas que tengan unas dimensiones de 0,20 metros por 0,25 metros, con un tamaño de 0,25 metros y una dirección paralela a la fachada. A las columnas se les deben colocar estribos que tengan unas medidas de 4 pulgadas por 3/8 pulgadas y 1/4 pulgadas por 0,15 pulgadas respectivamente. Se recomienda colocar estos estribos en el punto más alto del hueco de la ventana. Es necesario sustituir el estribo del lado derecho por un pequeño muro de hormigón armado que mida 6 por 3/8 pulgadas o, más

- a menudo, por una columna que mida 0,20 por 0,25 metros. Esto se hace con el fin de obtener más información.
4. Asegúrese de que las varillas de los pilares y las vigas de atado del tejado están unidas entre sí estableciendo una conexión segura utilizando los medios adecuados. Construir vigas invertidas en el tejado es algo que debe hacerse en el caso de que no estén ya presentes.
 5. La reconstrucción de los muros destruidos en la quinta fase es un paso esencial que hay que dar.
 6. Es necesario utilizar hormigón para rellenar las vigas, losas y columnas durante todo el proceso de construcción.
 7. Se deben hacer siete sustituciones diferentes para la misma ventana en particular (Kuroiwa & Salas, 2009, págs. 38-39)

Figura 6

Reforzamiento por falla a tracción



Nota. Manual de reparaciones y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada (2009)



2.3.1.2 Falla por compresión diagonal

CASO I:

1. Es esencial retirar el hormigón situado en los extremos de los pilares y vigas que están causando el problema.
2. Para reemplazar completamente las varillas que se han deformado, instale un nuevo refuerzo y, a continuación, suelde las nuevas varillas a las varillas que ya están en su lugar.
3. Repita los pasos 2 y 3 hasta sustituir totalmente las varillas. Para colocarlas correctamente, deben colocarse a una distancia diagonal de dos pulgadas y media.
4. El paso consiste en recortar la esquina superior de la pared, procurando que la abertura mantenga la forma de octógono durante toda la actividad mencionada.

Es necesario dividir la cantidad de hormigón, que equivale a 210 kilogramos por centímetro cuadrado, en cuatro partes iguales.

CASO II:

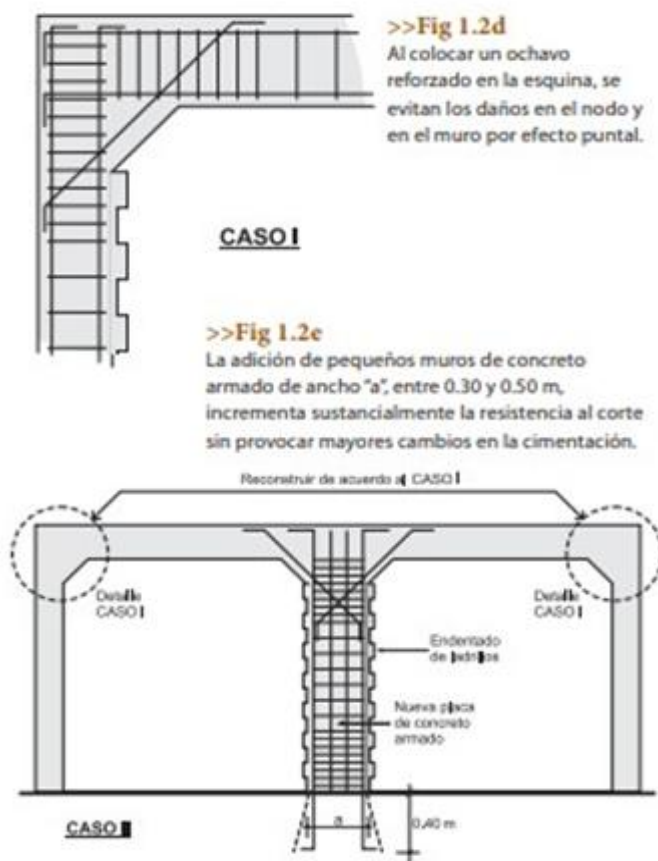
1. Cuando el muro de ladrillos va a estar expuesto a cortante sísmico severo y tiene una densidad baja a lo largo de su eje, es absolutamente necesario incluir una placa de hormigón con una anchura de «a» en el centro del muro. Esto se debe a que el muro estará sometido al cortante. Teniendo en cuenta las condiciones que se dieron en la solicitud sísmica, este resultado debe estar de acuerdo con esos requisitos.

2. Cuando se realizan modificaciones en el muro para dar cabida a la nueva placa, se deben hacer los cortes de manera endentada para poder generar llaves de cortante. Como consecuencia de ello, se evitará que el muro «resbale» cerca de

la placa, lo que se traducirá en una gran reducción del efecto puntal que se presenta en las esquinas superiores del muro.

Figura 7

Reforzamiento por falla a compresión



Nota. Manual de reparaciones y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada (2009)

2.3.1.3 Mallas de refuerzo

En el contexto de los muros que presentan un cuello construido de ladrillo. Además, los pilares de confinamiento tienen que colocarse en los extremos especificados que necesitan que estén allí. Con el fin de contener los tabiques y evitar defectos en el segundo nivel, es necesario construir columnas. Se recomienda que estos pilares se sitúen en las zonas de apoyo de la estructura en voladizo.

Con el fin de permitir la incorporación de voladizos dentro de los límites y el uso de ladrillos tubulares como componentes portantes, es necesario reforzar ambos lados de los muros ya colocados. Teniendo en cuenta que esto podría ocasionar problemas, es de suma importancia que se realice en los muros situados en el segundo piso, así como en los que dan a la fachada de la casa.

Debido a la presencia de salitre y humedad, los marcos estructurales necesitan ser cubiertos ya que exhiben una cantidad significativa de grietas. Esto se debe a que los marcos son propensos a agrietarse. Para eliminar esta fuente de humedad, es necesario realizar una investigación sobre la probabilidad de que existan filtraciones de agua o desagües en el interior del inmueble, así como en las viviendas que se encuentran junto a él. Este estudio debe realizarse para eliminar la fuente de humedad.

2.3.1.4 Mallas electrosoldadas

Cuando los muros de mampostería se han reforzado con unidades de ladrillo tubulares que se han fijado a la pared con varillas, se colocarán anclajes químicos en las esquinas y se utilizarán alicates como conectores. Esto se hará después de que se hayan reforzado los muros de mampostería. Después de que se hayan colocado las unidades de ladrillo, se colocará un mortero típico que se conforma de una proporción de cemento y arena sobre ellas.

2.4 Riesgo sísmico por vulnerabilidad

La siguiente ilustración ilustra el alcance del daño que tienen el potencial de sufrir las estructuras como consecuencia de un terremoto. El que este daño sea o no extenso depende de las características del diseño del edificio, la calidad de los materiales utilizados en su construcción y el método de construcción que se utilizó.



2.4.1 Clases de vulnerabilidad sísmica

2.4.1.1 Vulnerabilidad sísmica estructural

La frase "susceptibilidad sísmica" se utiliza para definir el grado en que los componentes estructurales de un edificio o estructura son susceptibles de sufrir cambios o daños como consecuencia de tensiones sísmicas internas. Esta palabra se utiliza cuando se hace referencia a un edificio o estructura.

Es extremadamente improbable que las columnas sufran daños estructurales como resultado de terremotos importantes, e incluso cuando lo hacen, el daño es muy irregular. Hay muchas formas diferentes en las que el daño puede manifestarse. Algunos de estos métodos incluyen fracturas diagonales provocadas por esfuerzo cortante y/o torsión, grietas verticales, delaminación del revestimiento, aplastamiento del hormigón y pandeo de las barras longitudinales como consecuencia de fuertes tensiones de compresión por flexión. Es posible que las vigas presenten grietas diagonales y fallas de estribos como resultado de esfuerzo cortante y/o torsión, agrietamiento vertical, ruptura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del hormigón como resultado de la flexión causada por fuerzas sísmicas que ocurren por encima y por debajo alternas (OPS, 2004, p.148). Estas grietas y fallas pueden ocurrir como resultado del esfuerzo cortante y/o torsión.

Cuando se trata de los muchos componentes estructurales, las conexiones o uniones que existen entre ellos son a menudo las partes más significativas de la estructura. El esfuerzo cortante es la fuente de fracturas diagonales en las uniones viga-columna (nodos), y es inusual encontrar fallas en vigas debido a un desarrollo insuficiente o esfuerzos de flexión excesivos (OPS, 2004, p. 148). Las fracturas por



esfuerzo cortante son causadas por el esfuerzo cortante. Es el esfuerzo cortante el responsable de las fracturas por esfuerzo cortante.

Existe la posibilidad de que se produzcan fracturas por esfuerzo cortante perforantes alrededor de las columnas en las losas, y pueden surgir grietas longitudinales a lo largo de la losa como consecuencia de las altas demandas de flexión que impone el terremoto en determinadas circunstancias. Ambas fracturas pueden ser causadas por el terremoto (OPS, 2004, pág.149)

2.4.1.2 Vulnerabilidad sísmica no estructural

A pesar de que puede volverse disfuncional como consecuencia de un daño que no es estructural, una estructura puede seguir existiendo después de un desastre. Esto es así, aunque el edificio haya sufrido daños.

En el contexto, la frase "vulnerabilidad no estructural" es la que se utiliza para caracterizar este tipo de riesgo. Los materiales que no son estructurales pueden clasificarse en uno de tres grupos, según las circunstancias. Esta lista incluye las categorías de componentes arquitectónicos, equipos y mobiliario e instalaciones importantes (OPS, 2004, pág. 149). Estas categorías están cubiertas en esta lista.

Los elementos arquitectónicos incluyen paredes exteriores que no soportan carga, tabiques divisorios, sistemas de tabiques internos, ventanas, cielorrasos, sistemas de iluminación y otros componentes de naturaleza similar (OPS, 2004, pág. 149). Los elementos de arquitectura están incluidos en la construcción de edificios.

El término "Equipo y mobiliario" se refiere tanto al equipo como al mobiliario que se incluyen en la categoría (OPS, 2004, pág. 149). Esta categoría incluye artículos como equipos médicos, equipos industriales mecánicos, muebles de oficina y contenedores para el almacenamiento de medicamentos. También incluye



contenedores farmacéuticos. Según Vizconde (2004), las instalaciones centrales están formadas por varios sistemas de prestación de servicios diferentes. Dichos sistemas incluyen, entre otros, los que proporcionan vapores medicinales. Además, estos sistemas también pueden ofrecer vacío.

Se considera que los componentes que no son estructurales son susceptibles a la deformación cuando se ven afectados por la deriva de la estructura principal, que se define como el desplazamiento lateral relativo entre pisos correspondientemente. Esto se debe a que la deriva de la estructura principal influye en los componentes. Por ejemplo, las particiones y otros componentes no estructurales que están conectados entre pisos o entre paredes o columnas estructurales son ejemplos de objetos que se incluyen en esta categoría. Debido a que no hay contacto directo para la deformación entre la parte estructural. Esto se debe a que no hay contacto directo entre los dos. El equipo mecánico que se encuentra en ciertos pisos de la estructura es el tema de discusión en este caso particular. La elevación de los pisos produce un aumento de la aceleración como consecuencia del comportamiento estructural y del desplazamiento, lo que a su vez hace que los pisos queden expuestos a mayores fuerzas cuando se producen vibraciones sísmicas (OPS, 2004, pág.150).

2.4.2 Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

2.4.2.1 Métodos analíticos

Se utilizan métodos de análisis con el fin de determinar el riesgo sísmico que presentan los edificios. La base de estos procedimientos está constituida por los conceptos que se desarrollaron con el fin de construir estructuras capaces de soportar la actividad sísmica.



«Esto a través del método analítico comparado con un modelo previamente calibrado, incorporando un análisis dinámico inelástico que dilucida el proceso de plastificación de forma incremental y la eventual falla estructural, mientras se contabilizan» (Yepez, según un artículo publicado en 1994). En esta definición concreta, fue Yepez quien la ofreció.

Por otra parte, las técnicas cuantitativas suelen servir como extensiones de diseño analítico y antisísmico que estipulan las normas vigentes. A pesar de que los métodos cuantitativos dependen de evaluaciones que pueden carecer de rigor, no siempre ofrecen mayor precisión. Esto es así a pesar de que se utilizan de todos modos. Con el uso del modelo calibrado, que incorpora el análisis dinámico inelástico del edificio, se puede obtener un conocimiento exhaustivo, que finalmente conduce a que la estructura colapse.

2.4.2.2 Métodos cualitativos

Los métodos de carácter cualitativo que se utilizan para evaluar la estabilidad donde especialistas que han trabajado en este campo durante un tiempo considerable. Esta conclusión se basa en la información que se recopiló sobre los elementos que conducen a una disminución de la seguridad estructural como resultado de diversas formas de daño. Esta información se obtuvo.

Además, Llanos (2003) llama la atención sobre el hecho de que se han desarrollado varios métodos cualitativos para realizar evaluaciones de vulnerabilidad en un conjunto de estructuras. El uso de estas metodologías conduce a un procedimiento de evaluación que no solo es más efectivo sino también más fácil de entender. En el contexto de fenómenos naturales específicos, el objetivo de estas metodologías es proporcionar una evaluación de la vulnerabilidad estructural de los entornos urbanos. Esto, a su vez, dará una dinámica de los entornos urbanos. Como

consecuencia de esto, estos métodos son un instrumento importante para el proceso de formulación de medidas para reducir el impacto de una catástrofe (p. 57).

Debido a que estos métodos no contienen un conocimiento especializado del diseño estructural, es difícil realizar análisis informáticos utilizándolos. Estos enfoques son ventajosos cuando se estudian estructuras relativamente antiguas que no tienen planos estructurales accesibles, o cuando hay una necesidad de examinar rápidamente una gran cantidad de edificios, como es la situación en la investigación actual. Barbat, Canas y Yepez (1995) afirman que estos procesos son beneficiosos en casos en los que hay una necesidad de analizar una gran cantidad de edificios. Esto se debe a que los procedimientos alternativos para la evaluación no son viables.

La metodología que se utiliza es de la máxima necesidad para determinar el grado en que las construcciones urbanas son susceptibles a la actividad sísmica. Esto se debe a que la enorme cantidad de cosas que se deben revisar deben simplificarse para que sean relevantes para la mayor cantidad de estructuras que sean técnicamente prácticas. Esta es la razón por la que esto es así.

