

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS
VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN
ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA-
DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GEOLOGIA-GEOTECNIA**

AUTOR: Br. CONTRERAS VASQUEZ, BRYAN ENZO
Br. MEDINA HARO, ERNESTO FIDEL

ASESOR: Ing. OCHOA ZEVALLOS, ROLANDO

TRUJILLO - PERÚ

2017

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada “Antenor Orrego”, para el título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD.”

Atentamente:

Bryan Enzo, Contreras Vásquez

Medina Haro, Ernesto Fidel

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso:

Deseo Agradecer inigualablemente al creador de la vida y de las esperanzas fieles, expresándole, lo más profundo de mi ser, al eterno Padre Celestial, Dios Eterno - Fuerte, grande como nadie lo es, amado Señor Jesucristo.

A mis padres Pedro Contreras Y Erika Vásquez:

Por apoyarme ejemplarmente, a seguir adelante día a día, con el fin de ser una persona, de provecho para mi sociedad.

A mi hija Jade Contreras:

Porque ella tenía que soportar largas horas sin la compañía de su padre, sin poder entender, a su corta edad, por qué prefería estar frente a la pantalla y no acostado y/o jugando con ella. A pesar de ello, cada vez que podíamos, al reunirnos, aprovechamos hermosos momentos, en la que su sonrisa me llenaba de ánimo y fuerzas.

A mis hermanos Mirella Contreras e Iker Contreras:

Quienes a pesar de sus cortas edades eh aprendido a ver la vida como un regalo maravilloso, lleno de alegrías y hermosos momentos juntos.

A mis queridas Abuelas María Agreda y María Azabache:

Por guiarme siempre en el camino de la rectitud.

A mi abuelo en el cielo Antonio Vásquez:

La persona que siempre me cuida desde el cielo.

Bryan Enzo Contreras Vásquez

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso:

Por haberme dado la vida y permitir el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Segundo Medina y Norma Haro:

Por ser los pilares más importantes y por demostrarme su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones, y por ser la razón de mi existir y por ser mi gran ejemplo.

A mi hermano Fernando Medina

Por ser una de las razones, de seguir adelante, día a día.

A mis abuelos maternos, Victoria Rafael y Juan Haro:

Quienes, hasta el día de hoy, siguen brindándome su apoyo y cariño.

A mis abuelos paternos, Isidora Iglesias y Marcelino Medina:

Que a pesar de no ténelos hoy en vida, siguen siendo mis maravillosos recuerdos.

A mi tío Mayer Haro:

Por inculcarme a seguir en este camino de la ingeniería civil.

A mi novia Xiomara Miñano:

Por haberme acompañado durante este arduo camino y compartir alegrías y fracasos.

Ernesto Fidel Medina Haro

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a nuestros padres y familiares que nos dieron su confianza y apoyo en todo momento.

Nuestro más profundo agradecimiento a nuestros fieles amigos, **Ing. Ochoa Zevallos, Rolando** y el **Ing. Enrique Lujan Silva** por ser los mejores ingenieros de esta escuela, por su esfuerzo en hacer relucir lo mejor de nosotros mismos, por su crítica certera, por las conversaciones, porque a veces simplemente escuchó, por su preocupación que iba desde lo académico a lo cotidiano, por ende de lo intangible a lo concreto.

A Nuestra Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, por el apoyo brindado en la etapa de nuestra titulación.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que a lo largo de la formación académica nos inculcaron la dedicación al estudio y la constancia personal.

RESUMEN

En el siguiente trabajo de investigación se desarrolló el análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada desde el punto de vista Geotécnico - Sísmico en la urb. La Rinconada distrito de Trujillo – La Libertad presenta una gran incertidumbre en lo que respecta a su análisis de vulnerabilidad Geotécnica-Sísmica, esto es debido a que las viviendas existentes, no han sido diseñadas con la normativa vigente y a la vez, no ha existido una supervisión técnica calificada durante el proceso de construcción. Para poder evaluar la vulnerabilidad Sísmica – Geotécnica de la zona, como primer trabajo realizado, fue en aplicar 30 encuestas a propietarios y a sus respectivas viviendas, para conocer la realidad de las edificaciones existentes, obteniendo como resultado que muchas de las viviendas son construcciones recientes y en proceso de desarrollo. En este proceso de encuesta se realizó levantamientos arquitectónicos de las viviendas y de esta manera conocer las condiciones del terreno, si existió mano de obra calificada, la calidad y tipos de materiales utilizados en los elementos estructurales. Estos resultados permitieron evaluar si la densidad de muros existente de la vivienda era el adecuado, también la calidad del proceso constructivo y de los materiales utilizados; determinando así, que la zona tiene un alto grado de vulnerabilidad sísmica. Para conocer el comportamiento del suelo en la zona, se realizó 7 estudios de suelos en diferentes sitios estratégicos, de esta manera poder realizar una microzonificación geotécnica y conocer sus características principales, como la ubicación del nivel freático, su capacidad portante por resistencia y su capacidad portante por asentamiento; determinando así, que la zona posee un buen suelo para potenciales construcciones. Y por último se realizó una microzonificación de peligros, obtenido como resultados que existen zonas aledañas al Rico Seco que afecta en gran magnitud a viviendas de la urb. La Rinconada – Trujillo.

Palabras clave: Albañilería, viviendas, autoconstrucción, vulnerabilidad sísmica, estudio de suelos, geotecnia, microzonificación

ABSTRACT

In the following research work the analysis of seismic vulnerability was carried out in the confined masonry dwellings from the Geotechnical - Seismic point of view in the urb. The district of Trujillo - La Libertad presents great uncertainty regarding its analysis of Geotechnical-Seismic vulnerability, this is due to the fact that the existing houses have not been designed with the current regulations and, at the same time, there has not been a Qualified technical supervision during the construction process. In order to be able to evaluate the seismic - geotechnical vulnerability of the area, as the first work carried out, was to apply 30 surveys to owners and their respective dwellings, to know the reality of existing buildings, resulting in many of the housing being recent constructions and In process of development. In this process of survey was carried out architectural surveys of the houses and this way to know the conditions of the terrain, if there was skilled labor, the quality and types of materials used in the structural elements. These results allowed to evaluate if the density of existing walls of the house was adequate, also the quality of the constructive process and of the materials used; Thus determining that the area has a high degree of seismic vulnerability. In order to know the soil behavior in the area, 7 soil studies were carried out in different strategic sites, in order to be able to perform a geotechnical microzoning and to know its main characteristics, such as the location of the water table, its capacity for resistance and its capacity By settlement; Thus determining that the area has a good soil for potential constructions. And finally a microzonation of hazards was obtained, obtained as results that there are areas surrounding the Rico Seco that affects in great magnitude to houses of the urb. La Rinconada - Trujillo.

Keywords: Masonry, housing, selfconstruction, seismic vulnerability, soil study, geotechnics, microzoning

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.3. Formulación de la Hipótesis	3
1.4. Objetivos del Estudio.....	4
1.5. Justificación del Estudio.....	5
1.6. Limitaciones del Estudio	5
CAPITULO II MARCO TEORICO	6
1.1. Antecedentes.....	7
2.1 Bases Teóricas	9
2.2 Conceptos relacionados con la investigación.....	18
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS.....	21
2.1. Introducción	22
2.2. Características Generales de la Zona de Estudio	22
2.3. Características Demográficas de la Zona (Población)	25
2.4. Selección de zona de Estudio (unidad de análisis)	27
3.1 Ubicación de Viviendas Encuestadas	28
3.2 Ubicación de Calicatas	30
3.3 Metodología Utilizada en la Investigación.....	31
3.4 Variables de Estudio y Operacionalización.....	32
CAPITULO IV LA VIVIENDA INFORMAL	33
4.1 Introducción	34
4.2 Proceso de Autoconstrucción.....	34
4.3 Definición sobre Viviendas de Albañilería	40
4.4 Materiales y Características en la Albañilería	43
4.5 Requisitos estructurales mínimos.....	44
4.6 Procedimiento constructivo	48
CAPITULO V FICHA DE ENCUESTA	51
5.1 Alcances de ficha de encuesta	52
5.2 Descripción detallada de la ficha de encuesta	52
CAPITULO VI SUELOS.....	58
6.1 Definición de Suelos.....	59
6.2 Componentes Del Suelo	60
6.3 Propiedades y Textura De Los Suelos.....	61
6.4 Clases De Textura De Los Suelos	61
6.5 Factores Que Influyen En La Formación De Los Suelos	62
6.6 Formación De Los Suelos	63

6.7	Criterios Para La Clasificación De Los Suelos	66
6.8	Tipos De Suelo.....	68
6.9	La Estructura Del Suelo.....	71
6.10	Estudios de Los Suelos.....	76
6.11	Clasificación de los Suelos.....	78
6.12	Los Suelos y Las Cimentaciones.....	79
CAPITULO VII MICROZONIFICACIÓN		85
7.1	Introducción	86
7.2	Microzonificación según Material Predominante.....	86
7.3	Clasificación por Números de Niveles.....	88
7.4	Antecedentes al Estudio de Suelo	88
7.5	Ubicación Y Descripción Del Área En Estudio	89
7.6	Geología Y Sismicidad.....	90
7.7	Trabajos de Campo	91
7.8	Ensayos de Laboratorio	92
7.9	Trabajos De Gabinete.....	92
7.10	Conformación del Subsuelo	93
7.11	Calicata C-1	93
7.12	Calicata C-2.....	98
7.13	Calicata C-3.....	104
7.14	Calicata C-4.....	109
7.15	Calicata C-5.....	114
7.16	Calicata C-6.....	119
7.17	Calicata C-7	125
7.18	Microzonificación Geotécnica.....	130
CAPITULO VIII PELIGRO SÍSMICO: VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA.....		133
8.1	Alcances de la Ficha de Reporte de Viviendas.....	134
8.2	Descripción detallada de ficha de reporte	134
1.1.	Análisis Sísmico.....	136
1.2.	Vulnerabilidad Sísmica	141
1.3.	Peligro Sísmico	144
1.4.	Riesgo Sísmico	147
1.5.	Diagnóstico	147
1.6.	Gráficos y Fotografías	148
1.7.	Resultados del Riesgo Sísmico en la Zona	151
CAPITULO IX CONCLUSIONES		152
9.1	Conclusiones Parciales	153
1.1.	Conclusión General	154

CAPITULO X RECOMENDACIONES	155
CAPITULO XI BIBLIOGRAFIA.....	157
CAPITULO XI ANEXOS.....	160

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1	Variables
Tabla N° 2	Características de la Urb. La Rinconada
Tabla N° 3	Población absoluta y relativa según distritos
Tabla N° 4	Población del distrito de Trujillo de la Urb. La Rinconada
Tabla N° 5	Tasas de crecimiento anual por periodos inter censales según distritos
Tabla N° 6	Resistencia de la albañilería
Tabla N° 7	Sectores Analizados – la Urb. La Rinconada
Tabla N° 8	Sectores Analizados – la Urb. La Rinconada
Tabla N° 9	Capacidad Portante de Sectores
Tabla N° 10	Profundidad NAF
Tabla N° 11	Datos de EMS
Tabla N° 12	Niveles de peligro la Urb. La Rinconada
Tabla N° 13	Parámetros para evaluar la Vulnerabilidad sísmica
Tabla N° 14	Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica
Tabla N° 15	Combinación de los parámetros para la evaluación de vulnerabilidad sísmica
Tabla N° 16	Ejemplo para evaluar la Vulnerabilidad Sísmica
Tabla N° 17	Valores de los parámetros del Peligro Sísmico
Tabla N° 18	Valores de los parámetros del Peligro Sísmico
Tabla N° 19	Combinaciones de los parámetros para la evaluación de peligro sísmico
Tabla N° 20	Ejemplo para evaluar el Peligro Sísmico
Tabla N° 21	Calificación de Riesgo Sísmico
Tabla N° 22	Resultado de la Densidad de Muros

