



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

T E S I S

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL CERCADO
DE LA PROVINCIA DE NASCA ICA – 2019**

PRESENTADA POR

BACHILLER JHON EDDY CUADROS QUISPE

ASESOR:

MGR. FREDY JAIME CALSIN ADCO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

MOQUEGUA - PERÚ

2022

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE APÉNDICES	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema	1
1.2. Definición del problema	4
1.2.1. Problema general.	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1. Objetivo general.	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación	5
1.4.1 En lo económico.....	6
1.4.2 En lo social.	6

1.4.3 En lo técnico.....	7
1.4.4 En lo constructivo.....	7
1.5. Alcances y limitaciones.....	7
1.5.1 Alcances.....	7
1.5.2 Limitaciones.....	7
1.6. Variables.....	8
1.6.1 Operacionalización de variables.....	8
1.7. Hipótesis de la investigación.....	8
1.7.1. Hipótesis general.....	8
1.7.2. Hipótesis derivadas.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Vulnerabilidad sísmica.....	10
2.2.2. Métodos para estimar la vulnerabilidad sísmica.....	10
2.2.3. Sismicidad.....	13
2.2.4. Vulnerabilidad sísmica de estructuras.....	17
2.2.5. Viviendas autoconstruidas.....	19
2.3. Albañilería confinada y armada.....	25
2.3.1 Albañilería confinada.....	25
2.3.2 Albañilería armada.....	25
2.3.3 Conceptos importantes para la investigación.....	25
2.4 Unidades de albañilería.....	28

2.4.1 Variación dimensional.....	28
2.4.2 Alabeo.....	29
2.4.3 Succión.....	29
2.4.4 Absorción.....	30
2.4.5 Resistencia a compresión de las unidades de albañilería ($f'b$).	31
2.4.6 Pilas	32
2.5 Descripción de la zona de estudio.....	34
2.5.1 Localización de la zona en estudio.....	35
2.5.2 Características generales.....	36
2.5.3 Materiales de construcción característicos.....	39
2.5.4 Características de las unidades de ladrillos.....	43
2.6 Fichas de encuesta y reporte	45
2.6.1 Fichas de encuesta.....	45
2.6.2 Fichas de reporte.....	51
2.7 Defectos en la construcción de viviendas autoconstruidas.....	65
2.7.1 Problemas de ubicación de las viviendas.....	65
2.7.2 Deficiencias estructurales de las viviendas.....	67
2.8 Base de datos y estadística.....	73
2.8.1 Datos estadísticos de la zona.....	73
2.8.2 Análisis cualitativo de la base de datos.....	76
2.8.3 Análisis cuantitativo de la base de datos.....	82

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación.....	88
-----------------------------------	----

3.2	Diseño de la investigación	88
3.3	Población y muestra.....	88
3.3.1	Población.	88
3.3.2	Muestra.	89
3.4	Descripción de instrumentos para recolección de datos	90
3.4.1	Inspección visual.....	90
3.4.2	Entrevista.	90
3.4.3	Plano de la provincia de Nasca.	90
3.4.4	Validez.	90
3.4.5	Confiabilidad.....	91
3.4.6	Fichas de encuesta.....	91
3.4.7	Procesamiento de las fichas de reporte en el software Microsoft Excel.....	91
3.4.8	Base de datos y estadística.	91
3.4.9	Fotografías.	92
3.4.10	Fichas de encuesta.	92

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Presentación de resultados	94
4.1.1	Análisis cualitativo de la base de datos	95
4.1.2	Análisis cuantitativo de la base de datos.	101
4.2	Contrastación de hipótesis	104
4.3	Discusión de resultados	106

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	108
5.2 Recomendaciones	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
APÉNDICES	114
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	127
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables	8
Tabla 2 Escala de Richter.....	16
Tabla 3 Escala de Mercalli	16
Tabla 4 Características mecánicas de las unidades de albañilería.....	43
Tabla 5 Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica	62
Tabla 6 Combinaciones de peligro sísmico alto.....	63
Tabla 7 Combinaciones de peligro sísmico medio.....	64
Tabla 8 Combinaciones de peligro sísmico bajo.....	64
Tabla 9 Tabla de riesgo sísmico	65
Tabla 10 Tabla de riesgo sísmico en valores.....	65
Tabla 11 Tabla características generales de la vivienda.....	74
Tabla 12 Proceso constructivo	77
Tabla 13 Mano de obra.....	77
Tabla 14 Calidad de materiales	78
Tabla 15 Problemas en los muros.....	79
Tabla 16 Densidad de muros	83
Tabla 17 Densidad de muros paralelos a la fachada	84
Tabla 18 Densidad de muros perpendicular a la fachada.....	85
Tabla 19 Vulnerabilidad Peligro y Riesgo Sísmico	85
Tabla 20 Rangos y Magnitud de validez	90
Tabla 21 Contrastación de primera hipótesis específica	105

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mala aplicación de ladrillos pandereta en el 2° y 3° nivel.	2
Figura 2. Construcción con ladrillos artesanales.....	2
Figura 3. Muros de albañilería altos sin vigueta de amarre.	3
Figura 4. Falta de junta sísmica en viviendas de distintos propietarios.	3
Figura 5. Cangrejeras en viguetas.	4
Figura 6. Ubicación de la placa de Nasca	13
Figura 7. Fenómeno de subducción en la placa de Nasca.....	14
Figura 8. Mapa sísmico de la provincia de Nasca.....	15
Figura 9. Nivelación manual del terreno.....	20
Figura 10. Terreno nivelado y habitado en chozas.	20
Figura 11. Excavación de zanjas para la cimentación.....	21
Figura 12. Cimentación y levantamiento de algunos muros y columnas.....	21
Figura 13. Colocación de techo provisional.....	22
Figura 14. Vivienda con techo provisional.	22
Figura 15. Armado del encofrado para el techo.	23
Figura 16. Vivienda techada en concreto armado.....	23
Figura 17. Vivienda tarrajada con muros en el segundo piso.	24
Figura 18. Vivienda con muros proyectado para el segundo piso.	24
Figura 19. Procedimiento de medición de elementos de arcilla cocida.	29
Figura 20. Peso seco de las unidades de arcilla cocida.....	30
Figura 21. Absorción de las unidades de albañilería.....	30
Figura 22. Unidades de albañilería sometidas al ensayo de compresión.	32

Figura 23. Pilas de las unidades de albañilería	33
Figura 24. Mapa de riesgo sísmico del Perú.	34
Figura 25. Ubicación de la provincia de Nasca en la región Ica.....	35
Figura 26. Mapa Geológico de la provincia de Nasca.	37
Figura 27. Vivienda de dos pisos (vivienda 01).....	40
Figura 28. Vivienda de cuatro pisos (vivienda 03)	41
Figura 29. Vivienda de dos pisos (vivienda 04).....	41
Figura 30. Vivienda de cuatro pisos (vivienda 05)	42
Figura 31. Muros de King Kong Artesanal (vivienda 06)	42
Figura 32. Vivienda de tres pisos (vivienda 07)	43
Figura 33. Ladrillo King Kong Artesanal.	44
Figura 34. Ladrillo King Kong Industrial	45
Figura 35. Ficha de encuesta página 1	48
Figura 36. Ficha de encuesta página 2	49
Figura 37. Ficha de encuesta página 3	50
Figura 38. Falla por corte en muro y presencia de humedad	51
Figura 39. Fuerza cortante y momento en un muro de vivienda de un piso	55
Figura 40. Fuerza cortante y momento para muros de dos pisos	55
Figura 41. Verificación de la densidad de muros.....	56
Figura 42. Muro con cuatro bordes arriostrados	58
Figura 43. Muro con tres bordes arriostrados	59
Figura 44. Momento resistente M_r en un muro de albañilería.....	60
Figura 45. Vulnerabilidad estructural	61
Figura 46. Riesgo Sísmico	61

Figura 47. Valores de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico.....	62
Figura 48. Viviendas sin pendientes	66
Figura 49. Mapa de peligros por inundación	67
Figura 50. Vivienda sin junta sísmica	68
Figura 51. Vivienda con aceros expuestos por cangrejas	69
Figura 52. Vivienda con muros agrietados	71
Figura 53. Vivienda con eflorescencia en muros	72
Figura 54. Vivienda con ladrillos de baja calidad.....	73
Figura 55. Cuadro estadístico de viviendas encuestadas	75
Figura 56. Universo de viviendas encuestadas (%)	76
Figura 57. Proceso constructivo de viviendas.....	77
Figura 58. Problemas de calidad de la mano de obra.....	78
Figura 59. Calidad de materiales (%).....	79
Figura 60. Corte en muros.....	80
Figura 61. Sales.....	80
Figura 62. Eflorescencia.....	81
Figura 63. Asentamientos diferenciales	81
Figura 64. Fisuras en viviendas por sismo	82
Figura 65. Fisuras en viviendas reparadas (%)	82
Figura 66. Densidad de muros	84
Figura 67. Densidad de muros paralelo a la fachada	84
Figura 68. Densidad de muros perpendicular a la fachada	85
Figura 69. Vulnerabilidad Sísmica.....	86
Figura 70. Peligro Sísmico	86

Figura 71. Riesgo Sísmico	87
Figura 72. Universo de viviendas encuestadas (%)	94
Figura 73. Proceso constructivo de viviendas.....	95
Figura 74. Problemas de calidad de la mano de obra.....	95
Figura 75. Calidad de materiales (%).....	96
Figura 76. Corte en muros.....	97
Figura 77. Sales.....	97
Figura 78. Eflorescencia.....	98
Figura 79. Asentamientos diferenciales	99
Figura 80. Fisuras en viviendas por sismo	99
Figura 81. Fisuras en viviendas reparadas (%)	100
Figura 82. Densidad de muros	101
Figura 83. Densidad de muros paralelo a la fachada	101
Figura 84. Densidad de muros perpendicular a la fachada	102
Figura 85. Vulnerabilidad Sísmica.....	103
Figura 86. Peligro Sísmico.....	103
Figura 87. Riesgo Sísmico	104

ÍNDICE DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1 Succión.....	29
Ecuación 2 Absorción	30
Ecuación 3 Resistencia a la compresión parte 1	31
Ecuación 4 Resistencia a la compresión parte 2.....	31
Ecuación 5 Resistencia a compresión axial parte 1.....	33
Ecuación 6 Resistencia a compresión axial parte 2.....	33
Ecuación 7 Área mínima de muros parte 1	53
Ecuación 8 Fuerza cortante actuante	53
Ecuación 9 Peso de la vivienda.....	53
Ecuación 10 Fuerza de corte resistente parte 1	53
Ecuación 11 Fuerza de corte resistente parte 2	53
Ecuación 12 Fuerza de corte resistente parte 3	54
Ecuación 13 Fuerza de corte resistente parte 4	54
Ecuación 14 Área mínima de muros	54
Ecuación 15 Cálculo detallado de la resistencia a corte VR de los muros para vivienda de 1 piso	54
Ecuación 16 Alturas de entrepiso.....	56
Ecuación 17 Carga sísmica que actúa durante un sismo.....	57
Ecuación 18 Peso del muro por unidad de área del plano del muro	57
Ecuación 19 Momento actuante parte 1	57
Ecuación 20 Momento actuante parte 2	59
Ecuación 21 Esfuerzo por flexión	59

Ecuación 22 Momento resistente a tracción por flexión 60

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Planos de viviendas encuestadas.....	115
Apéndice B. Ensayos de laboratorio	118

RESUMEN

En este proyecto se desarrolló una metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca. Para ello se realizó un estudio de los errores arquitectónicos, estructurales y procesos constructivos de 25 viviendas de albañilería confinada. Las viviendas autoconstruidas sin asesoramiento técnico o profesional hacen vulnerables a las viviendas, lo cual genera pérdidas económicas, la vivienda sufre daños estructurales y pérdidas humanas. Se realizó la encuesta y posterior evaluación de la vulnerabilidad sísmica a 25 viviendas del cercado de la provincia de Nasca de la ciudad de Ica. Las fichas de recolección de datos fueron hechas por alumnos de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica, posteriormente dichas fichas de encuesta fueron procesadas obteniendo la vulnerabilidad sísmica de las viviendas encuestadas, con la información procesada se realizó una base de datos para determinar las principales deficiencias de las viviendas autoconstruidas y finalmente concluir con recomendaciones para tener viviendas resistentes a los sismos. El resultado es el siguiente: La vulnerabilidad sísmica encontrada en las viviendas autoconstruidas de la provincia de Nasca fue alta en un 56 % y media en un 44 %, teniendo en la densidad de muros, y la calidad de la mano de obra en el proceso constructivo como los más resaltantes e influyentes, por lo que se hace necesario implementar una correcta cultura de construcción a través de la capacitación a la mano de obra del cercado de la provincia de Nasca.

Palabras clave: Vulnerabilidad, Peligro, Riesgo sísmico, Viviendas, Autoconstrucción, Albañilería.

ABSTRACT

In this project, a methodology was developed to evaluate the seismic vulnerability of self-built houses in the enclosure of the province of Nasca. For this purpose, a study of the architectural and structural errors and construction processes of 25 confined masonry houses was carried out. Self-built houses without technical or professional advice make the houses vulnerable, which generates economic losses, the house suffers structural damage and human losses. The survey and subsequent evaluation of seismic vulnerability was carried out in 25 houses in the province of Nasca in the city of Ica. The data collection forms were made by students of the San Luis Gonzaga University of Ica, later these survey forms were processed obtaining the seismic vulnerability of the surveyed houses, with the processed information a database was made to determine the main deficiencies of the self-built houses and finally conclude with recommendations to have seismic resistant houses. The result is as follows: The seismic vulnerability found in the self-built houses in the province of Nasca was high in 56 % and medium in 44 %, having in the density of walls, and the quality of the workmanship in the construction process as the most outstanding and influential, so it is necessary to implement a correct construction culture through training to the workmanship of the fence of the province of Nasca.

Keywords: Vulnerability, Danger, Seismic risk, Households, self-build, Brickwork.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación denominado “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca Ica – 2019”.

La ciudad de Nasca se encuentra expuesta a diversos fenómenos naturales como temblores y terremotos los cuales ocasionan impactos como la pérdida de vidas humanas y la devastación de las edificaciones. Para ello se procedió a realizar una investigación por medio de los habitantes llenando una ficha técnica la cual dará a conocer el estado situacional de dichas viviendas autoconstruidas, en las cuales se recopilarán errores debidos a la autoconstrucción de viviendas del tipo: arquitectónico, estructurales y procesos constructivos, se digitalará la información la cual nos permitirá hacer un análisis del estado en el que se encuentra el cercado de la ciudad de Nazca. Una vez procesados los datos de las fichas técnicas se procederá a definir el grado de vulnerabilidad de las viviendas encuestadas del cercado de Nazca debido a la autoconstrucción que se estado realizando continuamente hasta la actualidad por los propietarios.

La vulnerabilidad sísmica está definida como el comportamiento y los daños que ocasionan en una edificación ante un eventual evento sísmico, los cuales están directamente relacionados con el diseño, materiales y procesos constructivos.

En la ingeniería sísmica actual es imprescindible evaluar la vulnerabilidad de las zonas urbanas, es ahí donde se acumula la mayormente la población mundial, la infraestructura y los servicios básicos son la fuente principal , para poder conocer los riesgos sísmicos y a la vez tomar decisiones para poder mitigar los desastres ocasionados por los sismos.

Un ejemplo aplicativo directo de la definición de vulnerabilidad seria los diseños y los rediseños que necesita de información para alterar los cambios , otro ejemplo seria la readecuación o demoliciones de edificios con mayor riesgo , saber en qué zona se va construir los hospitales y los locales de auxilio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

Perú es un país de alta sismicidad, donde gran parte de la población viven en zonas sísmicas y la localidad de Nasca se encuentra localizada en un sector altamente sísmica debido a que en el subsuelo se produce el fenómeno de subducción, el cual es el causante de los grandes terremotos que han ocurrido en la costa sur peruana. (Muñoz, 2006).

Las viviendas que se han construido en las dos últimas décadas no han tenido el asesoramiento respectivo en cuanto a arquitectura, diseño y proceso constructivo por lo cual se hace indispensable evaluar las vulnerabilidades sísmicas de estas, con la finalidad para resguardar la vida y seguridad para sus ocupantes. (Muñoz, 2006).

Cabe indicar que la población no ha tomado la conciencia debida con respecto a la importancia de contar con una vivienda sismorresistente, y sigue optando por el modo de construcción tradicional, como lo es la “autoconstrucción”.

La ventaja de una vivienda sismorresistente es que este tipo de vivienda la diseñan profesionales especializados como lo es en este caso, el ingeniero civil con la especialidad de estructuras considerando en sus diseños todas las normas y recomendaciones para un próximo evento sísmico.

Muy por el contrario, el maestro de obra carece de estos conocimientos y construye viviendas de forma tradicional sin considerar el impacto que pueda ocasionar en la vivienda un próximo evento sísmico.



Figura 1. Mala aplicación de ladrillos pandereta en el 2° y 3° nivel.



Figura 2. Construcción con ladrillos artesanales.



Figura 3. Muros de albañilería altos sin vigueta de amarre.



Figura 4. Falta de junta sísmica en viviendas de distintos propietarios.



Figura 5. Cangrejeras en viguetas.

Esta expansión demográfica fue aumentando hasta la actualidad en el cercado de Nasca, que según el último censo que realizó el Instituto Nacional de Estadística e Informática en octubre del 2017, donde indica que la ciudad de tiene una población de 57531 habitantes, en la cual la población se ha ido incrementando debido a la inmigración. Debidoamente a este incremento de habitantes y es de requisito de incluir con nuevas viviendas, además de los limitados medios financieros con los que cuentan los pobladores del cercado de la ciudad de Nasca, es que la mayoría de estas nuevas viviendas y edificaciones son autoconstruidas las cuales carecen de asistencia técnica que garantice la calidad de estas nuevas construcciones.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es la adecuada evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cómo identificar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el

cercado de la provincia de Nasca ICA-2019?

¿Cómo verificar la condición estructural de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019?

¿Cómo aportar a través de una base de datos los errores estructurales y constructivos de mayor incidencia en viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Realizar la adecuada evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

Identificar la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019.

Verificar la condición estructural de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019.

Aportar a través de una base de datos los errores estructurales y constructivos de mayor incidencia en viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019.

1.4. Justificación

El sismo ocurrido en el año 1996 en la ciudad de Nasca y el reciente acontecido en la localidad de ICA en el 2008, evidenciaron que las viviendas autoconstruidas no tuvieron un proceder apropiado ante estos fenómenos naturales, lo cual produjo personas fallecidas y pérdidas de materiales. Es fundamental conocer el estado actual de las viviendas autoconstruidas a fin de disminuir la amenaza sísmica de las

casas auto-construidas, la presente investigación propone evaluar las vulnerabilidades sísmicas aquellas casas auto-construidas en Nasca (Provincia), para dar las recomendaciones necesaria a los dueños de las viviendas y a las personas que construyen las viviendas de cómo construir viviendas sismorresistentes.

La investigación tiene gran relevancia porque se aplicará a otras investigaciones de evaluación y vulnerabilidad sísmica en los diferentes distritos, provincias o regiones del Perú, donde aún se carece de este tipo de investigación.

A nivel personal tener en cuenta que la investigación realizada es relevante debido a la información que dará a conocer en las próximas investigaciones además de que las autoridades locales tomen medidas preventivas en las diferentes viviendas de la provincia de Nasca ante un futuro evento sísmico, salvaguardando de esa manera la vida de sus ocupantes.

1.4.1 En lo económico.

Una evaluación optima de las vulnerabilidades sísmicas de las casas auto-construidas en Nasca (provincia) dará las recomendaciones necesarias para la identificación de errores constructivos a los propietarios para que tomen las precauciones del caso, como la reparación y reforzamiento de la vivienda, y así evitar daños y gastos económicos mayores ante un nuevo evento sísmico.

1.4.2 En lo social.

A nivel social se evitará que haya victimas ante un nuevo evento sísmico debido a las deficiencias constructivas y de diseño, que son propias de la autoconstrucción.

1.4.3 En lo técnico.

Los estudios de evaluación y vulnerabilidad sísmica fomentan una gran relevancia cuando se observa que las viviendas de un determinado lugar han sido construidas de manera desordenada e improvisada producto de la desinformación de los habitantes con respecto a normas y recomendaciones para futuros eventos sísmicos.

1.4.4 En lo constructivo.

Tras el examen de las vulnerabilidades sísmicas de las casas auto-construidas en Nasca (provincia), se realizó un estudio de la semejanza sísmica, se determinará la cantidad de viviendas deficientes debidas a la autoconstrucción para que se tomen las medidas necesarias ante un nuevo evento sísmico.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances.

Con la finalidad dar las recomendaciones necesarias en cuanto a la arquitectura, diseño y proceso constructivo de las casas auto-construidas en Nasca (provincia) ICA-2019.

1.5.2 Limitaciones.

El ámbito para el cual está destinado el presente trabajo de investigación Nasca (provincia).

Negación en los propietarios para la extracción de muestras destructivas de las viviendas para realizar los ensayos correspondientes para evaluar la condición actual de las viviendas.

- El difícil acceso a las viviendas autoconstruidas para la toma de muestras.
- Precio alto para realizar los diferentes ensayos en mecánica de suelos, albañilería y concreto en la región.

1.6. Variables

· Variable independiente (VI)

El riesgo, peligro y vulnerabilidad sísmica.

· Variable Dependiente (VD)

La autoconstrucción de viviendas en el cercado de la provincia de Nasca.

1.6.1 Operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
V.D.	Análisis sísmico	Riesgo sísmico
La autoconstrucción de viviendas en el cercado de la provincia de Nasca	Densidad de muros Estabilidad de muros Calidad de la construcción	Peligro sísmico Vulnerabilidad
V.I.	Análisis sísmico	Autoconstrucción
El riesgo, peligro y vulnerabilidad sísmica	Deficiencias estructurales Configuración estructural	Autoconstrucción Autoconstrucción

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

Existe un método para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nasca ICA-2019.

1.7.2. Hipótesis derivadas.

Existe una propuesta para determinar la arquitectura de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nazca ICA-2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La provincia Nasca en sus 3 últimos años, tiene un rápido crecimiento demográfico en la ciudad de ICA.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), indica que: en la provincia de Nasca existe alrededor de 575 31 habitantes, de las cuales el 50 % de sus viviendas son informales, lo que lo ha llevado a un crecimiento desordenado.

En tal sentido el sistema constructivo mayormente empleado en las viviendas de la provincia, fue a base de albañilería confinada y concreto armado en las cimentaciones, muchas veces estas edificaciones fueron construidas de manera informal y en etapas, sin seguir los procedimientos constructivos adecuados, ni mucho menos contando con el debido asesoramiento profesional.