No existe ninguna técnica en particular que no pueda usarse para el objetivo de evaluar edificios en grandes regiones metropolitanas; sin embargo, debido a las limitaciones de tiempo y dinero, el desarrollo de este enfoque se restringirá a enfoques analíticos. Para poder evaluar con mayor precisión estas circunstancias, es necesario hacer lo siguiente. Estrategia que se ajuste exactamente a los objetivos del estudio de riesgo sísmico, financieros disponibles y a los datos disponibles.

2.4.2.3 Método del ATC-14

El Consejo de Tecnología Aplicada fue el impulsor del diseño de este método, que denominado ATC-14. Este método permite evaluar la resistencia sísmica de los edificios existentes. La estrategia mencionada anteriormente se basa en la



identificación de los puntos débiles de la estructura, que se basa en el hecho de que en el pasado se han producido sismos que han causado daños a la estructura. Esta información se utiliza para evaluar la eficacia de la estrategia. Cardona (1990) hace la observación de que «La vulnerabilidad de la estructura mediante métodos análogos afectados por ocurrencias sísmicas anteriores.» Esta es una afirmación que se hace en referencia al método.

La identificación de las estructuras críticas o, dicho de otro modo, los edificios, es el trabajo principal de esta organización en su mayor parte.

Además, realiza un estudio como consecuencia del evento sísmico. Esto se hace además del propósito antes mencionado, de esta tecnología en las infraestructuras de un gran número de áreas metropolitanas se convierte en un reto mucho mayor.

2.4.2.4 Método de Hirosawa

Esta técnica se desarrolló como resultado del programa conocido como «Evaluación de la seguridad sísmica de edificios de hormigón armado», dirigido por el ing. Masaya Hirosawa. Este programa fue el responsable de la invención de este enfoque.

Numerosas ventajas potenciales que pueden obtenerse

Al utilizar este método, se evalúa la estructura del edificio, así como su forma y los riesgos que conllevan los elementos que no son estructurales. La ausencia de elementos no estructurales, como muros, sistemas eléctricos e instalaciones sanitarias, es vital, ya que la mayoría de los procesos se centran principalmente en componentes cruciales para el sistema antisísmico. De ahí la importancia de excluir estas partes. Esto se debe a que la mayoría de los enfoques no tienen en cuenta adecuadamente la relevancia de estas variables. Este fenómeno es significativo

porque subraya el hecho de que el desacoplamiento de estos componentes es una fuente importante de muerte durante los sucesos sísmicos (Marin, 2012). Es crucial señalar que este fenómeno es una causa importante de mortalidad.

Por otro lado, esta táctica sólo se recomienda para edificios de hormigón armado.

Cuando se lleva a cabo una evaluación de estructuras, es esencial poseer conocimientos especializados para poder identificar los numerosos aspectos que son esenciales para la ejecución eficaz de los proyectos de construcción.

2.4.2.5 Método FEMA-178

Este enfoque fue concebido por el Consejo de Seguridad Sísmica de los Edificios de los Estados Unidos, que es la institución responsable de su desarrollo. Este enfoque está constituido por una guía que señala los fallos en la construcción de la estructura. Estos puntos débiles pueden tener graves consecuencias en caso de que el edificio se derrumbe en su totalidad o en grandes partes.

Numerosas ventajas potenciales

Mediante el uso de esta tecnología, es posible realizar una evaluación de cualquier proyecto de construcción que se encuentre en fase de planificación.

Por otro lado, para poder utilizar esta estrategia, es esencial tener un conocimiento exhaustivo de los componentes que constituyen las estructuras. Esto incluye los planos de la construcción, así como el acero de refuerzo de los componentes estructurales para poder construir el edificio. Por ello, el procedimiento es un poco más difícil de lo que sería en cualquier otra circunstancia.

Debido a la falta de funciones de vulnerabilidad, no es factible establecer una conexión entre los daños experimentados por la estructura y las condiciones que los produjeron. Esto elimina la posibilidad de establecer una conexión entre ambos.

2.4.2.6 Método del índice de vulnerabilidad

Para iniciar el proceso de establecimiento de este enfoque, creado por Benedetti y Petrini, el primer paso es determinar los criterios que tienen prioridad sobre la gestión del daño estructural después de un evento sísmico.

Numerosas ventajas potenciales que se pueden obtener

Tanto las estructuras de mampostería como las de armazón son sensibles a los terremotos, y este enfoque hace que sea más sencillo realizar un examen rápido y sencillo de la susceptibilidad sísmica de ambos tipos de edificios. Desde su inicio en 1982, esta técnica se ha utilizado, y a lo largo del tiempo, se le han realizado modificaciones con el fin de simplificar el proceso de recopilación de datos y proporcionar una evaluación más precisa del daño que se produce por eventos sísmicos (Aguiar, 2004). El comentario que hace Aguiar (2004) es que "las pautas para cada parámetro y sus calificaciones correspondientes están articuladas de una manera que permite que una persona con conocimientos fundamentales". El uso de funciones de vulnerabilidad, que se utilizan para crear un vínculo entre el daño estructural proyectado y la sensibilidad sísmica inherente de la estructura, puede utilizarse para producir una estimación preliminar de las pérdidas económicas directas. Esta estimación se puede lograr mediante el uso de funciones de vulnerabilidad. Con el fin de proporcionar a los gobiernos locales asistencia para tomar decisiones basadas en información correcta, esta investigación puede proporcionar información sobre las posibles pérdidas económicas que se producirán antes de que se produzca un terremoto (Aguiar, 2004).

Sin embargo, debido al hecho de que el método fue pensado para su uso en proyectos europeos que incluían muros de piedra y al hecho de que el control de

calidad en estas naciones es bastante estricto, es esencial realizar algunas modificaciones al enfoque sin perder su naturaleza fundamental.

2.4.2.7 Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini)

Al investigar lo que han ocurrido en diferentes regiones del país desde 1976, los especialistas en Italia han descubierto parámetros cruciales que afectan el daño estructural. Estos terremotos han ocurrido en una variedad de lugares en todo el país. Los terremotos que han estado ocurriendo se han sentido en varios sitios diferentes en Italia. Italia es el país que ha sido escenario de varios terremotos que han ocurrido en todo el mundo. Un formulario de encuesta que se ha utilizado desde 1982 se ha actualizado para incluir las características que se han recopilado. Para evaluar el riesgo sísmico que plantean los edificios existentes de una manera que no solo sea fácil de usar sino también simple de comprender, el formulario de encuesta se diseñó de acuerdo con este objetivo. Según Aguiar (2004), el método que a menudo se conoce como el Índice de Vulnerabilidad se define como "el proceso de amalgamar estos parámetros, utilizando una escala predeterminada, para producir un valor numérico singular". Es posible determinar el I_v obtenido y la magnitud del daño global sufrido por la estructura mediante el uso para determinar la severidad o aceleración máxima del sismo. Esto se logra mediante el uso de funciones de vulnerabilidad. El método, tal como lo describe Caicedo (1992), implica la investigación de un gran número de componentes estructurales con el fin de discriminar entre los diversos estilos o tipologías arquitectónicas presentes dentro de la misma estructura. Este enfoque toma en consideración el diseño de la planta y la elevación, así como los componentes de resistencia, la calidad del material y una serie de otros aspectos. Para realizar la tarea de calcular el índice de vulnerabilidad se utilizan una serie de criterios que son cruciales para la técnica. Este índice, que es un valor numérico que representa



la integridad estructural de los edificios, es una representación de la sensibilidad sísmica de las estructuras a los terremotos. (Aguiar, 2004).

2.4.3 Determinación del índice de vulnerabilidad

Según Aguiar (2004), la escala de vulnerabilidad diseñada por Benedetti y Petrini se utiliza para llevar a cabo la evaluación del coeficiente de vulnerabilidad a lo largo del proceso de evaluación de la vulnerabilidad. En el contexto de las estructuras, una escala de vulnerabilidad es un conjunto de valores que se generan a partir de características que tienen un efecto sobre el desempeño sísmico de las estructuras. La evolución del enfoque proporciona los medios por los cuales se producen estos rasgos.

Utilizando un total ponderado reflejan la "calidad sísmica" de una serie considerada significativos en el desempeño sísmico de las estructuras de mampostería, la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini es capaz de calcular el índice de vulnerabilidad. Ambos factores se consideran importantes en el desempeño sísmico de los edificios de mampostería. En el segundo paso del procedimiento, que implica el cálculo del índice de vulnerabilidad, se utiliza este total. Durante la investigación de campo, cada parámetro se asigna a una de cuatro categorías: A, B, C o D. Se establecen mediante un conjunto de instrucciones que se han planificado. Estas categorías se establecen mediante el proceso de categorización. El propósito de esta acción es disminuir el grado en que los distintos espectadores experimentan distintos grados de placer a partir de la experiencia. Por otro lado, un coeficiente de ponderación W_i , que puede estar entre 0,25 y 1,5, sí tiene una influencia en cada componente individual. Este efecto puede ser positivo o negativo, y es específico de K_i , que puede estar entre 0 y 45. Otros valores posibles son 0 y 45. La relevancia de cada atributo que se incluye en el sistema de componentes resilientes de la

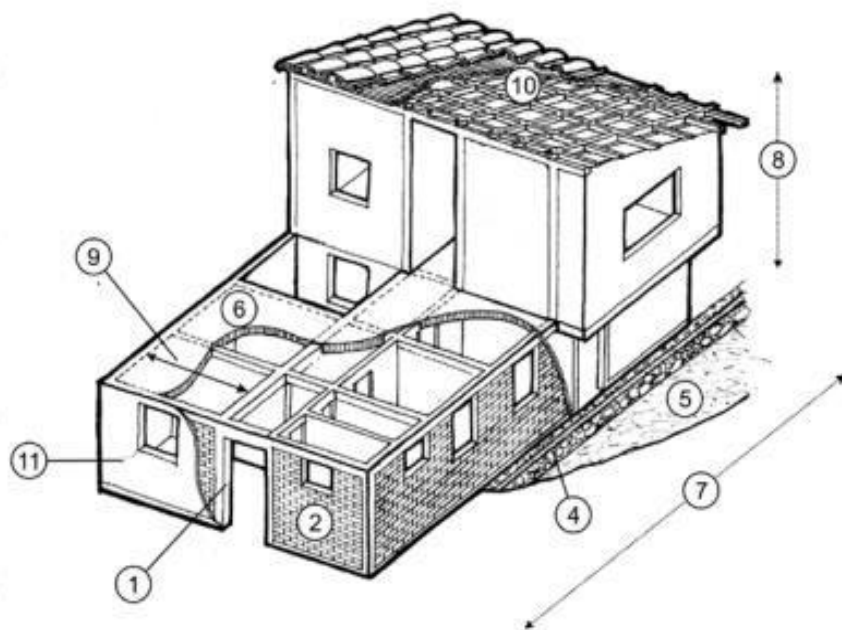
organización se refleja en este coeficiente, que es un reflejo de la importancia de cada característica.

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

Como resultado de realizar un análisis de la ecuación, se ha demostrado que el índice de vulnerabilidad proporciona una escala continua de valores que van desde 0 hasta 382,5, que es el número máximo que es remotamente imaginable. La tabla deja muy claro que los aspectos del tema que están representados por los criterios 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son características. Se especifica que las instrucciones que se presentan a continuación se proporcionan con el fin de proporcionar una explicación completa de cada parámetro. En cambio, una variedad de procesos matemáticos que son bastante fáciles de entender. (Maldonado, Chio, & Gomez, 2007, pág. 15

Figura 8

Parámetros del modelo de vulnerabilidad sísmica de edificaciones



Nota. Presentación propia de los autores



Alternativamente, es de conocimiento general que para calcular el índice de vulnerabilidad, primero se debe multiplicar cada calificación por su factor de incidencia y luego dividir el total resultante por 3.825. Este es el proceso que se requiere para calcular el índice de vulnerabilidad. Como consecuencia de esto, se generará un índice de vulnerabilidad normalizado, que debe estar en cualquier lugar entre 0% y 100%. Un análisis profundo de los rangos de vulnerabilidad que corresponden a cada nivel de vulnerabilidad se muestra en la tabla que se presenta a continuación.

Como se indicó anteriormente, el estudio de la susceptibilidad sísmica de las casas de mampostería muestra once características. Esto está en línea con la metodología conocida como el sistema de índices de susceptibilidad. Estos once indicadores se compararon con el Reglamento Nacional de Edificaciones para determinar si satisfacen o no los estándares que son esenciales para la evaluación de las casas. Esto se hizo con el fin de determinar si son o no efectivos.

2.4.3.1 Formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad de edificios

Para categorizar adecuadamente cada parámetro durante las investigaciones de campo, el observador debe realizar cálculos para ubicar cada parámetro en una de las siguientes cuatro categorías: A, B, C y D. Estas estimaciones se incluyeron en la construcción del segundo piso cuando se diseñó por primera vez. Estos cálculos no solo dificultan que los encuestados terminen la encuesta en un período de tiempo más corto, sino que también reducen la probabilidad de que cometan errores en sus cálculos matemáticos. Como resultado directo de esta información, se ha desarrollado un método informático diseñado específicamente para calcular el índice de vulnerabilidad. Este programa resuelve las limitaciones que se mencionaron anteriormente y simplifica el formulario de la encuesta porque solo solicita la información básica necesaria.

2.4.3.2 Cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa

Es posible separar los cálculos cuantitativos en dos categorías diferentes: el primer tipo hace uso de ecuaciones matemáticas básicas, mientras que el segundo tipo necesita una toma de decisiones basada en condiciones lógicas. Ambos tipos de cálculos se denominan "cálculos cuantitativos". Cada una de las dos categorías tiene su propio conjunto de cualidades distintivas. En los siguientes párrafos presentaremos definiciones para los diferentes tipos de cálculos que requieren los parámetros 3, 6, 7 y 8. La gran mayoría de los criterios relevantes ya se han informado en el pasado en su mayor parte.

2.4.3.3 Instrucciones para el formulario de levantamiento:

Se realiza dentro de una de las cuatro clases: A, B, C o D, con la ayuda de las instrucciones que se proporcionan. Esto también se discutió anteriormente en la discusión. Para proporcionar al observador de campo criterios de selección precisos, se proporciona una explicación condensada de los fundamentos teóricos que se asocian a cada parámetro. Esto se hace con el fin de proporcionar información al observador de campo.

1. Organización del sistema resistente:

Esta característica sirve como base para los componentes verticales, y lo hace independientemente del material que se vaya a utilizar. A la hora de establecer si la estructura puede clasificarse o no como una caja, la presencia y la eficiencia con la que se mantiene son variables extremadamente cruciales a tener en cuenta.

- A. Una estructura que está diseñada para cumplir la función de transmitir cargas cortantes verticales, con conexiones formadas por todos y cada uno de los niveles del edificio para una máxima eficiencia.