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1 Interacción de la placa Nazca con la Sudamericana	11
Figura N° 2 Epicentro y foco	12
Figura N° 3 Análisis del Peligro Sísmico	20
Figura N° 4 Mapa político del Perú	23
Figura N° 5 Departamento La Libertad – Trujillo	23
Figura N° 6 Urb. La Rinconada	24
Figura N° 7 Municipalidades del Trujillo	24
Figura N° 8 Plano básico Trujillo Metropolitano 2012	27
Figura N° 9 Zonas de viviendas encuestadas	28
Figura N° 10 Vivienda encuestada AV. Camino real	29
Figura N° 11 Vivienda encuestada los Cedros	29
Figura N° 12 Vivienda Encuestada los Pinos	30
Figura N° 13 Ubicación de Calicatas	31
Figura N° 14 Ocupación del terreno en Av. Camino Real	35
Figura N° 15 Ocupación del terreno y habilitación viviendas Av. Camino Real	35
Figura N° 16 Zapata y columna armada.	36
Figura N° 17 Armado de muros de fachada con columnas.	37
Figura N° 18 Preparado de la losa aligerada para su vaciado.	38
Figura N° 19 Retomando la construcción de un segundo piso.	39
Figura N° 20 Formato de ficha de encuesta	56
Figura N° 21 Tipos de Suelo (NTP E 0.50)	58
Figura N° 22 Tipos de Suelo (NTP E 0.50)	59
Figura N° 23 Erosión de montañas, causada por precipitación del agua	63
Figura N° 24 Depósito de materiales en cono de deyección de un río	64
Figura N° 25 Clasificación De Suelos (NTP E 0.50)	66
Figura N° 26 Estructuras Moleculares de los Suelos	70
Figura N° 27 Técnicas de Investigaciones	71
Figura N° 28 Técnicas de Investigaciones	71
Figura N° 29 Aplicaciones de Ensayos	74
Figura N° 30 Ensayos de Laboratorio	74
Figura N° 31 Perfil constituido por diversos tipos de suelos	75

Figura N° 32	Ejemplos de perfil estratigráficos del subsuelo	76
Figura N° 33	A través de la masa de arena la presión	79
Figura N° 34	Material Predominante	84
Figura N° 35	Viviendas por el Número de Pisos	85
Figura N° 36	Sismicidad	88
Figura N° 37	Curva de Compactación	89
Figura N° 38	Cuadro de Cimentaciones	90
Figura N° 39	Fórmula	90
Figura N° 40	Fórmula	90
Figura N° 41	Cimiento Corridos	91
Figura N° 42	Cimiento Cuadrado	91
Figura N° 43	Cimiento Corrido	92
Figura N° 44	Cimiento Corrido	93
Figura N° 45	Detalle De Cimentación	93
Figura N° 46	Detalle De Zapata	94
Figura N° 47	Cuadro de Cimentaciones	94
Figura N° 48	Formula	95
Figura N° 49	Formula	95
Figura N° 50	Cimiento Corridos	96
Figura N° 51	Cimiento Cuadrado	96
Figura N° 52	Cimiento Corrido	97
Figura N° 53	Cimiento Corrido	98
Figura N° 54	Detalle de Cimentación	98
Figura N° 55	Detalle de Zapata	99
Figura N° 56	Detalle de Cimentaciones	99
Figura N° 57	Formula	100
Figura N° 58	Formula	100
Figura N° 59	Cimiento Corrido	101
Figura N° 60	Cimiento Cuadrado	101
Figura N° 61	Cimiento Corrido	102
Figura N° 62	Cimiento Corrido	103
Figura N° 63	Detalle de Cimentación	103
Figura N° 64	Detalle de Zapatas	104
Figura N° 65	Cuadro de Cimentaciones	104

Figura N° 66	Formula	105
Figura N° 67	Formula	105
Figura N° 68	Cimiento Corridos	106
Figura N° 69	Cimiento Cuadrado	106
Figura N° 70	Cimiento Corrido	108
Figura N° 71	Cimiento Corrido	108
Figura N° 72	Detalle de Cimentación	109
Figura N° 73	Detalle de Zapatas	109
Figura N° 74	Detalle de Cimentaciones	110
Figura N° 75	Formula	111
Figura N° 76	Formula	111
Figura N° 77	Cimiento Corrido	111
Figura N° 78	Cimiento Cuadrado	112
Figura N° 79	Cimiento Corrido	113
Figura N° 80	Cimiento Corrido	113
Figura N° 81	Detalle de Cimentación	114
Figura N° 82	Cuadro de Zapatas	114
Figura N° 83	Cuadro d Cimentaciones	115
Figura N° 84	Formula	116
Figura N° 85	Formula	116
Figura N° 86	Cimiento Corrido	116
Figura N° 87	Cimiento Cuadrado	117
Figura N° 88	Cimiento Corrido	118
Figura N° 89	Cimiento Corrido	118
Figura N° 90	Detalle de Cimentación	119
Figura N° 91	Detalle de Zapatas	119
Figura N° 92	Detalle de Cimentaciones	120
Figura N° 93	Formula	121
Figura N° 94	Formula	121
Figura N° 95	Cimiento Corrido	121
Figura N° 96	Cimiento Cuadrado	122
Figura N° 97	Cimiento Corrido	123
Figura N° 98	Cimiento Corrido	124
Figura N° 99	Detalle de Cimentación	124

Figura N° 100 Detalle de Zapatas	125
Figura N° 101 Ficha de Reporte - Antecedentes	130
Figura N° 102 Ficha de Reporte – Datos Técnicos	131
Figura N° 103 Ecuación de riesgo sísmico	135
Figura N° 104 Ecuación de Vulnerabilidad Sísmica	136
Figura N° 105 Ecuación de Peligro Sísmico	138
Figura N° 106 Planos en Planta de Vivienda	143
Figura N° 107 Vista Frontal y Junta Sísmica	143
Figura N° 108 Vista Frontal y Junta Sísmica	144
Figura N° 109 Resultados de Riesgo Sísmico	145



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO I

INTRODUCCION



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

1.1. Realidad Problemática

El Perú forma parte del cinturón de fuego del Pacífico, por consiguiente, la costa peruana está en una zona de alta actividad tectónica y sísmica. Los terremotos de gran intensidad azotaron en repetidas ocasiones las ciudades ubicadas en esta región. Los sismos más recientes ocurridos en la costa central-norte fueron Chimbote el 31 de mayo de 1970 y en Lima el 03 de octubre de 1974. En definitiva, los terremotos de gran intensidad volverán a afectar las ciudades costeras. **(Kuroiwa, 2002).**

La Vulnerabilidad Sísmica de albañilería se caracteriza por su variabilidad en el tiempo y en el espacio, al depender no solo de la sismicidad de la región si no también, de la densidad de población, el nivel de Desarrollo económico y el grado de preparación para hacer frente a una crisis sísmica, condiciones que pueden dar lugar a una catástrofe sísmica. Obviamente, la posible catástrofe es mayor cuando las viviendas están construidas sin asesoría técnica generando problemas en las estructuras de albañilería. **(MPT, 1995).**

La costa norte del Perú ha sido objeto de estudio sobre vulnerabilidades sísmicas de viviendas de albañilería, entre ellas el distrito de Trujillo y algunos de sus sectores, sin embargo, los estudios están enfocados mayormente al análisis estructural, y no también, al estudio del suelo en el cual se encuentra situada la edificación, con lo cual carece un estudio de vulnerabilidad sísmica desde el punto de vista geotécnico-sísmico.

Según datos estadísticos del INEI del 2015 crecimiento anual de la población peruana es alrededor del 1,6%, lo que origina el incremento en la demanda de viviendas que se van formando cada año.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

La población de Trujillo incrementó, con ello también lo hizo con el transcurrir de los años en la urb. La Rinconada Distrito de Trujillo – La Libertad, generando un crecimiento descontrolado a causa de una inexistente planificación urbana. La población de menos recursos provenientes de la sierra, la selva y habitantes mismos de la zona, frente a la necesidad de vivienda y desconociendo la magnitud sísmica latente, construye sus viviendas con sus escasos medios económicos. Esto implica que exista viviendas sin asesoría técnica profesional, generando que los pobladores y/o maestros albañiles hayan sido ejecutores mismos de la obra, siendo estas últimas personas no capacitadas técnicamente para su correcta ejecución, junto a ello el desconocimiento de las propiedades del terreno sobre el que se asienta la vivienda (estudios de suelo), escasa calidad de los materiales idóneos para sus viviendas, planos mal elaborados y un proceso constructivo mal ejecutado.

La albañilería de arcilla constituye un material noble, muy económico. Pero de bajo nivel técnico de la construcción, al ejecutarse con una mano de obra poco calificada y materiales de baja calidad. **(MPT 1995).**

Además, se conoce que la zona se encuentra expuesto por la presencia de un río (rio seco), el cual genera un riesgo muy elevado en épocas del fenómeno del niño y como también, cuenta un relleno sanitario informal, zona donde no es apta para la construcción. En consecuencia, existen en su mayoría viviendas de alta vulnerabilidad sísmica en la infraestructura y en la superestructura, generando un riesgo en la vida de los pobladores. Por esta razón nuestra investigación analizara el nivel de vulnerabilidad existente en la urb. La Rinconada Distrito de Trujillo – La Libertad.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

1.2. Formulación del Problema

¿En qué medida las viviendas de albañilería confinada de la Urb. La Rinconada son vulnerables desde el punto de vista geotécnico-sísmico?

1.3. Formulación de la Hipótesis

1.5.1 General

Si las viviendas de albañilería confinada, construidas por sistemas de autoconstrucción y cimentadas sobre suelos no aptos para la construcción, son más propensas a ser más vulnerables; desde el punto de vista geotécnico-sísmico.

1.5.2 Variables

- Variable independiente (V1) : Viviendas de Albañilería Confinada
- Variable dependiente (V2) : Vulnerabilidad Sísmica

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION
VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA	En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc. En este tipo de viviendas primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y,	PLANOS	METROS	NTP E. 070 y E. 030



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

	finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas.			
VULNERABILIDAD SISMICA	La vulnerabilidad sísmica de una edificación es una magnitud que permite cuantificar el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo.	GRAFICOS ESTADISTICOS	PORCENTAJE	ENSAYOS DE SUELOS NTP E. 050

Tabla N° 1: Variables (Fuente: Los Autores)

1.4. Objetivos del Estudio

1.6.1 General

Determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la urb. La Rinconada desde el punto de vista geotécnico - sísmico.

1.6.2 Específicos

- a.** Identificar los sistemas constructivos de mayor utilización en la construcción de viviendas informales de la urb. La Rinconada.
- b.** Estimar el riesgo sísmico estructural de 30 viviendas de albañilería confinada informales en la urb. La Rinconada según NTP E. 030 y E. 070.
- c.** Realizar un estudio de los tipos de suelos existentes en la zona para identificar sus características geotécnicas según NTP E. 050.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

1.5. Justificación del Estudio

Debido a que generalmente los pobladores no cuentan con recursos necesarios, mucho de ellos optan por construir de manera informal, es decir sin una dirección técnica profesional con la cual les asegure una mejor calidad en la construcción de su vivienda.

Debido a la informalidad presentada en las viviendas se desea conocer el nivel de vulnerabilidad sísmica en la zona frente a fenómenos tales como sismos de gran magnitud e inundaciones.

En el presente trabajo de investigación se pretende realizar diferentes procedimientos como encuestas, análisis de viviendas, análisis de muestras de suelos, todo ello sustentado acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones.

La solución más eficaz es recomendar en la zona de la urb. La Rinconada que incluya dentro de su plan de desarrollo, la reducción de la vulnerabilidad de fenómenos naturales en sus viviendas. Apoyando con la supervisión y capacitación para disminuir la autoconstrucción en sus ciudadanos.

Así también los beneficiados serán las futuras viviendas de la urb. La Rinconada con una mejor calidad de construcción más resistente ante un evento sísmico.

1.6. Limitaciones del Estudio

- a) Escaso apoyo de las familias encuestadas
- b) Lotizaciones no actualizadas
- c) Zona expuesta a la delincuencia



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO II

MARCO TEORICO



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

1.1. Antecedentes

**TITULO: MANUAL PARA LA REDUCCION DEL RIESGO SISMICO
DE VIVIENDAS EN EL PERU**

AUTOR: Julio Kuroiwa

PAIS: Perú.

AÑO: 2016.