Los encuestadores anotaran en las fichas todas las características de la vivienda como: ubicación, detalles arquitectónicos, estructuras y procedimiento de construcción de casas de albañilerías; número de personas que la habitan, si los habitantes de dichas viviendas recibieron algún tipo de asesoramiento en el momento de su proceso constructivo y el monto de inversión aproximado (Flores, 2015).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Vulnerabilidad sísmica.

Safina (2002), aquellas edificaciones sufren daños en cada sismo y la vulnerabilidad sísmica es la característica principal en las estructuras debido al comportamiento definidas mediante la ley causa-efecto, donde el efecto es el daño y el sismo es la causa. El estudio de las vulnerabilidades sísmicas está definido por la clase de daños a evaluarse y los niveles que existen de amenazas. Los daños que se le puede ocasionar a una estructura se basan al movimiento sísmico y de la condición sismorresistente que tiene esta ante eventos sísmicos. Las vulnerabilidades de una edificación están relacionadas de forma directa con el diseño estructural, procedimientos de construcción y una buena condición de material para construcción. Así establecer el grado de vulnerabilidad de una estructura (baja, media y alta) es necesario evaluar todas las características antes mencionadas.

2.2.2. Métodos para estimar la vulnerabilidad sísmica.

2.2.2.1. *Métodos estadísticos.*

Este nos permite realizar un análisis estadístico de las edificaciones como el procedimiento constructivo tipos de materiales y características de diseño.

2.2.2.2. *Métodos mecánicos.*

En este método se evalúan propiedades en las estructuras como resistencia, ductilidad y derivas, ya que dichas propiedades nos dan a conocer el funcionamiento dinámico de la estructura.

2.2.2.3. Métodos basados en juicios de expertos.

Se examina cuantitativa y cualitativamente todas las causas lo cual dirigen a la reacción de los sismos en los edificios. Se determinan en:

- *Técnica cuantitativa*

Determinan la posibilidad sobre los daños o vínculos que determinan en similares en términos de números.

- *Técnicas cualitativas*

Requieren a descripciones cualitativas mediante los siguientes términos: susceptibilidad alta, media, baja o semejante (Flores, 2015).

2.2.2.4. Métodos empíricos.

Este método se caracteriza por tener un nivel de parcialidad alta. Basado en la práctica con respecto al proceder sísmico de las edificaciones según el tipo de configuración estructural y materiales empleados en la construcción. Este método se usa cuando se tiene poca información o para evaluaciones preliminares. Los métodos empíricos están compuestos por los métodos de categorización y los métodos de inspección y puntaje.

2.2.2.5. Métodos de categorización o caracterización.

En este método las edificaciones son catalogadas según su tipología en clases de vulnerabilidad comparando el comportamiento sísmico en las estructuras semejantes en sismos de igual magnitud o mayor ocurridos anteriormente. Este método solo se utiliza en evaluaciones preliminares por ser bastante subjetivo.

2.2.2.6. Métodos de inspección y puntaje.

En este método se identifican asignando valores numéricos a las deficiencias sísmicas en una estructura, estos valores de acuerdo a la importancia de la

edificación nos permiten determinar el *índice de vulnerabilidad*. Este método al ser bastante subjetivo, se aplica a edificaciones que se encuentran en zonas de sismicidad importante, lo cual permite una estimación inicial orientativa para priorizar a cada edificación con respecto al nivel de vulnerabilidad sísmica. En regiones que cuenten con una sismicidad moderada esta metodología puede considerarse representativa y suficiente para especificar el grado de perjuicio deseado. Es necesario complementar esta metodología con algún método analítica o experimental en edificaciones que demuestran una vulnerabilidad relevante y según su uso son catalogadas como importantes (Flores, 2015).

2.2.2.7. *Métodos analíticos o teóricos.*

Este método evalúa la rigidez de las estructuras a los desplazamientos sísmicos del terreno empleando como fundamentos modelos mecánicos de respuesta estructural e incluyendo como datos las características mecánicas de las estructuras. Este método es bastante laborioso y costoso, debido a que se necesita evaluar cada información y modelo a utilizar (Flores, 2015).

2.2.2.8. *Métodos experimentales.*

En este método se realizan pruebas dinámicas para establecer las propiedades de las estructuras con ensayos “in situ”, estas determinan las propiedades dinámicas y las características principales de los elementos estructurales, incluyendo aspectos como la interacción suelo-estructura, los efectos de los elementos no estructurales en la edificación, etc. Los resultados de este método permiten estimar los efectos que ha tenido un sismo sobre una edificación y el estado actual de la misma (Flores, 2015).

2.2.3. Sismicidad.

La ciudad de Nasca ha sido sometida desde su fundación a innumerables sismos, algunos de ellos calificados como destructores, ello se debe a que se encuentra en el círculo CIRCUMPACIFICO, zona donde se ha producido el 80 % de los sismos, en los años 1942 y 1996, se dañaron casi en su totalidad las construcciones hechas de mampostería de adobe, mampostería de ladrillo y concreto armado en la ciudad de Nasca. Hoy se identifica que la causa de esta diferencia de las intensidades del daño en las construcciones se debe al tipo de suelo de estos lugares, así como también a otros problemas como el efecto de la topografía.

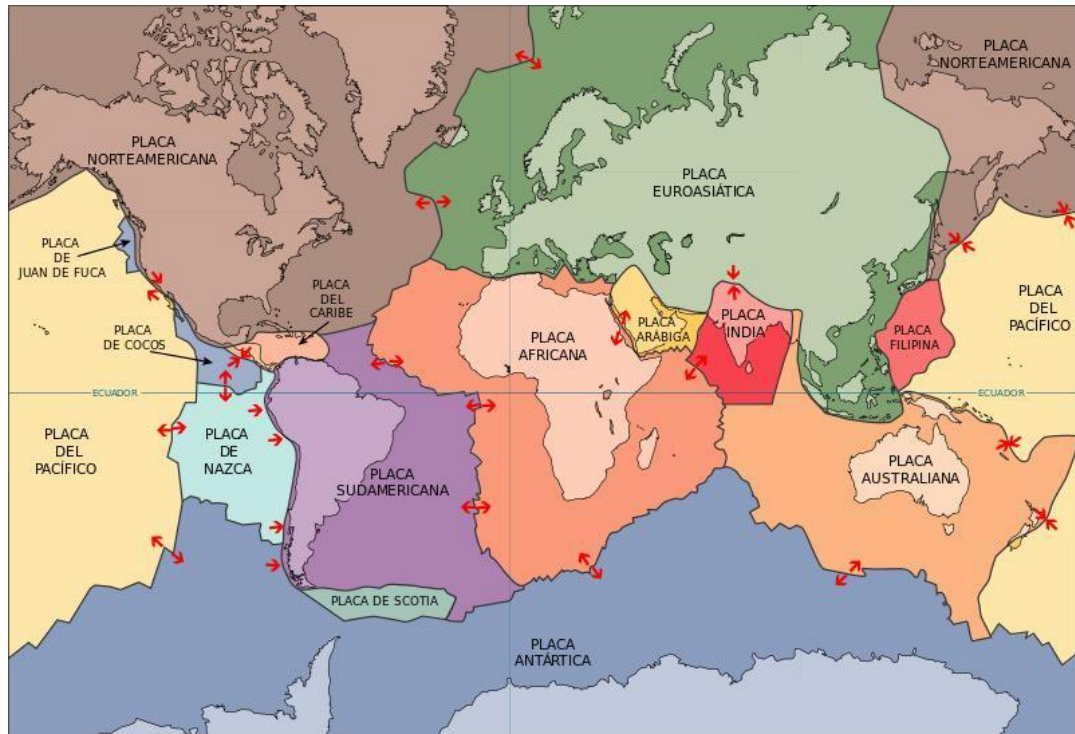


Figura 6. Ubicación de la placa de Nasca

Fuente: Ortega, 2018

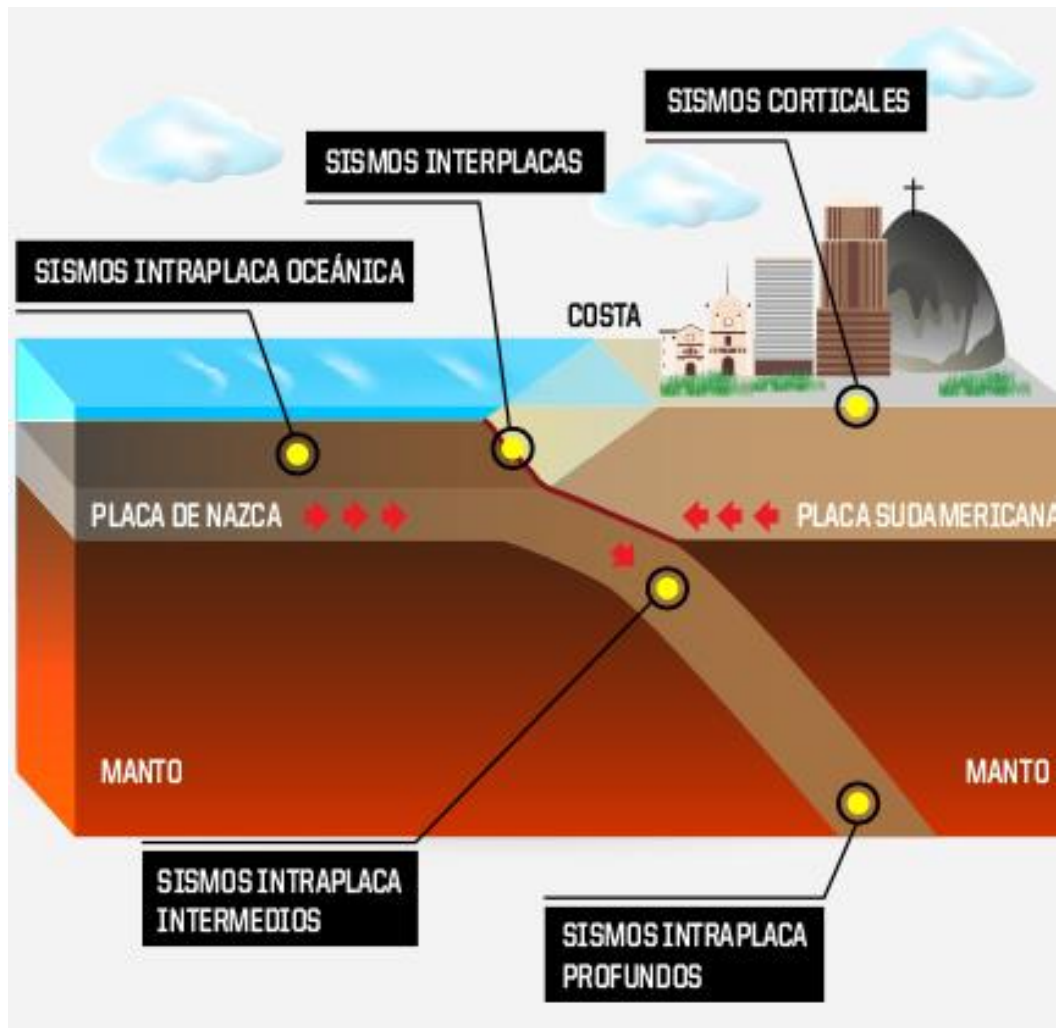


Figura 7. Fenómeno de subducción en la placa de Nazca

Fuente: Ortega, 2018

2.2.3.1. Escala de Richter

Denominada así por el investigador Charles Francis Richter, Es una escala logarítmica arbitraria que designa un valor numérico para calcular y asignar valores a los diferentes eventos sísmicos.

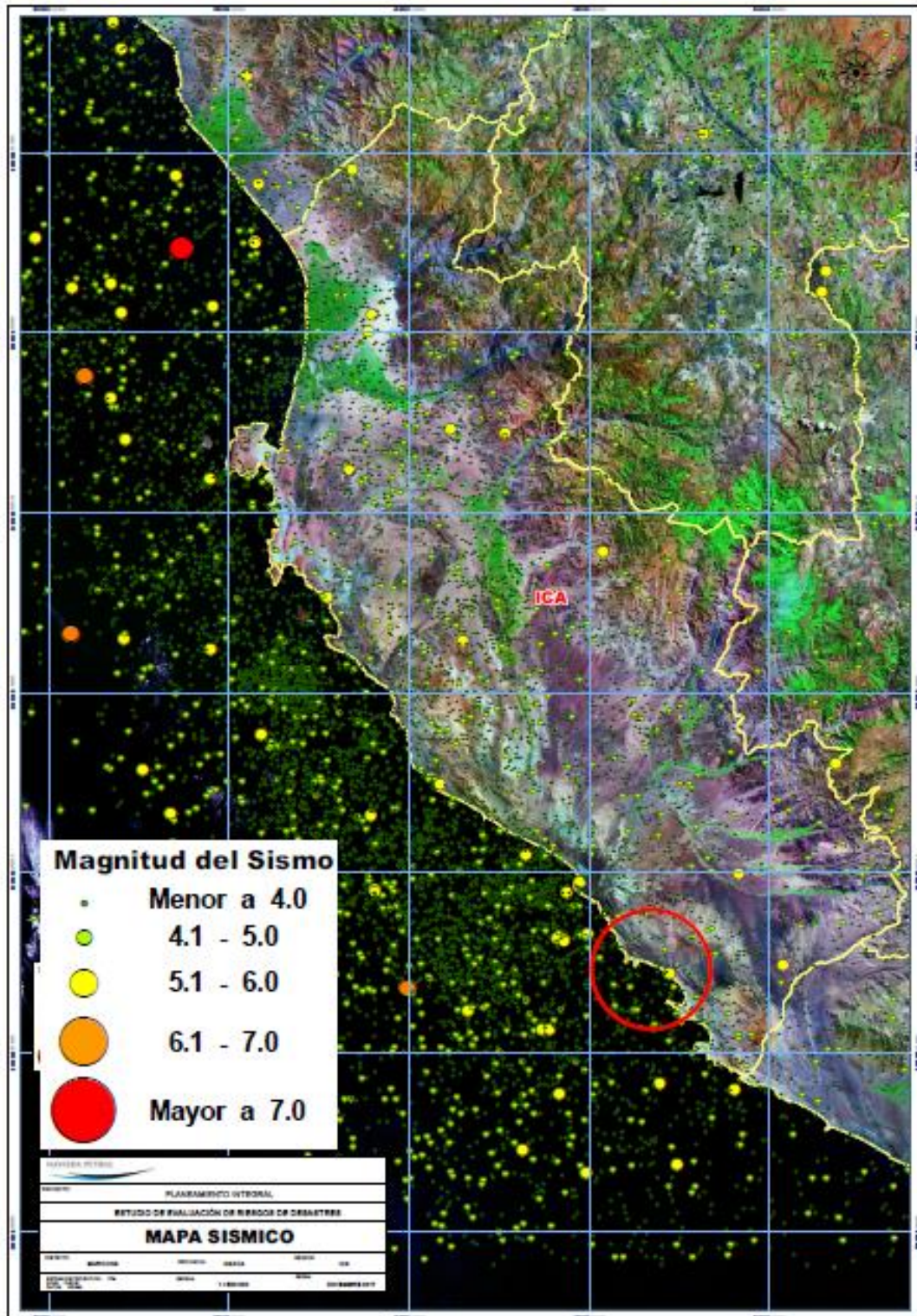


Figura 8. Mapa sísmico de la provincia de Nasca.

Fuente: NAVIERA PETRAL, 2017

Tabla 2*Escala de Richter*

Escala de richter	
Menos de 3.5	Generalmente son imperceptibles, pero es registrado.
3.9 – 4.9	Perceptibles a menudo, pero con poco daño.
5.0 – 5.9	Ocasiona daños ligeros en las edificaciones.
6.0 - 6.9	Ocasiona daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Ocasiona serios daños en las edificaciones.
8.0	Gran terremoto.
o mayor	Devastación en varios kilómetros alrededor.

2.2.3.2. Escala de Mercalli.

En honor al sacerdote y físico italiano Giuseppe Mercalli. Es una escala de doce grados y su enumeración es en números romanos, es empleada con el objeto de estimar los daños causados a las diferentes estructuras debido a la intensidad de los terremotos (Flores, 2015).

Tabla 3*Escala de Mercalli*

Escala de Mercalli	
Grado	Descripción
I	Muy débil, sentido por un mínimo de individuos en situaciones. Particularmente beneficiosos.
II	Débil, sentido para un mínimo de personas, particularmente en los pisos elevados de las edificaciones, en el que los objetos elevados en el aire logran balancear ligeramente.
III	Leve, sentido notoriamente dentro de las edificaciones, particularmente en los pisos elevados. Los automóviles parados logran desplazarse levemente y la sensación es como si estuviera pasando un camión.
IV	Moderado, sentido por las personas dentro de los edificios, y mínimas personas en la parte exterior. Causando sacudida en los cristales de los vanos; los muros rechinan. Al igual como cuando pasa un camión.
V	Poco fuerte, sentido por toda una región es probable que algunas piezas de losa o vidrios de ventanas se rompan; pocos casos de grietas aplanadas; caen los

	objetos inestables. Se observan movimientos en los árboles, postes y otros objetos altos.
VI	Fuerte, sentido por todo el país. Los muebles pesados cambian de lugar debido al movimiento de la edificación y provocando pérdidas livianas, en edificaciones construidas de material liviano.
VII	Muy fuerte, sentido en todo su contorno. pérdidas ligeras en edificaciones bien diseñadas y construidas. Daños moderados en edificaciones bien construidas. Daños significativos en edificaciones mal construidas. Sentido por vehículos en circulación.
VIII	Destruyivo, daños limitados en estructuras de buen diseño, daño significativo en edificios comunes con posibles derrumbes, grandes daños en elementos estructurales mal diseñadas. Los muros de mampostería se desprenden de su armadura y los muebles cambian de posición volcándose
IX	Muy destruyivo, daño significativo en las estructuras de diseño adecuado; pánico en los habitantes, altos perjuicios en las edificaciones, originando un colapso total. Las edificaciones sobresalen de sus cimentaciones y el suelo se abre notoriamente, en cuanto la fontanería debajo del suelo colapsan debido al movimiento de la tierra.
X	Desastroso, la mayoría de estructuras bien construidas quedan destruidas; Las estructuras de mampostería y de pórticos quedan destruidas en sus bases; grietas notoriamente vistas en el suelo. se deforman las vías del tren. Apreciable Derrumbe en estructuras que contienen líquidos.
XI	Muy desastroso, prácticamente no queda estructura de madera o Piedra de pie. Puentes derrumbados. Enormes grietas en el suelo. Colapsos de edificaciones en suelos blandos, vías férreas dobladas.
XII	Catastrófico, devastación en su totalidad. Imposible mantenerse de pie. Elevaciones altas de las aguas de los mares y ríos, las cosas materiales arrojados por todos lados

2.2.4. Vulnerabilidad sísmica de estructuras.

Se define a la vulnerabilidad sísmica de estructuras como la predisposición que tienen las edificaciones a experimentar deterioro ante un acontecimiento sísmico, y está vinculado con las propiedades físicas de cada elemento estructural en cada edificación (Barbat, 1998).

Los aspectos geométricos, constructivos y de diseño estructural tienen la

mayor influencia en la vulnerabilidad sísmica. Es por esto que evaluar el impacto sísmico que se tendrá en torno a una estructura, se vuelve un trabajo complejo debido a que las características de la construcción nos entablan un sinnúmero de variables (Navia y Barrera, 2007).

La vulnerabilidad sísmica es una característica propia de la estructura, un reflejo de su desempeño ante un fenómeno sísmico descrito a través de la ley causa-efecto, donde la causa es el fenómeno sísmico y el efecto es el daño que dicho fenómeno puede ocasionar sobre la edificación. El estudio de vulnerabilidad que se pretende realizar debe estar relacionado con el tipo de daño a evaluar (Navia y Barrera, 2007).

2.2.4.1. Vulnerabilidad estructural.

La vulnerabilidad estructural es la sensibilidad que presentan las diferentes partes de la estructura que componen a una edificación como losas, vigas, columnas y cimientos ante un evento sísmico, ya que dichos elementos estructurales permiten mantener en pie a una edificación (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Los medios más efectivos para proporcionar seguridad a una edificación ante un fenómeno sísmico son la redundancia estructural y redundancia, los sismos generalmente generan daño en edificaciones que tienen poca ductilidad y resistencia (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

La unión viga-columna (nudos) que está presente en toda estructura, son generalmente los puntos más críticos, ya que ante un mal diseño y cuando son sometidas a movimientos sísmicos, son en estos nudos donde se forman las rotulas plásticas y provocan el mayor daño o colapso a una estructura (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

2.2.4.2. Vulnerabilidad no estructural.

Los elementos no estructurales también sufren deformaciones cuando la estructura principal se deforma producto de un sismo, dicha deformación es determinada por el desplazamiento lateral de entrepiso o deriva. Estos elementos no estructurales pueden ser las divisiones o algún elemento no estructural que esté conectado de piso a piso en una edificación (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

2.2.5. Viviendas autoconstruidas

La autoconstrucción es a través por el cual algunas familias de bajos recursos económicos edifican sus viviendas bajo su propia dirección (Muñoz, 2006).

Al hablar de autoconstrucción se debe tener en claro cuál es la definición de autoconstrucción dirigida (guiada) y la autoconstrucción no dirigida (no asistida) (Pérez, 1999).

2.2.5.1. Construcción dirigida o guiada.

Es aquella construcción en la que desde el inicio de la construcción tienen el asesoramiento de un profesional en construcción, con experiencia y dominio teórico en la construcción de viviendas.

2.2.5.2. Construcción no dirigida.

Es aquella construcción en la que no tienen la ayuda de un profesional especialista que los guíe durante la construcción, y solo se fundamentan a través de la experiencia.

Las etapas que comprende la autoconstrucción de viviendas dan inicio desde la ocupación del terreno, nivelación, excavación de zanjas, hasta el techado de la vivienda. Las etapas de la gran mayoría de viviendas autoconstruidas son las siguientes:

- *Ocupación, lotización y habitación en viviendas provisionales.*

La explanación del terreno generalmente la realiza la familia ocupante del terreno, la lotización la realiza la familia ocupante en conjunto con los dirigentes de la asociación, mientras que la habitación del lote se realiza inicialmente en chozas (Flores de los Santos, 2002).



Figura 9. Nivelación manual del terreno.

Fuente: Flores de los Santos, 2002



Figura 10. Terreno nivelado y habitado en chozas.