- B. No existen vigas de amarre en ningún nivel a lo largo de la construcción, y los únicos muros que conforman la estructura son muros ortogonales que están bien unidos entre sí.
- C. Utilizar muros perpendiculares entre sí y separados entre sí para crear.

2. Calidad del sistema resistente:

Este medidor, que también ayuda a separar cualitativamente las propiedades de resistencia de la mampostería, es el responsable de determinar el tipo de mampostería que se utiliza. La implementación de esto se lleva a cabo para garantizar que el comportamiento de "caja" de la construcción se lleve a cabo de la manera correcta. El material del que están compuestos los componentes de mampostería de un edificio y la disposición de dichos componentes se tienen en cuenta para determinar a cuál de las cuatro categorías pertenece la estructura. En el caso de que se tengan en cuenta estos dos aspectos, una estructura se clasifica en uno de los cuatro grupos distintos. Visto desde el otro lado, los componentes y materiales que se utilizan se mantienen de manera uniforme a lo largo de toda la longitud del muro.

- A. Para la construcción de construcciones de mampostería, se utilizan ladrillos de calidad superior o bloques que han sido prefabricados. Mampostería que se construye a partir de piedra que ha sido tallada con gran atención al detalle, siendo cada pieza individual exactamente la misma en cuanto a tamaño y proporciones a lo largo de toda la longitud del muro. Cada componente de la estructura está conectado entre sí a través de un ligamento que se incluye dentro de la estructura.

- B. Mampostería que se construye con ladrillos, bloques o material de piedra que ha sido cortado adecuadamente y que incluye componentes que están unidos entre sí de la manera correcta pero que no tienen una homogeneidad completa a lo largo de la longitud de la pared.
- C. Un tipo de mampostería que se construye con piedra que ha sido cortada de manera inadecuada y está compuesta por muchas secciones que están unidas entre sí de manera fuerte a lo largo de toda la longitud de la pared. Ladrillos de menor calidad que no se adhieren a la superficie sobre la que se colocan.
- D. Los guijarros y los fragmentos que son heterogéneos y no se conectan entre sí se agregan a un tipo de mampostería que está hecha de piedra que es desigual y mal adherida o ladrillos de baja calidad. Este tipo de mampostería también se conoce como adoquín.

3. Resistencia convencional:

Si se parte del supuesto de que la estructura funciona como una "caja" perfecta, entonces es factible calcular la resistencia de un edificio de mampostería con un nivel de confianza suficiente. Para implementar esta técnica, es necesario recopilar la información necesaria.

El coeficiente sísmico C es la relación entre la fuerza horizontal que se ejerce sobre la base de la estructura y el peso del edificio. Este es el significado que se pretende dar al término. Esta ecuación se utiliza para determinar el coeficiente sísmico C con fines de cálculo:

$$C = \frac{a_0 \tau_x}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 a_0 \tau_x (1 + \gamma)}}$$

Ecuación 3. Coeficiente Sísmico

Donde:

$$A = \min \{A_x; A_y\}$$
$$B = \max \{A_x; A_y\}$$
$$a_0 = A / A_t$$
$$\gamma = B / A$$
$$q = \frac{(A+B)h}{A_t} P_m + P_s$$

Para obtener el peso de un piso, simplemente se combinan el peso de las paredes y el peso del diafragma horizontal. Esto le dará el peso estimado del piso. El peso de un piso se analiza en proporción a la cantidad de espacio que ocupa, y se utiliza la variable q para representar esta relación. Se supondrá que no habrá cambios sustanciales en la masa en los diferentes pisos de la estructura. Esta será la base para esto. El uso del factor, en el que el coeficiente sísmico de referencia se supone que es 0,4, da como resultado la clasificación de este parámetro en una de las cuatro categorías, que son A, B, C o D. Es a través del uso del factor que se logra esta categorización.

4. Posición del edificio y de la cimentación

El uso de una medición como esta permite la evaluación de la influencia que la topografía y la cimentación tienen en el comportamiento sísmico de la estructura que se está considerando en ese momento. En la medida de lo posible, la evaluación se lleva a cabo principalmente mediante el proceso de realización de una inspección visual directa. Para lograr este objetivo, se tienen en cuenta varios aspectos, entre ellos, la consistencia y la pendiente del terreno, la posibilidad de que la cimentación esté situada a una altura diferente y la presencia de empuje desequilibrado como consecuencia de un terraplén.



- A. Cualquier estructura que se construya sobre una superficie nivelada y tenga una pendiente de veinte por ciento o menos en toda su superficie se considera elevada. La elevación de la base es idéntica a la de la estructura que se encuentra en las inmediaciones. Debido al terraplén, se eliminan las posibilidades de que se produzcan diferentes presiones sobre el suelo.
- B. Los edificios que se construyen sobre roca con una pendiente que varía de diez a treinta por ciento o sobre suelo suelto con una pendiente que varía de diez a veinte por ciento se denominan "estructuras basadas en roca". Se puede descubrir una diferencia de menos de un metro entre las elevaciones más altas y más bajas que se miden desde la base. Esta diferencia se considera menor. Debido al terraplén, se eliminan las posibilidades de que se produzcan diferentes presiones sobre el suelo.
- C. Una definición de un edificio es uno que se construye sobre una pendiente que está entre veinte y treinta por ciento, o sobre terreno rocoso que tiene una pendiente que está entre treinta puntos porcentuales y cincuenta por ciento. Se puede descubrir una diferencia de menos de un metro entre las elevaciones más altas y más bajas que se miden desde la base. Esta diferencia se considera menor. Como consecuencia del terraplén se produce un desequilibrio en la presión que ejerce la tierra subyacente.
- D. Se considera que las estructuras construidas sobre pendientes son aquellas que se construyen sobre terrenos con pendientes superiores al treinta por ciento o sobre terrenos rocosos con pendientes superiores al cincuenta por ciento. Es posible que la diferencia de altura entre los niveles de cimentación sea superior a un metro en su ejecución más severa. El

terraplén puede considerarse un factor que contribuye a una distribución desigual de las fuerzas.

5. Diafragmas horizontales:

Es imprescindible dar una importancia significativa a la calidad de los diafragmas para garantizar el correcto funcionamiento de los componentes de resistencia vertical.

A. Estructuras construidas con los siguientes requisitos si se construyen:

Las aeronaves son todas iguales.

Se demuestra un bajo grado de deformabilidad del diafragma.

Se demuestra la eficacia de la unión entre las paredes y el diafragma.

B. Estructuras que tienen diafragmas comparables a los de la clase A, pero que no cumplen las características necesarias.

C. Construcciones que se construyeron con diafragmas comparables a los de la clase A, pero que no cumplieron ninguno de estos dos requisitos.

D. Los diafragmas del edificio no cumplen ninguna de las tres condiciones que se han establecido.

6. Configuración en planta:

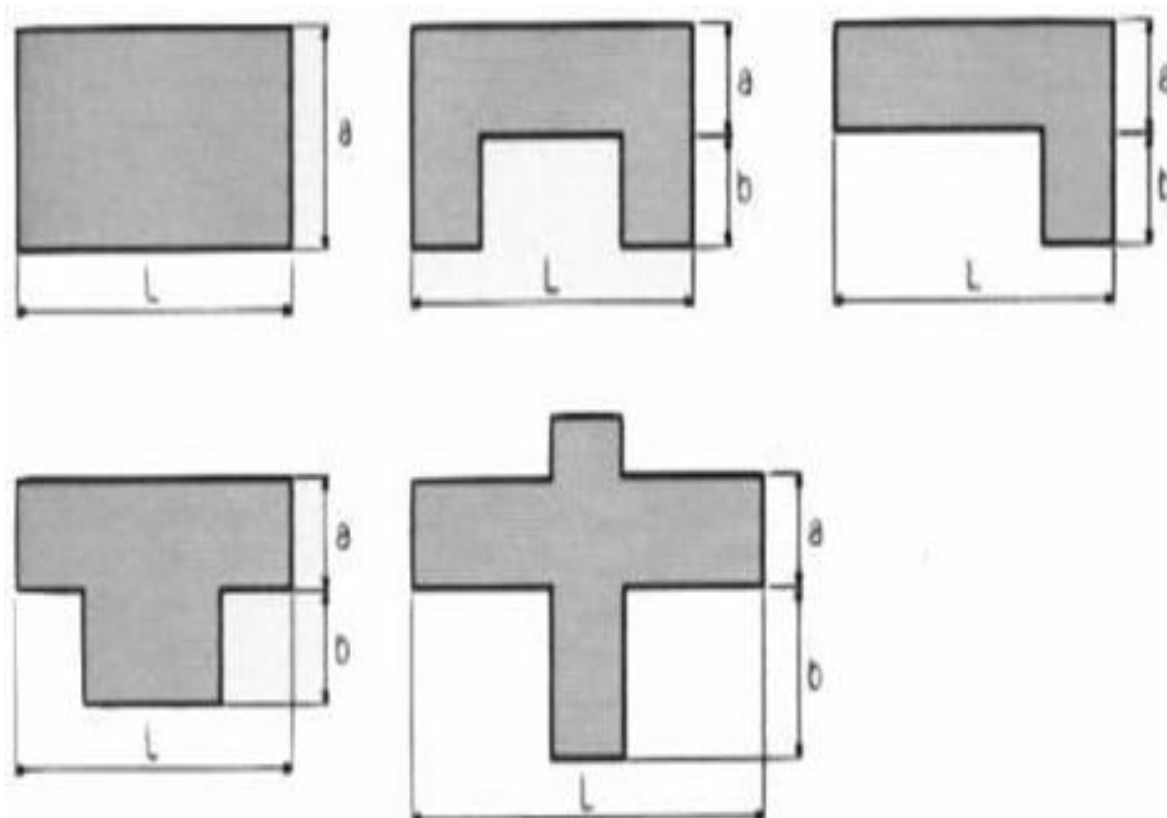
Se ha descubierto que la forma de la planta de una estructura tiene una correlación con la actividad sísmica del edificio, como lo demuestran los experimentos.

La relación $b_1 = a / L$, que indica las medidas de los lados más cortos y más largos de un edificio rectangular, es uno de los parámetros más importantes que se deben tener en cuenta al analizar las construcciones rectangulares. Esta relación es uno de los aspectos más importantes que se deben examinar. Es de suma importancia estudiar las protuberancias del cuerpo principal examinando la relación representada por la ecuación $b_2 = b / L$. Además, es de suma necesidad investigar el cuerpo principal. La Figura 6.21 proporciona una explicación de la importancia de los dos valores que se

deben informar. El escenario que es más desfavorable siempre tiene prioridad, y esto es así independientemente de las circunstancias.

Figura 9

Configuración en planta



Nota. Norma diseño sismorresistente E-030

Los criterios siguientes se utilizarán para determinar la forma en que esta estadística debe categorizarse entre los cuatro grupos.

El valor B1 de la estructura es mayor que 0,8, mientras que el valor B2 es menor que 0,1. Ambos valores son positivos. Estructuras que han recibido una calificación de 0,8 o más debido a su construcción. Al construir, utilice valores B1 que sean mayores que 0,6 o valores B2 que sean menores que 0,2 siempre que sea posible. Utilice valores B1 que se encuentren en cualquier rango de 0,4 a 0,6 o valores B2 que se encuentren en algún rango de 0,2 a 0,3. Construya utilizando valores que sean mayores que 0,4 y

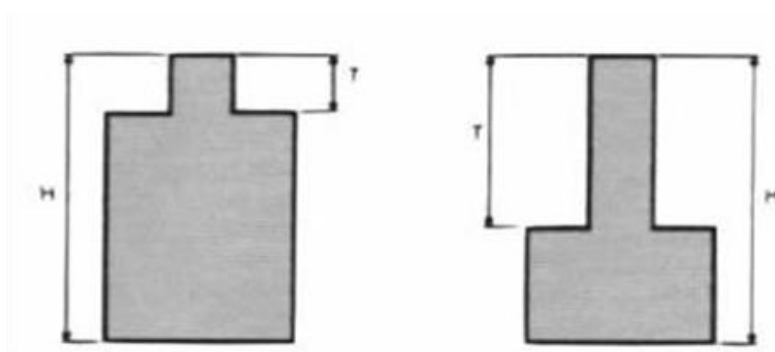


mayores que 0,3 respectivamente durante la construcción. En comparación con B2, B1 tiene una puntuación de 0,3, que es menor.

7. Configuración en elevación:

El elemento clave que conduce a la formación de anomalías estructurales en los edificios de ladrillo, particularmente los más antiguos, es la presencia de porches y torretas. Esto es especialmente cierto en las casas antiguas diseñadas con ladrillo. Es necesario tener en cuenta la relación porcentual de la superficie del porche con la superficie total del edificio para determinar si hay o no un porche en el edificio. Se puede llegar a una conclusión sobre si el edificio contiene o no torretas que sean de gran altura y masa en relación con el resto de la estructura calculando la relación entre la altura total y la altura total. Otros edificios que sean de menor escala que las torretas, como chimeneas, conductos de ventilación y otras estructuras, deben ignorarse, según la recomendación.

Al expresar el cambio de masa entre dos pisos sucesivos como un porcentaje, denotado como $\pm DM/M$, donde M denota la masa del nivel más bajo, la variación en la masa puede comunicarse de manera efectiva. El signo "más" muestra que hay un aumento de masa en el elemento superior de la estructura, mientras que el símbolo "menos" indica que hay una reducción de masa en el componente estructural inferior del edificio. Ambos signos ilustran el hecho de que la masa del edificio está aumentando. Es posible reemplazar el vínculo que se discutió anteriormente con la variación de áreas conectadas, que se representa mediante el símbolo $\pm DA/A$. En cualquiera de los dos resultados posibles se realizará la valoración de la consecuencia que resulte menos favorable.

Figura 10*Configuración en elevación*

Nota. Norma diseño sismorresistente E-030

Se llega a un juicio sobre la distribución de este parámetro dentro de uno de los cuatro grupos en base a los criterios que se enumeran a continuación:

En cuanto a la relación DM/M , la estructura tiene un valor inferior al 10%.

Una superficie del pórtico que tiene un tamaño inferior al diez por ciento o que tiene una relación densidad/masa inferior al veinte por ciento.

Cuando la superficie del pórtico es superior al veinte por ciento, la relación DM/M es mayor que cero y la relación T/H es mayor que dos tercios. Si la relación DM/M es superior al veinte por ciento o si la relación $-DM/M$ es superior al veinte por ciento, la superficie del pórtico es superior al veinte por ciento.