RESUMEN: Según estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, cerca del 70% de las viviendas que se construyen en el país son in-formales, es decir, que son edificadas por el propietario con la ayuda o por medio de un “maestro de obra”. Como consecuencia de ello, la mano de obra es deficiente en la mayoría de casos, lo que se aprecia, por ejemplo, en el asentamiento de las piezas de ladrillo, con espesores no uniformes del mortero y las juntas verticales no rellenas, o no compactadas adecuadamente. Por lo que es necesario conocer el nivel de vulnerabilidad en las que se encuentran las viviendas, para ello se elaboró esta manual para medir la vulnerabilidad existente en zonas altamente sísmicas.

TITULO: Vulnerabilidad Sísmica en Edificaciones del Distrito de Chiclayo

AUTOR: Barandiaran, Briones, Chuquicahua, Díaz y Zapata.

PAIS: Perú.

AÑO: 2014.

RESUMEN: La investigación, aplica una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales en el distrito de Chiclayo. Para ello se analizará las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente. La mayoría de las viviendas informales se caracterizan por carecer de diseño arquitectónico, estructural y por construirse con materiales de baja calidad, generalmente estas viviendas son construidas por los mismos pobladores de la



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

zona, quienes no poseen los conocimientos necesarios para la práctica constructiva.

TITULO: MICROZONICAZIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

AUTOR: Enrique Lujan Silva

PAIS: Perú.

AÑO: 2011.

RESUMEN: La Microzonificación Sísmica de una Ciudad envuelve el manejo de una gran cantidad de información referente a la evaluación del riesgo sísmico, amenaza geológica, clasificación de las propiedades del suelo local, análisis de la respuesta dinámica de los depósitos, evaluación de los efectos de interacción suelo – estructura, creación de código para el diseño, planificación urbana, responsabilidad gubernamental, compañías de seguros y planes de defensa civil, evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de las edificaciones existentes, especialmente aquellas de usos vital, tales como: hospitales, colegios, Dependencias Gubernamentales y Cuerpos de Bomberos, entre otros.

TITULO: Reducción de Desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza

AUTOR: Julio Kuroiwa

PAIS: Perú.

AÑO: 2002.

RESUMEN: La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo. La vulnerabilidad refleja la falta de resistencia de una edificación frente a los sismos y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

TITULO: Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las Autoconstrucciones en Lima

AUTOR: Roberto Flores

PAIS: Perú.

AÑO: 2002.

RESUMEN: En muchos países en desarrollo, las viviendas informales son construidas sin asesoramiento técnico ni profesional. Estas viviendas muchas veces presentan serios problemas respecto a su ubicación, configuración estructural y proceso constructivo, que las hacen muy vulnerables ante los sismos.

2.1 Bases Teóricas

2.2.1 Los Sismos y Terremotos

La sismicidad es el estudio de los sismos que ocurren en algún lugar en específico. Un lugar puede tener alta o baja sismicidad, lo que tiene relación con la frecuencia con que ocurren sismos en ese lugar. Un estudio de sismicidad es aquel que muestra un mapa con los epicentros y el número de sismos que ocurren en algún período. La sismicidad tiene ciertas leyes. Una de las más usadas es la ley de Charles Francis Richter que relaciona el número de sismos con la magnitud. Los temblores y terremotos se producen cuando ocurren movimientos de la corteza de la Tierra a través de fallas o fracturas. **(Benito & Jiménez, 1999)**

Si retrocedemos en el tiempo, de acuerdo a Giner y Molina (2001) la idea de que los terremotos representaban una reacción elástica a un fenómeno de generación de esfuerzos fue propuesta por primera vez por Hooke en su “A discourse on the causes of earthquakes” publicado en 1705. En el siglo XIX,



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

los primeros sismólogos modernos Mallet (1810-1881) y Milne (1880 - 1913) empiezan a mostrar interés por localizar el punto o zona del interior de la Tierra donde se produce el evento sísmico y buscar una relación con las fracturas existentes en la corteza terrestre (fallas). Lyell (1868) consideró que los terremotos eran un agente importante en el dinamismo de la Tierra, al observar las fracturaciones y cambios en la elevación del terreno que estos producían. A pesar de ser el primero en describir cuidadosamente las fracturas y deformaciones producidas por varios terremotos, al igual que sus contemporáneos Mallet y Milne, aún creían que la causa inmediata de los terremotos era de origen térmico, bien debida a la actividad volcánica o contracción térmica. **(Carrillo, 2008)**

Con los estudios realizados hoy en día, se puede dar una definición más cercana acerca de los sismos que son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo. El origen de los sismos en nuestro territorio se debe principalmente a la interacción de la placa Nazca (placa oceánica) con la placa Sudamericana (placa continental) (Figura 2.1). Frente a la costa del Perú se produce el fenómeno de subducción en el que la placa Nazca se introduce debajo de la placa Sudamericana. Cuando se presenta un movimiento relativo entre estas dos placas se generan ondas sísmicas, que producen el movimiento del suelo.

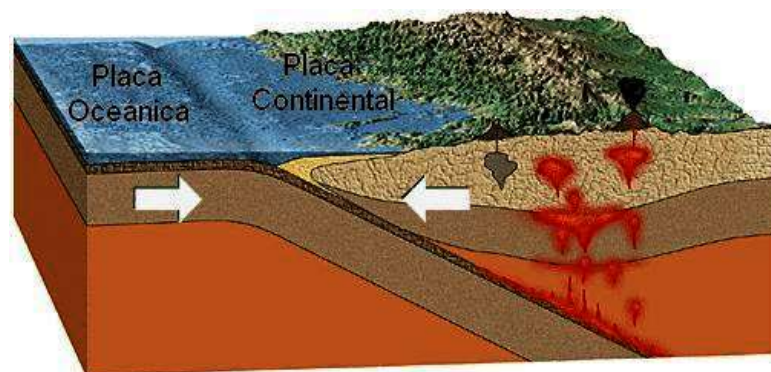


Figura 1: Interacción de la Placa Nazca con la Sudamericana

(Fuente: www.igm.cl/Terremoto.html)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Las ondas sísmicas se clasifican en ondas de cuerpo y en ondas de superficie. Las ondas de cuerpo son aquellas que se transmiten desde el interior de la corteza terrestre hacia la superficie. En cambio, las ondas superficiales solo se transmiten sobre la superficie y son las más perjudiciales para las edificaciones. Para el estudio de los sismos es necesario conocer dos puntos imaginarios. Uno de ellos es el foco o hipocentro, que es el centro de propagación de las ondas sísmicas. El foco se idealiza como un punto en la superficie de falla donde se inicia la ruptura. El otro punto importante es el epicentro, que es la proyección del foco sobre la superficie terrestre (Figura 2.2).

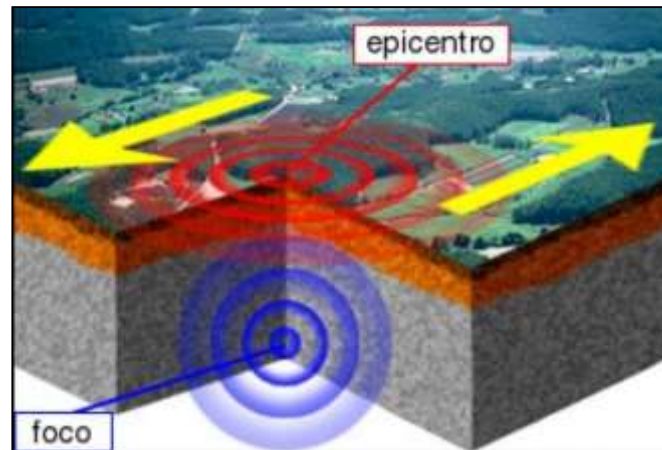


Figura N° 2: Epicentro y foco (Fuente: www.harcourtschool.com)

Los sismos pueden ser medidos en función de su magnitud y de su intensidad. La magnitud está relacionada a la cantidad total de energía que se libera por medio de las ondas sísmicas (Sarria 1995). La intensidad es la medida o estimación empírica de la vibración o sacudimiento del suelo. La intensidad de un sismo se mide teniendo en cuenta los daños causados en las edificaciones y en la naturaleza a través de cómo el hombre percibe las vibraciones sísmicas (Kuroiwa 2002).



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

2.2.2 Clasificación de los Sismos

Según **Andrés y Rodríguez (2008)** relaciona la estructura interna de la tierra con los movimientos sísmicos y clasifica los sismos de la siguiente manera:

a. Sismos tectónicos

Son producidos cuando la corteza de la Tierra se rompe y se mueve a lo largo de una falla o fractura. Al igual que en otras partes del mundo, la corteza de la Tierra en Centroamérica está fracturada en grandes segmentos que se mueven en varios sentidos y a diferentes velocidades, empujándose o estirando los unos de los otros. Al principio, las rocas de la corteza resisten dichos movimientos, pero, a medida que las presiones aumentan, la corteza empieza a romperse. El sismo es el movimiento que se produce durante esas rupturas. Si la ruptura es grande, se puede sentir un temblor de tierra. **(Escudero Puente, 2011)**

Igualmente, si uno está cerca del sitio de ruptura, es más posible que sienta el temblor que si está alejado de él. Para simular un sismo se puede, por ejemplo, deslizar un bloque de madera sobre una superficie áspera y sentir claramente las vibraciones que este movimiento provoca. Un temblor de tierra es similar, pero de tamaño mucho mayor. Los sismos ocurren en superficie o más comúnmente en profundidad. El epicentro es el punto de la superficie terrestre bajo el cual ocurrió un sismo, es decir que se define con dos coordenadas: latitud y longitud. El hipocentro, en cambio, es el punto de la Tierra donde ocurrió el sismo, es decir que se define con tres coordenadas: latitud, longitud y profundidad. **(Andrés & Rodríguez, 2008)**

b. Sismos volcano-tectónicos

Son sismos provocados por rupturas de la corteza de la Tierra, pero, en este caso, las rupturas están relacionadas con el movimiento de los magmas. Generalmente, son de tamaño muy pequeño, solo perceptibles con



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

instrumentos especialmente diseñados, por lo que no son peligrosos. Más bien, cuando estos sismos son detectados, pueden constituir señales preventivas, ya que indican que un volcán puede estar reactivándose. **(Escudero Puente, 2011)**

c. Tremor

Es un tipo de sismo causado por el movimiento de un magma en la corteza. Como cualquier fluido que se mueve por un canal (por ejemplo, el aire en una trompeta), el magma causa vibraciones y ruido al moverse por una fractura o un conducto subterráneo. El tremor no es peligroso y es muy útil, ya que ofrece información a los vulcanólogos sobre el movimiento del magma en profundidad. **(Escudero Puente, 2011)**

2.2.3 Peligrosidad Sísmica

Para Benito y Jiménez (1999) la peligrosidad sísmica se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo, producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo dado. Por otro lado, el documento Natural Disasters and Vulnerability Analysis divide los fenómenos naturales capaces de provocar desastres en tres categorías, a saber: fenómenos meteorológicos e hidrológicos, terremotos y volcanes. Propone que se apliquen a todos los fenómenos mencionados las definiciones siguientes:

Peligrosidad o amenaza «H» (natural hazard): Probabilidad de que ocurra un fenómeno natural potencialmente desastroso en un lugar determinado y dentro de un período de exposición definido previamente.

Vulnerabilidad «V» (vulnerability): Nivel de la pérdida ocasionada en un elemento o conjunto de elementos amenazados si ocurre un fenómeno natural de una magnitud determinada. Se valora en una escala que va del 0 al 1: sin daños y pérdida total, respectivamente.

Elementos amenazados «E» (elements at risk): Valor económico de la población, de los edificios y obras civiles, de las actividades económicas, de los servicios públicos e infraestructuras, etc., amenazados dentro de un área



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

geográfica determinada, incluidas las pérdidas económicas indirectas presentes y futuras.