Fuente: Flores de los Santos, 2002

· *Cimentación y armado de columnas.*

Para esta fase se inicia excavando zanjas manualmente para la cimentación, donde

es requisito tener precisión en el trazado y corte de las áreas y profundidad establecidas del terreno para aminorar gastos en el material de relleno (concreto ciclópeo). En el armado de columnas es necesario contar con especialistas sobre todo para la lectura de planos y el armado de columnas (Flores de los Santos, 2002).



Figura 11. Excavación de zanjas para la cimentación.



Figura 12. Cimentación y levantamiento de algunos muros y columnas.

Fuente: Flores de los Santos, 2002

· *Construcción de muros y llenado de columnas.*

La construcción de muros se inicia con el cerco perimétrico del terreno efectuado con conocimiento técnico en esta partida, como nivelar el asentado de muros con ladrillo, preparar el mortero, de la misma forma elaborar concreto simple para las columnas y el armado de encofrados para los diferentes elementos estructurales. Este trabajo por lo general lo realiza un albañil o maestro de obra (Flores de los Santos, 2002).



Figura 13. Colocación de techo provisional.

Fuente: Flores de los Santos, 2002



Figura 14. Vivienda con techo provisional.

Fuente: Flores de los Santos, 2002

· *Construcción del techo.*

Es la etapa de la construcción en donde mayor gasto económico se realiza, debido al costo elevado del ladrillo de techo y gran cantidad de acero de refuerzo, además del reclutamiento de personal para realizar el encofrado para el techo y vaciado del concreto en la losa aligerada (Flores de los Santos, 2002).



Figura 15. Armado del encofrado para el techo.

Fuente: Flores de los Santos, 2002



Figura 16. Vivienda techada en concreto armado.

Fuente: Flores de los Santos, 2002

· *Construcción de muros en el segundo piso.*

Es la fase en donde se realiza los acabados exteriores mediante el tarrajeo y el levantamiento constructivo del segundo nivel, para la cual las etapas anteriores vuelven a repetirse, desde el levantamiento de muros de albañilería (Flores de los Santos, 2002).



Figura 17. Vivienda tarrajada con muros en el segundo piso.

Fuente: Flores de los Santos, 2002



Figura 18. Vivienda con muros proyectado para el segundo piso.

Fuente: Flores de los Santos, 2002

2.3. Albañilería confinada y armada

2.3.1 Albañilería confinada.

La albañilería confinada es aquel que está conformado por unidades de arcilla cocida asentados con mortero y reforzados con columnas de confinamiento (vigas y columnas) (Flores, 2015).

Los muros de albañilería confinada tienen como objetivo resistir las fuerzas laterales producidas por los sismos. Las viviendas que cuentan con mayor cantidad de muros de albañilería confinada tanto en el eje vertical como horizontal, son capaces de tener un mejor comportamiento frente los sismos.

2.3.2 Albañilería armada.

La albañilería armada es aquel sistema que lleva el refuerzo en el interior de las unidades de albañilería. Estos refuerzos están distribuidos en el sentido vertical como en el sentido horizontal.

Para su uso se necesita la elaboración de unidades especiales, con alvéolos donde se alojan los refuerzos verticales en tanto que en la dirección horizontal se puede colocar refuerzos en las hendiduras (Flores, 2015).

2.3.3 Conceptos importantes para la investigación.

Conforme a la norma E.070 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), albañilería tenemos los siguientes conceptos:

2.3.3.1 *Albañilería o mampostería.*

Elemento estructural conformado por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” acumuladas, en cuyo caso son incorporados con concreto líquido (Flores, 2015).

2.3.3.2 *Albañilería armada.*

Albañilería reforzada al interior con varillas de acero distribuidas horizontal y verticalmente e integrada mediante concreto líquido, haciendo que los diferentes componentes actúen conjuntamente para soportar los esfuerzos. A los muros de albañilería armada también se le califica como muros armados (Flores, 2015).

2.3.3.3 *Albañilería confinada.*

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su contorno, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto es considerada como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (Flores, 2015).

2.3.3.4 *Albañilería no reforzada.*

Albañilería que no requiere refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requerimientos mínimos de la normativa (Flores, 2015).

2.3.3.5 *Albañilería reforzada o albañilería estructural.*

Albañilería armada o confinada, donde el refuerzo cumple con los requerimientos de la normativa (Flores, 2015).

2.3.3.6 *Altura efectiva.*

Es la distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que requieren de arriostres en su lado superior, la altura efectiva es considerada como el doble de su altura real (Flores, 2015).

2.3.3.7 *Arriostre.*

Es un elemento de refuerzo de forma vertical u horizontal o muro transversal que cumple la función de suministrar estabilidad y rigidez a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano (Flores, (2015).

2.3.3.8 *Borde libre.*

Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro (Flores, 2015).

2.3.3.9 *Concreto Líquido o grout.*

Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida (Flores, 2015).

2.3.3.10 *Columna.*

Elemento de concreto armado construido y diseñado con el propósito de transmitir cargas verticales y horizontales a la cimentación. La columna consigue funcionar paralelamente como arriostre o como confinamiento (Flores, 2015).

2.3.3.11 *Confinamiento.*

Compuesto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya finalidad es la de proveer ductilidad a un muro portante (Flores, 2015).

2.3.3.12 *Construcciones de albañilería.*

Edificaciones de donde la estructura está compuesta principalmente por muros portantes de albañilería (Flores, 2015).

2.3.3.13 *Muro arriostrado.*

Muro proporcionado de elementos de arriostre (Flores, 2015).

2.3.3.14 *Muro de arriostre.*

Muro portante transversal al muro al que proporciona estabilidad y resistencia lateral (Flores, 2015).

2.3.3.15 *Muro no portante.*

Está construido y diseñado en forma tal que sólo lleva cargas originarias de su peso propio y cargas transversales a su plano, por ejemplo, los parapetos y los cercos (Flores, 2015).

2.3.3.16 Muro portante.

Diseñado y construido de tal manera que pueda transferir cargas horizontales y verticales de un nivel superior al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros constituyen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical (Flores, 2015).

2.3.3.17 Mortero.

Material empleado para juntar horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería (Flores, 2015).

2.3.3.18 Tabique.

Es un tipo de muro no portante para las cargas verticales, se utiliza para separar ambientes o para delimitar una (Flores, 2015).

2.3.3.19 Viga solera.

Es una viga que se aprovecha como amarre entre el muro y la losa, es un elemento de concreto armado (Flores, 2015).

2.4 Unidades de albañilería

2.4.1 Variación dimensional.

La variación dimensional es la característica de las unidades de albañilería que determina la altura de las hiladas de ladrillos, lo cual define el grosor de la junta de mortero. Las juntas que se encuentren fuera de los rangos entre 10 y 15 mm, son sistemas de albañilería de baja consistencia a fuerza cortante y a la de fuerza compresión.

Se determinó en cada arista las dimensiones, se eligió 5 unidades para cada secuencia, la variación dimensional se obtuvo dividiendo el coeficiente con la desviación estándar y al obtener el valor promedio de la muestra, se multiplica por

100. Logrando así establecer las dimensiones de cada lado de la unidad de albañilería, la medición se realizó el lado medio de la unidad (Flores, 2015).



Figura 19. Procedimiento de medición de elementos de arcilla cocida.

2.4.2 Alabeo.

La variación dimensional y el alabeo son similares porque ambos tienen que ver con el incremento o reducción de las juntas de mortero, lo que interviene en la fuerza cortante y resistencia a la compresión de la albañilería (Flores, 2015).

2.4.3 Succión.

Para determinar la celeridad con la que las unidades de arcilla absorben agua del mortero, se realiza el ensayo de succión, la cual es importante para establecer la adhesión entre las unidades de arcilla y el mortero, lo que nos define su resistencia a cortante, así como también a la tracción de la unidad de arcilla (Flores, 2015).

$$SUCCION = \frac{(W_h - W_s)}{A} \times 200 \dots \dots \dots [Ecuación 1]$$

Dónde:

A : Área de roce de la unidad con el agua (cm²).

Wh : Peso después del ensayo (gr).

Ws : Peso seco de unidad (gr).



Figura 20. Peso seco de las unidades de arcilla cocida.

2.4.4 Absorción.

Cuando una unidad de albañilería absorbe agua de un medio externo, a este fenómeno se le denomina absorción, si la unidad de albañilería absorbe más del 22% esto manifiesta que las unidades de arcilla tienen un exceso de poros y no tienen mucha resistencia ante la intemperie.

$$Absorción = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100 \dots \dots \dots [Ecuación 2]$$

Dónde:

Wa : Peso de la unidad de albañilería saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr).

Ws : Peso seco de la unidad de albañilería (gr).



Figura 21. Absorción de las unidades de albañilería.

2.4.5 Resistencia a compresión de las unidades de albañilería (f'_b).

Uno de los más importantes ensayos que se realizan a las unidades de arcilla cocida es el ensayo a compresión, los valores bajos de este ensayo nos indican que dichas unidades son poco resistentes o poco durables, mientras que los valores altos nos indican que dichas unidades de albañilería son de buena calidad, resistentes y durables.

La resistencia a la compresión f'_b se halla con las siguientes fórmulas:

$$C = \frac{P}{A} \dots\dots\dots[\text{Ecuación 3}]$$

$$f'_b = \bar{c} - \sigma \dots\dots\dots[\text{Ecuación 4}]$$

Dónde:

C: Resistencia a compresión del espécimen (kg/cm²).

P: Carga de rotura (kg).

A: Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm²).

f'_b : Resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (kg/cm²).

\bar{c} : Promedio de la resistencia a la compresión de la muestra (kg/cm²).

σ : Desviación estándar de la muestra (kg/cm²).



Figura 22. Unidades de albañilería sometidas al ensayo de compresión.

2.4.6 Pilas.

Las pilas están conformadas por unidades de albañilería característico debido a que son colocados uno sobre encima del otro. Se realizó cuatro pilas de ladrillos de arcilla KKI Y KKA, a continuación, se muestran lo siguiente:

- *Pilas KKA ml, KKA m², KKI ml, KKI m² con mortero de arena y cemento.*

Los ladrillos se humedecen con agua, se realizó juntas de 10mm de espesor. Las pilas fueron realizadas por 3 hiladas de ladrillos (h = 30 cm), se obtuvo la esbeltez promedio de 2,32 y 2,07.

Para prevenir fallos por excentricidad de la carga en los ensayos de compresión axial, se realizó un control de verticalidad de las pilas con una plomada, se realizó un control del espesor de la junta con un escantillón.

Después se agregó el capping de azufre en ambos lados de los especímenes así uniformizando el área al momento de tener el contacto con la carga (Flores,

2015).



Figura 23. Pilas de las unidades de albañilería

Para el cálculo de la Resistencia a Compresión Axial, se anotó la carga máxima soportada por cada pila y la resistencia, se calculó de la siguiente manera:

$$f_m = \frac{P_{max}}{A_b} \dots\dots\dots [Ecuación 5]$$

Donde:

F_m: Resistencia a compresión axial (kg/cm²).

P_{máx}: Carga máxima que resiste la pila (kg).

A_b: Área bruta transversal a la fuerza (cm²).

$$f'_m = f_m - \sigma \dots\dots\dots [Ecuación 6]$$

Donde:

f_m: Resistencia promedio a compresión (kg/cm²).

f'_m: Resistencia característica a compresión (kg/cm²).

σ : Desviación estándar

Los resultados se detallan en el apéndice: Ensayos unidades de arcilla

2.5 Descripción de la zona de estudio

En esta parte se dan a conocer las particularidades del suelo como son; la geotecnia, geológicas topográfica y los materiales utilizados durante la construcción de las edificaciones pertenecientes al área de estudio del presente proyecto de investigación (Flores, 2015).

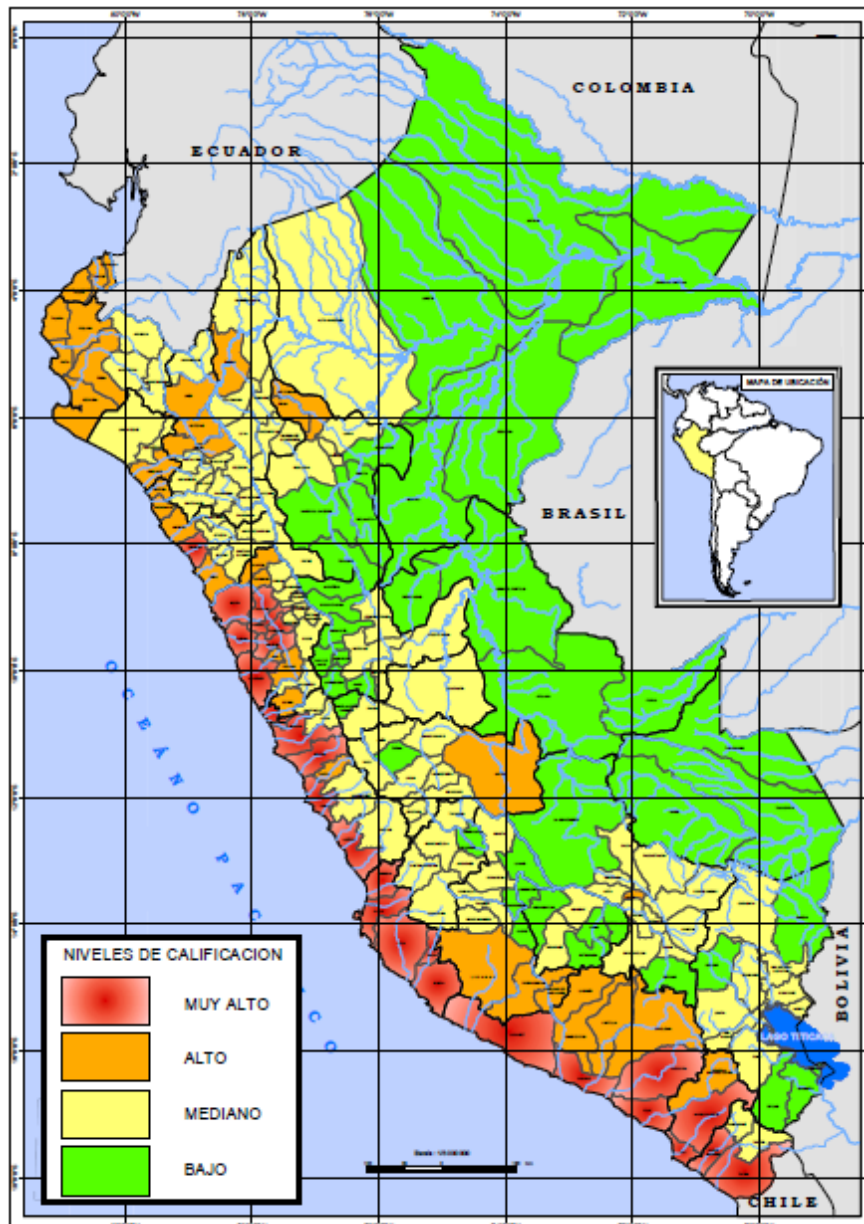


Figura 24. Mapa de riesgo sísmico del Perú.

Fuente: Presidencia del Consejo de Ministros, 2003

2.5.1 Localización de la zona en estudio.

La región de Ica está dividida en cinco provincias:

- Provincia de Chincha.
- Provincia de Pisco.
- Provincia de Ica.
- Provincia de Palpa.
- Provincia de Nasca.

Donde la capital de la Región es la provincia de Ica a la vez que es donde se encuentra la mayor densidad poblacional y la provincia de Nasca la segunda con mayor densidad poblacional y a la vez la zona turística de la Región y es donde se desarrolla el presente proyecto de estudio (Flores, 2015).



Figura 25. Ubicación de la provincia de Nasca en la región Ica.

Fuente: COOPERACIÓN, 2016

2.5.2 Características generales.

La ciudad de Nasca está conformado con la siguiente distribución de suelos predominantes constituidos por:

2.5.2.1 Zonificación geológica.

- Zona A.

La zona A está compuesta superficialmente por terrenos de cultivo de naturaleza limosa, color beige claro, en estado semi-compacto y con poca humedad hasta una profundidad promedio de 1 m. Por debajo al suelo anterior, se muestran suelos limosos de color beige claro con presencia de óxidos y suelos arcillosos color beige claro con presencia de caliche de poca a mediana proporción de T.M. 1/2” (Mitma y Alva, 2005).

Estos suelos están en estado semicomacto, baja humedad y baja plasticidad; el contenido de arena es mediano a alto en el caso de los limos (25-40% de arena) y bajo en el caso de las arcillas (menor de 15% de arena). Estos depósitos están intercalados por lentes de arena media con contenido mediano de finos plásticos, con abundante presencia de mica, baja humedad y estado poco denso.

Esta zona no presenta una estratigrafía uniforme, muy por el contrario, es bastante errática; sin embargo, el predominio de suelos finos es notorio. No se ha encontrado el nivel freático el nivel freático hasta la profundidad explorada (6 m) (Mitma y Alva, 2005).

- Zona B.

En esta zona existen almacenes cuaternarios aluviales de origen granular de manera predominante. Se trata de arenas pobremente graduadas de grano fino a grano medio redondeado, con mediano a poco contenido de finos no plásticos, baja

humedad y se hallan alternadas con suelos arcillosos y limosos de poca potencia a manera de lentes (Mitma y Alva, 2005).

El estado de estos suelos va de medio a poco denso en superficie (0-3 m.) aumentando su compacidad hasta niveles de densidad alta a partir de los 6 m en promedio. No se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada (6 m) (Mitma y Alva, 2005).

- *Zona C.*

Está compuesto por arenas pobremente graduadas de color beige en tono amarillo, tamaño fino, ligera humedad, condición poco densa a suelto. Estos suelos son de naturaleza eólica y revisten grandes extensiones de terreno (Mitma y Alva, 2005).

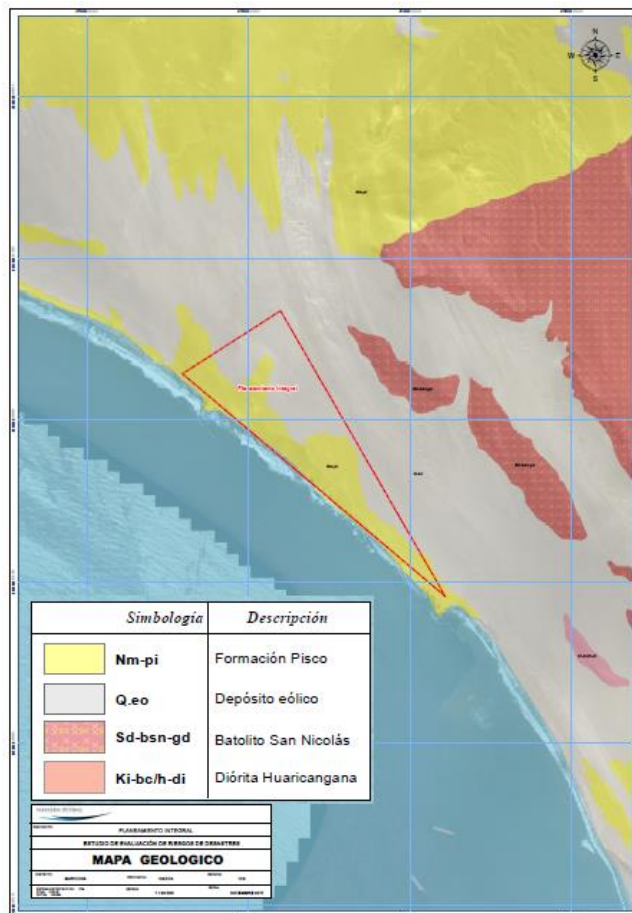


Figura 26. Mapa Geológico de la provincia de Nasca.

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2012

2.5.2.2 Zonificación geotécnica.

- Zona I.

Está constituida por suelos de origen limo arenosa y arcilla limosa, principalmente en estado semiduro a duro, con presencia de lentes de arena de potencias variables. Ostentan baja plasticidad y humedad (Mitma y Alva, 2005).

La carga admisible determinada oscila entre 1,5 a 2,0 kg/cm² y el nivel freático se calcula que se localiza a más de 20 m de profundidad.

Esta zona es considerada como la de mejores condiciones de cimentación y no presenta problemas geotécnicos a considerar.

- Zona II.

Según Mitma y Alva (2005), está formada por suelos de origen areno limosa en un estado poco a medio denso, con presencia de lentes de limos y arcillas de potencias variables; de naturaleza no plástica y baja humedad. Su carga admisible fluctúa entre 1,0 a 1,5 kg/cm² y el nivel freático se halla a 18 m de profundidad.

Esta zona es considerada como habitable; sin embargo, presenta un potencial de colapso moderado, lo cual debe considerarse en el diseño de cimentaciones

- Zona III.

Esta zona está compuesta por suelos de naturaleza arenosa fina, mal graduada, en estado poco denso a suelto, no plástico y casi seco. La carga admisible aproximada es de 0,5 a 1,0 kg/cm² y el nivel freático está a más de 15 m de profundidad.

Es considerada crítica debido a que presenta un alto nivel de riesgo para las edificaciones allí existentes, es por ello, deben tomarse medidas de precaución en esto casos (Mitma y Alva, 2005).

2.5.3 Materiales de construcción característicos.

En el lugar de estudio del presente proyecto de investigación se encontró las diferentes unidades de albañilería con las que fueron construidas las viviendas.

- King Kong Industrial (KKI)
- King Kong Artesanal (KKA)
- Bloquetas
- Hércules I
- Pirámide
- Pandereta

El sistema estructural que mayormente se empleó en la provincia de Nasca es el sistema de albañilería confinada, en las cuales las unidades de arcilla utilizadas mayormente son las de KKI y KKA.

Las construcciones encontradas en la zona de estudio son generalmente de uno, dos, tres cuatro pisos, predominando en la mayoría de viviendas uno y dos pisos. En una estructura de albañilería confinada los muros son arriostrados de forma dentada a las columnas y otras con mechas de Acero de N° 08, los techos de las viviendas son losas aligeradas con ladrillo de techo de 30cm × 30cm y con alturas de 15 cm, 20 cm y 25 cm (Flores, 2015).



Figura 27. Vivienda de dos pisos (vivienda 01).



Figura 28. Vivienda de un piso (vivienda 02)



Figura 28. Vivienda de cuatro pisos (vivienda 03)



Figura 29. Vivienda de dos pisos (vivienda 04)



Figura 30. Vivienda de cuatro pisos (vivienda 05)



Figura 31. Muros de King Kong Artesanal (vivienda 06)



Figura 32. Vivienda de tres pisos (vivienda 07)

2.5.4 Características de las unidades de ladrillos.

Según los ensayos realizados en la PUCP, estas son las características obtenidas para las diferentes unidades de arcilla cocida.