8. Distancia máxima entre los muros:

Debido a este criterio, se tiene en cuenta si hay o no muros de carga atravesados por muros transversales que se encuentran a una distancia. Podemos establecer la relación L/S , donde L representa la distancia entre los muros transversales y S representa el espesor del muro de carga. Esta relación puede usarse para determinar la relación. Es de suma importancia realizar evaluaciones frecuentes del peor escenario posible siempre que sea factible hacerlo dentro del contexto de la situación.



Durante el proceso de asignación, se utilizarán los siguientes criterios para decidir la clasificación de esta medida entre las cuatro clases diferentes:

La relación de secciones de terreno a secciones debe ser al menos 15 o menos para que se permita la construcción. Aquellos edificios que se consideran construcción son aquellos que tienen una relación terreno-edificio de 15 o menos. La estructura tiene una relación que varía de 18 a 25 L/S. D. que está presente. La relación entre la longitud y la luz de la estructura es superior a 25.

9. Tipo de cubierta:

Para calcular esta cifra se tiene en cuenta la capacidad de la cubierta para soportar las presiones que se producen durante los terremotos.

La cubierta de un edificio está reforzada por una viga cumbrera, lo que contribuye a que el edificio sea una construcción robusta. Estructura cuyo tejado está orientado horizontalmente.

Un edificio que no tiene viga cumbrera tiene un tejado resistente y está unido a las paredes de forma segura. El proyecto de construcción se está llevando a cabo con un tejado que solo es parcialmente estable y está soportado por una viga cumbrera.

La estructura en cuestión se caracteriza por el uso de una viga cumbrera y una cubierta que es especialmente propensa a la inestabilidad. Una de las características distintivas de este edificio es que no tiene viga cumbrera, por lo que la estabilidad de la cubierta no es del todo segura.

10. Sistemas no estructurales:

Durante el proceso de determinación de este criterio, otro componente no estructural que tenga el potencial de poner en situaciones de peligro a personas o bienes. No se establece una separación entre las dos primeras categorías, ya que se



trata de un criterio complementario para la evaluación de la vulnerabilidad. Por ello, no hay forma de diferenciarlas.

- A. Durante el tiempo en que se estaba construyendo la estructura, no se incluyeron cornisas ni parapetos en el edificio. En el proceso de construcción de una estructura, se construyen cornisas que están firmemente fijadas a la pared y chimeneas que no son demasiado pesadas. estructura que contiene un balcón y actúa como un componente clave del diseño general y la construcción de los diafragmas con respecto a su construcción.
- B. Durante el tiempo en que se estaba construyendo la estructura, no se incluyeron cornisas ni parapetos en el edificio. La construcción de un edificio que tiene chimeneas que son relativamente ligeras y cornisas que están fijadas al edificio de manera segura. una estructura que contiene un balcón, que es un componente clave que contribuye a la forma general y al diseño de los diafragmas.
- C. Un conjunto para una pared que está formado por una gran cantidad de componentes muy pequeños que solo están conectados de manera muy floja.
- D. Chimeneas y otras piezas similares de equipo que están diseñadas para montarse en el techo de un edificio pero que no están conectadas correctamente a la estructura del edificio. Existe la posibilidad de que, en caso de un terremoto, haya parapetos u otros elementos clave que no se hayan construido correctamente y que tengan el potencial de colapsar cuando ocurra el terremoto. Había un edificio que se construyó

inmediatamente después de la gran construcción y solo tenía un eslabón débil con la estructura principal. Se instalaron balcones en este edificio.

11. Estado de conservación:

- A. Superficies de las paredes que están en perfectas condiciones y no muestran ningún síntoma de degradación.
- B. Hay construcciones de paredes que no han sido dañadas por daño capilar, incluso en casos en que los terremotos han causado tales daños.
- C. Los muros que han sido dañados son aquellos que han sido dañados en un tamaño mediano, con un ancho que va de dos a tres milímetros, o cualquier daño capilar que haya sido inducido por la actividad sísmica. Mampostería que se ha deteriorado al punto de que ya no está en excelente estado de conservación, a pesar de que la estructura en sí no ha sido destruida.
- D. Muros que tienen elementos componentes que han sido sometidos a un deterioro considerable o han mostrado daños importantes que superan los tres milímetros de ancho.

2.5 Base conceptual

2.5.1. Vivienda

Una estructura construida principalmente con el propósito de proporcionar a las personas un lugar donde vivir y protección, protegiéndolas de las inclemencias del tiempo y otras posibles amenazas, se denomina vivienda.

2.5.2. Vulnerabilidad Sísmica.

En el contexto de una amenaza, la frase "vulnerabilidad" se refiere a la sensibilidad o inclinación inherente de los componentes que están expuestos al riesgo y



tienen el potencial de sufrir daños o pérdidas. En otras palabras, el término "vulnerabilidad" es algo que es intrínseco a los componentes. (Wong et al, 1997)

2.5.3. Vulnerabilidad estructural.

Uno de los aspectos de la vulnerabilidad se denomina vulnerabilidad física y describe el grado en que los componentes estructurales de un edificio son vulnerables a los impactos de un terremoto. Este elemento de vulnerabilidad suele denominarse "vulnerabilidad física". Además, está vinculado a la capacidad de una estructura para soportar las presiones que se le aplican durante un terremoto. Este es un aspecto importante de la resiliencia del edificio (Wong et al, 1997)

2.5.1.1 Vulnerabilidad no estructural

En concreto, se refiere a los daños probables que se pueden producir en los sistemas arquitectónicos de un edificio, que pueden tener la misma influencia en la economía y en la vida de las personas que los daños que se produzcan en la estructura del edificio. (Wong et al, 1997)

2.5.1.2 Albañilería o mampostería

El material estructural está formado por "unidades de mampostería" que se apilan e integran con hormigón líquido o se unen entre sí con mortero. El material está compuesto por estas "unidades de mampostería". (RNE- 2016)

2.5.1.3 Estructura

Los muros del sótano son de hormigón armado y están cubiertos con un soporte que consiste en impermeabilización, una capa protectora y drenaje subterráneo. El sótano es un sótano. Columnas y vigas de hormigón que se han reforzado con armadura. En el nivel del suelo, hay losas planas con una estructura reticular; las plantas primera y segunda presentan una estructura reticular ligera con casetón de hormigón; el piso del ático consiste en una losa maciza de hormigón armado; y el techo

del ático contiene una losa unidireccional con una bóveda de poliestireno expandido. (RNE-2016).

2.5.1.4 Muro no portante

Por la forma en que fue diseñado y construido, el muro es capaz de soportar no sólo su propio peso sino también pesos que son perpendiculares al plano sobre el que está construido. Ejemplos de componentes que se incluyen en esta categoría son las cercas y los parapetos, por nombrar sólo dos ejemplos diferentes. (RNE - 2016, pág. 446)

2.5.1.5 Muro portante

Por lo tanto, para que el muro sea considerado exitoso, debe ser diseñado y construido de tal manera que sea capaz de transferir de manera efectiva tanto las cargas horizontales como las verticales de un nivel a un nivel inferior o a la cimentación. Es esencial que estos muros tengan esta alineación para garantizar que seguirán teniendo una alineación vertical continua. Estos muros sirven como cimentación de una estructura de mampostería. (RNE-2016, pág. 446)

2.6 Marco legal.

2.6.1 E.030 – diseño sismorresistente

Para que los edificios exhiban un comportamiento sísmico que sea consistente con el diseño para resistencia a terremotos, esta Norma tiene por objeto describir y se consideren estructuras sísmicas. (RNE-2016, pág. 315)

2.6.2 E.070 – albañilería

Las estructuras de mampostería que están formadas predominantemente por muros limitados y reforzados son el foco de esta Norma, que tiene como objetivo definir los criterios y expectativas. (RNE-2016, pág. 444)



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación.

3.1.1 *Tipo de investigación*

Con el fin de cumplir con los requisitos previos para una investigación cuantitativa, se concluyó la investigación que se había realizado para el proyecto.

3.1.2 *Nivel de investigación.*

El estudio de campo tuvo lugar con la intención de examinar una variedad de elementos de las viviendas, con el objetivo de obtener conocimientos correctos sobre los componentes esenciales que componen su estructura. Para ello se usó la técnica de la observación. Como consecuencia de la falta de orientación técnica, la investigación se considera descriptiva, ya que su propósito era analizar el riesgo sísmico inherente a las viviendas ya existentes. Durante el proceso de evaluación de las viviendas en su forma natural, se recopilaban simultáneamente datos tanto estructurales como no estructurales. Después de esto, se realizó un análisis de acuerdo con los procedimientos que se crearon a lo largo de este estudio.

3.1.3 *Método aplicado a la investigación*

El método de investigación que se utilizó para este estudio fue analítico y cuantitativo, con la excepción de la orientación tecnológica del área urbana. El propósito de esta investigación es brindar una visión detallada y completa del estado

actual de las casas. El método que se está utilizando para el diagnóstico y evaluación estructural de Santa Catalina – Juliaca toma en cuenta la ubicación actual de la estructura. Para el propósito de esta investigación cuantitativa, la base está compuesta por una investigación de carácter analítico. Luego de completar el análisis de un ítem, se lleva a cabo la formulación de la síntesis sobre la base de los resultados del análisis que se llevó a cabo anteriormente. El análisis se lleva a cabo sobre la base de las relaciones que existen entre los componentes constituyentes del ítem.

3.2 Población y muestra

3.2.1 La población

Las residencias que se encuentran dentro de la urbanización Santa Catalina en Juliaca son el foco del examen que está realizando este investigador profesional. Hay 952 unidades residenciales en esta urbanización específica, de las cuales 532 son viviendas de mampostería restringida de construcción propia que se agrupan en 20 bloques sucesivos en toda la urbanización. Los participantes en esta investigación no incluyen ninguna estructura que se haya construido utilizando materiales que no estén incluidos en esta lista. Como consecuencia de esto, la investigación puede proporcionar una representación precisa de la demografía que se eligió para el estudio.

Figura 11

Población Urb. Santa Catalina



Nota. Google Maps

Tabla 1*Manzanas y lotes de estudio*

<i>Viviendas de la urb. Santa catalina</i>					
Manzana	Lotes	Manzana	Lotes	Manzana	Lotes
1	48	10	40	19	36
2	36	11	25	20	38
3	56	12	49	21	35
4	38	13	35	22	43
5	52	14	33	23	40
6	24	15	27	24	45
7	26	16	32	25	33
8	35	17	28	26	31
9	30	18	37		
Total:					952 viviendas

Nota. Elaboración propia

Debido a que incluyen una serie de edificios e instalaciones que cumplen una variedad de funciones además de los proyectos residenciales, los Bloques 6, 11, 17, 16, 21 y 26 no se están tomando en consideración.

3.2.2 La muestra

Tomar esta perspectiva permite una comprensión integral de toda la población y el objetivo es determinar el número de individuos que necesitan más investigación. La fórmula que se utilizará es la siguiente: la muestra se formará mediante la utilización de un análisis probabilístico del tamaño de la muestra, teniendo en cuenta el hecho de que el rango del universo es restringido:

$$n = 1.96^2 \times 0.01 \times 0.99 \times 532 \\ 0.05 \times (532-1) + 1.96 \times 0.01 \times 0.99 \\ n = 14.81 = 15$$

A lo largo de esta investigación, fue obligatorio llevar a cabo una muestra intencional no probabilística para establecer los criterios que el investigador había especificado. Esta era una necesidad imperiosa.



El tamaño de la muestra consistirá en quince viviendas que se construyeron sin la asistencia de ningún profesional durante su desarrollo.

3.3 Técnicas, fuentes e instrumentos de investigación para la recolección de datos

3.3.1 Técnicas

Después de la utilización del método de campo, que hace que sea más sencillo observar y relacionarse directamente con el tema del estudio, se recogieron los datos. Esto se hizo después de que se hubiera aplicado el enfoque de campo. La información relevante se adquirió mediante el uso de la técnica de encuesta, que permitió la evaluación de cada característica. Esta recopilación de información se logró mediante el uso de un cuestionario que se había creado con antelación.

3.3.2 Fuentes

A lo largo de la duración de la investigación empírica que se llevó a cabo, la información necesaria se adquirió mediante el uso de la observación directa y la percepción sensorial como métodos de recopilación de datos.

3.3.3 Instrumentos

Un cuestionario fue la herramienta que se utilizó para recopilar datos con el fin de realizar la investigación. Hubo una serie de aspectos que se evaluaron con el uso de ciertos formularios de evaluación, y este cuestionario lo incluyó.

3.4 Validez y confiabilidad del instrumento

Dos títulos que se utilizan a menudo para referirse al enfoque creado por Benedetti y Petrini son el índice de vulnerabilidad y la técnica italiana. Ambos términos se utilizan a veces indistintamente. D. Benedetti y V. Petrini son los responsables del desarrollo de esta estrategia en Italia. Desde el año 1982, el Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT) del Departamento de Defensa Nacional de Italia (CNR) ha



estado proporcionando asistencia para este enfoque. Con el fin de ofrecer una evaluación clara y sucinta del riesgo sísmico que plantean los edificios ya existentes, se pretende utilizar este método. Ha adquirido aceptación en todo el mundo como resultado de los ajustes que se le han realizado para satisfacer los criterios de diferentes países.

En la región geográfica del Perú, más precisamente en el Departamento de Lima, se realizó una tesis con el título "Aplicación del Método Italiano del Índice de Vulnerabilidad Sísmica en la Vivienda del Asentamiento Humano 'El Altillo' en el Distrito del Rímac". Para el desarrollo de esta tesis, que consta de once criterios, se utilizó la metodología creada por Benedetti y Petrini.

Según Rodríguez (2005), la conclusión de que el enfoque del índice de vulnerabilidad es apropiado para su implementación en las principales áreas metropolitanas se alcanza en el contexto de su estudio de tesis. Por otra parte, esto sólo es así si se dispone de la información muy importante que es necesaria para evaluar la calidad sismorresistente de los edificios o estructuras que se están investigando.

3.5 Plan de recolección y procesamiento de datos

- a) Dentro de los límites de la Urbanización Santa Catalina, la región que servirá como foco de la investigación se ubicará dentro de la ciudad de Juliaca. El hecho de que esta urbanización específica no ponga énfasis en el avance técnico es uno de los rasgos distintivos que tiene.
- b) Para el propósito del proyecto, se seleccionarán un total de quince estructuras de mampostería entre las residencias que son típicas del área.