Riesgo «R» (risk): número de muertos y de heridos, pérdidas materiales e interrupción de la actividad económica a causa de cierto fenómeno natural. Por consiguiente, el riesgo es función de la peligrosidad, de la vulnerabilidad y de los elementos amenazados. Los sismos sacuden la Tierra durante pocos minutos y no pueden ser predecibles del todo, terminan rápidamente y causan diferentes problemas. En primer lugar, es necesario localizar dónde se encuentran las fallas, determinar su tamaño y estimar su potencial para causar sismos, ya que no todas las fallas provocan sismos. Luego, se debe procurar que las construcciones (edificios, puentes, casas) de las cercanías sean lo suficientemente fuertes para resistir los potenciales sismos. Comúnmente, los grandes sismos provocan deslizamientos de tierras, por lo que la estabilidad de los terrenos debe ser también considerada. A menudo, tras los grandes sismos ocurren incendios que pueden causar severos daños adicionales. Desafortunadamente, muchos viejos edificios no han sido construidos para resistir grandes sismos, o la planificación y las normas utilizadas para su construcción no fueron suficientemente buenas. Por lo tanto, aún existen elevadas probabilidades de que ocurran daños y desastres. Entonces, ¿qué hacer en caso de sismo? En varios lugares, como en edificios públicos, por ejemplo, deberían existir espacios de refugio en caso de sismo. Por supuesto, estos espacios deben ser cámaras reforzadas que resistan las sacudidas. Durante un fuerte sismo, es una buena idea buscar refugio en zonas abiertas, estando siempre atentos a los objetos que empiezan a desprenderse y a caer. Como medida preventiva, hemos de intentar localizar caminos alternativos de escape ya que, en Centroamérica, cada ciudadano tiene elevadas probabilidades de experimentar al menos un terremoto en su vida.

2.2.4 Vulnerabilidad Sísmica

Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico. **(Laucata Luna, 2013)**

Se debe de tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica. Es preciso resaltar que no existen metodologías estándares para estimar la vulnerabilidad de las estructuras. El resultado de los estudios de vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza la degradación que sufriría una estructura de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características. **(Laucata Luna, 2013)**

2.2.5 Clases De Vulnerabilidad Sísmica

a. Vulnerabilidad Estructural

Se refiere a que tan susceptibles a ser afectados o dañados son los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella y actuando en conjunto con las demás cargas habidas en dicha estructura. Los elementos estructurales son aquellas partes que sostienen la estructura de una edificación, encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo; las fuerzas causadas por el peso del edificio y su contenido, así como las cargas provocadas por los sismos. Entre estos elementos se encuentran las columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte, etc. Debido a ello como se dirá que un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva aún ante desastres naturales severos como lo son los terremotos. **(Carrillo, 2008).**



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

b. Vulnerabilidad No Estructural

Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que estos elementos puedan presentar. Sabemos que al ocurrir un sismo la estructura puede quedar inhabilitada debido a daños no estructurales, sean por colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie. Esto generalmente se aplica a los hospitales y clínicas donde entre el 80% y 90% del valor de la instalación no está en las columnas, vigas, losas, etc.; sino en el diseño arquitectónico, en los sistemas electromecánicos y en el equipo médico contenido dentro del hospital. Dentro del sistema electromecánico podríamos mencionar las líneas tuberías, apoyos de equipos, la conexión de los equipos, etc. De igual forma, dentro de los elementos arquitectónicos tenemos las fachadas, vidrios, tabiques, mamparas, puertas, ventanas, escaleras, etc.; y que una vez afectados todos estos elementos obligan a la paralización del servicio dentro del hospital, lo que afectaría directamente a las personas que necesiten ayuda en un momento dado. **(Laucata Luna, 2013).**

c. Vulnerabilidad Funcional

Un estudio de la vulnerabilidad funcional busca determinar la susceptibilidad de un hospital o clínica a sufrir un “colapso funcional” como consecuencia de un sismo. Esto es sólo visible en el momento en que ocurre una emergencia. A fin de determinar en esta tercera etapa la vulnerabilidad funcional, se evalúa lo referente a la infraestructura. En primer lugar, el sistema de suministro de agua y de energía eléctrica, que son las partes más vulnerables. También son afectadas por los sismos las tuberías de alcantarillado, gas y combustibles, para lo cual se realizan investigaciones sobre su resistencia y flexibilidad. Estos aspectos funcionales incluyen también un análisis detallado de las áreas externas, vías de acceso a exteriores y su conexión con el resto de la ciudad; las interrelaciones, circulaciones primarias y secundarias, privadas y públicas y los accesos generales y particulares de las



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

áreas básicas en que se subdivide el hospital. Se analiza la posibilidad de inutilización de ascensores, acumulación de escombros en escaleras y pasillos, como así también el atascamiento de puertas. **(Carrillo, 2008)**

2.2.6 Factor Suelo En Edificaciones

a. Concepto De Suelo En Edificaciones

Según **Juárez Badillo (2005)** es común creencia la de que el suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujeta a ninguna organización. Pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En la dirección vertical generalmente los suelos tienen, perfil y este es un hecho del que se hace abundante aplicación. “Suelo” es un término del que hacen uso diferentes profesionales. La interpretación varía de acuerdo con sus respectivos intereses. Para el agrónomo, por ejemplo, la palabra se aplica a la parte superficial de la corteza capaz de sustentar vida vegetal, siendo esta interpretación demasiado restringida para el ingeniero. Para el geólogo es todo material intemperizado en el lugar en que ahora se encuentra y con contenido de material orgánico cerca de la superficie, esta definición peca de parcial en ingeniería, al no tomar en cuenta los materiales transportados e intemperizados posteriormente a su transporte. Para los fines de esta obra, la palabra suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan excluidos de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o se integren rápidamente por acción de la intemperie. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

2.2 Conceptos relacionados con la investigación

2.3.1 Definición De Términos Básicos

a. Vulnerabilidad Sísmica: “La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo. La vulnerabilidad refleja la falta de resistencia de una edificación frente a los sismos” **(Bommer, 1998)**. Depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción.

b. Riesgo Sísmico: “El riesgo sísmico es definido como una función de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico, que de forma general se puede expresar como: $\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$ **(Kuroiwa, 2002)**. Esta evaluación de riesgo es en forma individual para cada estructura. “Cuando se desea calcular el riesgo sísmico de una determinada zona, entonces la ecuación del riesgo sísmico se ve afectada por la densidad poblacional: $\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Costo}$ ”. **(Bommer, 1998)**. En este caso el riesgo sísmico es medido en términos de pérdidas de vidas o económicas. “La exposición es el número de personas o viviendas de la zona, o el valor productivo del comercio del lugar. El costo está relacionado al número de personas en cada vivienda o valor monetario de reparación de cada vivienda” **(Bommer, 1998)**.

c. Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica: “En la actualidad, los procedimientos y herramientas para el análisis de la vulnerabilidad y peligro sísmico se encuentran muy avanzados. Las teorías para el análisis de la vulnerabilidad van desde técnicas directas de campo, basada en observaciones, hasta técnicas probabilísticas con análisis computacionales no lineales de las estructuras”. **(Bonett, 2003)**.

d. Acción dinámica: “Una acción tiene variación dinámica cuando su variación en el tiempo es rápida y da origen a fuerzas de inercias comparables



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

en magnitud con las fuerzas estáticas”. (**Bozzo Rotondo & Barbat Barbat, 2000**).

e. Resistencia por Desempeño: “Los conceptos de resistencia y desempeño se han considerado como sinónimos. Sin embargo, con las enseñanzas aprendidas de los sismos ocurridos durante los últimos 25 años, se ha generado un importante cambio sobre la concepción de que al incrementar la resistencia se aumenta la seguridad y se reduce el daño. Por lo tanto, algunos códigos de diseño sismo resistente han sido actualizados haciendo énfasis en cambiar la concepción de resistencia por desempeño”. (**Carrillo, 2008**)

f. Función Vulnerabilidad: “Una función de vulnerabilidad muestra en forma continua el grado de daño que puede lograr un tipo de estructura específica cuando está expuesta a una acción sísmica determinada. Las funciones de vulnerabilidad se calculan a partir de los datos de daño observados o son construidas artificialmente”. (**Chio Cho, Gomez Araujo, & Maldonado Rondón, 2007**)

d. Estructura Dinámica: “Toda estructura responde dinámicamente ante la acción de cargas o deformaciones, generando fuerzas inerciales iguales a su masa por la aceleración (segunda ley de Newton, ecuación dinámica de equilibrio). Para cargas o deformaciones aplicadas de una manera lenta, que es el caso de cargas muertas y vivas no dinámicas, las fuerzas inerciales pueden despreciarse, lo que hace posible un análisis estático de la estructura”.(**Oviedo & Duque, 2006**)

Con todo lo expuesto se puede llegar a un resumen sobre los conceptos relacionados sobre Vulnerabilidad Sísmica, Peligro Sísmico y Riesgo Sísmico en el siguiente recuadro.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SÍSMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**



Figura N° 3: Análisis del Peligro Sísmico (Fuente: Los Autores)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO III

MATERIALES Y

METODOS



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

2.1. Introducción

En este capítulo se describen las características de las zonas encuestadas como demografía y estadísticas socioeconómicas que se consideran pertinentes para la investigación. Además, se muestra el porcentaje de viviendas observadas en el campo que han sido construidas con mano de obra de buena, regular y mala calidad. Una característica común en todas las ciudades encuestadas es que las viviendas son construidas sin asesoramiento técnico. Los datos estadísticos mostrados en este capítulo se basan en la información obtenida del último censo y de las proyecciones que establece el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2007).

2.2. Características Generales de la Zona de Estudio

La urb. La Rinconada se encuentra ubicado en el distrito de Trujillo en la región de La Libertad, forma parte de la zona urbana de la ciudad de Trujillo, se encuentra ubicada a una distancia de 3.37 km del centro histórico de Trujillo.

Las áreas que involucran el ámbito de intervención del proyecto se encuentran enmarcadas en el siguiente cuadro:

DEPARTAMENTO	La Libertad
PROVINCIA	Trujillo
DISTRITO	Trujillo
LOCALIDAD	Urb. La Rinconada
ALTITUD	34 msnm
COORDENADAS	8°06'43" - 79°01'44"
FECHA DE ELABORACION	20 agosto

Tabla N° 2: Características de la Urb. La rinconada (Fuente: Los Autores)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.



Figura N4° : Mapa político del Perú (Fuente INEI)



Figura N°5 : Departamento La Libertad – Trujillo (Fuente INEI)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**



Figura N°6: La urb. La Rinconada (Fuente: Google Maps 2017)



Figura N° 7: Municipalidad de Trujillo (Fuente: Propia)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

2.3. Características Demográficas de la Zona (Población)

La Libertad alberga aproximadamente a 1, 771,000 habitantes según el censo INEI 2007, lo que representa el 5.9% de la población nacional. Es el tercer departamento más poblado del país, después de Lima (30.8%) y Piura (6.1%).

Según la municipalidad de Trujillo, los distritos de El Porvenir, La Esperanza y Huanchaco (El Milagro) vienen creciendo mediante ocupaciones informales en las faldas de los cerros y en terrenos eriazos. Se estima que en la actualidad el área metropolitana alberga alrededor de 857,900 habitantes.

Como se muestra en la Figura 3.6, el distrito de Trujillo en donde se concentra el mayor porcentaje de la población provincial (36.3%).

DISTRITOS	1981		1993		2007	
	Hab.	%	Hab.	%	Hab.	%
Trujillo	209,256	51.2	247,028	41.4	294,899	36.3
El Porvenir	72,481	17.7	80,698	13.5	140,507	17.3
Florencia de Mora ^{ta}			35,806	6.0	40,014	4.9
Huanchaco	7,402	1.8	19,935	3.3	44,806	5.5
La Esperanza	62,948	15.4	105,361	17.6	151,845	18.7
Laredo	15,280	3.7	28,019	4.7	32,825	4.0
Moche	10,626	2.6	22,020	3.7	29,727	3.7
Poroto	2,115	0.5	4,401	0.7	3,601	0.4
Salaverry	5,026	1.2	8,278	1.4	13,892	1.7
Simbal	2,453	0.6	3,600	0.6	4,082	0.5
Victor Larco Herrera	21,258	5.2	42,169	7.1	55,781	6.9
Provincia Trujillo	408,845	100.0	597,315	100.0	811,979	100.0

P

oblación Absoluta y Relativa según Distritos (Fuente: INEI 2007)

Según la municipalidad de Trujillo el porcentaje de población La urb. La Rinconada ha crecido un 35% Tomando las estadísticas de estimaciones y proyecciones del INEI 2015, se obtiene la siguiente población de La urb. La Rinconada del 2017. (Figura 3.7).