Tabla 4

Características mecánicas de las unidades de albañilería

Características	KKI	KKA
Mecánicas		
f _m	6500	3500
V _m	810	510
Em	3250000	1750000
P.E.	18	18

Nota: P.E: Peso específico de la unidad de albañilería; Em: Modulo de elasticidad de la unidad de albañilería; v_m: Resistencia al corte en muretes; f_m: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería.

En el caso de la mampostería, deben considerarse los siguientes valores para el

módulo de corte (GM) y el módulo de elasticidad (Em):

Unidades de concreto vibrado: : E m = 700 f'm

Unidades Sílico-calcareas: : E m = 600 f'm

Unidades de arcilla : E m = 500 f'm

En toda clase de unidad de albañilería: G m = 0.4 Em

Aquellas unidades de albañilería con la que se edificaron la mayoría de viviendas tienen las siguientes medidas (Flores, 2015).

a. Ladrillo King Kong Artesanal

Alto : 9 cm

Largo : 24 cm

Ancho: 14 cm

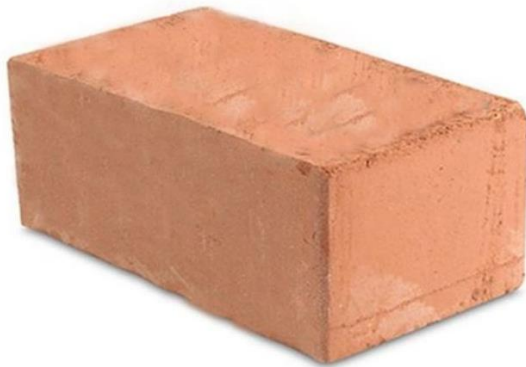


Figura 33. Ladrillo King Kong Artesanal.

b. Ladrillo King Kong Industrial

Alto : 10 cm

Largo : 24 cm

Ancho: 14 cm



Figura 34. Ladrillo King Kong Industrial

2.6 Fichas de encuesta y reporte

Toda la información que se obtendrá de las viviendas encuestadas se presentara las fichas de reporte, las cuales determinan el riesgo sísmico. Las encuestas realizadas a las diferentes viviendas estuvieron a cargo del tesista responsable, quien estuvo a cargo de un grupo de alumnos de la UJCM, quienes se encargaron de llenar las fichas de reporte confeccionadas en una investigación de la PUCP. Con el trabajo realizado en campo logrando el procesamiento numérico de las propiedades constructivas y estructurales de las viviendas, para de esta manera establecer en cada vivienda el nivel de riesgo sísmico (Flores, 2015).

2.6.1 Fichas de encuesta.

Aquellas hojas de cálculo en las que se han documentado los aspectos constructivos, estructurales y arquitectónicos de las viviendas de mampostería de arcilla industriales y artesanales de King Kong. Cada una de las tres páginas está creada con Microsoft Excel.

Comienza con información sobre la familia, seguida de información técnica y, a continuación, una descripción del proceso de construcción.

Es en la segunda página donde se destacan los elementos más importantes

de los planteamientos constructivos y plano de la vivienda, además de algunos comentarios y observaciones sobre los retos que se plantean. En la tercera página se muestra un esquema de la casa, y en la cuarta, una serie de imágenes que muestran los problemas más graves de la casa.

Las hojas de reconocimiento tienen un formato único y pueden utilizarse para viviendas de hasta tres plantas, con o sin forjado en el nivel superior, y están disponibles en dos tamaños. En el formato de ficha, dividido en cinco secciones, se incluyen fotos, comentarios, observaciones, diagramas, información técnica y de fondo. Al visitar las viviendas, los encuestadores tomaron notas en estas tarjetas, que luego se digitalizaron y procesaron con la información de las viviendas (Flores, 2015).

2.6.1.1 Antecedentes.

El grupo de encuestadores realizaron anotaciones de la vivienda desde la ubicación, total de individuos que residen en dicha vivienda, si recibieron o no asesoramiento durante la etapa de construcción y diseño, etapas de construcción de la vivienda, tiempo en construir la vivienda e importe aproximado que pago el propietario (Flores, 2015).

2.6.1.2 Aspectos técnicos.

Los encuestadores en esta parte proceden al llenado de las propiedades del suelo y cimentación de cada vivienda, también la descripción de cada elemento estructural que componen a la edificación, si existieran problemas en la vivienda estas son anotadas en las observaciones y comentarios.

2.6.1.3 Esquema de la vivienda.

El esquema de planta y elevación de cada vivienda encuestada son elaborados en

esta parte donde además se debe indicar la presencia de juntas sísmicas con las viviendas vecinas, en estos esquemas se debe observar cada ambiente de la vivienda encuestada (Flores, 2015).

2.6.1.4 Observaciones y comentarios.

Los encuestadores deberán anotar en esta parte todos los problemas o defectos encontrados en las viviendas encuestadas.

- Ubicación.

Si la vivienda se encuentra sobre algún tipo de relleno, si el terreno presenta pendientes o existen antecedentes sobre asentamientos de las viviendas contiguas.

- Estructurales.

Las deficiencias estructurales como el mal diseño de sus elementos estructurales, como vigas, columnas, muros, etc. Estos fueron una de las fallas encontradas en las estructuras de las diferentes viviendas encuestadas.

- Factores degradantes.

Las armaduras corroídas, cangrejeras, humedad eflorescencia, muros agrietados es uno de los factores degradantes encontrados en las encuestadas realizadas a las viviendas. los factores observados pueden generar daño a una edificación con el transcurrir del tiempo.

- Mano de obra.

La mano de obra encontrada por los encuestadores está entre los rangos de buena, regular y de mala calidad.

- Materiales deficientes.


Los encuestadores encontraron en la mayoría de viviendas encuestadas ladrillos de arcilla de mala calidad.

- Otros

Cualquier otro factor que influya en el buen comportamiento sísmico de la vivienda encuestada son anotados por los encuestadores.

2.6.1.5 Fotografías.

Se muestra un panel fotográfico con las fotografías de cada vivienda encuestada. Una vista de la fachada, otra vista de la elevación lateral y las demás imágenes muestran los detalles de los problemas encontrados en cada vivienda (Mitma y Alva, 2005)



EVALUACION DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA DE LA PROVINCIA DE NAZCA
FICHA DE ENCUESTA

Fecha: Código de vivienda encuestada:

Sistema Estructural: ALBAÑILERIA CONFINADA (King Kong Industrial KKI)

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:

DEPARTAMENTO: ICA					PROVINCIA: NASCA				
DISTRITO: NASCA					ZONA URBANA:		ZONA PERIURBANA:		
TIPO DE VIA	Av.	Calle	Jr.	Psje.	Carretera	Nº Mz.	Nº Lote	Nº Municipal	Km
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M	13		
NOMBRE:	Circunvalacion							Nº de habitantes:	4
FAMILIA:	PANTIGOSO JIMENEZ								

1.- ¿Recibí la asesoría técnica para la construcción de su vivienda? SI NO
La asesoría para la construcción fue realizada por un Arquitecto.....

2.- ¿Quiénes participaron en la construcción de su vivienda?
Un maestro de obra y peones

3.- ¿Utilizo planos para la construcción de su vivienda? SI NO
4.- ¿Se respetaron los planos durante la construcción? SI NO
Se respetaron los planos en un 90%.....

5.- Fecha de inicio de la construcción: Enero del 2017 Fecha de término: Agosto del 2017
Tiempo de residencia en la vivienda:
Nº de pisos actualmente: 2 Nº de pisos proyectado: 2
Estado de conservación de la vivienda: Bueno () Malo () Regular (X)

6.- Secuencia de construcción de los ambientes:
Paredes límites (3) Sala-Comedor (1) Dormitorio 1 (5) Dormitorio 2 (2) Cocina (2)
Baño (5) Todo a la vez () Primero un cuarto () Otro:

7.- ¿Cuánto ha invertido en la construcción de su vivienda? S/110 000

8.- ¿Qué peligros naturales afectaron a su vivienda? Sismo Inundación
Deslizamiento Huayco

¿Qué daños sufrió su vivienda? Pequeñas fisuras ubicadas en los muros portantes

9.- En la actualidad, ¿Qué peligros naturales considera Ud. Podrían afectar a su vivienda?
Sismo

10.- Vulnerabilidad de la vivienda Alta () Media (X) Baja ()

DATOS TECNICOS:

Entorno de la vivienda	Ubicación en Manzana	Pendiente	(X) Relleno
	() Aislada	() Alta	() Quebrada
	(X) Intermedia	() Media	() Orillas del río
	() Esquina	(X) Baja	() Terr.cultivo

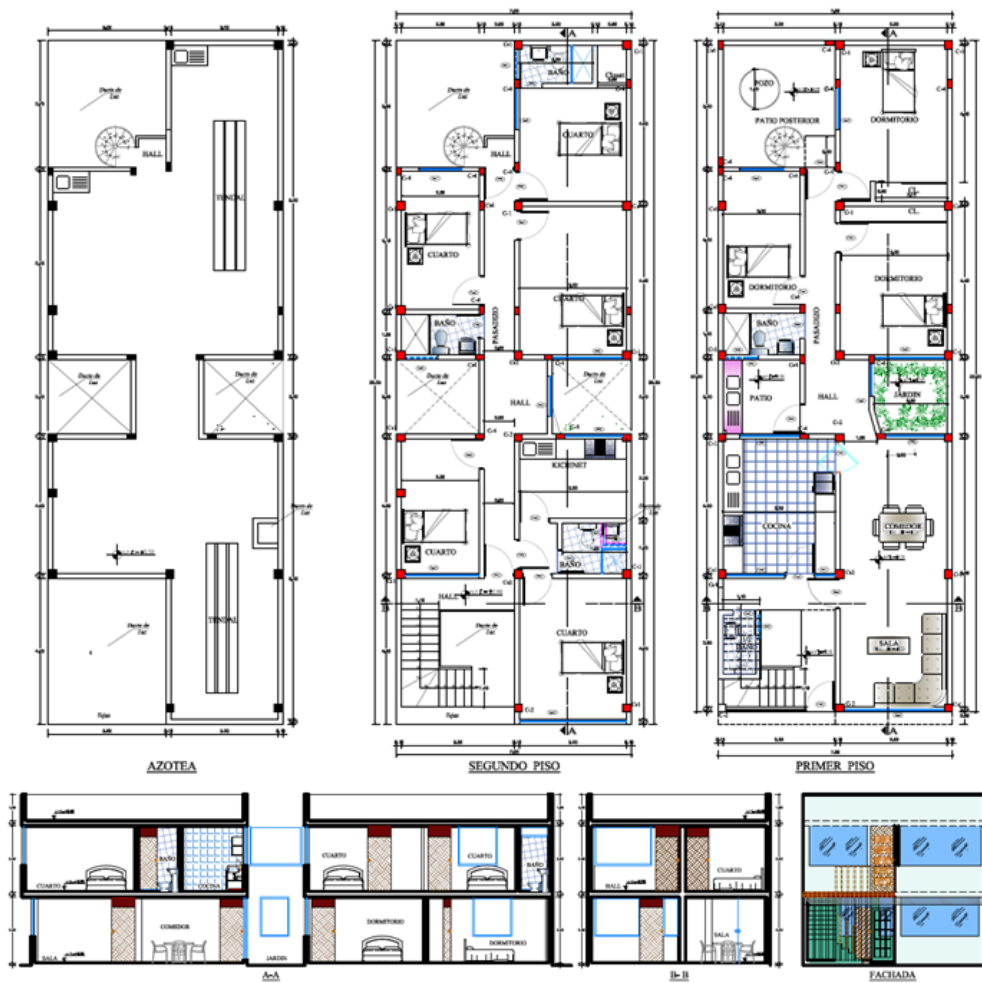
Figura 35. Ficha de encuesta página 1

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS ELEMENTOS DE LA VIVIENDA

Elemento	Características				Observaciones
Cimiento y Sobrecimiento	Cimiento corrido		Sobrecimiento		
	Material: Concreto ciclopeo		Material: Concreto ciclopeo		
(m)	Seccion (bxh)	0.50 × 0.60	Seccion (bxh)	0.15 × 0.40	Malla : Fierros ø 1/2" @ 0.20 en ambos sentidos
	Zapata 1		Zapata 2		
	Profundidad (Df)	1.50	Profundidad (Df)	1.50	
	Peralte (h)	0.5	Peralte (h)	0.5	
	Seccion (BxL)	1.00 × 1.00	Seccion (BxL)	1.00 × 0.80	
Muros (cm)	Ladrillo (King Kong)		Ladrillo Pandereta		La vivienda esta conformada por muros de ladrillo KKI y KKA
	Fabricacion	Artesanal	Fabricacion		
	Dimension (bxhxl)	9×14×24	Dimension (bxhxl)		
	Juntas (e)	2.0 @ 4.0	Juntas (e)		
	Mortero		Mortero		
	Revestimiento		Revestimiento		
	Ladrillo macizo		Otro		
	Fabricacion		Fabricacion		
	Dimension (bxhxl)		Dimension (bxhxl)		
	Juntas (e)		Juntas (e)		
Entrepiso (m)	Diafragma flexible		Diafragma rigido		El aligerado es en un solo sentido con ladrillo para techo 0.15×0.30×0.30
	Tipo		Tipo	Aligerado	
	Peralte (h)		Peralte (h)	0.2	
Techo (m)	Diafragma flexible		Diafragma rigido		
	Tipo		Tipo		
	Peralte (h)		Peralte (h)		
	Timpano		Cobertura		
	Material:		Material:		
Altura (Ht)		Aguas	1 () 2 ()		
Columnas (m)	Concreto		Refuerzo		
	Dimension (bxh)	C1-0.25×0.25	6ø1/2" y 4ø1/2"		
Vigas soleras (m)	Concreto		Refuerzo		En todo el perimetro del techo
	Dimension (bxh)	0.25×0.20	4ø1/2"		
Vigas Peraltadas (m)	Concreto		Refuerzo		Ubicada en los ejes X
	Dimension (bxh)	0.25×0.40	5ø1/2"		
Vigas Chatas (m)	Concreto		Refuerzo		
	Dimension (bxh)	0.25×0.20	4ø1/2"		
Dinteles (m)	Material:		Refuerzo		
	Dimension (bxhxl)				
Contrafuertes (m)	Material:		Mortero		
	Dimension (bxhxl)		Revestimiento		

			Observaciones
Separacion con viviendas colindantes	Izquierda (cm)	0	Vivienda colindante
	Derecha (cm)	0	Vivienda colindante
Separacion con cercos	Patio (cm)	0	No presenta la junta correspondiente
	Jardin (cm)		

Figura 36. Ficha de encuesta página 2



ELEVACION FRONTAL

Pendiente del terreno (%)	0
---------------------------	---

Dimension del terreno	Dimensiones
Ancho (m)	7
Largo (m)	20.35
Area libre (m)	10.44

Muros	Espesor (m)	Material
M1		
M2		
Mc	0.15	KKK
Ms	0.15	KKI

Vanos	Dimensiones (m)
Puerta 1	0.90x2.20
Puerta 2	0.90x2.50
Ventana 1	1.50x2.20
Ventana 2	1.50x3.20

Dinteles	Dimensiones (m)
Puerta 1	
Puerta 2	
Ventana 1	
Ventana 2	

ELEVACION LATERAL

Pendiente del terreno (%)	0
---------------------------	---

Columnas	Descripcion
C1 =	0.30x0.30 Concreto
C2 =	0.25x0.25 Concreto
C3 =	

Vigas	Descripcion
V1 =	0.25x0.40 Concreto
V2 =	0.25x0.20 Concreto
V3 =	

Losas	Descripcion
H1 =	0.2 Aligerado
H2 =	

Figura 37. Ficha de encuesta página 3

Familia : Jorge Maximiliano Pantigoso Jimenez

Dirección : Av. Circunvalación M-13

Distrito : Nasca

Se puede observar grietas diagonales en algunos muros, lo que indica que existe una falla por corte en la edificación, las cuales fueron reparadas artesanalmente.



Figura 38. Falla por corte en muro y presencia de humedad

2.6.2 Fichas de reporte.

Las propiedades estructurales, arquitectónicas, y constructivas de cada vivienda encuestada son descritas en las fichas de reporte organizada y detalla cada característica de las viviendas evaluadas. Así mismo, en estas hojas de cálculo se realiza el cálculo de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. También en las fichas de encuesta y las fichas de reporte han sido realizadas en hojas de cálculo de Microsoft Excel y con un contenido de tres páginas.

En la primera página se simplifica la información de historial, aspectos técnicos y deficiencias constructivas de la vivienda encuestada. Así mismo, se

realiza un análisis sísmico de la vivienda empleando la densidad de muros mínima requerida. En la siguiente página se calcula la estabilidad al volteo de los muros y se efectúa el diagnóstico de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, muestra también el bosquejo de la vivienda. En la última página se presenta un grupo de fotografías que exponen los problemas más relevantes de la vivienda encuestada.

Las fichas de reporte se diferencian de las fichas de encuesta por el análisis sísmico de las viviendas, el análisis de la estabilidad de muros y la calificación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas de albañilería (Flores, 2015).

Las fichas de reporte están compuestas por las siguientes partes:

2.6.2.1 Antecedentes.

Todos los datos de las fichas de encuesta como la ubicación de la vivienda, el número de personas que viven en la vivienda, tipo de asesoramiento que recibió el poblador a lo largo de la etapa de diseño y construcción, tiempo de construcción, etapas de la construcción y el costo estimado de inversión que realizó el poblador se resumen en esta parte (Flores, 2015).

2.6.2.2 Aspectos técnicos.

La información técnica y los defectos estructurales recolectados en las fichas técnicas se resumen en este ítem.

2.6.2.3 Análisis sísmico.

El análisis sísmico de las viviendas de albañilería se realiza en esta parte, lo cual se fundamenta comparando los resultados de la densidad de muros existentes con la densidad de muros requerida para que las viviendas soporten los sismos a las que son sometidas (Flores, 2015).

a. Verificación de la densidad de muros del primer piso ante los sismos severo para albañilería confinada.

Para determinar el área mínima de muros que debe tener cada vivienda en el primer piso, se ha pretendido que la fuerza cortante actuante, producto de un sismo raro, dividida entre el área de muros requerida debe ser menor que la sumatoria de las fuerzas cortantes resistentes de los muros dividida entre el área existente de muros (ecuación 7) (Flores, 2015).

$$\frac{V}{A_m} \leq \frac{\sum VR}{A_e} \dots\dots\dots[\text{Ecuación 7}]$$

Donde:

V: Fuerza cortante actuante (kN) producida por sismo severo.

VR: Fuerza de corte resistente (kN) de los muros en un nivel.

Am: Área (m²) requerida de muros.

Ae: Área (m²) existente de muros confinados.

$$V = \frac{Z.U.S.C}{R} P \dots\dots\dots[\text{Ecuación 8}]$$

Para determinar el peso de la vivienda se utilizara la ecuacion 9 para viviendas de albañilería confinada (Arango, 2002).

$$P = Att \cdot \gamma \dots\dots\dots[\text{Ecuación 9}]$$

La fuerza de corte resistente de cada muro se expresa como:

$$VR = 0.5 \cdot V'm \cdot \alpha \cdot t \cdot l + 0.23 P_g \dots\dots\dots[\text{Ecuación 10}]$$

La situación que es desfavorable para que las edificaciones no se desplomen esta se da cuando la fuerza sísmica (fuerza actuante) sea del mismo valor a la fuerza resistente del total de muros de la edificación. En tal caso ambas ecuaciones serán las mismas (Flores, 2015).

$$\frac{V}{A_m} \approx \frac{\sum VR}{A_e} \dots\dots\dots[\text{Ecuación 11}]$$

Para calcular VR se ha realizado un resumen en la ecuación 10. Se ha supuesto que $\alpha=1$ y que $0,23P_g=0$. Por ser pequeña para vivienda de dos pisos y la esbeltez puede considerarse con el valor de 1 (Flores, 2015).

La ecuación (10) queda reducida a:

$$VR = 0.5 \cdot V'm \cdot \alpha \cdot t \cdot l \dots \dots \dots [Ecuación 12]$$

Despejando de la ecuación 6 el término Am, sustituir las ecuaciones 7, 8 y 9 e igualando $\sum (t \times l) = Ae$, se tiene:

$$\frac{Z.U.S.C}{R \cdot Am} A_{tt} \times 8 = \frac{0.5 \times V'm \cdot \sum(t \cdot l)}{A_e} \dots \dots \dots [Ecuación 13]$$

$$Am \approx \frac{Z.S.A_{tt} \times 8}{300} \dots \dots \dots [Ecuación 14]$$

Am expresada en m^2 .

La ecuación 14 determina el área mínima de muros en cada dirección que debe tener el primer piso de las viviendas para asegurar un buen comportamiento sísmico.

b. Cálculo detallado de la resistencia a corte VR de los muros.

Se realizó una hoja de cálculo donde se calcula la sumatoria de todas las fuerzas resistentes (ΣVR) y la fuerza cortante basal VE esta es anexada en el reporte en Excel. Según Flores de los Santos (2002), el valor del factor de reducción de la resistencia al corte por efectos de esbeltez es:

- Para viviendas de un piso.

$$\alpha \approx \frac{V \cdot L}{Me} = \frac{F_1 \cdot L}{F_1 \cdot h} = \frac{L}{h} \dots \dots \dots [Ecuación 15]$$

Donde:

Me: Momento (en kN-m) producido en la base del muro.

F_1 : Fuerza (en kN) de inercia.

H: Altura (en m) de entrepiso.

L: Longitud (en m) del muro.

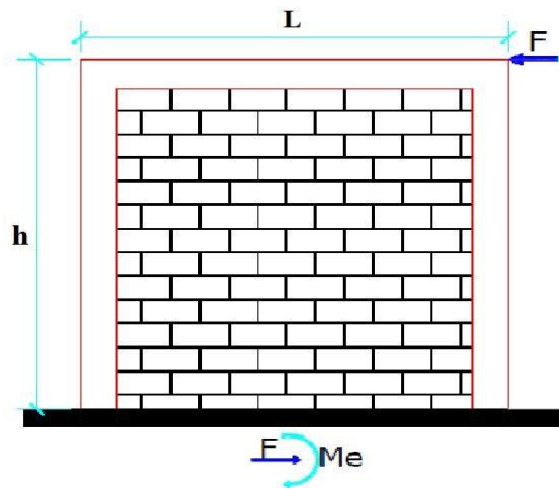


Figura 39. Fuerza cortante y momento en un muro de vivienda de un piso

- Para viviendas de dos pisos.