- c) Durante las inspecciones visuales que se realizarán en la muestra seleccionada de edificios, se prestará especial atención al estado de las estructuras, así como a las características tipológicas de los edificios.
- d) La realización de estas medidas dará como resultado la compilación de un formulario de evaluación, que posteriormente se utilizará para evaluar el estado actual de cada vivienda.
- e) Para conocer y analizar los elementos estructurales clave de las viviendas se utilizarán fichas de evaluación técnica según la metodología del Índice de Vulnerabilidad, con el fin de cumplir con el objetivo antes mencionado. Este método requiere el uso de once componentes diferentes para la gestión de la actividad sísmica en edificaciones.
- f) Para determinar el índice de vulnerabilidad se utiliza una suma ponderada de valores numéricos que indican la "calidad sísmica" de una serie de características estructurales y no estructurales diferentes que se consideran relevantes en el desempeño sísmico de los edificios de mampostería. Esto se logra mediante la utilización de la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini. En el segundo paso del procedimiento, que implica el cálculo del índice de vulnerabilidad, se utiliza este total.
- g) Se desarrollará una tabla de vulnerabilidad como consecuencia del análisis de la información, que se realizará con el uso de hojas de cálculo.
- h) A continuación, se analizarán los datos y, después de eso, se hará una recomendación para mejorar los componentes estructurales de las estructuras. Se proporcionará una propuesta.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Este capítulo incluye no solo el informe de los resultados de la investigación, sino también un análisis y discusión de cada conclusión individual a la que se llegó.

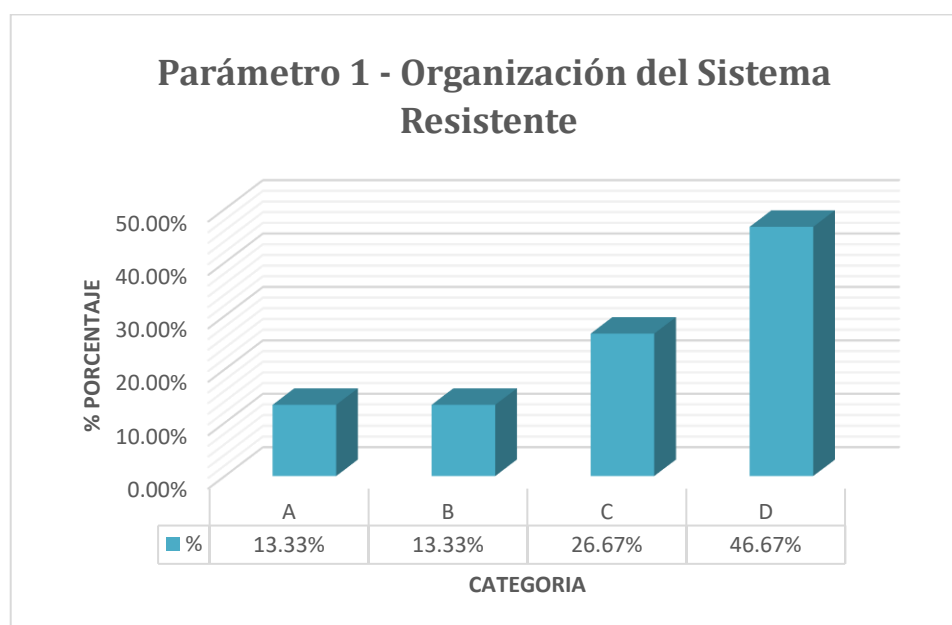
En este trabajo, se proporcionan las once características que fueron desarrolladas por Benedetti y Petrini, junto con las conclusiones que se obtuvieron del análisis del riesgo sísmico de las casas que se construyeron sin la asistencia técnica de la Urbanización Santa Catalina. Ambos hallazgos se presentan junto con los hallazgos obtenidos de la evaluación.

Parámetro 1: Organización del sistema resistente

En esta estadística se tienen en cuenta diferentes aspectos, entre ellos el método de construcción, los componentes del sistema estructural que son resistentes a los daños y el año en el que se construyó el edificio. Además, el edificio se construyó de una manera muy meticulosa y cumplió con los requisitos establecidos para el diseño estructural sismorresistente.

Tabla 2*Parámetro 1 tipo y organización del sistema resistente.*

Categoría	N° viviendas	%
A	2	13.33%
B	2	13.33%
C	4	26.67%
D	7	46.67%
TOTAL	15	100%

Figura 12*Parámetro 1 tipo y organización del sistema resistente*

Nota. Elaboración Propia

Interpretación de resultados: En el gráfico 1 se muestran los resultados del parámetro 1, que también contiene el tipo de organización y la resistencia que se correlaciona con ella. Además, en el gráfico se enumeran los hallazgos del parámetro 1. Las viviendas que se clasifican como pertenecientes a la categoría A tienen paredes de tipo cajón y están unidas a las vigas y columnas de una manera absolutamente perfecta. Por otro lado, las viviendas que se clasifican como pertenecientes a la categoría B tienen paredes que están unidas a las vigas por las

razones necesarias. Como consecuencia de esto, los valores para estos dos grupos son comparables, llegando al 13,33%. Esto se debe a que todos los edificios que se clasifican como pertenecientes a la categoría A tienen las mismas características. Por otra parte, se muestra que los valores para los grupos C y D son mucho mayores. Hay un veintiséis coma sesenta y siete por ciento de las estructuras que tienen muros que están adecuadamente conectados a las vigas, pero solo en ciertos niveles. Estos muros solo están fijados a las vigas en ciertos niveles. Por el contrario, el cuarenta y seis coma sesenta y tres por ciento de las casas tienen muros que o bien no están unidos a las vigas o son ortogonales como consecuencia de esta falta de unión. Esto es así porque las vigas no están fijadas a los muros.

Parámetro 2: Calidad del Sistema Resistente

Para el objetivo de evaluar la calidad del sistema resistente para este criterio, se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

- El tipo de material y la configuración de la fábrica de ladrillo.
- Las calidades consistentes tanto del material como de las secciones discretas del muro.

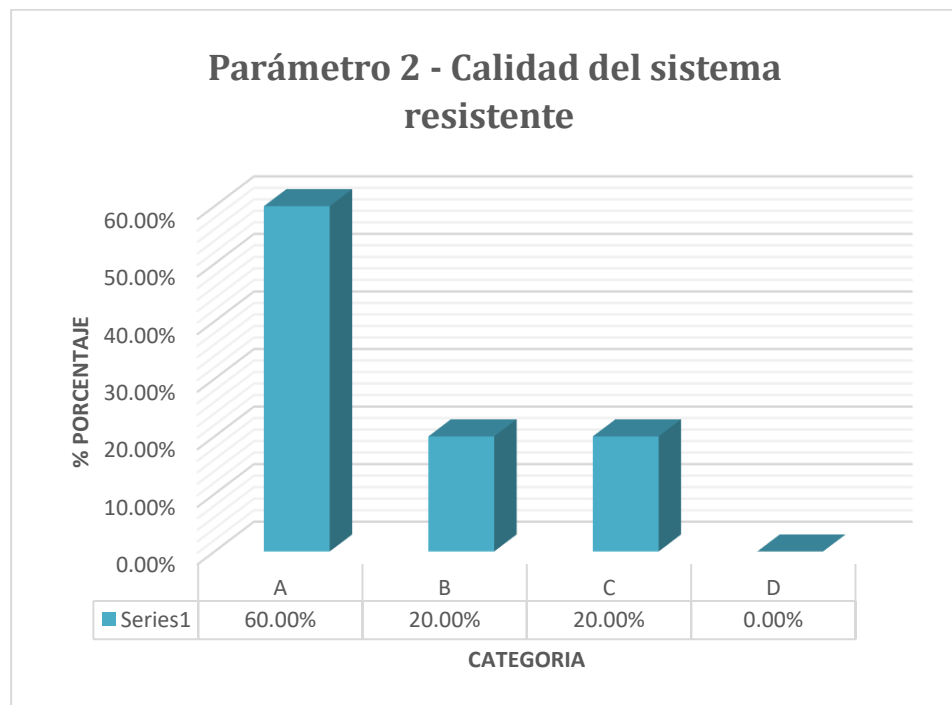
Tabla 3

Resultados de la calidad del sistema resistente

Categoría	N° viviendas	%
A	9	60.00%
B	3	20.00%
C	3	20.00%
D	0	0.00%
TOTAL	15	100%

Figura 13

Resultados de la calidad del sistema resistente



Nota. Elaboración Propia

Interpretación de resultados: Los resultados de las mediciones de calidad del parámetro 2 del sistema robusto se muestran en la Gráfica 2, que es una representación gráfica de los datos. Dentro del grupo A, los resultados son mucho mayores, lo que equivale al sesenta por ciento del total. La homogeneidad, las juntas adecuadas y la alineación vertical son características de los muros de carga de las viviendas, que están hechos de materiales de alta calidad como el ladrillo macizo y King Kong. Se ha visto que tanto la categoría B como la categoría C presentan un 20.00% debido al uso de ladrillos pandereta y King Kong en la construcción de sus muros de carga. Este es el caso que se ha observado. Esto contrasta con el primer ejemplo, que presenta un veinte por ciento (20.00%). Además, de acuerdo con la categoría C, algunos de los muros tenían juntas de un espesor inadecuado; sin embargo, la verticalidad se mantuvo a lo largo de toda la estructura.

Parámetro 3. Resistencia convencional

Para calcular el requerimiento de ductilidad de la estructura se realizó un cálculo tomando en cuenta las fuerzas sísmicas previstas a las que estaría sometida la edificación en caso de un evento sísmico. A continuación, se presenta una lista de los resultados que se derivaron de la información que se obtuvo en campo.

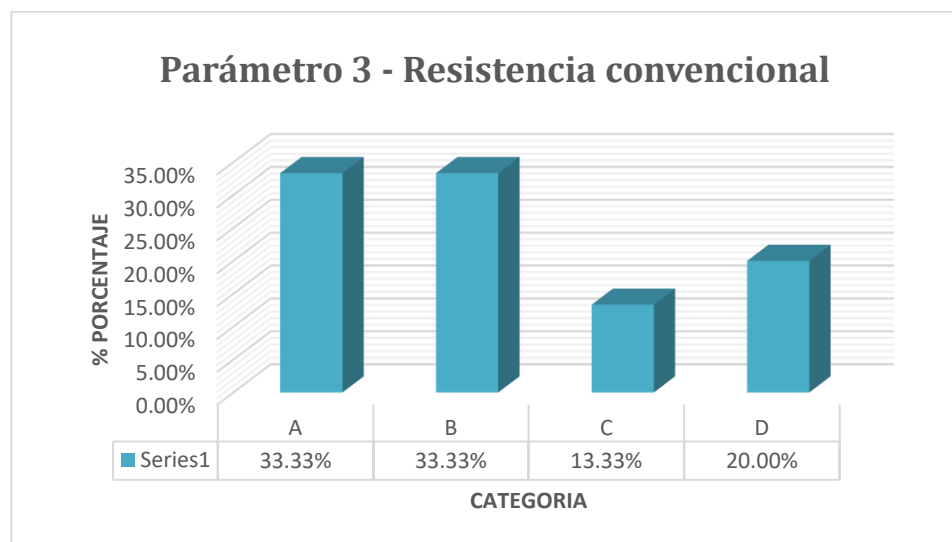
Tabla 4

Resultado de resistencia convencional

Categoría	N° viviendas	%
A	5	33.33%
B	5	33.33%
C	2	13.33%
D	3	20.00%
TOTAL	15	100%

Figura 14

Resultado de resistencia convencional



Nota: elaboración propia

Interpretación de resultados: Los hallazgos del parámetro de resistencia convencional 3 se muestran en la Gráfica 3, la cual demuestra que las categorías A y

B presentan valores idénticos en un 33.33 por ciento. Esto indica que los valores de cualquier categoría son equivalentes. Esto como resultado de que las casas que se encuentran en la categoría A tienen un coeficiente de resistencia mayor a 1, pero las casas que se encuentran en la categoría B tienen un valor de resistencia que está entre 0.6 y 1, que es menor a 1. Las categorías C y D, por el contrario, tienen valores mucho menores a las demás. Como resultado de tener un coeficiente de resistencia de 0.4 o menor, que es menor a 6, las viviendas, que constituyen el 13.33% del total, están en posesión de este inmueble. Del hecho de que el veinte por ciento del total muestra que las viviendas tienen un coeficiente de resistencia que se encuentra en el rango de 0,4 y una cifra menor a seis, es posible concluir que esta afirmación es correcta.

Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación

Luego de realizar una investigación sobre este parámetro, se encontró que las residencias de la Urbanización Santa Catalina se ubican en terrenos que son típicamente planos y tienen una pendiente menor al diez por ciento, lo cual fue revelado luego de que los investigadores realizaron su investigación. Además, las cimentaciones de estas casas son muy superficiales y se ubican a la misma altura en toda la construcción completa.

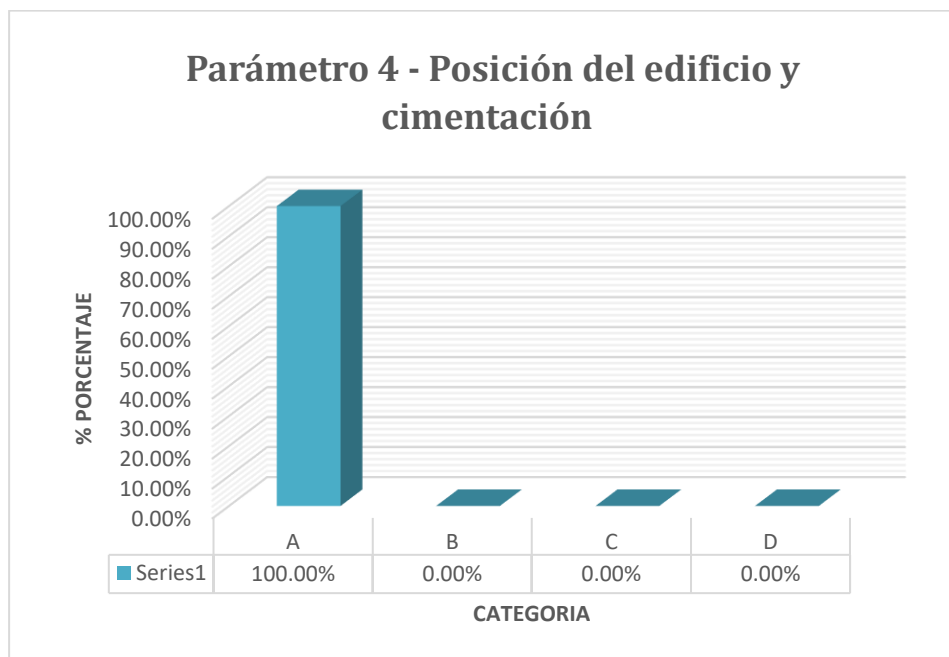
Tabla 5

Resultado de la posición del edificio y cimentación

Categoría	N° viviendas	%
A	15	100.00%
B	0	0.00%
C	0	0.00%
D	0	0.00%
TOTAL	15	100%

Figura 15

Resultado de la posición del edificio y cimentación



Nota: elaboración propia

Interpretación de resultados: Como se puede observar en el Gráfico 4, se muestran los resultados del cuarto parámetro, que está relacionado con la cimentación y el terreno de construcción, por lo que la categoría A presenta un porcentaje que es igual al cien por ciento del total. Las viviendas que se clasifican como pertenecientes a este tipo tienen cimentaciones que consisten en una base continua y, en algunos casos, vigas de cimentación integradas en su construcción. Esto se debe a que las cimentaciones de estas residencias están construidas sobre un terreno bien establecido, lo que explica este resultado. Se ha determinado que la pendiente es menor o igual al cinco por ciento, lo que se considera apropiado para el sitio.