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

ZONAS	HABITANTES
Trujillo	318,914
La Urb. La Rinconada	11.880

**Cuadro N° 4: Población del distrito de Trujillo y la Urb. La rinconada
(Fuente: INEI 2015)**

Según el plan de desarrollo urbano metropolitano 2012-2022 de la municipalidad de Trujillo señala el acelerado ritmo de crecimiento poblacional de los distritos de El Porvenir, Huanchaco y Salaverry, tres distritos que forman parte del área metropolitana de la ciudad de Trujillo y, asegurando que, por donde se ha expandido mayormente la ciudad.

PROVINCIAS	Periodos	
	1981-1993	1993-2007
Trujillo	1.4	1.3
El Porvenir	0.5	4.0
Florencia de Mora		0.8
Huanchaco	8.6	6.0
La Esperanza	4.4	2.7
Laredo	5.2	1.1
Moche	6.3	2.2
Poroto	6.3	-1.4
Salaverry	4.2	3.8
Simbal	3.2	0.9
Víctor Larco Herrera	5.9	2.0
Provincia de Trujillo	3.2	2.2

**Cuadro N° 5: Tasas de Crecimiento Anual por Periodos Inter Censales
según Distritos (Fuente: INEI 2007)**



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

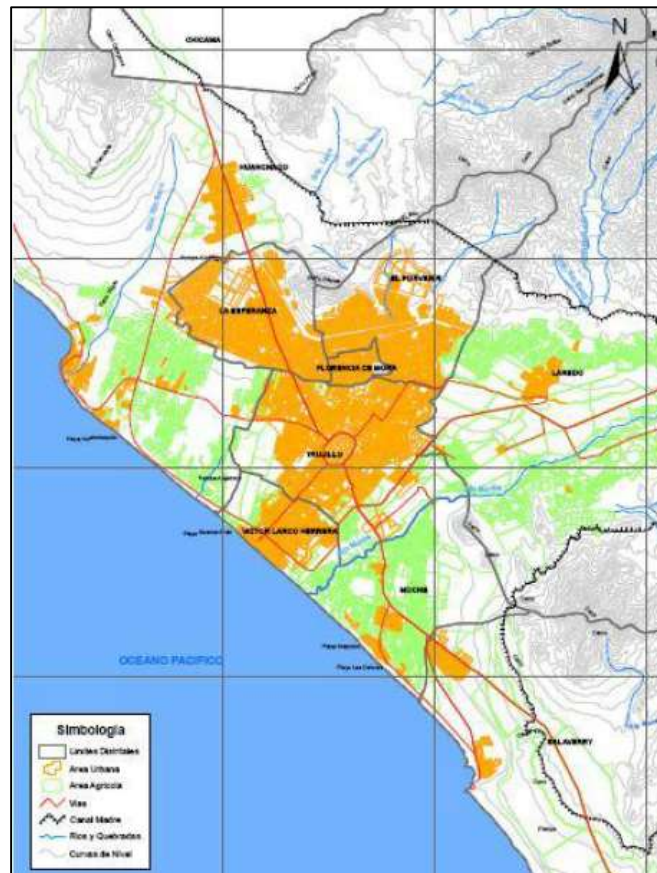


Figura N° 8: Plano básico Trujillo Metropolitano 2012
(Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo 2012)

2.4. Selección de zona de Estudio (unidad de análisis)

Para la seleccionar la zona de estudio se recurrió al plano metropolitano de Trujillo, donde se intentó ubicar zonas de diferente naturaleza, tipologías del suelo y topografía. Es así que se ubicó al distrito de Trujillo y el sector de la urb. La rinconada distrito de Trujillo – la libertad. El distrito tiene como característica la autoconstrucción. Se seleccionaron viviendas que podían considerarse como típicas de la zona. Sin embargo, en muchos casos fue determinante la voluntad de los propietarios. Se realizó 10 encuestas y como también estudios de suelos de la zona.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

3.1 Ubicación de Viviendas Encuestadas

Las viviendas encuestadas de la urb. La Rinconada fueron 30 viviendas de albañilería confinada, se tomaron 10 viviendas en los Cedros, 10 AV. Camino real 2 y 10 en los Pinos. La ubicación de algunas viviendas donde se realizaron las encuestas, se muestran a continuación, en las siguientes figuras:

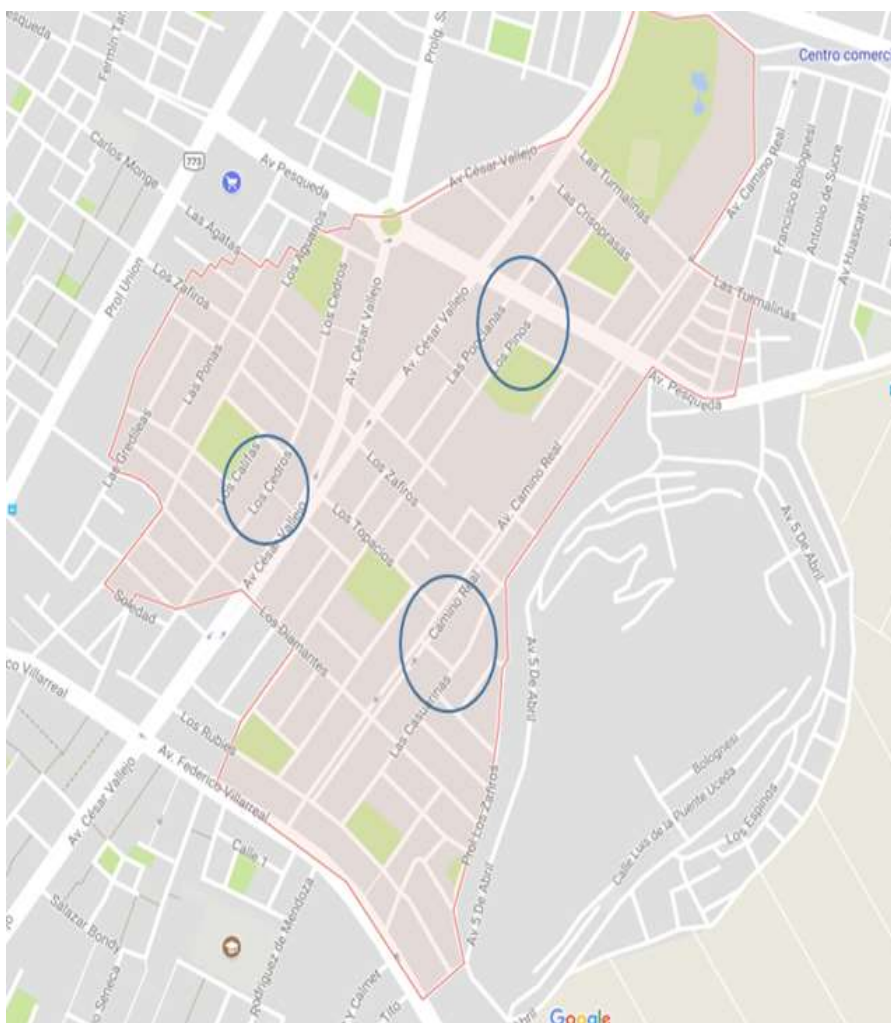


Figura N° 9: Zonas de viviendas encuestadas



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.



Figura N° 10: Vivienda encuestada AV. Camino real



Figura N° 11: Vivienda encuestada los Cedros



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**



Figura N° 12: Vivienda Encuestada los Pinos

3.2 Ubicación de Calicatas

El estudio de suelo fue llevado a cabo en un terreno ubicado en La urb. La Rinconada se encuentra ubicado en el distrito de Trujillo en la región de La Libertad para determinar las características físico-mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ellas, los parámetros necesarios para el análisis de la vulnerabilidad sísmica-geotécnica de la presente investigación. Para determinar los parámetros de la zona, se realizaron 7 calicatas.

Ubicación de las calicatas:

- Los Cedros.
- Los Pinos.
- Las Ponas.
- Av. Camino real.
- Las Crisoprasas.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

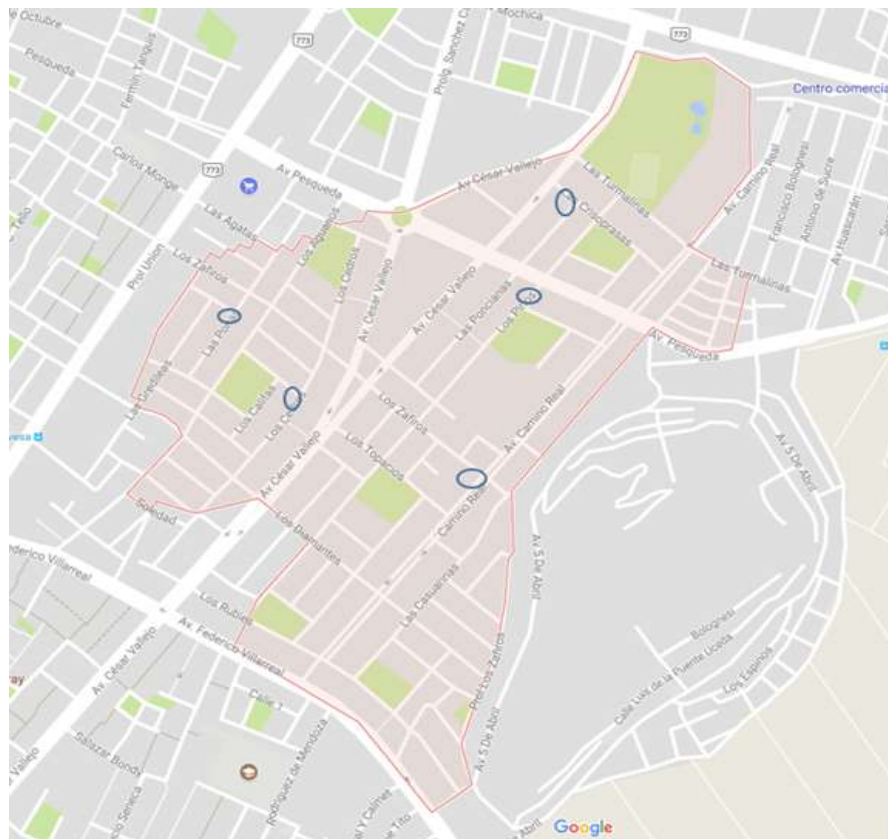


Figura N° 13: Ubicación de las calicatas

3.3 Metodología Utilizada en la Investigación

3.7.1 Nivel de la Investigación

A continuación, se ha considerado las siguientes categorías para la investigación:

1. Explicativa

El tipo de investigación que se utilizó fue del método explicativa, el cual busca establecer las distintas causas del fenómeno, en el caso de las viviendas de albañilería confinada se estableció una ficha de encuesta en la cual se evaluó las distintas tipologías de la estructura que podría presentar generado por el autoconstrucción. La ficha utilizada se presenta en el capítulo 5, para su mejor apreciación.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

3.7.2 Diseño de la Investigación

1. De Campo

La siguiente investigación se centra de hacer el estudio donde el fenómeno se da de manera natural, para lo cual se requirió ir a la zona de estudio y realizar observaciones a las condiciones actuales de las viviendas, detallándolo por el método de encuestas las diferentes tipologías encontradas.

A la vez se requirió ir a la zona para obtener una muestra de suelo existente, con lo cual se pretendía estudiar las características de la zona mediante una muestra de suelo del lugar.

3.4 Variables de Estudio y Operacionalización

- Variable independiente : Viviendas de Albañilería Confinada
- Variable dependiente : Vulnerabilidad Sísmica



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO IV

LA VIVIENDA

INFORMAL



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

4.1 Introducción

En la actualidad la informalidad en la construcción es un hecho muy común en los diferentes sectores sociales y en especial en poblaciones con escasos recursos económicos. Este hecho no solo propio en el Perú, sino que a la vez se produce en países en vías de desarrollo. Los propietarios, son aquellos que recurren a la informalidad, provocando construcciones con materiales inadecuados, sin dirección técnica capacitada y sin emplear reglamos nacionales establecidos.