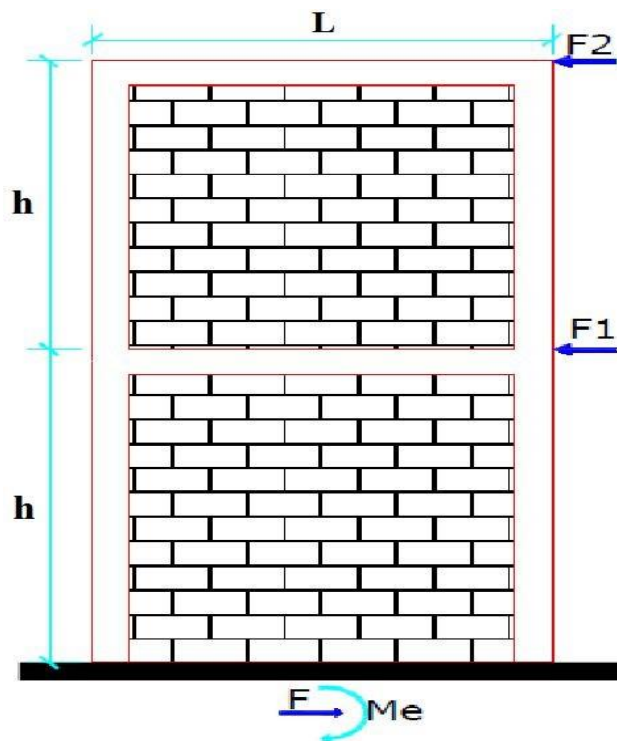


Figura 40. Fuerza cortante y momento para muros de dos pisos

Donde:

Me: Momento (en kN-m) producido en la base del muro.

F1: Fuerza (en kN) de inercia.

H: Altura (en m) de entrepiso.

L: Longitud (en m) del muro.

Comúnmente, las alturas de entrepiso en viviendas de albañilería son iguales y también $F2 = 2F1$, por lo tanto, la ecuación (16) se ajusta a la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{3L}{5h} \dots\dots\dots [Ecuación 16]$$

Las viviendas de uno o dos pisos, para ambos casos el valor de α debe comprendido entre $1/3 \leq \alpha \leq 1$ (Flores, 2015).

Análisis por sismo E.030						
Z=	0.45					
U=	1					
C=	2.5		Resistencia característica a corte de los ladrillos (Kpa) $V_m =$		510	
S=	1.02					
R=	5					
Análisis en el sentido XX paralelo a la fachada						
Area Total	(ZUCS/R)P	AREA DE MUROS				
techada	Existente Ae	Requerida Ar	Ae/Ar	Densidad	Resultado	
m ²	Tn	m ²	m ²	Adimensional	(%)	
142.45	1270	1.4422	1.5	0.99	0.91 Calcular VR/VE	
Análisis en el sentido YY perpendicular a la fachada						
Area Total	(ZUCS/R)P	AREA DE MUROS				
techada	Existente Ae	Requerida Ar	Ae/Ar	Densidad	Resultado	
m ²	Tn	m ²	m ²	Adimensional	(%)	
142.45	1270	5.4684	1.5	3.76	3.44 Adecuada	

Figura 41. Verificación de la densidad de muros

c. Estabilidad de muros al volteo.

El análisis de estabilidad de muros se aplica a los muros no portantes: tabiques, parapetos y cercos. Este análisis se realiza a través de una comparación entre el momento resistente (M_r) y el momento actuante debido a sismo (M_a). Ambos son paralelos a los planos de los muros y calculados en la base de los muros.

En el análisis se ha tenido en cuenta que los muros que no tienen diafragma rígido. Así como cercos y parapetos que carecen de arriostramiento en

alguno de sus lados y tienen una longitud excesiva, siendo necesario verificar su estabilidad ante fuerzas sísmicas (Flores, 2015).

Para el cálculo de M_a se establece primero la carga sísmica V que actúa durante un sismo perpendicular al plano del muro.

$$V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P \dots\dots\dots [\text{Ecuación 17}]$$

Donde:

V : Carga sísmica que actúa durante un sismo (en KN/m^2).

Z : Factor de zona.

U : Factor de uso (vivienda = 1).

C_1 : Coeficiente sísmico.

P : Peso del muro por unidad de área del plano del muro (en KN/m^2).

El peso P está dado por la siguiente expresión:

$$P = \gamma_m \cdot t \dots\dots\dots [\text{Ecuación 18}]$$

Donde:

P : Peso (en kN/m^2)

γ_m : Peso específico del muro (en kN/m^3)

Para muro de ladrillo macizo γ_m : 18 kN/m^3

Para muro de ladrillo pandereta γ_m : 14 kN/m^3

T : Espesor del muro (en m).

El momento actuante perpendicular al plano del muro (San Bartolomé, 1998)

está dado por la siguiente expresión:

$$M_a = m \cdot v \cdot a^2 \dots\dots\dots [\text{Ecuación 19}]$$

Donde:

M_a : Momento actuante (en $\text{kN} \cdot \text{m/ml}$).

m: Coeficiente de momentos.

a: Dimensión crítica (en m).

V: Carga sísmica perpendicular.

Los valores de los coeficientes de momentos m para cada valor de b/a son (NTE E.070 de albañilería):

- *Muro con cuatro bordes arriostrados.*

a = Longitud de borde media alta.

b/a	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	
M	0,0479	0,0755	0,0627	0,0862	0,0948	0,1017	0,1180	0,125

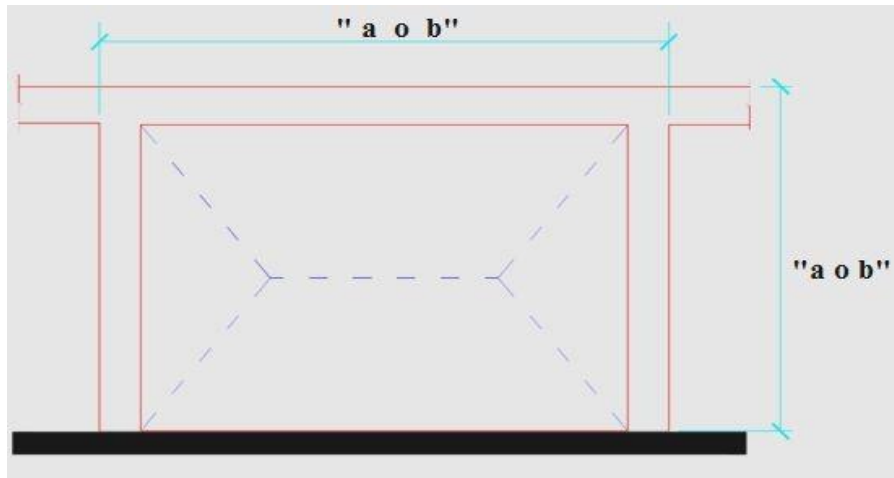


Figura 42. Muro con cuatro bordes arriostrados

- *Muro con tres bordes arriostrados.*

a = Longitud de borde libre.

b/a	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	
M	0,06	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133

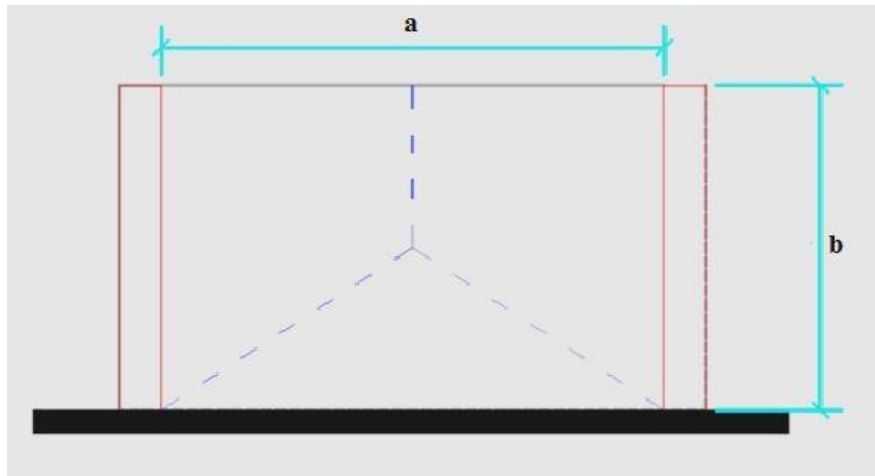


Figura 43. Muro con tres bordes arriostrados

- Muro arriostrado en sus bordes horizontales.

a = Longitud de borde libre

m = 0,125

- Muro en voladizo.

a = altura de muro

m = 0,5

Al reemplazar la ecuación (17) y la ecuación (19) se tiene.

$$M_a = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P \cdot m \cdot a^2 \dots\dots\dots[\text{Ecuación 20}]$$

El momento resistente (M_r) del momento de tracción de la pared (BTM). La resistencia de un material dicta que cuando un elemento se dobla completamente, experimentará la siguiente tensión máxima:

$$\sigma_{max} = \frac{M_r \cdot c}{I} \dots\dots\dots[\text{Ecuación 21}]$$

Donde:

σ_{max} : Esfuerzo por flexión (en kN/m²).

M_r : Momento resistente a tracción por flexión (en KN-m).

c: Distancia del eje neutro a la fibra extrema (en m).

I: Momento de inercia de superficie (en m⁴) de la sección, paralela al eje del momento.

El momento resistente a tracción por flexión es expresado como (ecuación 22).

$$M_r = \frac{f_t \cdot I}{c} \dots \dots \dots [Ecuación 22]$$

Donde:

F_t: Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (100 KN/m²) (Flores, 2015).

I: Momento de inercia (m⁴) de la sección del muro.

c: Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección.

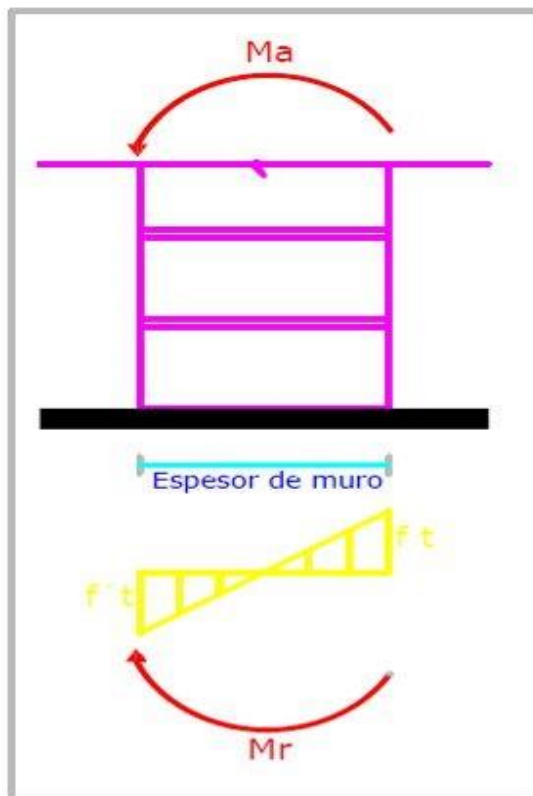


Figura 44. Momento resistente M_r en un muro de albañilería

d. Factores que influyen en el riesgo sísmico.

Es responsabilidad de esta sección calcular el riesgo sísmico de cada vivienda

inspeccionada. El riesgo sísmico viene determinado por dos factores: la vulnerabilidad sísmica y la peligrosidad sísmica, que se analizan más adelante (Kuroiwa, 2002). Entre los elementos que influyen en la vulnerabilidad estructural están la densidad de los muros (que se da en el 60% de los casos), la calidad de la obra realizada en ellos y su composición de materiales (con una incidencia del 30%). Sólo hay un criterio que controla la vulnerabilidad no estructural: la estabilidad de los muros frente al vuelco (que se da en un 10 %) en el caso de tabiques y parapetos.

FACTORES INFLUYENTES PARA EL RIESGO SISMICO						
Vulnerabilidad				Peligro		
Estructural		No estructural		Sismicidad	Suelo	Topografía y pendiente
Densidad	Mano de obra y materiales	Tabiquería				
Adecuada	Buena calidad	Todos estables		Baja	Rigido	X Plana
Aceptable	Regular calidad	Algunos estables		Media	Intermedio	Media
Inaceptable	X Mala calidad	X	Todos inestables	X Alta	Flexible	Pronunciada X

Figura 45. Vulnerabilidad estructural

Estos parámetros son los que definen al peligro sísmicos son: la sismicidad (con incidencia 40 %), tipo de suelo (con incidencia 40 %) y la topografía y pendiente (con incidencia 20 %) está de acuerdo a la ubicación donde se encuentran las viviendas que se encuestaron. La evaluación de la sismicidad y del tipo de suelo está asociada con cada valor del factor de zona (Z) y factor de suelo (S) que se establecen en la NTE E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

CALIFICACION		RESULTADO
Vulnerabilidad:	Alta	RIESGO SISMICO: Alta
Peligro:	Media	

Figura 46. Riesgo Sísmico

A la vulnerabilidad sísmica ya al peligro sísmico se le han asignado valores numéricos y asignado las categorías de baja, media y alta.

VULNERABILIDAD					PELIGRO						
ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL		SISMICIDAD	SUELO	TOPOGRAFIA Y PENDIENTE				
Densidad	Mano de obra y materiales		Tabiquería								
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1	Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Acceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2	Media	2	Intermedio	2	Media	2
Inaceptable	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3	Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Figura 47. Valores de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico

A la susceptibilidad sísmica de las viviendas examinadas se le ha dado un rango de valores que van de 1 a 1,4, medio (1,5 a 2,1) y alto (más de 2,1). (de 2,2 a 3). Las distintas permutaciones de la vulnerabilidad sísmica se muestran a continuación (Flores, 2015).

Tabla 5

Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

VULNERABILIDAD 80%										
VULNERABILIDAD SISMICA	Estructural			No estructural				Valor numerico		
	Densidad 60%		Calidad M.O. y Materiales (30%)	Estabilidad de Parapetos (10%)						
	Adecuada	Acceptable		Inadecuada	Buena	Regular	Mala		Estables	Algunos estables
BAJA	X			X			X			1.00
	X			X				X		1.10
	X			X					X	1.20
	X				X		X			1.30
	X				X			X		1.40
MEDIA	X				X				X	1.50
	X					X	X			1.60
	X					X		X		1.70
	X					X			X	1.80
		X		X			X			1.60
		X		X				X		1.70
		X		X					X	1.80
		X			X		X			1.90
		X			X			X		2.00
		X			X				X	2.10
ALTA		X				X	X			2.20
		X				X		X		2.30
		X				X			X	2.40
			X	X			X			2.20
			X	X				X		2.30
			X	X					X	2.40
			X		X		X			2.50
			X		X			X		2.60
			X		X				X	2.70
			X			X	X			2.80
			X			X		X		2.90
			X			X			X	3.00

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

La evaluación del peligro sísmico se ha dividido primero de acuerdo con la sismicidad. Para la sismicidad baja se han señalado un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (1 a 1,6); media (de 1,8 a 2) y alto (2,2). Para la sismicidad media se han señalado un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (de 1,4 a 1,6); media (de 1,8 a 2,4) y alto (2,6). Para la sismicidad alta se han determinado un rango de valores donde el peligro sísmico es bajo (1,8); medio (de 2 a 2,4) y alto (de 2,6 a 3). A continuación, las combinaciones de peligro sísmico alto tabla 6; medio tabla 7 y bajo tabla 8 (Flores, 2015).

Tabla 6

Combinaciones de peligro sísmico alto

Peligro sísmico												
Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			Pesos			
Baja	Media	Alta	Rigidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	0.4	0.4	0.2	
		X	X			X			3	1	1	1.88
		X	X				X		3	1	2	2.00
		X	X					X	3	1	3	2.20
		X		X		X			3	2	1	2.20
		X		X			X		3	2	2	2.40
		X		X				X	3	2	3	2.60
		X			X	X			3	3	1	2.60
		X			X		X		3	3	2	2.80
		X			X			X	3	3	3	3.00

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

Tabla 7*Combinaciones de peligro sísmico medio*

Peligro sísmico												
Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			Pesos			
Baja	Media	Alta	Rigidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	0.4	0.4	0.2	
	X		X			X			2	1	1	1.40
	X		X				X		2	1	2	1.60
	X		X					X	2	1	3	1.80
	X			X		X			2	2	1	1.80
	X			X			X		2	2	2	2.00
	X			X				X	2	2	3	2.20
	X				X	X			2	3	1	2.20
	X				X		X		2	3	2	2.40
	X				X			X	2	3	3	2.60

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

Tabla 8*Combinaciones de peligro sísmico bajo*

Peligro sísmico												
Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			Pesos			
Baja	Media	Alta	Rigidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	0.4	0.4	0.2	
X			X			X			1	1	1	1.88
X			X				X		1	1	2	2
X			X					X	1	1	3	2.2
X				X		X			1	2	1	2.2
X				X			X		1	2	2	2.4
X				X				X	1	2	3	2.6
X					X	X			1	3	1	2.6
X					X		X		1	3	2	2.8
X					X			X	1	3	3	3

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

Se evalúa el riesgo sísmico de cada una de las viviendas estudiadas una vez que se han establecido sus índices de vulnerabilidad y de peligrosidad sísmica y se

analizan posteriormente. A partir de una tabla de doble entrada, se analizan las diferentes combinaciones de vulnerabilidad y peligrosidad sísmica para llegar a la conclusión. Los valores y grados de riesgo sísmico figuran en las siguientes tablas: 2.8 y 2.9.

Tabla 9

Tabla de riesgo sísmico

		Vulnerabilidad		
		BAJA	MEDIA	ALTA
Peligro	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Medio	Medio	Medio	Alto
	Alto	Medio	Alto	Alto

Tabla 10

Tabla de riesgo sísmico en valores

		Vulnerabilidad		
		1	2	3
Peligro	1	1	1.5	2
	2	1.5	2	2.5
	3	2	2.5	3

2.7 Defectos en la construcción de viviendas autoconstruidas

Todos los problemas encontrados en las viviendas encuestadas como los problemas de ubicación, constructivos y estructurales se detallan en este capítulo. El tipo de cimentación está relacionado a la ubicación de la vivienda encuestada, los problemas constructivos, configuración sismorresistente, estructuración, además de analizar la calidad de la mano de obra empleada en las viviendas encuestadas.

2.7.1 Problemas de ubicación de las viviendas.

En cada vivienda de albañilería confinada encuestada en su mayoría el mismo problema, ya que no se ha considerado las propiedades del suelo, como si el suelo de fundación es resistente, si es estable, o si existe la posibilidad de deslizamiento

o caída de rocas en caso de un eventual fenómeno sísmico. La mayoría de las construcciones en la actualidad no están considerando la vulnerabilidad a la que están sujetas las viviendas que están construidas sobre rellenos o en desnivel y pendientes pronunciadas (Flores, 2015).

2.7.1.1 Viviendas en zonas de gran pendiente.

En la zona de las viviendas encuestadas en la Provincia de Nasca no se encuentran pendientes pronunciadas originadas por los cerros.



Figura 48. Viviendas sin pendientes

2.7.1.2 Viviendas construidas en zonas de inundación y relleno.

Uno de los problemas más comunes son el de las viviendas construidas sobre rellenos no controlados, puesto que estos rellenos se realizan con cualquier material y no son compactados, las viviendas construidas sobre estos rellenos están prestas a sufrir asentamientos diferenciales. En muchos casos estos rellenos están en lo que antes era una quebrada seca que en época de lluvias se activan dañando a las

edificaciones que se encuentran sobre estas quebradas secas, creando inundaciones (Flores, 2015).

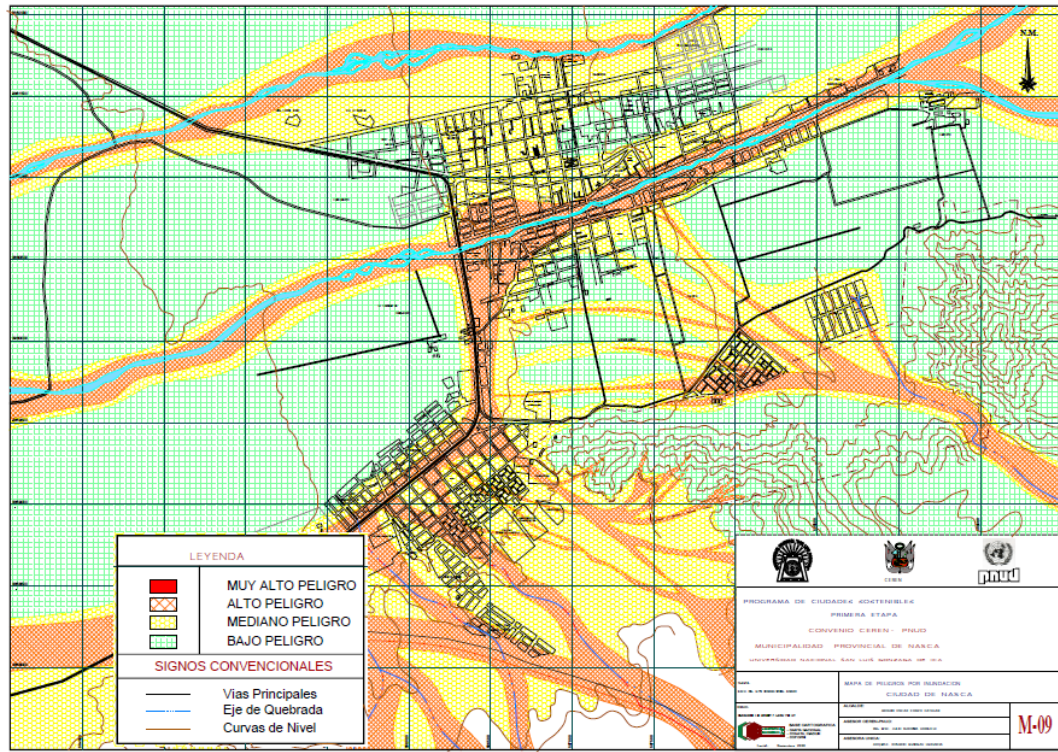


Figura 49. Mapa de peligros por inundación

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2012

2.7.2 Deficiencias estructurales de las viviendas.

Se descubrió que las viviendas evaluadas tenían defectos o problemas estructurales relacionados con su diseño y construcción antisísmica. Los ingenieros civiles o arquitectos no elaboraron los diseños de algunas de las viviendas, ya que los propietarios no los mandaron elaborar. La construcción de las viviendas autoconstruidas se limita a las exigencias del ocupante y se lleva a cabo con la ayuda de un albañil o maestro de obras, como ocurre con las viviendas tradicionales (Flores, 2015).

Los problemas estructurales encontrados en las viviendas encuestadas son:

2.7.2.1 Viviendas sin junta sísmica y losa de techo a desnivel.

En la mayoría de viviendas encuestadas las viviendas no presentaban juntas sísmicas, construidas una a continuación de otra. Lo que no permite el movimiento libre de cada vivienda y estas no se golpeen entre si ante un sismo.