Parámetro 5: Diafragmas horizontales

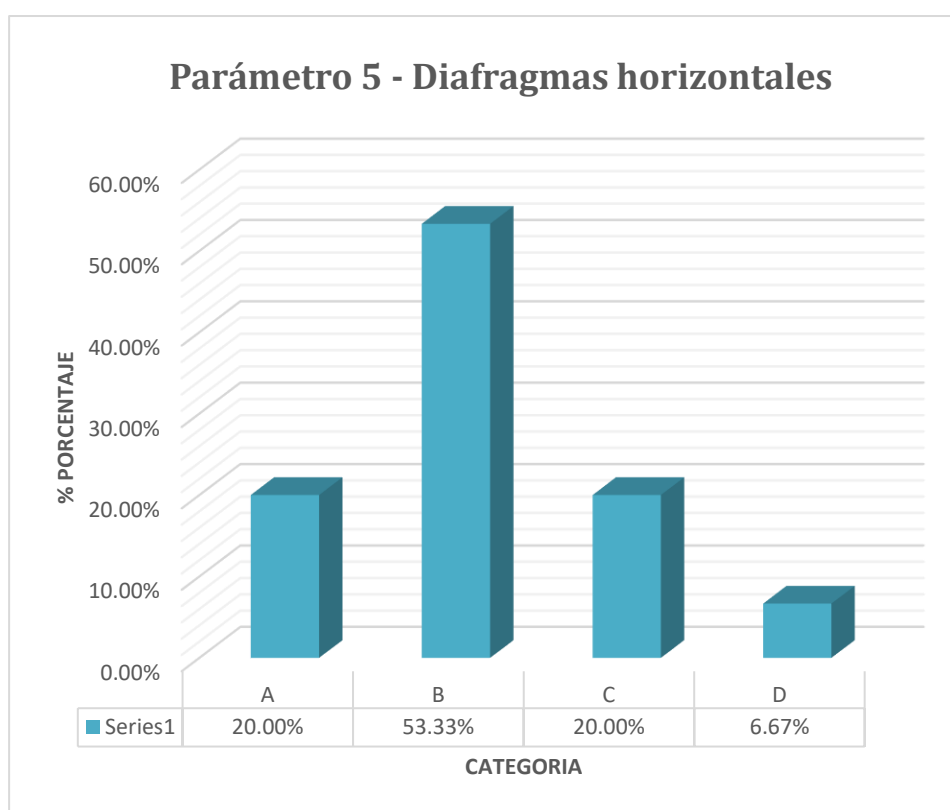
Se realizaron una serie de investigaciones y evaluación para calcular el grado de distorsión del diafragma y la forma en que se conectaba a los muros.

Tabla 6

Resultado del diafragma horizontal

Categoría	N° viviendas	%
A	3	20.00%
B	8	53.33%
C	3	20.00%
D	1	6.67%
TOTAL	15	100%

Figura 16

Resultado del diafragma horizontal

Nota: Elaboración propia

Interpretación de resultados: En el Cuadro 5 se puede observar una representación gráfica de los resultados que se obtuvieron de los diafragmas horizontales con el parámetro 5. En esta situación, las viviendas que se clasifican como Categoría A tienen un porcentaje del veinte por ciento. Esto se debe a que tienen una cubierta de losa más liviana que la cubierta de losa promedio, los diafragmas no

presentan síntomas de deformación y hay una evidencia evidente de eficiencia entre el diafragma y el muro. En el otro extremo del espectro, el grupo B tiene una proporción del 53.33 por ciento del total. Los techos construidos con eternalit y diafragmas de madera son las características de las edificaciones que se incluyen en esta categoría. Sin embargo, existe una conexión incorrecta entre el diafragma y el muro, a pesar de que no hay síntomas de deformación en el interior de estos techos. Además, hay una asignación del veinte por ciento para las responsabilidades de la Categoría C. Es posible que esto se deba a que las estructuras cuentan con cubiertas construidas en eternalit, y en la misma línea, al uso de madera como diafragma ante la ausencia de deformabilidad. Además, la conexión que existe entre estos diafragmas y los muros encargados de soportar la carga es inadecuada. En conclusión, la categoría D recibe una calificación de 6.67 por ciento ya que no satisface tres de los rasgos fundamentales que se vinculan con la categoría A. Es por ello que se le otorga esta calificación a la categoría D.

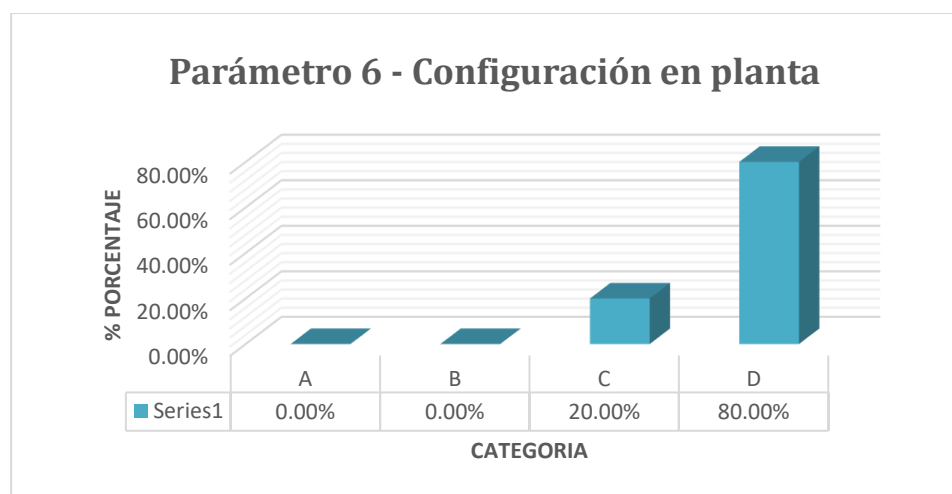
Parámetro 6: Configuración en planta

Las estructuras que conforman la Urbanización Santa Catalina se ubican en diseños de planta rectangular, en forma de L y en forma de U, respectivamente, tomando en cuenta esta demanda específica.

Tabla 7

Resultado de la configuración en planta

Categoría	N° viviendas	%
A	0	0.00%
B	0	0.00%
C	3	20.00%
D	12	80.00%
TOTAL	15	100%

Figura 17*Resultado de la configuración en planta*

Nota. elaboración propia

Interpretación de resultados: El gráfico 6 ilustra gráficamente los resultados que se descubrieron como consecuencia de la configuración de planta del parámetro 6. En esta categoría en particular, la letra C es responsable del veinte por ciento del total. Esto se debe a que las viviendas que se clasifican como pertenecientes a este grupo tienen un patrón regular, que se caracteriza por una forma rectangular, y la relación a/L es igual o mayor a 0.4. Esta es la razón por la que esto es así. De acuerdo con la categoría D, que representa el ochenta por ciento del total, la conexión entre ambos sigue siendo única. Esto es así a pesar de que tiene una forma rectangular y ha utilizado todo el espacio del lote. Con base en el % a/L se puede ver que 0.4 es mayor que β_1 .

Parámetro 7: Configuración de elevación

En la región del corazón de los edificios, las imperfecciones son más evidentes en lo que respecta a la elevación debido a que son más prominentes. Por otro lado, cuando se trata de la variación que se asocia al centro y la masa, esta última es de menor importancia.

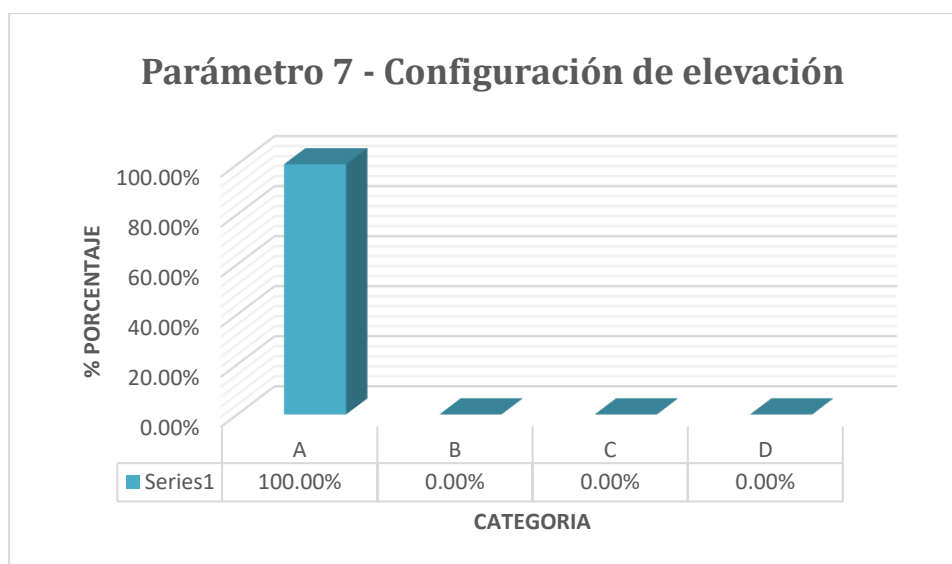
Tabla 8

Resultado de la configuración de elevación

Categoría	N° viviendas	%
A	15	100.00%
B	0	0.00%
C	0	0.00%
D	0	0.00%
TOTAL	15	100%

Figura 18

Resultado de la configuración de elevación



Nota: elaboración propia

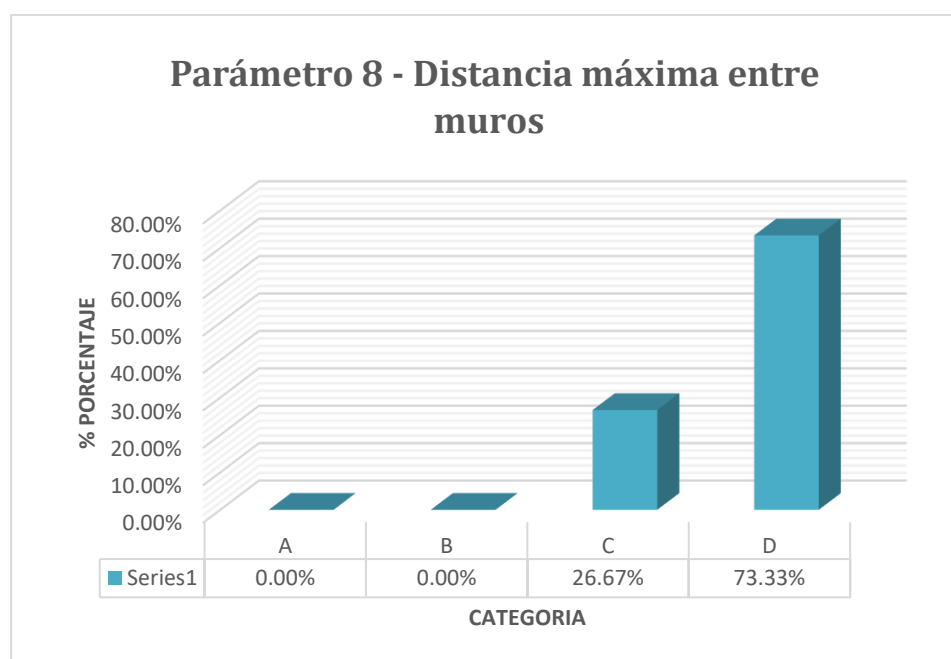
Interpretación de resultados: Los resultados de la implementación de la configuración de elevaciones del séptimo parámetro se muestran en la Gráfica 7, que se puede observar en esta ubicación. En la primera categoría, "A", se muestra que la proporción es del cien por ciento. Esto se debe a que todas y cada una de las casas tienen un diseño adecuado y la relación entre su elevación y altura es igual a uno ($T/H = 1$). Esta es la razón por la que esto es así.

Parámetro 8: Distancia máxima entre muros

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos de la relación L/S para todas las viviendas:

Tabla 9*Resultado de distancia máxima entre muros*

Categoría	N° viviendas	%
A	0	0.00%
B	0	0.00%
C	4	26.67%
D	11	73.33%
TOTAL	15	100%

Figura 19*Resultado de distancia máxima entre muros*

Nota: elaboración propia

Interpretación de resultados: Los resultados del parámetro 8, distancia máxima entre muros, se muestran en la Gráfica 8, que puede verse aquí. Del total, el 26,67% se encuentra en el Grupo C. Típicamente, la relación porcentual longitudinal máxima para el espacio entre los espesores de este tipo de muros es de 18-25, siendo esta la principal razón para ello. Con un porcentaje de 73,33%, podemos observar que las viviendas de Clase D están sujetas a una relación de proporción longitudinal máxima de 25 o menos en lo que se refiere al espacio entre espesores de muros.

Parámetro 9: Tipo de cubierta

Se evaluaron distintas clases de cubiertas en función de su resistencia sísmica mediante estos parámetros. Aunque la mayoría de las viviendas de la Urbanización Santa Catalina tienen losas más ligeras, hay unas cuantas con cubiertas de chapa ondulada.