Los gobiernos de turno en su afán de solucionar el problema del autoconstrucción, implementa asistencia técnica con métodos financieros (Bonos) otorgados por el Ministerio de Vivienda. Los beneficiarios tratan de cumplir con los perfiles que les plantea la entidad financiadora, como el nivel socioeconómico, disponer de título de propiedad y planos. Sin embargo, cuando el dueño de la vivienda postula al programa y cumple los requisitos para la construcción de su vivienda el profesional encargado de la supervisión técnica está sobrecargado, por lo que su asistencia técnica no es constante. Esto genera que muchas veces no llegue a realizar una sola visita técnica al lugar de la obra. Si bien es cierto se forzó al propietario a cumplir con las exigencias técnicas determinadas, pero no se ejecutan en su verdadera dimensión en la obra.

4.2 Proceso de Autoconstrucción

El poblador, generalmente con pocos recursos económicos, se ve en la necesidad de obtener un terreno que mayormente se originan en los pueblos jóvenes o asentamientos humanos. Luego para edificar su vivienda, emplea el tiempo disponible, consiguiendo su objetivo en numerosas etapas y en periodos muy variables. Dependiendo de su capacidad económica, utiliza la mano de obra a su alcance generalmente de escaso asesoramiento técnico. Usualmente este proceso del autoconstrucción se refleja a continuación:



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**



Figura N° 14: Ubicación- Av. Camino Real

Una vez ocurrida la ocupación del terreno, por lo general la familia procede a realizar los trabajos de nivelación.



Figura N° 15: Ubicación- Av. Camino Real Cruce Con Los Zafiros

Luego para el replanteo de la vivienda usualmente buscan la asistencia de una persona con conocimiento en el tema. Esta delimitación lo realizan con



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

estacas de madera o de metal y el trazado con: yeso, greda de color y piedras. A la vez construyen pequeñas viviendas de manera provisional llamadas “chozas” mayormente elaboradas de esteras, piedras, plástico (polímero) las cuales son rusticas. Generalmente optan por cercar con piedras sobrepuestas y como también de unidades de barro hecho de quincha. Seguidamente se habita el lote enmarcado y este se mantiene habitado durante todo el periodo de construcción.

a. Construcción de los cimientos y el armado de columnas

De acuerdo a la referencia del trazado y enmarcado previo proceden a la excavación de zanjas para la cimentación superficial. Ver la imagen de la (Figura 4.5) de una cimentación de una columna.



Figura N° 16: Zapata y columna armada

La mayor dificultad se refleja en el nivelado, porque en lo concerniente a la profundidad de la excavación esto está a libre criterio del propietario. Es muy posible que se busque la opinión de un maestro de obra si u otro obrero que



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

tenga experiencia para su realización. En el armado de columnas se hace necesaria la participación de un especialista, porque el llenado de las zanjales es más sencillo. Por lo general lo realizan con concreto ciclópeo, aunque algunos dueños utilizan concreto armado.

Las dimensiones más comunes utilizadas en columnas son de 25x25 cm, a la vez los aceros de refuerzo empleado son de 4 varillas de $\varnothing \frac{1}{2}$ " y con estribos de $\varnothing \frac{1}{4}$ " espaciadas 1@5, 4@10 y el resto @25 cm en ambos extremos.

b. Construcción de muros y llenado de columnas

En esta actividad se da prioridad a los muros de la fachada. Durante esta etapa interviene: un obrero multifacético “maestro de obra”, quien generalmente se desempeña en distintas tareas como albañil, carpintero encofrador, enfierrador. En otro caso se contratan particularmente a un albañil y un encofrador. Ambos realizan los trabajos de asentado de los ladrillos y prosiguen con el vaciado de las columnas aun cuando en muchos casos son etapas discontinuas. Se puede ver en la (Fig. 4.6) este muro de fachada con sus columnas.



Figura N° 17: Armado de muros de fachada con columnas



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Estas actividades precisan de mayor conocimiento técnico que los trabajos anteriores. Se tiene que nivelar el asentado de los ladrillos en los muros, preparar mortero, armar y desarmar los encofrados, preparar el concreto, aunque muchas veces la actividad del mezclado del concreto con los agregados se hace en el suelo, sin el uso de una mezcladora. También esta etapa algunas veces involucra la construcción de dinteles y vigas soleras. Se culmina con la colocación de un techo liviano, cuyo material puede ser: esteras, caña chancada con torta de barro y/o poliuretano, calaminas o policarbonato.

c. Construcción del techo y vaciado

Esta actividad normalmente se prolonga más que las anteriores, pudiendo fácilmente superar el lustro o la década o simplemente quedarse con el techo liviano. Esto principalmente por la carencia económica del propietario y la mayor inversión económica que significa esta fase. La siguiente imagen Figura 4.7 se visualiza preparado de una losa aligerada unidireccional para su vaciado.



Figura N° 18: Preparado de la losa aligerada para su vaciado



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

El propietario requiere de los agregados, el cemento, agua para el concreto, el acero de refuerzo, y madera para el encofrado. Algunas veces mezcladora de concreto y recursos para la contratación de personal para encofrado y armado, así como el propio vaciado del concreto. Finalmente, el tradicional festejo entre otros.

d. Construcción de muros en el segundo piso

Antes de levantar los muros del segundo nivel generalmente se procede a tarrajear los muros exteriores y algunos muros interiores. En especial los muros destinados a las áreas sociales (sala, comedor). La construcción del segundo nivel se repite las etapas del primer nivel, lógicamente desde el levantamiento de muros. Los muros se levantan por etapas, es usual observar muros sin ningún tipo de confinamiento o arriostre por lapsos de tiempo prolongados.

En la Figura 4.8 a continuación se puede observar la construcción de muros en un segundo piso, con el primer piso ya habitado.



Figura N° 19: Retomando la construcción de un segundo piso



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

En la autoconstrucción, el tiempo que demanda en la construcción de las viviendas es variable. Puede oscilar fácilmente en lapsos inferiores a un año como a la vez durar hasta 20 años, dependiendo de la capacidad de ahorro de la familia. Los nuevos sistemas de endeudamiento por medio de agentes hipotecarios permiten acceder al crédito, si se tiene el título del terreno. Anteriormente se ocupaba el ex-Banco de materiales de proporcionar estos créditos. En otros casos resulta difícil acreditar el ingreso familiar porque se dedican a actividades como el comercio informal de artesanías, confección de calzado, etc.

El tiempo total transcurrido para el autoconstrucción de las viviendas depende directamente de los ahorros familiares. Algunos propietarios llegan al techado después de 15 a 20 años de ocupar el lote de terreno. Mientras otros con los recursos disponibles techan sus viviendas antes del año de establecerse en el terreno.

4.3 Definición sobre Viviendas de Albañilería

Según el artículo 2 de la Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería, las definiciones son:

- 1. Albañilería o mampostería:** Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.
- 2. Albañilería armada:** Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.
- 3. Albañilería confinada:** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

- 4. Albañilería no reforzada:** Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- 5. Albañilería reforzada o albañilería estructural:** Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- 6. Altura efectiva:** Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- 7. Arriostre:** Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.
- 8. Borde libre:** Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.
- 9. Concreto Líquido o grout:** Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.
- 10. Columna:** Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
- 11. Confinamiento:** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.
- 12. Construcciones de albañilería:** Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- 13. Espesor efectivo:** Es igual al espesor del muro sin el tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras endentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

- 14. Muro arriostrado:** Muro provisto de elementos de arriostre.
- 15. Muro de arriostre:** Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.
- 16. Muro no portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.
- 17. Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.
- 18. Mortero:** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- 19. Placa:** Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.
- 20. Plancha:** Elemento perforado de acero colocado en las hiladas de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.
- 21. Tabique:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.
- 22. Unidad de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Pueden ser sólida, hueca, alveolar o tubular.
- 23. Unidad de albañilería alveolar:** Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

24. Unidad de albañilería apilable: Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.

25. Unidad de albañilería hueca: Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

26. Unidad de albañilería sólida (o maciza): Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

27. Unidad de albañilería tubular (o pandereta): Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

28. Viga solera: Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

4.4 Materiales y Características en la Albañilería

La construcción en albañilería confinada es el sistema más usada en el C.P. El Milagro, las diferentes variedades de materiales (concreto, acero de refuerzo, ladrillo y mortero) son componen que conforman los muros confinados, el cual genera un comportamiento muy complejo de analizar. De acuerdo a la norma de albañilería E.070 se obtiene algunos valores para las unidades de albañilería. Según se muestra en la siguiente tabla N° 4.1:

TABLA 9 (**) RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto Bloque Tipo P (*)		4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.
(**) El valor f_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de $f_c = 13,72 \text{ MPa}$ (140 kg/cm²). El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

Tabla N° 6: Resistencia de la Albañilería (N.T.P E.070)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

El módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de corte (G_m) para la albañilería se considerarán como sigue:

- Unidades de arcilla: $E_m = 500 f'_m$
- Unidades Sílico-calcáreas: $E_m = 600 f'_m$
- Unidades de concreto vibrado: $E_m = 700 f'_m$
- Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0.4 E_m$

Opcionalmente, los valores de E_m y G_m podrán calcularse experimentalmente según se especifica el artículo 13 de NTE E.070.

4.5 Requisitos estructurales mínimos

Según lo que dicta el capítulo 7 de NTE E.070. (MVCS 2006), y teniendo en cuenta la actualización de norma E.030 (MVCS 2016) se adoptaron los siguientes valores:

3.5.1 Requisitos Generales

Esta Sección será aplicada tanto a los edificios compuestos por muros de albañilería armada como confinada.

3.5.2 Muro Portante

a. Espesor Efectivo “t”

El espesor efectivo (ver 2.3.13) mínimo será:

$t \geq \frac{h}{20}$ Para zonas sísmicas 2, 3 y 4	$t \geq \frac{h}{25}$ Para zonas sísmicas 1
--	---

4.1

Donde “h” es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo (ver 2.3.6).



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

b. Esfuerzo Axial Máximo

El esfuerzo axial máximo (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \leq 0.2f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15f'_m \quad 4.2$$

Donde “L” es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados). De no cumplirse esta expresión habrá que mejorar la calidad de la albañilería (f'_m), aumentar el espesor del muro, transformarlo en concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial “ P_m ” (*).

(*) La carga axial actuante en un muro puede reducirse, por ejemplo, utilizando losas de techo macizas o aligeradas armadas en dos direcciones.

c. Aplastamiento

Cuando existan cargas de gravedad concentradas que actúen en el plano de la albañilería, el esfuerzo axial de servicio producido por dicha carga no deberá sobrepasar a $0,375 f'_m$. En estos casos, para determinar el área de compresión se considerará un ancho efectivo igual al ancho sobre el cual actúa la carga concentrada más dos veces el espesor efectivo del muro medido a cada lado de la carga concentrada.

3.5.3 Estructuración en planta

a. Muros a Reforzar

En las Zonas Sísmicas 2, 3 y 4 (E.030-2016) se reforzará cualquier muro portante (ver art. 17 NTE E.070) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.

b. Densidad Mínima de Muros Reforzados



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

La densidad mínima de muros portantes (ver art. 17 NTE E.070) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \quad 4.3$$

Dónde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030-2016.

“N” es el número de pisos del edificio,

“L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen) y “t” es el espesor efectivo del muro.

De no cumplirse la ecuación (2.3), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación E_c / E_m , donde E_c y E_m son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

3.5.4 Albañilería Confinada

Adicionalmente a los requisitos especificados en 2.5.2 y 2.5.3, deberá cumplirse lo siguiente:

a. Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

- Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.
- Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en la ecuación 2.1), la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical (ver el Capítulo 10 NTE E.070).

- Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en artículo 5 (5.3) de NTE E.070.
- Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. (Ver Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado (NTE E.060) y artículo 11 (11.5) NTE E.070).
- Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente con la albañilería. Ver artículo 11 (11.2 y 11.7) NTE E.070.
- Que se utilice en los elementos de confinamiento, concreto con:

$$f_c \geq 171.5 \text{ MPa } (175 \text{ Kg/cm}^2) \quad 4.4$$

b. Se asumirá que el paño de albañilería simple (sin armadura interior) no soporta acciones de punzonamiento causadas por cargas concentradas. Ver artículo 29 (29.2) NTE E.070.

c. El espesor mínimo de las columnas y solera será igual al espesor efectivo del muro.

d. El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.

e. El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 15 cm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver artículo 11.10 NTE E.070).

f. Cuando se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,50



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

cm. y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10cm de longitud (MVCS 2006).