Las viviendas encuestadas tienen techo a desnivel con las viviendas vecinas lo que ocasiona que dos viviendas contiguas se golpeen entre si entre la losa de una vivienda y el muro de la vivienda contigua ante un eventual fenómeno sísmico (Flores, 2015).



Figura 50. Vivienda sin junta sísmica

2.7.2.2 Problemas del proceso constructivo de las viviendas.

La mayoría de errores encontrados en las viviendas encuestadas han sido por la poca capacitación con la que cuentan los albañiles o maestros de obra, frente a las nuevas tendencias de construir viviendas sismorresistentes y seguras.

En la autoconstrucción de viviendas es habitual que se usen materiales de baja calidad como las unidades de albañilería de dudosa procedencia, las malas dosificaciones del concreto, como por ejemplo en la cimentación la dosificación se realiza con la ayuda de un trompo, mientras que en las columnas el mezclado se hace a mano por personal inexperto.

- *Cangrejeras y acero de refuerzo expuesto.*

El encofrado tiene la finalidad de moldear los diferentes elementos estructurales de una edificación con concreto fresco, las cangrejeras generalmente se producen cuando hay una mala dosificación de los materiales que componen el concreto, o cuando no se hace el respectivo vibrado del concreto (Flores, 2015).

El encofrado utilizado en las viviendas autoconstruidas en muchos casos presenta deficiencias como grietas, los cantos no son esquinados por donde es fácil que escape la lechada y esto genere cangrejeras en alguna parte de los elementos estructurales de las viviendas.



Figura 51. Vivienda con aceros expuestos por cangrejeras

2.7.2.3 Calidad de mano de obra.

La mano de obra de buena, regular y baja calidad son las tres categorías de mano de obra. Un método de construcción adecuado para las viviendas implica una mano de obra de alta calidad. En lo que respecta al asentamiento de los muros, se especifica que las juntas deben tener un grosor de entre 1 y 2 cm, que los elementos verticales deben estar a plomo, que el encofrado de los elementos de hormigón

armado no debe producir ladillas y que sólo un pequeño número de muros debe haber sido picado horizontal y verticalmente. Además, hay que asegurarse de que el acero de refuerzo esté correctamente anudado (medido por solapamiento) y que no esté expuesto a la intemperie.

Una obra de calidad regular es aquella que tiene unos pocos muros con juntas de más de 2 cm de grosor, pero no de más de 3 cm. El aumento del grosor de la junta supone una reducción de la resistencia a la compresión y al cizallamiento de la estructura del muro. Si no ha sido posible insertar correctamente la madera en determinados lugares del proceso de encofrado, esto aparecerá como un error. Es posible que se haya utilizado otro material en su lugar, que no distorsione la geometría y no provoque la aparición de fracturas en el hormigón. Es posible que haya sido necesario realizar algunos desconchados verticales u horizontales en algunas paredes para empotrar los sistemas eléctricos y sanitarios, lo cual es comprensible.

Muchos muros de las viviendas tienen espesores de junta superiores a 3 cm, lo que indica una mala calidad de la mano de obra. Es posible que el encofrado se haya construido con sacos de cemento o ladrillos, lo que ha provocado fisuras en el hormigón, y que los estribos no se hayan doblado correctamente durante el proceso de vertido; tener componentes colapsados es un signo de dificultad (muros y columnas). Cuando las paredes se cortan en diagonal para las instalaciones eléctricas o sanitarias, esto también se considera un trabajo artesanal de mala calidad.

2.7.2.4 Otros problemas de las viviendas.

- *Muros agrietados.*

En lagunas viviendas encuestadas se comprobó la presencia de grietas en los muros, esto debido a que se encuentran cimentadas sobre suelos granulares sueltos como las arenas o en zonas de relleno y en zonas con pendiente pronunciada.



Figura 52. Vivienda con muros agrietados

- Eflorescencia en muros.

La eflorescencia consiste en la formación de polvo de sales solubles sobre las caras de los ladrillos (Mosqueira y Tarque, 2005). La mayoría de viviendas encuestadas han sido construidas en su mayoría con ladrillos de fabricación artesanal. La eflorescencia es producto de viviendas construidas con materiales de mala selección. También influye en la eflorescencia de los muros la presencia de sales en el terreno de fundación (Flores, 2015).



Figura 53. Vivienda con eflorescencia en muros

- *Ladrillos de baja calidad.*

La no utilización de ladrillos industriales generan una serie de deficiencias estructurales en los muros de una edificación, ya que los ladrillos artesanales carecen de las exigencias mínimas especificadas para unidades de albañilería en la construcción de viviendas, estos productos son fabricados con mano de obra no calificada lo que implica la baja precisión en la uniformidad de las dimensiones en las unidades de arcilla y la disminución de resistencia en las unidades de arcilla (Flores, 2015).



Figura 54. Vivienda con ladrillos de baja calidad

2.8 Base de datos y estadística

En este capítulo se procedió a realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de la información recolectada con las deficiencias más notorias encontradas en las viviendas construidas sin un profesional especialista en la provincia de Nasca. Como punto de partida se realiza la inspección visual de la vivienda encuestada para determinar los problemas estructurales, de ubicación, proceso constructivo y calidad de mano de obra. Luego se realiza el cálculo de la densidad de muros, de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico que se hizo en las fichas de reporte (Flores, 2015).

2.8.1 Datos estadísticos de la zona.

Se inspeccionaron un total de 25 residencias en la ciudad de Nasca. La mayoría de estas residencias están situadas dentro de los límites de la ciudad y/o en regiones en expansión, y la mayoría de las obras son realizadas por albañiles y maestros de obras. Según el "PLAN DIRECTOR ICA - NASCA 2003-2010", el suelo de grava (GM) es el tipo de suelo más común, y la mayoría de las viviendas estudiadas tienen cimientos de hormigón ciclópeo, con zapatas de hormigón armado en determinadas situaciones, según la encuesta. Muchas de las viviendas evaluadas se construyeron con ladrillos King Kong Artesanal o King Kong Industrial como principales componentes de mampostería (Flores, 2015).

Tabla 11*Tabla características generales de la vivienda*

Características generales	N° Viviendas Encuestadas	N° Viviendas	% Viviendas
Tipo de suelo			
Rigido (Gravas (GM))	25	25	100
Tipo de Ladrillo			
King Kong Artesanal	25	12	48
King Kong Industrial	25	13	52
Tipo de Cimentación			
Cimiento corrido de concreto	25		
Ciclópeo	25	2	8
Cimiento corrido de concreto	25		
Ciclópeo y Zapatas	25	23	92

El ladrillo KKI se utiliza en el 68 % de las viviendas del estudio, mientras que el ladrillo KKA representa el 32 % restante. Las cimentaciones corridas son de hormigón ciclópeo con zapatas en el 88% de las viviendas examinadas, representando las cimentaciones de hormigón ciclópeo el 12% de todas las cimentaciones. Demostrando que aquellos habitantes de la provincia de Nasca conocen el tipo de suelo a cimentar y qué importancia tiene el suelo sobre la edificación (Flores, 2015).

CODIGO	VIVIENDA			DE LOS MUROS																
	DENSIDAD	DENSIDAD	DENSIDAD	PARALELOS	PERPENDICULAR	VULNERABILIDAD	PELIGRO	RIESGO	TIPO DE	UNIDAD DE	CALIDAD DE	CALIDAD DE	ESPOSOR DE	FALLAS DE	ASENTAMIENTOS	SALES	EFLORRECENCIA	ACERO DE	FISURAS DEBIDO A SISMOS	
	ADECUADA	INADECUADA	ACEPTABLE	A LA FACHADA	A LA FACHADA		SISMICO	SISMICO	SUELO	ALBAÑILERIA	MANO DE	MATERIALES	MORTERO	CORTE EN	DIFERENCIALES			REFUERZO	ANTERIORES	
												OBRA	> 1.5 cm.	MUROS				EXPUESTO	EXISTE	FUE REPARADA
VIVIENDA 01	X			ADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	REGULAR	2 a 3	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO
VIVIENDA 02		X		INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 4	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
VIVIENDA 03			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	X	MALA	REGULAR	2 a 3	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
VIVIENDA 04			X	INADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	XX	BUENA	REGULAR	2	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
VIVIENDA 05			X	INADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	REGULAR	2 a 3	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO
VIVIENDA 06		X		INADECUADA	INADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	X	MALA	REGULAR	2 a 4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
VIVIENDA 07			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 4	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO
VIVIENDA 08		X		INADECUADA	INADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
VIVIENDA 09			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	REGULAR	2 a 4	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO
VIVIENDA 10			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	3	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
VIVIENDA 11			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	REGULAR	2	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO
VIVIENDA 12			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 3	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO
VIVIENDA 13	X			ADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 3	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI
VIVIENDA 14		X		INADECUADA	INADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 4	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
VIVIENDA 15	X			ADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	MALA	REGULAR	2 a 3	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
VIVIENDA 16			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 3	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
VIVIENDA 17			X	ADECUADA	INADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	X	MALA	REGULAR	2	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO
VIVIENDA 18			X	INADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	BUENA	2	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO
VIVIENDA 19	X			ADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	MALA	REGULAR	3	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO
VIVIENDA 20			X	INADECUADA	ADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	X	MALA	REGULAR	2	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO
VIVIENDA 21			X	INADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	REGULAR	2 a 3	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
VIVIENDA 22	X			ADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	REGULAR	2 a 4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
VIVIENDA 23		X		INADECUADA	INADECUADA	ALTA	MEDIO	ALTO	RIGIDO	XX	MALA	MALA	2 a 4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
VIVIENDA 24			X	INADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	REGULAR	3	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO
VIVIENDA 25			X	INADECUADA	ADECUADA	MEDIA	MEDIO	MEDIO	RIGIDO	X	REGULAR	REGULAR	3	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO

Figura 55. Cuadro estadístico de viviendas encuestadas

Esta figura muestra la consolidación estadística de las viviendas de la encuesta, con densidades de muros clasificadas como insuficientes, aceptables y adecuadas en los ejes (Y) y (X) según su densidad de construcción de muros.

Como resultado de los elementos tomados en consideración en las fichas, incluyendo el tipo de suelo encontrado en la región de estudio, la artesanía y la calidad de los materiales, el grado de vulnerabilidad también se clasifica como bajo, medio o alto en función de los criterios estudiados.

El universo de residencias estudiadas se muestra en la figura 58 (Flores, 2015).

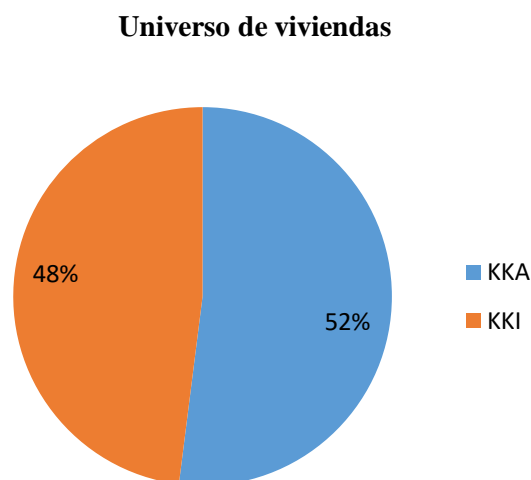


Figura 56. Universo de viviendas encuestadas (%)

2.8.2 Análisis cualitativo de la base de datos.

Para esta parte se consideró los defectos primarios que se han ido examinando a través del reconocimiento visual. No existen cálculos que permitan determinar el comportamiento sísmico de cada edificación, problemas como la ubicación, estructuración, calidad de mano de obra y procedimiento constructivo, etc. señaladas en la base de datos (Flores, 2015).

Tabla 12

Proceso constructivo

Proceso constructivo	%
Acero expuesto	28
Mortero mayor a 1.5 cm	100

Proceso Constructivo

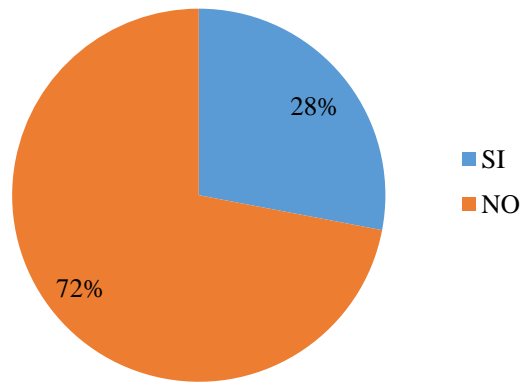


Figura 57. Proceso constructivo de viviendas

A continuación, se observan los problemas de calidad de la mano de obra.

Tabla 13

Mano de obra

Mano de obra	%
Buena	36
Regular	36
Mala	28

Calidad M.O.

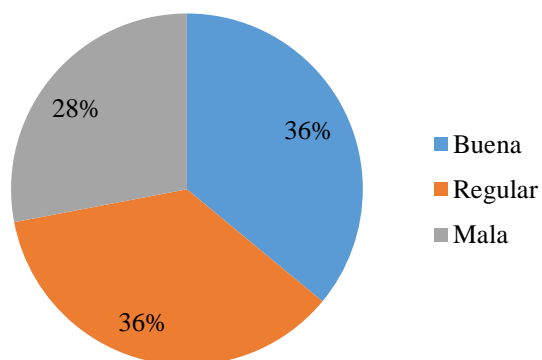


Figura 58. Problemas de calidad de la mano de obra

En cuanto a la calidad de la mano de obra, los resultados indican que el 28 % es mala, el 36 % regular y el 36 % excelente. A pesar de los esfuerzos de formación de Sencico, esto es atribuible a la falta de especialidad y formación de la mano de obra. Debido a la falta de conocimientos técnicos, los clientes, como propietarios, son cómplices de este mal rendimiento e incluso participan en el proceso de autoconstrucción.

El rendimiento y la mala calidad de estas viviendas podrían mejorarse con un control adecuado y la participación de especialistas técnicos durante la construcción (Flores, 2015).

Tabla 14

Calidad de materiales

Calidad de Materiales	%
Buena	20
Regular	48
Mala	32

Calidad de Materiales

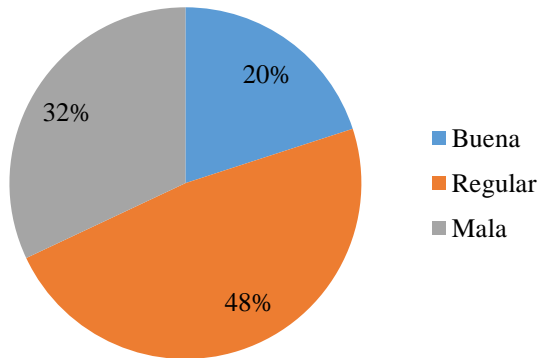


Figura 59. Calidad de materiales (%)

Se observó que el 20 % de las viviendas estudiadas eran de alta calidad, el 48 % de calidad aceptable y el 32 % de los materiales utilizados eran de baja calidad, debido a que las unidades de arcilla se construyen a mano. Muchos de estos ladrillos no se ajustan a las especificaciones establecidas en las normas y, según las referencias, no se ajustan a los valores de tensión permitidos que debían poseer (Flores, 2015).

Tabla 15

Problemas en los muros

Problemas en los Muros	%
Fallas por corte	12
Sales	0
Eflorescencia	24
Asentamientos Diferenciales	64

Corte en Muros

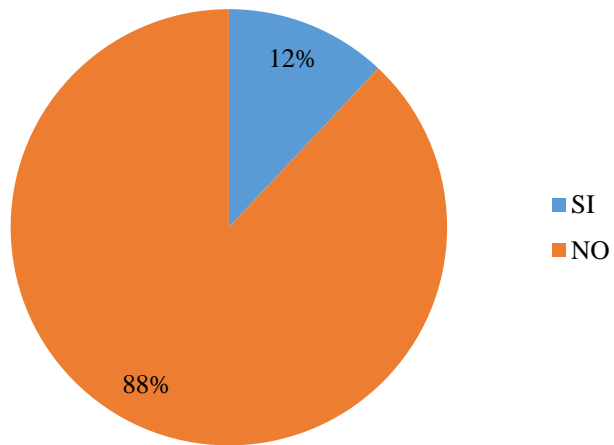


Figura 60. Corte en muros

Sales

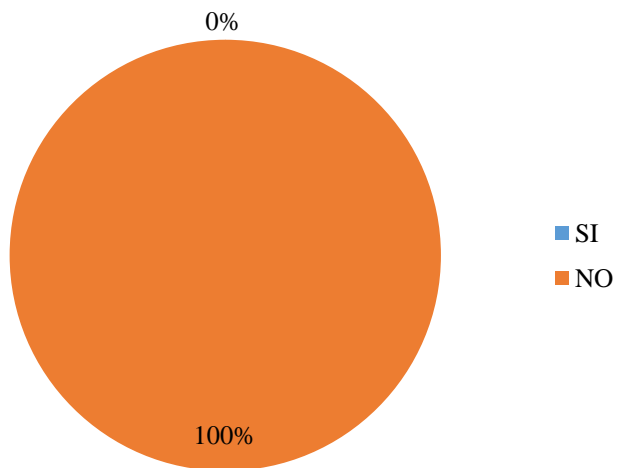


Figura 61. Sales

Eflorescencia

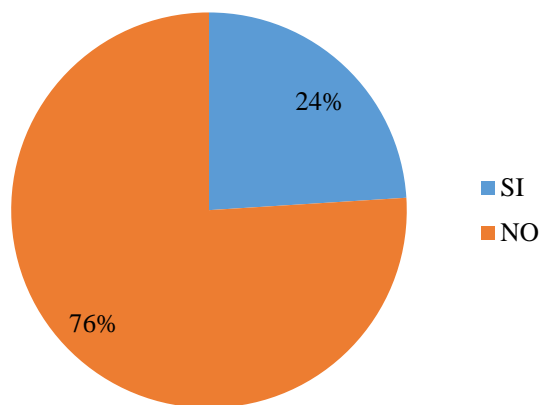


Figura 62. Eflorescencia

Asentamientos Diferenciales

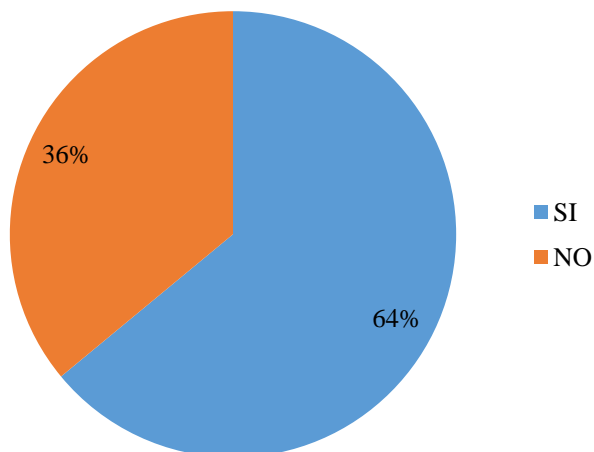


Figura 63. Asentamientos diferenciales

Respecto a los fallos detectados en los muros, sólo el 36% de los edificios evaluados no presentan asentamientos diferenciales, mientras que el 64% de las viviendas estudiadas sí los tienen. Esto se debe a que las residencias fueron construidas en zonas de inundación y relleno (Flores, 2015). Como ejemplo de temas con mayor incidencia y también de la reparación ante ellos, tenemos los siguientes gráficos:

Fisuras de Vivienda

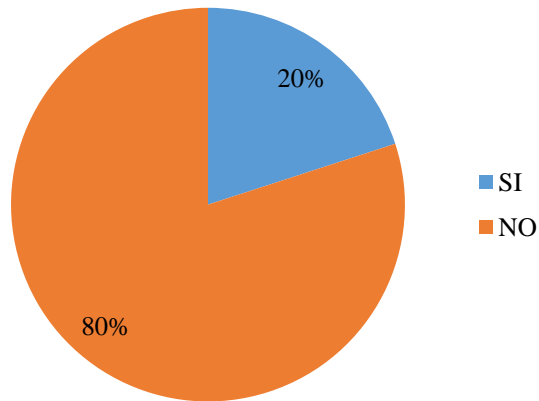


Figura 64. Fisuras en viviendas por sismo

Se aprecia que el veinte (20 %) de las edificaciones tienen fisuras debido los diferentes fenómenos sísmicos.

Fisuras reparadas de vivienda

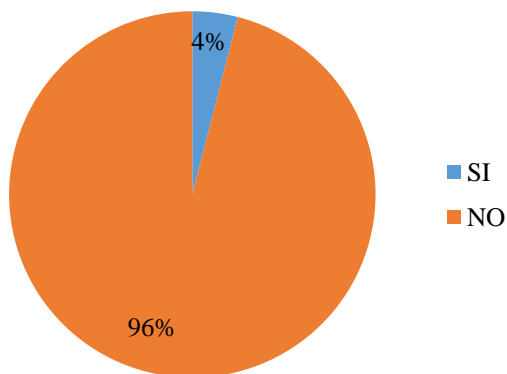


Figura 65. Fisuras en viviendas reparadas (%)

2.8.3 Análisis cuantitativo de la base de datos.

De acuerdo con los resultados de los boletines de calificaciones, esta sección destaca los resultados de la densidad de las paredes. Después de un terremoto, la densidad de las paredes dirá cuantitativamente si la vivienda funcionará

suficientemente durante el evento (0,45 g).

Tras la evaluación de los resultados de las fichas, se llega a una conclusión. Este estudio determina la densidad de las paredes de cada vivienda examinada, así como la estabilidad de las paredes en caso de terremoto. También se dio una calificación a cada vivienda en función de su riesgo, peligrosidad y susceptibilidad sísmica.

En este estudio, el examen de la densidad de las paredes se realizó tanto para el eje (Y) como para el eje (X) del sistema de coordenadas. Si una vivienda no cumple el requisito de densidad mínima en al menos una dirección, se deduce que la casa no tiene una densidad de muros suficiente o inadecuada, lo que puede ser una situación aceptable o no. Se puede hacer una distinción similar entre riesgo de terremoto (bajo), peligro de terremoto (medio) y vulnerabilidad a los terremotos (alto).

Las dificultades con mayor incidencia a las que están expuestas las viviendas autoconstruidas en Nasca, determinadas por un estudio cuantitativo de la base de datos, se muestran en las siguientes figuras y tablas. Además, es importante señalar que para el desarrollo de este estudio sólo se emplearon las fichas de 25 viviendas examinadas, de las cuales se derivaron las siguientes conclusiones (Flores, 2015).