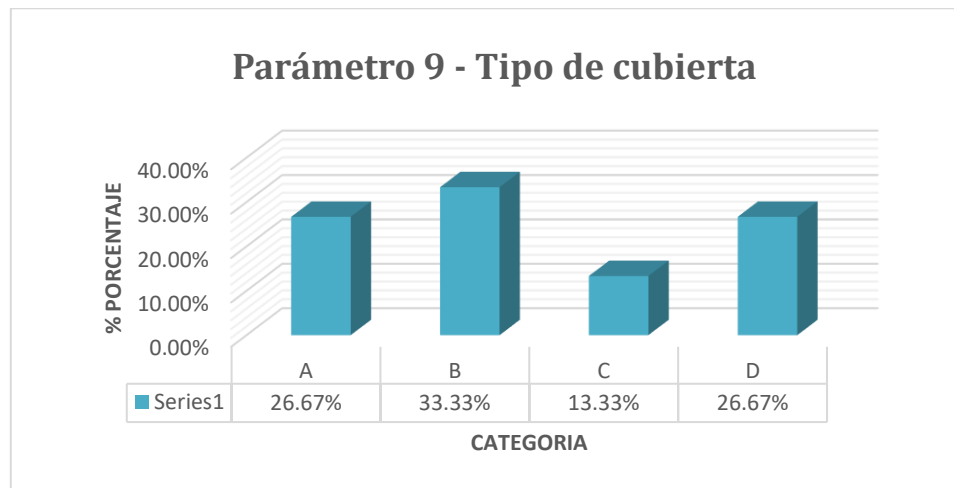
Tabla 10

Resultado del tipo de cubierta

categoría	N° viviendas	%
A	4	26.67%
B	5	33.33%
C	2	13.33%
D	4	26.67%
TOTAL	15	100%

Figura 20

Resultado del tipo de cubierta



Nota. elaboración propia

Interpretación de resultados: La representación gráfica de los resultados del parámetro 9 en relación con el tipo de cubierta se muestra en el Gráfico 9. Dentro de esta categoría, la letra A es responsable del 26.67% del total. Esto se debe a que las viviendas tienen una cubierta resistente que consiste en una losa ligera que se



extiende a lo largo de toda la superficie del terreno, existe un espacio adecuado entre las vigas y se tienen suficientes uniones y conexiones. La categoría B tiene una participación que es igual al 33.33 por ciento del total. A pesar de que las viviendas inspeccionadas tenían una cubierta inestable, sin embargo lograron mantener un espaciamiento adecuado entre las vigas y contaban con los tirantes y conexiones adecuados vinculados a ellas. Por otro lado, el 13.33% de los edificios que fueron categorizados como categoría C tenían cubiertas inestables y permanentes; sin embargo, estas estructuras mantenían la distancia requerida entre las vigas y tenían acoplamientos y conexiones aceptables. En contraste, el 26.67 por ciento de los inmuebles que se clasifican en la categoría D tienen cubiertas inestables, que han sufrido un deterioro sustancial y que no tienen la distancia suficiente ni el soporte suficiente que se requiere.

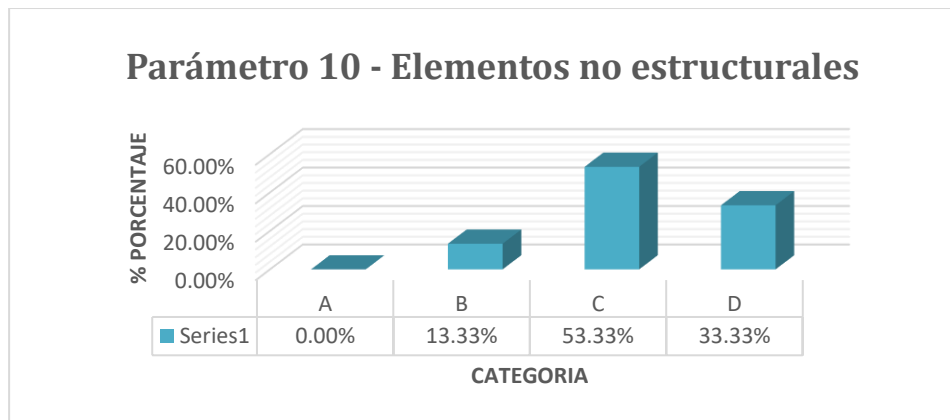
Parámetro 10: Elementos no estructurales

Para efectos de este criterio, los elementos que se tomaron en cuenta fueron aquellos que no cumplían ninguna función estructural pero cuya falla representaría un peligro. El estado de los balcones, aleros, aljibes y antepechos, además de los componentes que se relacionan con ellos, son los componentes que conforman los elementos.

Tabla 11

Resultado de elementos no estructurales

Categoría	N° viviendas	%
A	0	0.00%
B	2	13.33%
C	8	53.33%
D	5	33.33%
TOTAL	15	100%

Figura 21*Resultado de elementos no estructurales*

Nota. elaboración propia

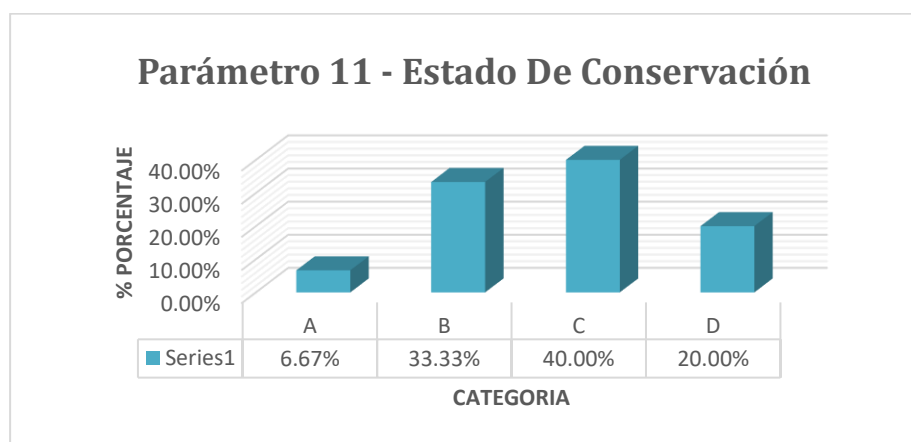
Interpretación de resultados: Los resultados del parámetro 10 componentes no estructurales se muestran en la Gráfica 10, que proporciona una representación gráfica de los datos estadísticos. Esta distribución puede atribuirse a que las viviendas del grupo B cuentan con antepechos adecuadamente contenidos y libres de grietas o huecos. El grupo B representa el 13.33% del total, y podemos atribuir esta distribución a que las viviendas de este grupo cuentan con antepechos. Se encontró que la identificación de grietas o fisuras en los tabiques divisorios de las viviendas de categoría C resultó en un porcentaje del 53.33 por ciento del total. A pesar de que el 33.33 por ciento de las viviendas de categoría D presentan grietas o fracturas en sus tabiques divisorios, también se presentan graves daños en las tuberías que influyen en los componentes estructurales. Estos daños tienen implicaciones en los componentes estructurales.

Parámetro 11: Estado De Conservación

La degradación de las propiedades mecánicas de diversos materiales es causada por el estado de conservación, que puede durar desde diez hasta cincuenta años. Esta condición es responsable de la depreciación de estas propiedades.

Tabla 12*Resultado del estado de conservación*

Categoría	N° viviendas	%
A	1	6.67%
B	5	33.33%
C	6	40.00%
D	3	20.00%
TOTAL	15	100%

Figura 22*Resultado del estado de conservación*

Nota. elaboración propia

Interpretación de resultados: Como se puede observar en la Gráfica 11, aquí se muestran los resultados del estado de conservación para el parámetro 11. A tiene un puntaje de 6.67 por ciento en esta categoría A ya que no se presentaron daños estructurales visibles, lo que sugiere que la conservación se realizó bien. La categoría B tuvo un porcentaje de 33.33 por ciento, lo cual se debe a que las viviendas de esta categoría presentan pocos daños en sus partes estructurales, lo que demuestra que se conservan regularmente. En contraste, las viviendas de la categoría C, que tuvieron un porcentaje de cuarenta por ciento, presentaron daños importantes en sus elementos estructurales, lo que indica que su conservación es deficiente. En la categoría D, que tuvo un porcentaje de veinte por ciento, se observó que las viviendas presentaron daños severos en sus elementos estructurales, por lo que indica una mala rehabilitación.

APLICACIÓN DEL MÉTODO BENEDETTI Y PETRINI

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

El cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica incluyó dividir la sumatoria de los $\sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$ entre 382.5, que es el valor más alto posible cuando la situación se considera crítica.

$$Iv = \frac{K_i * W_i * 100}{382.5}$$

Indica el riesgo por vulnerabilidad que le corresponde:

Donde:

$$Iv \leq 15\%$$

$$15\% \leq Iv \leq 35\%$$

$$Iv \geq 35\%$$

Tabla 13

Rango de vulnerabilidad en vivienda 1

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	20
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	15
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	0
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	5
TOTAL							78.75
% DE RIESGO							21%
		Vulnerabilidad baja					
		Vulnerabilidad media		X			
		Vulnerabilidad alta					

Nota: Elaboración Propia

Tabla 14

Rango de vulnerabilidad en vivienda 2

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	12.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	15
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	5
						TOTAL	103.75
						% DE RIESGO	27%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	X
Vulnerabilidad alta	

Nota. elaboración propia

Tabla 15

Rango de vulnerabilidad en vivienda 3

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	20
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	0
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	5
						TOTAL	63.75
						% DE RIESGO	17%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	X
Vulnerabilidad alta	

Nota. elaboración propia

Tabla 16

Rango de vulnerabilidad en vivienda 4

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	20
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	12.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	15
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	5
TOTAL							70
% DE RIESGO							18%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	X
Vulnerabilidad alta	

Nota. elaboración propia

Tabla 17

Rango de vulnerabilidad en vivienda 5

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	0
TOTAL							40
% DE RIESGO							10%

Vulnerabilidad baja	X
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	

Nota. elaboración propia

Tabla 18

Rango de vulnerabilidad en vivienda 6

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	6.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	67.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	15
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	45
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	25
TOTAL							248.75
% DE RIESGO							65%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota. elaboración propia

Tabla 19

Rango de vulnerabilidad en vivienda 7

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	6.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	15
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	15
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	5
TOTAL							168.75
% DE RIESGO							44%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota. elaboración propia

Tabla 20

Rango de vulnerabilidad en vivienda 8

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	20
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	15
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	25
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	25
TOTAL							158.75
% DE RIESGO							42%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota: elaboración propia

Tabla 21

Rango de vulnerabilidad en vivienda 9

Item	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	45
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	25
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	25
TOTAL							187.5
% DE RIESGO							49%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota: elaboración propia

Tabla 22

Rango de vulnerabilidad en vivienda 10

Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	7.5
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	45
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	11.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1	45
TOTAL						192.5
% DE RIESGO						50%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota. elaboración propia

Tabla 23

Rango de vulnerabilidad en vivienda 11

Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	0
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	0
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	0
Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	6.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	0
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1	25
TOTAL						105
% DE RIESGO						27%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	X
Vulnerabilidad alta	

Nota. elaboración propia

Tabla 24

Rango de vulnerabilidad en vivienda 12

Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	5
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	1.25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	7.5
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	12.5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	1.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	45
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1	25
TOTAL						108.75
% DE RIESGO						28%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	X
Vulnerabilidad alta	

Nota. elaboración propia

Tabla 25

Rango de vulnerabilidad en vivienda 13

Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	1.25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	7.5
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	45
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	11.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1	45
TOTAL						193.75
% DE RIESGO						51%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota. elaboración propia

Tabla 26

Rango de vulnerabilidad en vivienda 14

Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	20
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	6.25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	67.5
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	11.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	25
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	6.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1	25
TOTAL						188.75
% DE RIESGO						49%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota. elaboración propia

Tabla 27

Rango de vulnerabilidad en vivienda 15

Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki*Wi
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	45
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	6.25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	67.5
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	0
Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	5
Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	22.5
Configuración en elevación	0	5	25	45	1	0
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	6.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	45
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	11.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1	45
TOTAL						253.75
% DE RIESGO						66%

Vulnerabilidad baja	
Vulnerabilidad media	
Vulnerabilidad alta	X

Nota. elaboración propia

Tabla 28

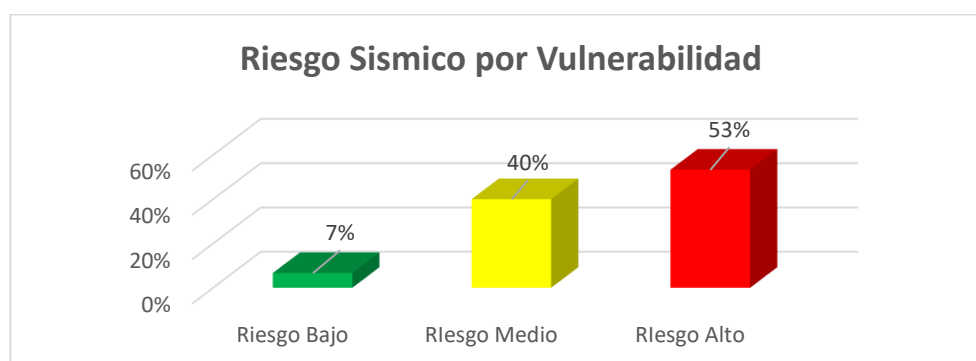
Grado de vulnerabilidad sísmica en viviendas de la urb. Santa Catalina

Riesgo Sísmico por Vulnerabilidad		
Riesgo Bajo	1	7%
Riesgo Medio	6	40%
Riesgo Alto	8	53%
Total	15	100%

Nota. Elaboración propia

Figura 23

Riesgo sísmico por vulnerabilidad



Nota. elaboración propia

Interpretación de resultados: Como se logra visualizar en el cuadro 31, los valores hallados del análisis de riesgo sísmico realizada en el área metropolitana de Santa Catalina revelan un nivel de vulnerabilidad que se ubica en algún punto intermedio del espectro, que va de medio a alto. Para ser más exactos, un apartamento presenta un I_v (%) de 10.00, que es ligeramente inferior al 15%, lo que sugiere que tiene un grado moderado de riesgo sísmico. Esto se debe a que el I_v (%) es un poco inferior al 15%. Existen seis residencias que presentan valores de I_v (%) que van de 17 a 27, lo que indica que son algo vulnerables a la actividad sísmica. En vista de que son susceptibles a los sismos, esto las coloca en el rango de 15% a 35%. De acuerdo con los hallazgos, existen ocho viviendas que se han determinado con un alto grado de peligro sísmico. Estas residencias tienen calificaciones de I_v (%) que varían de 42 a 66, lo que sugiere que son más susceptibles a sufrir daños que el 35% de las

viviendas disponibles.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se evaluaron quince viviendas construidas sin ningún tipo de soporte técnico en toda la región metropolitana. Con la finalidad de facilitar el análisis del riesgo sísmico asociado a estas residencias en Santa Catalina, ciudad de Juliaca, se utilizó la metodología creada por Benedetti y Petrini para realizar la investigación sobre los once componentes que componen el índice de vulnerabilidad.