3.5.5 Muro estructurales

Los muros son elementos resistentes muy empleados en la construcción para soportar cualquier tipo de cargas. Pueden construirse de tapial, piedra, ladrillo, concreto o concreto armado. Son utilizados para contener tierras, agua, servir de elemento de apoyo o cerramiento de cualquier construcción. Su forma dependerá en gran parte de los esfuerzos que deba resistir, forma de ejecución y materiales empleados en su construcción.

El muro de piedra natural o artificial, llamado de mampostería, recibe denominaciones diferentes. Según la forma de la piedra, el labrado de sus caras y las diferentes posiciones en la colocación. Por ejemplo: mampostería de lajas, mampostería de cantos rodados y mampostería regular. Se empleó en un principio a los muros de piedra, como elementos portantes. Esto debido a su gran resistencia mecánica y buenas propiedades para contrarrestar la acción de los agentes atmosféricos. El hombre empleó este sistema para satisfacer sus necesidades de vivienda en la antigüedad.

3.5.6 Mortero

El mortero a emplear debe ser trabajable, para lo cual deberá usarse la máxima cantidad de agua posible (se recomienda un slump de 6 pulgadas medido en el cono de Abrams). Se debe evitar la segregación de tal manera que no se aplaste con el peso de las hiladas superiores (San Bartolomé 1998).

4.6 Procedimiento constructivo

Según el libro Diseño y Construcción de estructuras simorresistentes de Albañilería de Ángel San Bartolomé, Daniel Quiun y Wilson Silva, el procedimiento constructivo debe considerarse lo siguiente: el espesor recomendable de las hiladas por adhesión, para condiciones normales de



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

asentado está entre 9 y 12 mm. Este debe ocurrir en la junta sobre la unidad más grande. El espesor exacto de la junta se precisará en función de calibrar la altura de las hiladas, para que sean submúltiplos de la altura del muro. Son inaceptables, juntas de mortero excesivas porque reducen la resistencia a la compresión y al corte de la albañilería. Tampoco lo son aquellas insignificantes, porque reducen la resistencia a la tracción. Toda unidad de albañilería es absorbente. Esta característica, para fines del asentado de unidades, se mide con la propiedad llamada succión, que es la velocidad inicial de absorción en la cara de asiento de la unidad. La succión es necesaria para lograr el íntimo contacto del mortero con la unidad de albañilería. Sin embargo, cuando es excesiva se controlará mediante el humedecimiento previo al asentado de la unidad de albañilería, de lo contrario, causará efectos negativos.

El arte de asentar unidades consiste en estrechar al máximo el contacto tanto horizontal como vertical de la unidad con el mortero y uniformizar dicho contacto en todas las interfaces mortero-unidad. Los muros deben construirse a plomo y en línea, asentando como máximo hasta la mitad de la altura del entrepiso o 1.2 m en una jornada de trabajo. Los muros tienen una estabilidad precaria y una resistencia a la tracción muy reducida. En consecuencia, no deben someterlos a golpes o vibraciones y tampoco servir a otros procesos constructivos como los puntales de encofrado.

No es permisible romper o picar los muros, por lo que disminuye su capacidad de resistencia, salvo que exista indicación expresa autorizando esta operación en el proyecto. Pues lo que se está haciendo es romper un elemento estructural y crear planos debilitados que limitan la resistencia del muro. Esta rotura se hace principalmente con el propósito de alojar tubos para instalaciones eléctricas o sanitarias (Arango 2002). Para lograr un buen arriostramiento con las columnas, los dientes en los muros deben tener una longitud máxima de 5 cm. Las pequeñas dimensiones de las columnas, los ganchos de los estribos y su conexión dentada de albañilería, hacen que el concreto deba tener un alto revenimiento (se recomienda un slump de 5”).



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Además, se debe utilizar piedras con tamaños menores de $\frac{1}{2}$ ", con una buena técnica de vibración o de chuceo. La finalidad de estas recomendaciones es que el concreto pueda discurrir llenando todos los intersticios. Así evitar la formación de cangrejas, las que pueden disminuir al corte del muro hasta en 50% (San Bartolomé 1998).



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO V

FICHA DE ENCUESTA



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

5.1 Alcances de ficha de encuesta

El formato de la ficha de encuesta se obtuvo según lo propuesto la universidad Pontificia Universidad Católica del Perú para recopilar información necesaria en la evaluación de Vulnerabilidad Sísmica y así obtener el Peligro Sísmico existente de las viviendas de albañilería confinada, ya sea de uno o más pisos. Se considera el uso de otros materiales complementarios como: madera, concreto, acero, etc. Además, incluye el plano de la vivienda en planta de cada piso, así como la vista frontal y donde corresponda una vista lateral.

5.2 Descripción detallada de la ficha de encuesta

La ficha de encuesta comprende: datos generales, datos técnicos, esquemas de la vivienda, información complementaria y fotos que ayudarán a observar el estado de la vivienda.

5.2.1 Datos Generales

a. Número de Vivienda

El número correlativo de la vivienda encuestada.

b. Fecha de Encuesta

El día, mes y año en que se realizó la encuesta.

c. Familia

Los apellidos de la familia que reside en la vivienda encuestada.

d. Número de Habitantes

Número de personas que residen en la vivienda encuestada.

e. Ubicación de la Vivienda

La dirección de la vivienda, incluye el sector; el tipo y nombre de vía: avenida, calle, pasaje, jirón, carretera.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

f. ¿Recibió asesoría técnica para la construcción de su vivienda y por qué?

Si algún profesional de la rama, dirigió la asesoría de la construcción de la vivienda.

Adicionalmente las personas que participaron en su construcción.

g. Fecha de inicio y término de la construcción

Período de construcción de la vivienda encuestada.

h. Tiempo de residencia de la familia

Para tener conocimiento si habitó en la vivienda mientras la construían o después

de haber sido terminada.

i. Pisos existentes y proyectados en la vivienda

Para tener presente cuantos pisos más el propietario desea ampliar en la vivienda.

j. Secuencia de construcción de los ambientes

Si la construcción se realizó por partes o la hicieron toda al mismo tiempo.

Datos Técnicos

a. Entorno de la vivienda

La ubicación en manzana, pendiente y características de la zona.

b. Tipo de suelo

El tipo de suelo clasificado, sobre el cual se encuentra la vivienda. Los tipos de suelo son: rígidos, intermedios y flexibles. Además, si es necesario, agregar información acerca de algunos componentes característicos observados, como gravas, arcillas, limos, etc.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

c. Características de los principales elementos de las viviendas

- **Cimentación:** Las dimensiones y profundidad aproximadas de la cimentación que el propietario pueda proporcionar. La información de los materiales empleados en su construcción.
- **Muros:** Las dimensiones de la unidad de albañilería utilizada, ya sea ladrillos macizos, pandereta u otros si lo hubieran. También se incluirá la medida aproximada de las juntas entre las unidades de albañilería y el espesor de los muros.
- **Columnas y Vigas:** Las dimensiones de la sección de los diferentes elementos y el tipo de refuerzo de los mismos de ser visible. En caso de haber otros materiales diferentes al concreto se indicará el tipo y sus dimensiones.
- **Techo o Entrepiso:** Se especifica si se utilizó diafragma rígido, como losa aligerada o losa maciza. Se especifica la altura de la losa. En caso de haber otros materiales diferentes al concreto, se indica el tipo y sus dimensiones.

d. Observaciones y comentarios

Describe los problemas o aspectos resaltantes observados durante la visita de la vivienda. Los aspectos estructurales involucran: estado de los elementos estructurales, muros con grietas o fisuras producidas por sismos o continuidad en los muros de un piso a otro. En los aspectos constructivos y de material se tiene la presencia de eflorescencia, variedad en las dimensiones de las unidades de albañilería, cangrejeras en columnas o el acero expuesto a corrosión. O cualquier característica no considerada en la ficha de encuesta que pueda influir en la vulnerabilidad de la vivienda. De esta manera, también se evalúa otros factores que puedan afectar negativamente el comportamiento sísmico de la vivienda.

5.2.2 Esquema de la Vivienda

El esquema de la vivienda presenta los planos de planta y elevación de fachada de las viviendas encuestadas. Estos son elaborados a partir de bosquejos efectuados durante la visita, para ellos se utilizó el software



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

AutoCAD 2017. Además de la distribución de los ambientes, se incluyen las medidas de los elementos estructurales. La existencia o no de la junta sísmica con las viviendas vecinas se indica. El área de terreno, cuadros de vanos y otras descripciones que se consideraron importantes se incluyen.

5.2.3 Información Complementaria

Se identifica y clasifican los principales defectos que pudieran afectar la vulnerabilidad de las viviendas de acuerdo con los siguientes ítems:

a. Problemas de ubicación

Son propios de la zona donde se sitúa la vivienda, tales como estar sobre quebradas, rellenos sanitarios, viviendas con asentamiento, viviendas en pendiente pronunciadas, nivel freático visible o suelo no consolidado.

b. Problemas de estructuración

Son los principales errores estructurales encontrados, fuera de la inadecuada densidad de muros. Los problemas de configuración como: losa a desnivel con vecino, insuficiencia de junta sísmica, reducción en planta, juntas frías o torsión en planta. Los problemas en los muros abarcan: muros portantes de ladrillos pandereta, unión muro y techo, muros sin viga solera, muros resistentes a sismo sin confinar o muros inadecuados para soportar empuje lateral. U otros problemas estructurales como: columnas cortas, losas no monolíticas, tabiquería sin arriostre o cercos no aislados de la estructura. Todos estos problemas incrementan de manera significativa la vulnerabilidad de la vivienda.

c. Factores degradantes

Son los principales factores degradantes en las viviendas. Estos son: las armaduras expuestas y corroídas por intemperismo, la humedad en muros o losas, la eflorescencia en muros y los muros agrietados. Estos problemas pueden generar la degradación de la resistencia estructural de las viviendas con el paso del tiempo.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

d. Mano de obra

El encuestador, de acuerdo con la calidad de construcción de muros y elementos de concreto armado, califica la mano de obra como buena, regular o de mala calidad, considerando lo siguiente:

- Mala calidad, corresponde a presencia de juntas entre unidades de albañilería mayores a 3cm, elementos desaplomados, cangrejas en los elementos de concreto.
- Regular calidad, son viviendas con elementos de albañilería con juntas de 2 a 3 cm, presencia de elementos más o menos desaplomados y unas pocas cangrejas en los elementos de concreto.
- Buena calidad, presencia de albañilería con juntas de 1 a 2 cm en elementos aplomados. No existen cangrejas en los elementos de concreto.

e. Materiales deficientes

Se califica la calidad de los materiales de construcción empleados en la vivienda, en especial la calidad de los ladrillos de arcilla. El encuestador verificará si los ladrillos son de fabricación artesanal o industrial. Generalmente los artesanales son de mala calidad, tienen mucha variabilidad dimensional, se rayan fácilmente con un clavo. Además, no presentan un color parejo por una falta de una cocción uniforme y completa de la unidad.

f. Otros

De existir otro problema en la vivienda no descrito anteriormente que influya en el buen comportamiento sísmico, se procede a anotar y describir adecuadamente.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.



VULNERABILIDAD SISMICA-GEOTECNICA
EN LA URB.LA RINCONADA
FICHA DE ENCUESTA

Fecha De Encuesta:

Vivienda N°:

Familia: Cantidad De Personas De La Vivienda:

Dirección:

1.- ¿Recibe Asesoría Técnica Para Construir Su Vivienda, Por Qué?
.....
.....
.....

2.- ¿Cuándo Empezó A Construirla? : ¿Cuándo Término?:

Tiempo De Residencia En La Vivienda:

N° De Pisos: N° De Pisos Proyectados:

3.- Secuencia De Construcción De Los Ambientes:
Paredes (). Sala Comedor (). Dormitorio 1 (). DORMITORIO 2 (). Cocina ().
Baños (). Otros (). Primero Un Cuarto (). Sala// Baño ().