Tabla 16

Densidad de muros

Densidad de Muros	%
Adecuada	16
Inadecuada	36
Aceptable	48

Densidad de muros

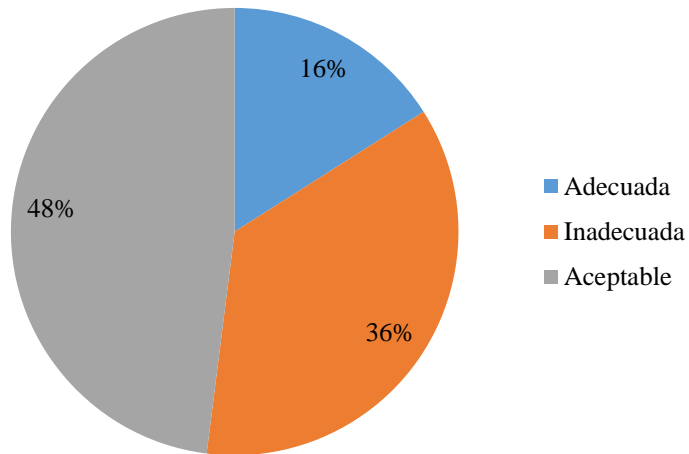


Figura 66. Densidad de muros

Tabla 17

Densidad de muros paralelos a la fachada

Densidad	%
Adecuada	20
Inadecuada	80

Densidad de muros paralelos a la fachada

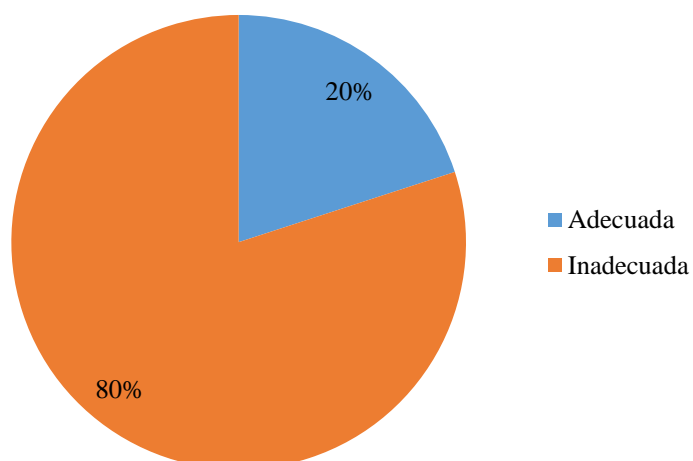


Figura 67. Densidad de muros paralelo a la fachada

Tabla 18

Densidad de muros perpendicular a la fachada

Densidad	%
Adecuada	60
Inadecuada	40

Densidad de muros perpendiculares a la fachada

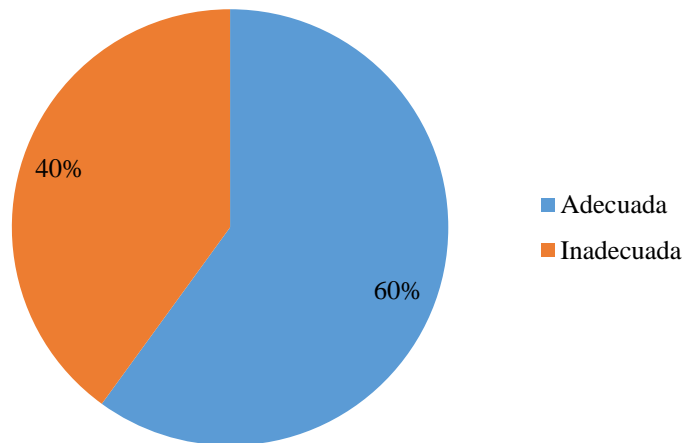


Figura 68. Densidad de muros perpendicular a la fachada

Tabla 19

Vulnerabilidad Peligro y Riesgo Sísmico

Calificación	Porcentaje (%)	
Vulnerabilidad	Alta	52
	Media	32
	Baja	16
Peligro	Alto	0
	Medio	84
	Bajo	16
Riesgo	Alto	52
	Medio	32
	Bajo	16

Vulnerabilidad

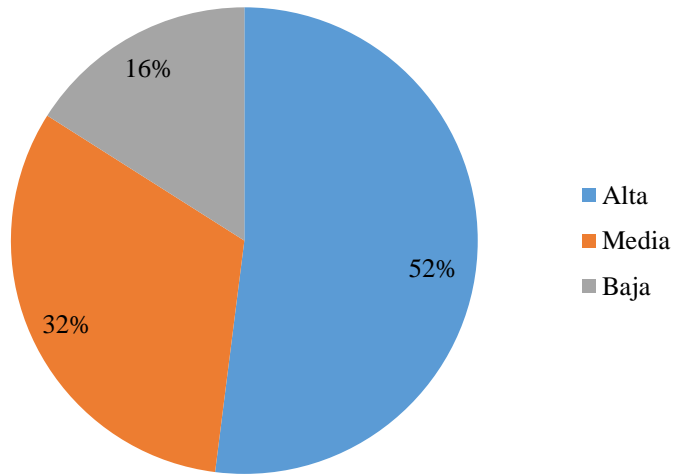


Figura 69. Vulnerabilidad Sísmica

En la figura 70, se puede observar que la vulnerabilidad de las viviendas encuestadas en el Distrito de Nasca, es alta con un cincuenta y dos por ciento 52 %, media con un 32 % y con vulnerabilidad baja un dieciséis por ciento 16 %.

Peligro sísmico

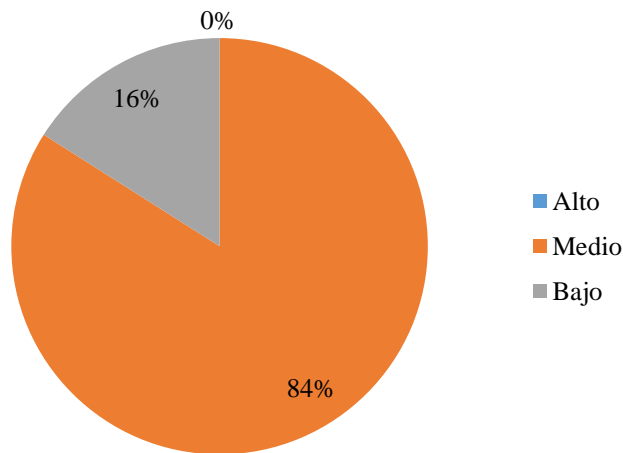


Figura 70. Peligro Sísmico

Riesgo sísmico

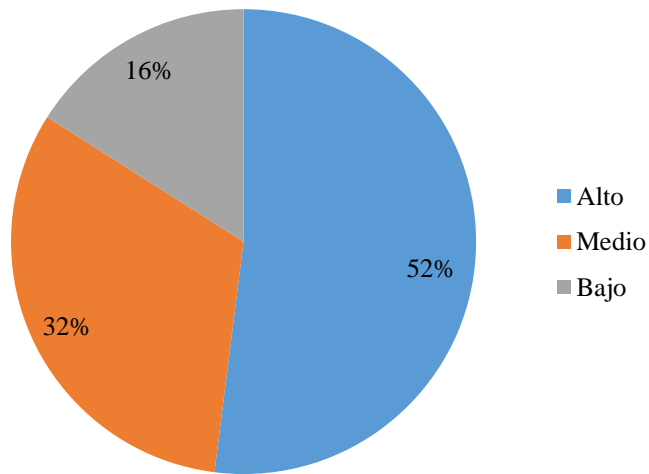


Figura 71. Riesgo Sísmico

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación

La presente investigación es de carácter cuantitativa porque utilizo como herramientas a las estadísticas y matemáticas para obtener así los resultados de la investigación.

3.2 Diseño de la investigación

- Conforme a la finalidad que se quiere llegar es aplicada.
- Dependiendo al tipo de investigación es cuantitativa.
- Acorde a su método de trabajo es no experimental – transversal – descriptiva.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población.

El universo poblacional constituye el ámbito de investigación global en el que se ubica el proyecto de investigación; abarca a toda la población involucrada en el problema (Monje, 2011).

La población encuestada para la investigación se encuentra en el mercado de la provincia de Nasca.

3.3.2 Muestra.

Los conjuntos seleccionados o muestras extraídas del universo son las unidades de estudio en las que se indaga el problema planteado para obtener de ella la información que nos hemos propuesto en la investigación (Espinoza, 2016).

La muestra a analizar será 25 viviendas autoconstruidas de albañilería confinada. En la provincia de Nasca.

3.3.2.1 Muestreo probabilístico.

El muestreo probabilístico es un muestreo en la cual un grupo de la población tienen la probabilidad de ser elegidos (Namakforoosh, 2005).

El tamaño de la muestra se determinó de la siguiente manera:

$$n = \frac{(p.q)Z^2.N}{(EE)^2.(N-1) + (p.q)Z^2}$$

Siendo:

n: 25 Tamaño de la muestra.

N: 703 Tamaño de la población.

Z: 1.65 Valor de la distribución normal estandarizada correspondiente al nivel de confianza; para el 90 %.

E: 7 % Máximo error permisible.

p: 95% (0.95) probabilidad de éxito.

q: 5 % (0.05) probabilidad de fracaso.

3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos

3.4.1 Inspección visual.

Se observará de forma presencial los materiales de construcción de la vivienda, estado actual de la vivienda, defectos constructivos o defectos producidos por el paso del tiempo.

3.4.2 Entrevista.

Se realizará la entrevista al propietario de la vivienda, para obtener información como el proceso constructivo de la vivienda, obtención de los materiales empleados en la construcción, mano de obra intervenida en la construcción, año de construcción, daños causados por el último evento sísmico y defectos que aparecen en la edificación luego de su proceso constructivo.

3.4.3 Plano de la provincia de Nasca.

El plano de ubicación de ubicación de la provincia de Nasca, es de vital importancia para ver la ubicación de cada vivienda encuestada, así como identificar si la vivienda se encuentra en zonas de riesgo.

3.4.4 Validez.

La interpretación del coeficiente de validez es de la siguiente manera:

Tabla 20

Rangos y Magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.001 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruíz, 2002

3.4.5 Confiabilidad.

Para que un cuestionario sea confiable las puntuaciones obtenidas con un cuestionario deben ser las mismas que cuando se examina a las mismas personas con los mismos cuestionarios, pero en diferentes ocasiones (Bernal, 2006).

3.4.6 Fichas de encuesta.

Las fichas de encuesta están elaboradas en Excel, las cuales contienen información acerca de los propietarios, de la construcción y datos técnicos de la vivienda, también acerca de las técnicas constructivas que se emplearon en las viviendas, observaciones, esquemas, aspectos técnicos, antecedentes, fotografías y comentarios.

3.4.7 Procesamiento de las fichas de reporte en el software Microsoft Excel.

Estas son hojas de cálculo de MS Excel donde se describen las características constructivas, estructurales y arquitectónicas de las casas auto-construidas en Nasca, previamente registradas en las fichas de encuesta. Así mismo, de realizar el cálculo del riesgo, peligro y vulnerabilidad sísmica de casas que realizaron la encuesta.

3.4.8 Base de datos y estadística.

Aquellos se consideró las imperfecciones de las construcciones más comunes en Nasca. Se realizará análisis cuantitativo y cualitativo de la información, el análisis primero comprende la evaluación visual de las casas in situ, haciendo mayor énfasis en los problemas de ubicación, problemas de la calidad de mano de obra, problemas estructurales y constructivos. En el análisis segundo comprende el riesgo, peligro y vulnerabilidad sísmica debido a que estas dependen de las fichas de encuesta.

Los datos estadísticos corresponden a 25 viviendas autoconstruidas que están ubicadas en Nasca las cuales durante su construcción fueron ejecutadas por albañiles y maestros de obra.

3.4.9 Fotografías.

Las fotografías empleadas para la evaluación constan de una fotografía de la fachada, una segunda fotografía de la vista lateral de la edificación y demás fotografías corresponden a las problemáticas encontrados en las viviendas encuestadas.

3.4.10 Fichas de encuesta.

Estas fueron creadas como una hoja de cálculos en el programa MS Excel, en estos documentos se registrará los siguientes aspectos:

3.4.10.1 *Ubicación de la vivienda.*

- Localización de la vivienda.
- ¿Recibió asesoría técnica para la construcción de la vivienda?
- ¿Quiénes participaron en la construcción de la vivienda?
- ¿Se respetó los planos al momento de construir la vivienda?
- ¿Empleó planos para construir la vivienda?
- Fecha de construcción y fecha de término.
- Secuencia de construcción de los ambientes.
- ¿Cuánto es la inversión para construir la vivienda?
- ¿Qué peligros naturales afectan a la vivienda?
- Actualmente ¿Ud. qué peligros naturales toma en cuenta que podría dañar la vivienda?
- Vulnerabilidad de la vivienda.

3.4.10.2 *Datos técnicos.*

- Entorno de la vivienda.
- Características del suelo.

3.4.10.3 *Características principales de los elementos de la vivienda.*

- Cimiento y sobrecimiento.
- Muros.
- Entrepiso.
- Techo.
- Columnas.
- Vigas soleras.
- Vigas peraltadas.
- Vigas chatas.
- Dinteles.
- Contrafuertes.
- Separación con viviendas colindantes.
- Separación con cercos.

3.4.10.4 *Observaciones y comentarios.*

En este ítem se anotará las observaciones no contempladas en la ficha de encuesta y que son importantes para evaluar la vulnerabilidad de la vivienda.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

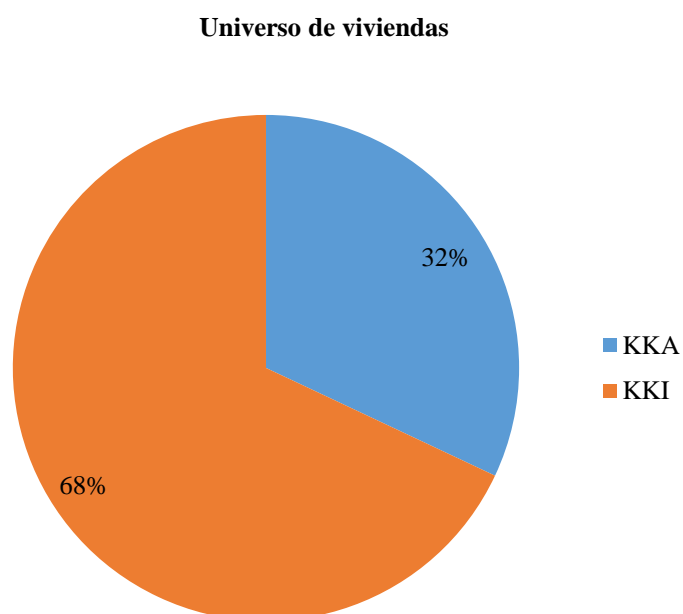


Figura 72. Universo de viviendas encuestadas (%)

a. Interpretación de resultados

En la figura 72 contiene datos sobre el universo de viviendas encuestadas donde el 68 % de viviendas fueron construidos con ladrillos King Kong y el 32 % se construyeron con ladrillos artesanales.

4.1.1 Análisis cualitativo de la base de datos.

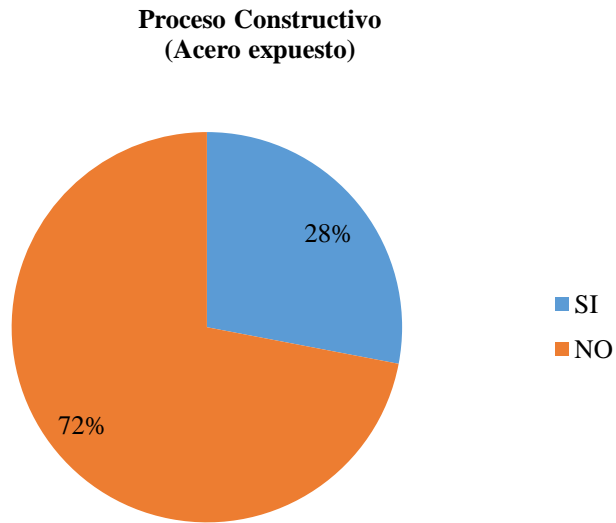


Figura 73. Proceso constructivo de viviendas

a. Interpretación de resultados

La figura 73 contiene datos sobre el proceso constructivo de las viviendas encuestadas donde el 28 % de viviendas presentaron aceros expuestos y en el 72 % de viviendas la construcción fue regular, no se encontraron aceros expuestos

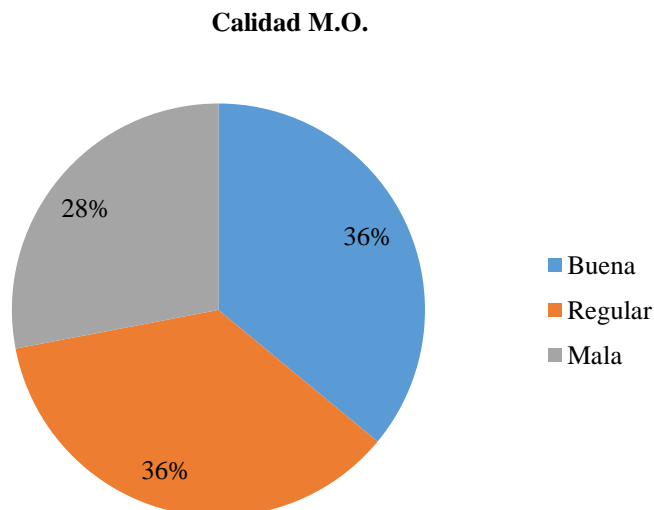


Figura 74. Problemas de calidad de la mano de obra

b. Interpretación de resultados

La figura 74 contiene datos sobre la calidad de mano de obra de las viviendas encuestadas, donde el 36 % de viviendas tuvo una buena mano de obra durante la construcción, el 36 % tuvo una mano de obra regular durante la construcción y un 28 % de viviendas encuestadas tuvo una mala mano de obra durante la construcción.

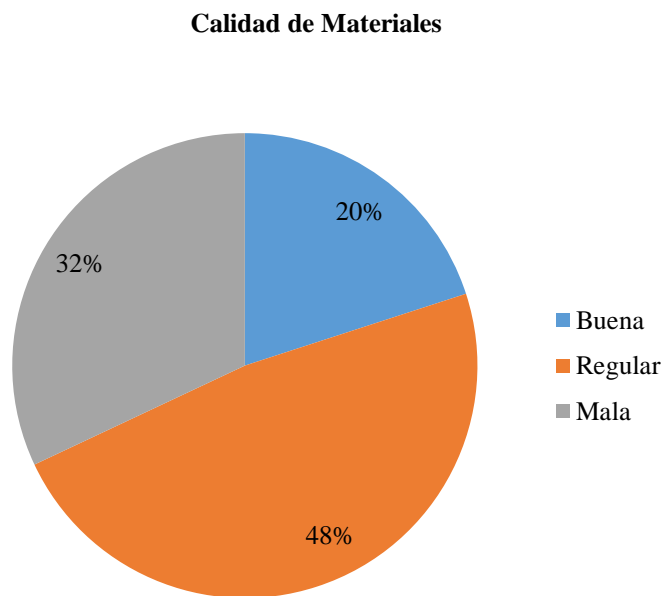


Figura 75. Calidad de materiales (%)

c. Interpretación de resultados

La figura 75 trata sobre la calidad de materiales de las viviendas encuestadas, donde el 20 % tiene una buena calidad de materiales empleados durante la construcción, el 48 % tiene una calidad de materiales regular y el 32 % de las viviendas encuestadas tiene una mala calidad de materiales.

Corte en Muros

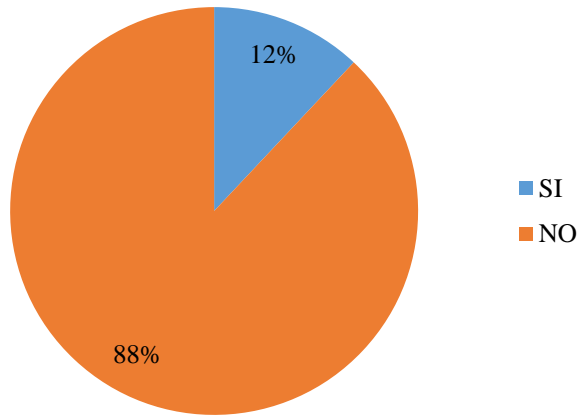


Figura 76. Corte en muros

d. Interpretación de resultados

En la figura 76 se aprecia que el 12 % de viviendas tuvo problemas de corte en los muros, mientras que el 88% de viviendas encuestadas no tuvo problemas de corte en los muros

Sales

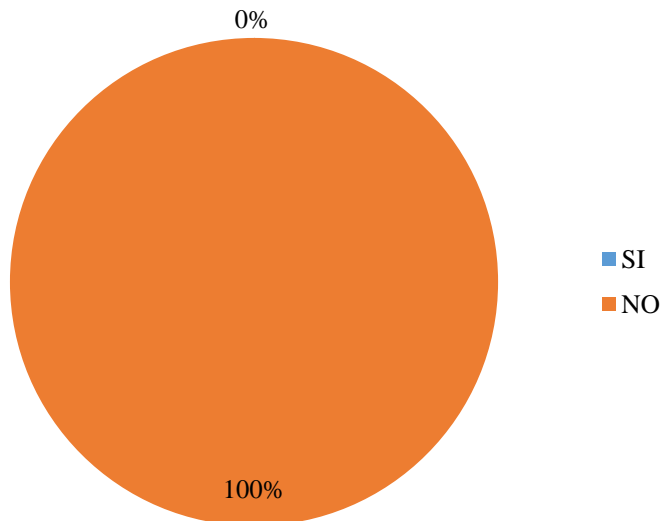


Figura 77. Sales

e. Interpretación de resultados

En la figura 77 se aprecia que el 100 % de viviendas encuestadas no se aprecia la presencia de sales en los muros.

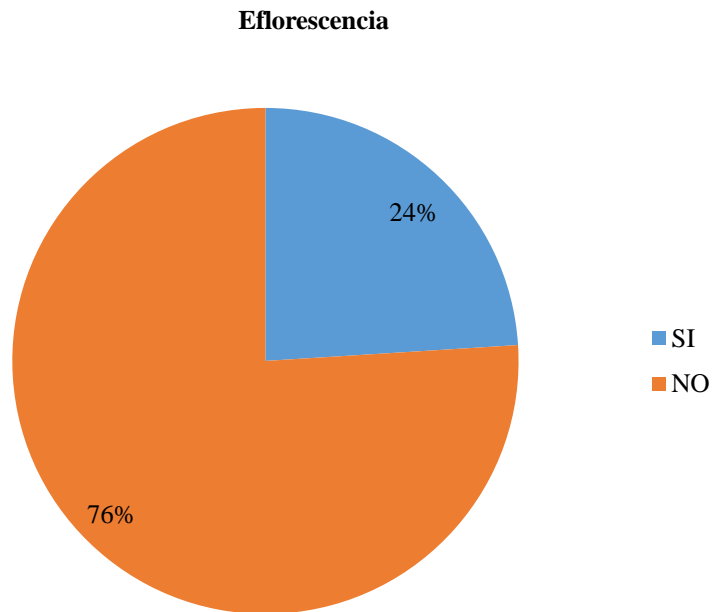


Figura 78. Eflorescencia

f. Interpretación de resultados

La figura 78 contiene datos sobre la eflorescencia en los muros, en donde el 24 % de viviendas encuestadas tiene eflorescencia en los muros y el 76 % de viviendas no presenta eflorescencia en los muros.