SEGUNDA: Entre las variables que inciden en el riesgo sísmico por susceptibilidad se hallan los aspectos de diseño arquitectónico y estructural. Estas características se hallan entre los factores que influyen en el riesgo sísmico. Es posible argumentar que el proceso de construcción de estas viviendas se vio obstaculizado por limitaciones en cuanto a la cantidad de trabajadores disponibles y la calidad de los elementos usados. Además, los diseños arquitectónicos y estructurales no se apegaron a las normas de diseño sismorresistente, las cuales estaban de acuerdo con la E-030 y correspondían a irregularidades. Esto se debe a que la E-030 exige que la planta y la altura sean regulares, lo que limita la cantidad de torsión y masa sísmica experimentada. Estas viviendas son vulnerables a los riesgos asociados a la actividad sísmica, por su vulnerabilidad a los sismos.

TERCERA: En las quince viviendas inspeccionadas, se utiliza una cantidad limitada de mampostería de ladrillo y el Distrito Escolar Unificado de Santa Catalina no especifica ninguna norma técnica para la construcción residencial. Entre las quince propiedades, ocho de ellas tienen una susceptibilidad alta, lo que representa el 53 por ciento del total. Seis de las edificaciones tienen una vulnerabilidad media y una de las edificaciones tiene un peligro moderado. En el año 2017, Garcés realizó un estudio sobre el riesgo sísmico que ocasionan las estructuras de mampostería limitada en la



ciudad de Bogotá. Con el objetivo de evaluar los niveles de sensibilidad de 37 viviendas, que comprendían el total, realizó un estudio. Diecisiete del total de edificaciones, es decir, el cincuenta y siete por ciento del total, presentaron una vulnerabilidad significativa como resultado de la falta de contención en los agentes de la estructura, procedimientos constructivos y calidad de los materiales. Este fue el caso en diecisiete del total de viviendas. El método del índice de vulnerabilidad fue utilizado por Parraga y Cortes en el año 2018 para evaluar el riesgo sísmico potencial que pueden presentar los bloques dentro de un establecimiento ubicado en Colombia. Los siguientes son los resultados que se mencionaron: seis de los cinco edificios son estructuras de un solo piso; estos edificios no presentan ningún problema estructural; el índice de vulnerabilidad que se proporcionó se enumeró como BAJO; y uno de los edificios de dos pisos tuvo una vulnerabilidad que se destacó como ALTA. Esto se produjo como consecuencia del carácter diverso del sistema estructural, así como de la incapacidad de las estructuras para colaborar entre sí de manera coherente.

CUARTA: Luego de una investigación y análisis del índice de vulnerabilidad asociado a las edificaciones que se construyeron sin la orientación técnica de la comunidad de Santa Catalina, se han presentado recomendaciones para las técnicas de refuerzo que están destinadas a usarse en estructuras de mampostería restringida (ladrillo). Estas técnicas están destinadas a ser utilizadas en estructuras de ladrillo. Se ha recomendado que el reforzamiento se realice de acuerdo a los componentes responsables de la diferencia en la distribución y densidad de los muros. Esto se basa en los elementos responsables de la diferencia. El empleo de mallas electrosoldadas y mallas de refuerzo es una de las opciones que se ha propuesto con el fin de brindar soporte a los muros que se agrandan. A raíz del examen de la estructura que se llevó a cabo en 2017, Quispe propuso la implementación de una serie de mejoras a la estructura en su conjunto. Como



consecuencia de esto, sugirió una gran cantidad de diferentes sugerencias con la intención de reforzar la estructura para garantizar su estabilidad. Como resultado de esto, sugirió un enfoque que utiliza un refuerzo heterogéneo para garantizar que la estructura se mantenga estable. Para ser más específico, describió la siguiente técnica de refuerzo: refuerzo mediante el uso de una viga de collarín de madera exterior, refuerzo mediante la utilización de claves de madera en las esquinas y refuerzo mediante la utilización de contrafuertes ubicados en las áreas que eran más susceptibles a daños.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Debido a la importancia de estas estructuras, actualmente se están realizando evaluaciones de riesgo de vulnerabilidad estructural en edificios cruciales de categoría A, como hospitales e instituciones educativas. Estas evaluaciones se están llevando a cabo debido a la importancia de estos edificios. Las casas y otras construcciones comunes han recibido relativamente poca atención, a pesar de que constituyen la sección más grande de la infraestructura del gobierno. Esto es así a pesar de que este tipo de estructuras a menudo incluyen alojamiento residencial como uno de sus componentes. En vista de esto, es de suma importancia realizar un análisis del riesgo sísmico relacionado con la susceptibilidad de las viviendas y determinar el estado actual de la situación. Los planes de mitigación se desarrollan haciendo uso de la información que se ha obtenido para proteger las propiedades que son vulnerables a la amenaza.

SEGUNDA: Las iniciativas de capacitación son esenciales para informar a la población sobre la vulnerabilidad sísmica y las deficiencias que existen en las edificaciones urbanas. Estas iniciativas deben hacer uso de los datos obtenidos del diagnóstico de los factores que influyen en la vulnerabilidad, en particular en lo que respecta a las deficiencias en las edificaciones ejecutadas sin supervisión técnica. Con el fin de advertir a la población sobre estos riesgos, estas actividades son absolutamente necesarias. Con el fin de garantizar que cualquier proyecto de construcción futuro en Santa Catalina cumpla con el Reglamento Nacional de Edificaciones, es muy recomendable buscar ayuda profesional durante todo el proyecto y durante toda la fase de ejecución.

TERCERA: Para disminuir el amplio espectro de vulnerabilidad que existe en las edificaciones, que va de media a alta, se recomienda que los proyectos de



construcción futuros cuenten con el apoyo profesional durante toda la fase de proyecto y ejecución. Esto se hace con el fin de disminuir el nivel de vulnerabilidad general. Debido a esto, será mucho más sencillo evitar edificaciones vulnerables a eventos sísmicos que podrían poner en peligro la vida de los individuos que viven en la zona.

CUARTA: Es necesario brindar soluciones para el reforzamiento y mantenimiento de las estructuras de mampostería restringida (ladrillo) con el fin de corregir las deficiencias que se han identificado en las viviendas que se construyeron sin la supervisión técnica de la urbanización Santa Catalina. Esto es necesario para reparar las deficiencias que se han detectado. Para garantizar que se mantenga la integridad estructural de las viviendas de mampostería, es muy recomendable utilizar los servicios de ingenieros y/o otros especialistas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros, A. (2014). *Manual de constructor para propietarios*. Lima.
- Astorga M. M. A. (2006) "Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas" (*tesis de maestría*). Lima – Perú.
- Cari, E. (2018). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de viviendas de albañilería confinada en el centro poblado La Curva, Distrito de Deán Valdivia, Arequipa. (*tesis de licenciatura*). Universidad Peruana Unión, Juliaca.
- Castro, D. E. (2015). Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja - Junín. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Enrique, E. (26 de Setiembre de 2017). Capeco: El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto. (A. Wilfredo, Entrevistador)
- Garces, J. R. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. (*trabajo de grado*). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Haromoto, E. (1998). conceptos básicos sobre vivienda y calidad.
- Kuroiwa, J., & Salas, J. (2009). *Manual para reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos*. Lima: GMC Digital S.A.C.
- Laucata, J. E. (2013). Analisis de la vulnerabilidad sismica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. (*Tesis de licenciatura*). Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima.
- Maldonado, E., Chio, G., & Gomez, I. (2007). Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de expertos. (*investigación*). Universidad Bogotá, Colombia.



Manuel, O. (24 de Setiembre de 2013). Qué aspectos a considerar al momento de escoger vivienda. (N. Susana, Entrevistador)

Martínez, S. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, Región de Murcia. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Nervi, M. (2017). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E-070 del RNE en la ciudad de la Juliaca. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Peruana Unión, Juliaca.

Norma Técnica Diseño Sino Resistente E-030 2018

Poma, C. J. (2017). Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de autoconstrucción en la urbanización popular minas buenaventura. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Quispe, M. (2017). Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la capilla cristo pobre de la beneficencia de Puno. (*tesis de licenciatura*). Universidad nacional del altiplano, Puno.

San Bartolomé, A. (2008). *Manual de construcción, estructuración y pre dimensionamiento en albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado*. Lima: SENCICO.

SENCICO, & PUCP. (2012). *Manual de autoconstrucción y mejoramiento de viviendas*.

Lima: Municipalidad Metropolitana de Lima.

Silva, N. A. (2011). vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales y evaluación preliminar de riesgo sísmico en región metropolitana. (*tesis de maestría*). universidad de chile, Santiago de chile.



Tavera, H., & Buforn, E. (1998). Sismicidad y sismo tectónica de Perú. *Física de la Tierra*,

188.

Toledo, Z. (2018). *Guía de técnicas para reducir el riesgo en viviendas ubicadas en laderas*. Lima: Predes.

Vásquez, O. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Séptima ed.). Lima.



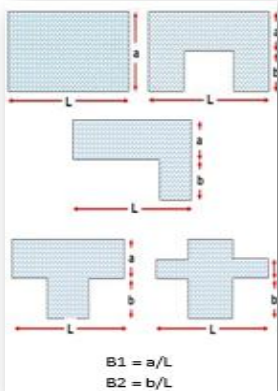
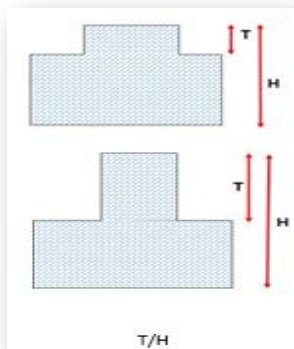
ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGÍA	
		VARIABLES	INDICADORES	VALOR FINAL			
<p>GENERAL: ¿Cuál es el riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?</p> <p>ESPECIFICO: ¿Qué factores inciden en riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuál es el rango de riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cómo intervenir en el reforzamiento estructural de las viviendas construidas sin dirección técnica, en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>GENERAL: Determinar el índice de riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca, mediante el método de Benedetti y Petrini.</p> <p>ESPECIFICO: Verificar los factores que inciden en el riesgo sísmico de las viviendas construidas en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Estimar el rango de riesgo sísmico que presentan las viviendas construidas sin dirección técnica, en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Describir metodologías de intervención para reforzar las viviendas construidas sin dirección técnica, en la Urb. Santa catalina de la ciudad de Juliaca</p>	<p>DE CARACTERIZACIÓN:</p> <p>Aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constructivos - Estructurales - Geométricos - Cimentación 	<p>PARÁMETROS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Organización del sistema resistente -Calidad del sistema resistente -Resistencia convencional -Posición del edificio y la cimentación -Elementos no estructurales -Diagramas horizontales -Configuración en planta -Configuración en elevación -Distancia máxima entre los muros -Tipo de cubierta - Estado de conservación 	<p>CLASE (K_i)</p> <p>0 -45</p>	<p>PESO (W_i)</p> <p>1.00 0.25 1.50 0.75 0.25 1.00 0.50 1.00 0.25 1.00 1.00</p>	<p>Tipo de investigación Por el tipo de investigación, el estudio reúne las condiciones de una investigación cuantitativa</p> <p>Nivel de la Investigación: De acuerdo a la naturaleza del estudio de investigación reúne su nivel descriptivo.</p> <p>POBLACIÓN Son las viviendas de la urb. Santa Catalina se cuantifica 952 viviendas</p> <p>MUESTRA: Para determinar la muestra se empleó la siguiente formula: para el nivel de confianza del 95% se obtuvo una muestra de 15 viviendas construidas sin dirección técnica.</p> <p>TÉCNICAS: Fichas de campo Fotografías</p> <p>INSTRUMENTOS: Cámara Wincha Flexómetro</p>	
			Reforzamiento estructural	- Apuntalamiento Enmallado	m ²		
			Riesgo sísmico por Vulnerabilidad	<p>Vulnerabilidad <15%</p> <p>15% ≤ Vulnerabilidad <35%</p> <p>Vulnerabilidad ≥ 35%</p>	<p>BAJA MEDIA ALTA</p>		

ANEXO 2 FICHA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA - JULIACA													
Ficha Técnica - Método Benedetti y Petrini													
Datos referenciales	Parámetro	Clase	Elemento de evaluación										
Fecha: Ubicación: Manzana: Lote: Uso: Parámetro 6: Configuración en planta 	1	Tipo y organización del sistema resistente	Marca según lo observado: Asesoría técnica Nueva construcción y/o reparación según Norma Elemento de arriostre horizontales y verticales Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	2	Calidad del sistema resistente	Marca según lo observado: Muros con mampostería industrial Muros con mampostería artesanal Buena trabazón en mampostería Mortero de buena calidad (9-12 mm) <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	3	Resistencia convencional	Especificar según lo observado: Número de pisos (N): _____ Ax: Área de muros X (m ²): _____ Ay: Área de muros Y (m ²): _____ h: Altura promedio entrepiso (m) _____ ps: Peso del diafragma (tn/m ²): _____										
	4	Posición del edificio y de la cimentación	Marca según lo observado: Presencia de sales Presencia de filtraciones Terreno suelto Pendiente <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	5	Diafragmas horizontales	Marca según lo observado: Descontinuidades abruptas Buena conexión diafragma-muro Deflexión del diafragma <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	6	Configuración en planta	Especificar los siguientes parámetros: Relación B1 = a/l Relación B2 = b/l _____ _____										
Parámetro 7: Configuración en Elevación 	7	Configuración en elevación	Especificar los siguientes parámetros: % T/H Piso blando: Irregularidad del sistema resistente <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	8	Distancia máxima entre muros	Especificar: L (espacio de muros transversales (m): _____ S (espesor del muro maestro (m): _____ Factor L/S: _____										
	9	Tipo de cubierta	Marca según lo observado: Cubierta estable: Conexión cubierta - muro adecuada Cubierta plana Material liviano Cubierta en buenas condiciones <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	10	Elementos no estructurales	Calificar con B (bueno), R (regular) o M (malo) según conexión del S.R. Corniza y parapetos Tanques de agua prefabricados Balcones y volados Pequeños elementos <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										
	11	Estado de conservación	Marca según lo observado en la estructura: Muros en buenas condiciones, sin fisuras visibles Muros en buenas condiciones, pero con pequeñas fisuras Edificación que no presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación Muros con fuerte deterioro en sus componentes <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>										

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 08/09/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JOSE SANTOS LARICO FLORES

Dirección: Jr. INGENIERIA S/N MZ E LT. 05 URB. VALLECITO – JULIACA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 10081849

Teléfono: 999242266 email: laricofloresjosesantos915@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: MAESTRÍA EN INGENIERIA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LA URBANIZACIÓN SANTA CATALINA – JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): RIESGO SISMICO, ALBAÑILERIA CONFINADA, VULNERABILIDAD

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

2. Referencia de tesis:

Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50


Firma de Autor



huella digital

08/09/2015

Fecha