Asentamientos Diferenciales

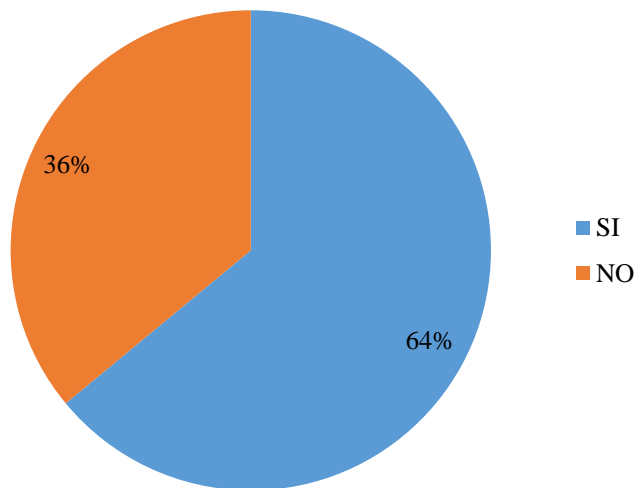


Figura 79. Asentamientos diferenciales

g. Interpretación de resultados

La figura 79 contiene datos sobre asentamientos diferenciales de las viviendas encuestadas, donde el 64 % de viviendas encuestadas presenta asentamientos diferenciales y el 36 % no presenta este problema.

Fisuras de Vivienda

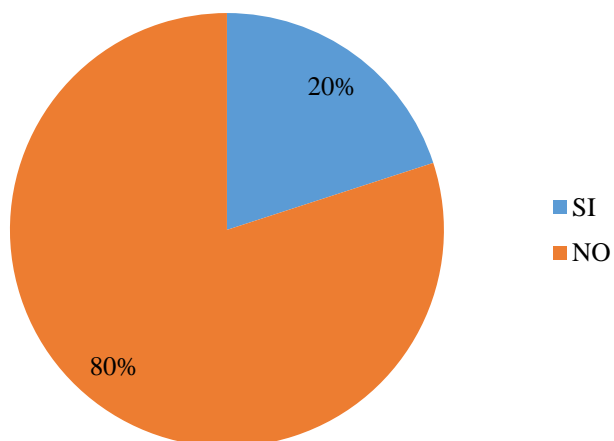


Figura 80. Fisuras en viviendas por sismo

h. Interpretación de resultados

La figura 80 contiene datos sobre las fisuras en las viviendas encuestadas por sismo, donde el 20 % de viviendas encuestadas presentaron fisuras por sismo y el 80 % no presentaron fisuras por sismo.

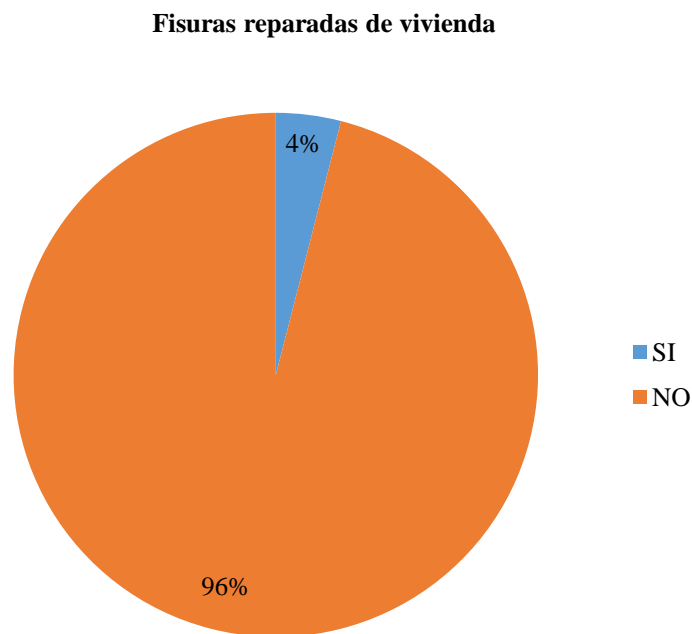


Figura 81. Fisuras en viviendas reparadas (%)

i. Interpretación de resultados

En la figura 81 se presenta el porcentaje de fisuras reparadas en las viviendas encuestadas, donde el 4 % de viviendas encuestadas repararon las fisuras encontradas, mientras que el 96 % no repararon las fisuras encontradas.

4.1.2 Análisis cuantitativo de la base de datos.

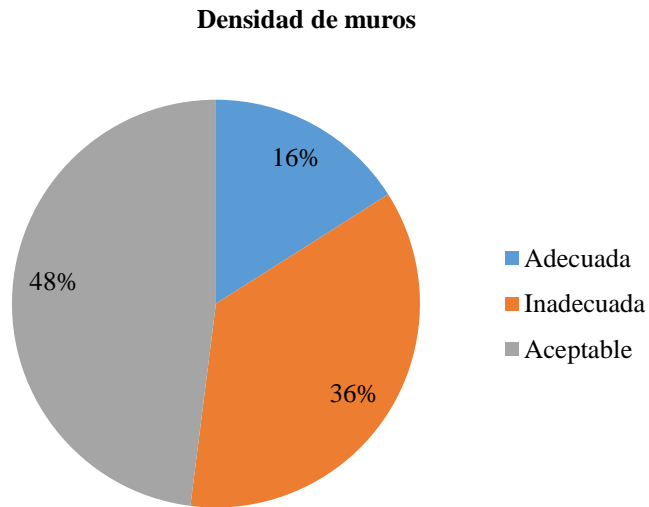


Figura 82. Densidad de muros

a. Interpretación de resultados

En la figura 82 se aprecia datos sobre la densidad de muros en las viviendas encuestadas, donde el 16 % tiene una densidad de muros adecuada, el 36 % tiene una densidad de muros inadecuada y el 48 % tiene una mala densidad de muros.

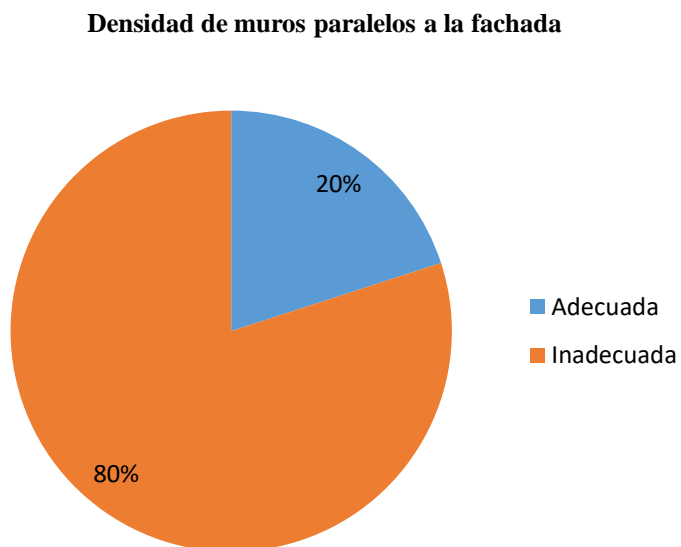


Figura 83. Densidad de muros paralelo a la fachada

b. Interpretación de resultados

La figura 83 contiene datos sobre la densidad de muros paralelos a la fachada, donde el 20 % tiene una densidad de muros adecuada y el 80 % tiene una densidad de muros inadecuada.

Densidad de muros perpendiculares a la fachada

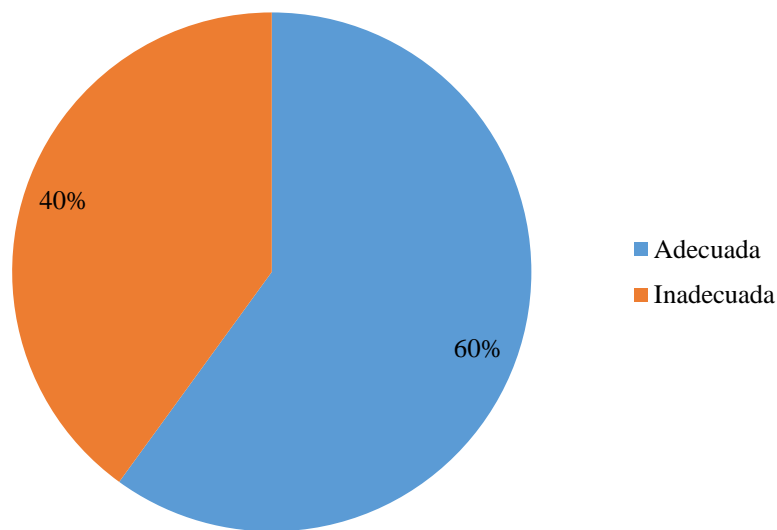


Figura 84. Densidad de muros perpendicular a la fachada

c. Interpretación de resultados

La figura 84 contiene datos sobre la densidad de muros perpendicular a la fachada, donde el 60 % tiene una densidad de muros adecuada y el 40 % tiene una densidad de muros inadecuada.

Vulnerabilidad

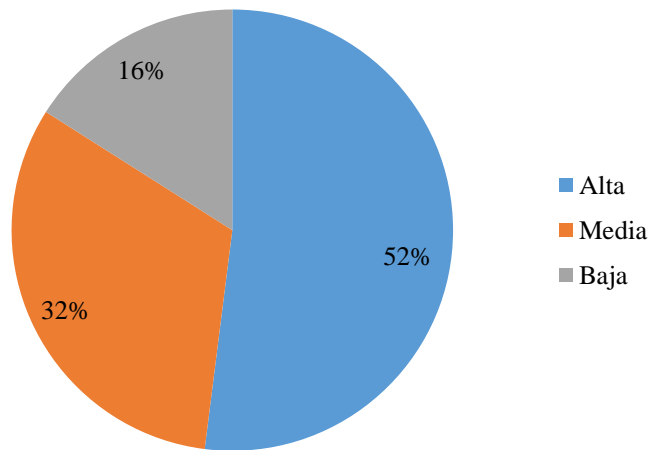


Figura 85. Vulnerabilidad Sísmica

d. Interpretación de resultados

La figura 85 contiene datos sobre la vulnerabilidad sísmica de las viviendas encuestadas, donde el 52 % tiene una vulnerabilidad alta, el 32 % tiene una vulnerabilidad media y el 16 % tiene una vulnerabilidad baja.

Peligro sísmico

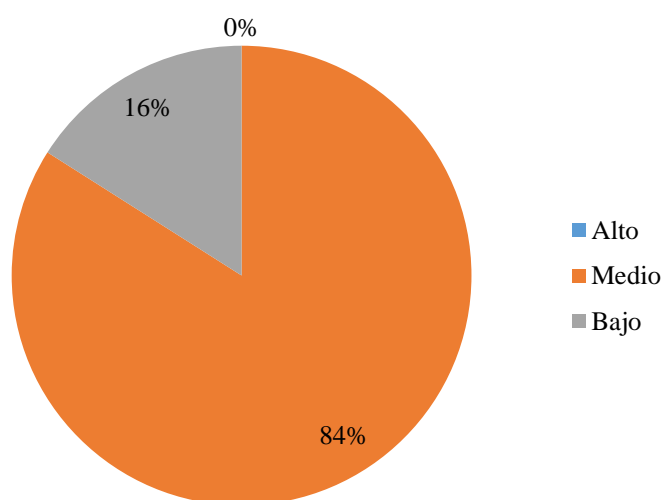


Figura 86. Peligro Sísmico

e. Interpretación de resultados

La figura 86 contiene datos sobre el peligro sísmico de las viviendas encuestadas, donde el 84 % tiene un peligro sísmico medio y el 16 % de viviendas tiene un peligro sísmico bajo.

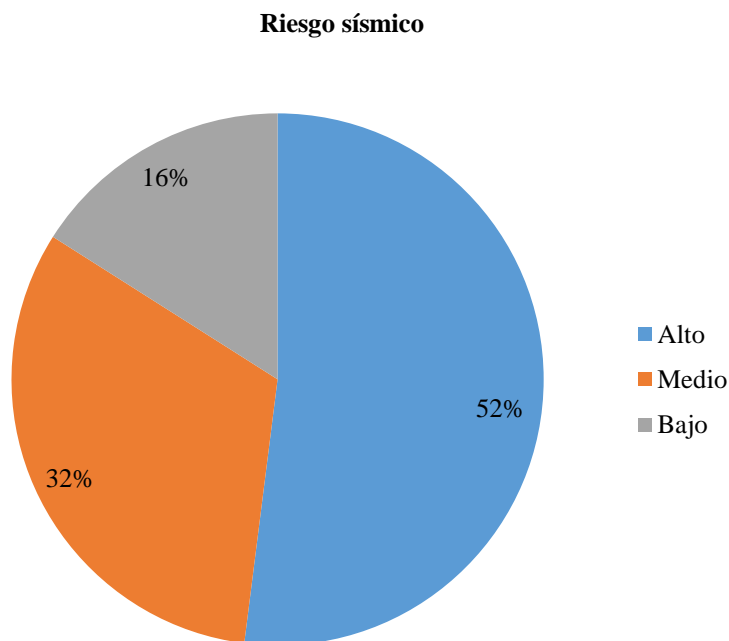


Figura 87. Riesgo Sísmico

f. Interpretación de resultados

La figura 87 contiene datos sobre el riesgo sísmico en las viviendas encuestadas, donde el 52 % tiene un peligro sísmico alto, el 32 % tiene un peligro sísmico medio y el 16 % tiene un peligro sísmico bajo.

4.2 Contrastación de hipótesis

Nivel de significación: El valor de significación para la presente investigación es del 5% (0.05).

Prueba unilateral: Es aquella donde la zona de rechazo o zona crítica está comprendida en uno de los extremos de la prueba t-STUDENT.

a. *Se ha planteado como hipótesis específica lo siguiente:*

Existe una propuesta para determinar la arquitectura de viviendas autoconstruidas en el cercado de la provincia de Nazca ICA-2019.

Las medias muestrales presentan las siguientes hipótesis:

Ho: Hipótesis nula $\mu \geq x$, la densidad de muros es aceptable.

Ha: Hipótesis alternativa $\mu < x$ la densidad de muros es inaceptable.

Tabla 21

Contrastación de primera hipótesis específica

Descripción	Densidad de muros X	Densidad de muros Y
Vivienda N°1	0.01139	0.00000
Vivienda N°2	0.01174	0.05127
Vivienda N°3	0.01215	0.02109
Vivienda N°4	0.00626	0.01507
Vivienda N°5	0.01124	0.05410
Vivienda N°6	0.00826	0.02944
Vivienda N°7	0.06132	0.04614
Vivienda N°8	0.05031	0.01591
Vivienda N°9	0.00095	0.02359
Vivienda N°10	0.01611	0.04225
Vivienda N°11	0.00961	0.04269
Vivienda N°12	0.02309	0.04896
Vivienda N°13	0.00634	0.03004
Vivienda N°14	0.01546	0.00590
Vivienda N°15	0.01780	0.02821
Vivienda N°16	0.01900	0.02961
Vivienda N°17	0.00580	0.03367
Vivienda N°18	0.00528	0.05131
Vivienda N°19	0.02903	0.04896
Vivienda N°20	0.02330	0.02660
Vivienda N°21	0.02508	0.03975
Vivienda N°22	0.01246	0.01987
Vivienda N°23	0.02427	0.05512
Vivienda N°24	0.00493	0.01827
Vivienda N°25	0.02393	0.02914

Media aritmética (X)	0.01740	0.03228
Varianza (σ^2)	0.00019	0.00024
Desviación estándar (σ)	0.01389	0.01537
Coefficiente de variación (Vt)	0.79782	0.47604
Z (Nivel de confianza, t-Student al 95%)	0.95	0.95
muestra (m)	25	25
n	24	24
nivel de significancia (α)	0.05	0.05
t teórico (Tt)	1.711	1.711
Media poblacional (μ)	0.02734	0.02734
t calculado (Tc)	-3.57678	1.60766

- *Densidad de muros en X*

Regla de decisión:

Como el $T_c \geq T_t$, entonces no rechazo la hipótesis nula, rechazando la hipótesis alterna.

Como el $T_c < T_t$, entonces rechazo la hipótesis nula, y acepto la hipótesis alterna.

Según la Tabla 21, rechazamos la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna.

- *Densidad de muros en Y*

Regla de decisión:

Como el $T_c \geq T_t$, entonces no rechazo la hipótesis nula, rechazando la hipótesis alterna.

Como el $T_c < T_t$, entonces rechazo la hipótesis nula, y acepto la hipótesis alterna.

Según la Tabla 21, rechazamos la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna.

4.3 Discusión de resultados

a. Arquitectura.

Al calcular la densidad de muros del Distrito de Nasca se concluyó que el 16 % de las edificaciones encuestadas tiene una densidad de muros adecuada, un 36% de las

viviendas encuestadas tiene una inaceptable densidad de muros y un 48 % de viviendas tiene una aceptable densidad de muros.

La densidad de muros paralelo a la fachada es adecuada solo en un 20 %.

La densidad de muros perpendicular a la fachada es adecuada solo en un 40 %.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. La vulnerabilidad sísmica descubierta en el estudio de las viviendas auto-construidas en la provincia de Nasca fue media en el 44 % de los casos y alta en el 56 %. La calidad de la mano de obra, el tipo de material utilizado (que va de regular a defectuoso) y la densidad de los muros a lo largo del proceso de construcción son aspectos que influyen.

Segunda. Para definir adecuadamente la arquitectura de una vivienda es importante realizar la verificación de la densidad de la pared para el sentido (x), y para el sentido (y). Tras la verificación de la densidad de muros de las viviendas autoconstruidas en Nasca, se determinó que el 48 % de las viviendas encuestadas tienen una densidad de muros aceptable, el 36 % de las viviendas encuestadas tienen una densidad de muros inaceptable y el 16 % de las viviendas encuestadas tienen una densidad de muros adecuada.

Tercera. El peligro sísmico determinado tras el análisis fue medio en el 100 % de los casos, siendo los principales determinantes el tipo de suelo y la sismicidad del lugar de la investigación.

Cuarta. Tras la investigación, se demostró que el riesgo sísmico era medio en el 44 % de los casos y alto en el 56 %. El efecto del riesgo sísmico y la susceptibilidad fueron los elementos más significativos.

5.2 Recomendaciones

Primera. Las viviendas consideradas son distintas en términos de construcción, diseño, ubicación y cualidades estructurales, entre otras cosas. En consecuencia, si se descubre algún problema inusual en una propiedad, se sugiere encarecidamente que el propietario hable con un ingeniero civil antes de tomar cualquier medida. En consecuencia, él podrá dar recomendaciones sobre cómo restaurar o construir su casa.

Segunda. La densidad de los muros paralelos a la fachada y perpendiculares a la fachada de una vivienda debe realizarse en la mayor medida posible antes de la construcción en futuras edificaciones.

Tercera. Aquellos edificios en los que se hayan descubierto fracturas en los componentes restrictivos o en los muros deberán ser reforzados y reparados para resistir los terremotos que puedan producirse en el futuro.

Cuarta. Este estudio de investigación recomienda que la forma de informe empleada en este proyecto sea implementada en Ica. Obtener el riesgo sísmico global y sectorizado y proporcionar información actualizada a las instituciones correspondientes es el objetivo de este estudio.

Quinta. Los expertos recomiendan encarecidamente que se imparta formación sobre métodos y procedimientos de construcción a los residentes y maestros de obras de la zona de Ica. Esto es para que puedan comprimir

la tierra antes de construir el edificio.

Sexta. Se aconseja que las municipalidades provinciales y distritales incluyan estrategias de reducción de la vulnerabilidad en sus planes de desarrollo de viviendas y proyectos futuros. Se debe evitar la concesión de permisos de construcción en regiones de alto riesgo, así como capacitar y supervisar a quienes vayan a realizar las obras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbat, A. (1998). *El riesgo sísmico en el diseño de edificios*. Madrid, España: Calidad Siderúrgica.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Pearson.
- COOPERACIÓN. (2016). *Ubicación de la provincia de Nasca en la región Ica*. Recuperado de <https://cooperacion.org.pe/mapas/nazca-noviembre-2016/>
- Espinoza, E. (2016). *Universo, muestra y muestreo*. Universidad Internacional de Cataluña, Barcelona, España. Recuperado de <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>
- Flores, R. (2015). *Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, Región Moquegua*. (Tesis de Pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- Flores de los Santos, R. (2002). *Diagnostico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones en Lima*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2012). *Programa ciudades sostenibles*. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2195/doc2195-contenido.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). *Ica resultados definitivos*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima: PNUD.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.070 Albañilería*. Lima: Macro.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Macro.
- Mitma, G. y Alva, J. (2005). *Vulnerabilidad, riesgo sísmico y efecto de sitio*. Recuperado de https://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis27_p.pdf
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Recuperado de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Mosqueira, M. y Tarque, N. (2005). *Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana*. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Muñoz, E. (2006). Estimación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación indispensable mediante confiabilidad estructural. *Revista Ingeniería de Construcción*, 21(3), 181-192
- Namakforoosh, M. (2005). *Metodología de la investigación*. México: LIMUSA S.A.
- Navia y Barrera (2007). *Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de interés social de uno y dos pisos construidas con mampostería estructural en la ciudad de Bogotá*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1268&context=ing_civil

- NAVIERA PETRAL (2017). *Estudio de evaluación de riesgos de desastres*. Recuperado de <https://www.muninasca.gob.pe/control/filemgr/archivos/naviera/estudio-riesgos/ESTUDIO%20EyR%20PLANEAMIENTO%20INTEGRAL%20-%20F.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Recuperado de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADR369.pdf
- Ortega, E. (2018). *Geografía*. Recuperado de <https://www.todamateria.com/placas-tectonicas/>
- Pérez, S. (1999). *El uso y construcción de la vivienda en el espacio popular*. Gaceta de Antropología, México.
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2003). *Mapa de riesgo sísmico del Perú*. Recuperado de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/427>
- Ruiz, C. (2002). *Instrumentos de investigación educativa*. Fedupel, Venezuela.
- Safina, S. (2002). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales: análisis de su contribución al riesgo sísmico*. (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93538>
- San Bartolomé A. (1998). *Construcciones de albañilería – Comportamiento sísmico y diseño estructural*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.