DATOS TÉCNICOS:

Parametros de suelo				Observaciones
Rígidos ()	Intermedios ()	Flexibles ()		
Características de los principales elementos de la vivienda				
Elemento	Características			Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata	
	Profundidad		Profundidad	
	Ancho		Seccion	
Muros (cm)	Ladrillo Macizo		Ladrillo Pandereta	
	Dimensiones		Dimensiones	
	Juntas		Juntas	
techo (m)	Difragma rígido		Otro	
	Tipo		Tipo	
	Peralte		Peralte	
columnas (m)	Concreto			
	Dimensiones		Dimensiones	
vigas (m)	Concreto			
	Dimensiones		Dimensiones	

Observaciones y comentarios:
.....
.....
.....

Figura N°20: Formato de ficha de encuesta (Fuente: Los Autores)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO VI

SUELOS



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.1 Definición de Suelos

Es la capa más superficial de la corteza terrestre, que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, del viento y de los seres vivos.

El proceso mediante el cual los fragmentos de roca se hacen cada vez más pequeños, se disuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce con el nombre de meteorización.

Los productos rocosos de la meteorización se mezclan con el aire, agua y restos orgánicos provenientes de plantas y animales para formar suelos. Luego el suelo puede ser considerado como el producto de la interacción entre la litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. Este proceso tarda muchos años, razón por la cual los suelos son considerados recursos naturales no renovables. En el suelo se desarrolla gran parte de la vida terrestre, en él crece una gran cantidad de plantas, y viven muchos animales.

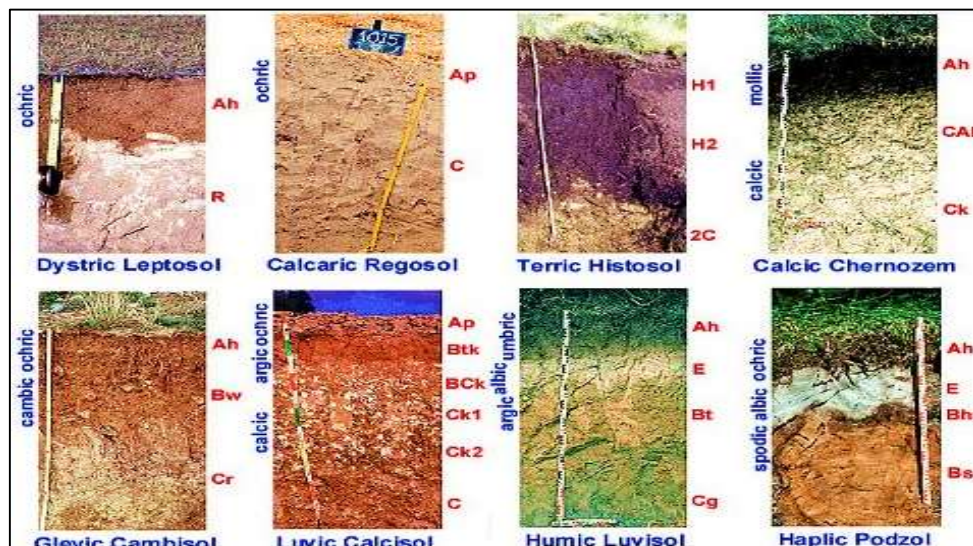


Figura N° 21: Tipos de Suelo (NTP E 0.50)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

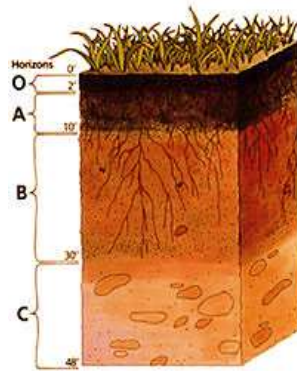


Figura N° 22: Tipos de Suelo (NTP E 0.50)

6.2 Componentes Del Suelo

Se pueden clasificar en inorgánicos, como la arena, la arcilla, el agua y el aire; y orgánicos, como los restos de plantas y animales. Uno de los componentes orgánicos de los suelos es el humus. El humus se encuentra en las capas superiores de los suelos y constituye el producto final de la descomposición de los restos de plantas y animales, junto con algunos minerales; tiene un color de amarillento a negro, y confiere un alto grado de fertilidad a los suelos.

❖ Fase Sólida: Comprende, principalmente, los minerales formados por compuestos relacionado con la litosfera, como sílice o arena, arcilla o greda y cal. También incluye el humus.

❖ Fase Líquida: Comprende el agua de la hidrosfera que se filtra por entre las partículas del suelo.

❖ Fase Gaseosa: Tiene una composición similar a la del aire que respiramos, aunque con mayor proporción de dióxido de carbono (CO₂). Además, presenta un contenido muy alto de vapor de agua. Cuando el suelo es muy húmedo, los espacios de aire disminuyen, al llenarse de agua.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.3 Propiedades y Textura De Los Suelos

Entre las propiedades de los suelos se encuentran: El color, distribución del tamaño de las partículas, consistencia, textura, estructura, porosidad, atmósfera, humedad, densidad, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio iónico, sales solubles y óxidos amorfos-sílice alúmina y óxidos de fierro libres.

Las propiedades físicas de los suelos dependen de la composición menrológica, de la forma y del tamaño de las partículas que lo forman y del ambiente que los rodea. El tamaño, la forma y la composición química de las partículas determinan la permeabilidad, la capilaridad, la tenacidad, la cohesión y otras propiedades resultantes de la combinación de todos los integrantes del suelo.

Otra propiedad física de los suelos que hay que considerar es la temperatura, que tiene como fuente principal la irradiación solar.

Las propiedades físicas permiten conocer mejor las actividades agrícolas fundamentales como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y agua, así como, el manejo adecuado de los residuos cosechas. Tanto las propiedades físicas como las químicas, biológicas y mineralógicas determinan, entre otras, a la productividad de los suelos.

6.4 Clases De Textura De Los Suelos

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaño-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil.

Los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado.

Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio.

La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. Las partículas del suelo se clasifican como arena, limo y arcilla. Las partículas de arena tienen diámetros entre 2 y 0,05 mm, las de limo entre 0,05 y 0,002 mm, y las de arcilla son menores de 0,002 mm.

En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Las partículas de limo apenas se ven sin la ayuda de un microscopio y parecen harina cuando se tocan. Las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos y forman una masa viscosa cuando se mojan.

6.5 Factores Que Influyen En La Formación De Los Suelos

Los principales factores que influyen en la formación de los suelos son:

Factores Litológicos: Son aquellos que se refieren a la naturaleza física y química de la roca madre, la cual puede ser de cualquier tipo.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Factores Biológicos: Son aquellos que están representados por los seres vivos (plantas, animales, microorganismos), los cuales juegan un papel importantes en el desarrollo de los suelos.

Factores Topográficos: Son aquellos que se derivan de la ubicación geográfica de los suelos.

Factores Climáticos: Son los más importantes en la formación de los suelos ya que el clima establece las condiciones de temperatura y humedad.

- El aumento de la temperatura influye de manera decisiva en muchas de las reacciones químicas que se desarrollan en los suelos, con lo cual se hace mas intenso el proceso de desintegración de las rocas.
- El aumento de la humedad o de las precipitaciones es favorable para el aumento de los compuestos orgánicos y la disminución de las sales en los suelos.
- El exceso de precipitaciones ocasiona un intenso lavado del suelo y por consiguiente lo deja estéril.

Factores Temporales: El tiempo es otro factor necesario para que el resto de los factores que influyen en la formación de los suelos puedan actuar.

6.6 Formación De Los Suelos

Según Julio Pacheco nos dice que, el suelo es resultado de la interacción de cinco factores: El material parental, el relieve, el tiempo, el clima, y los seres vivos. Los tres primeros factores desempeñan un rol pasivo, mientras que el clima y los seres vivos participan activamente en la formación del suelo.

El material parental o roca madre es el sustrato a partir del cual se desarrolla el suelo. De éste se deriva directamente la fracción mineral del suelo y ejerce una fuerte influencia sobre todo en la textura del suelo.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

El clima influye en la formación del suelo a través de la temperatura y la precipitación, los cuales determinan la velocidad de descomposición de los minerales y la redistribución de los elementos; así como a través de su influencia sobre la vida animal y vegetal.

Los seres vivos (plantas, animales, bacterias y hongos) son el origen de la materia orgánica del suelo, y facilitan su mezcla con la materia mineral. El relieve afecta a la cantidad de agua que penetra en el suelo y a la cantidad de material que es arrastrado, sea por el agua o el viento.

El tiempo es necesario para un completo desarrollo del suelo. El tiempo de formación de un pequeño volumen de suelo es muy largo (1 cm³ de suelo puede tardar entre 100 y 1000 años en formarse) pero su destrucción es muy rápida.

Los suelos, tal como los apreciamos a simple vista, proceden de la disgregación de las rocas y el subsiguiente transporte de los residuos a otros lugares. Los agentes causantes de la alteración del relieve de la tierra y de la formación de los suelos son:

- La erosión
- El intemperismo

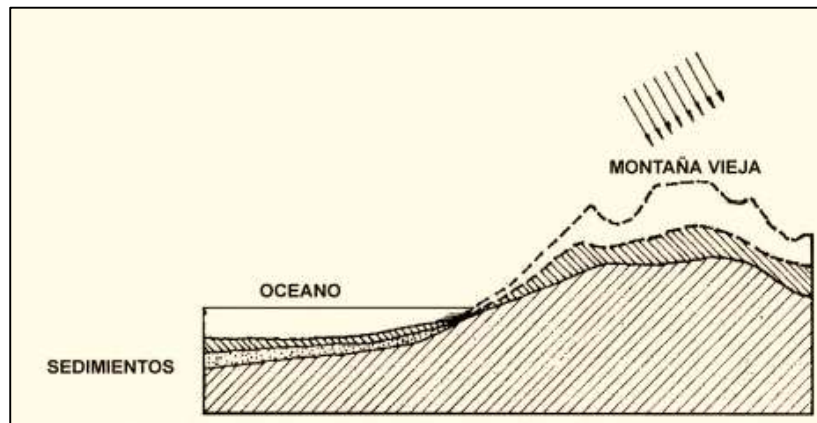
La erosión es producida por la acción de diversas fuerzas de la naturaleza: uno de los agentes erosivos más espectaculares es el agua. Gran parte de la humedad absorbida por la atmosfera cae sobre los continentes en forma de lluvia, nieve, granizo y rocío, mientras que un apreciable volumen de la precipitación penetra hasta subsuelo, pero otro mayor desemboca por gravedad al mar por los cauces de los ríos o en forma de torrentes y manantiales, reponiendo de esa manera el nivel de los océanos (Fig. N°40).

En su recorrido el enorme caudal de agua, desempeñando el papel de sorprendente escultor, va, año tras año en forma incesante, remodelando el relieve terrestre, arrastrando aguas abajo todo cuanto encuentra en su trayecto. Los fragmentos de las rocas, por efecto de su arrastre por el agua



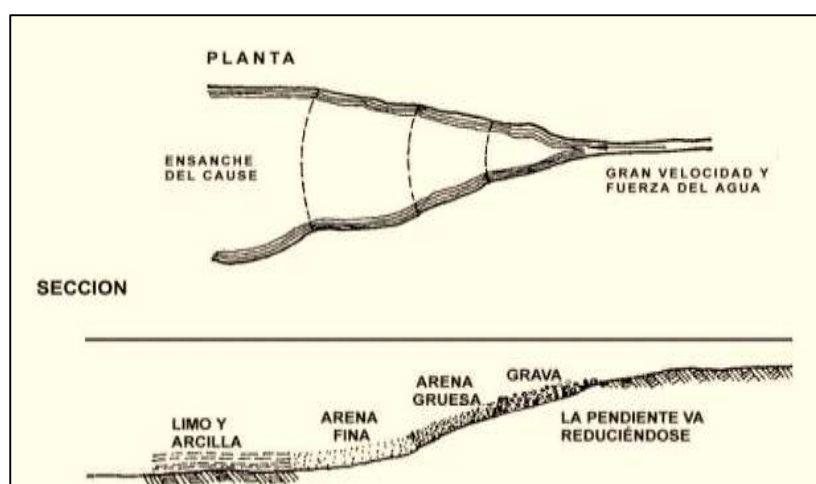
**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

sobre el fondo de los lechos de los ríos, pierden su forma angulosa, transformándose en cantos rodados.



**Figura N° 23: Erosión de montañas, causada por precipitación del agua
(Fuente: Julio Pacheco)**

Al reducirse la pendiente por la cual transcurre el agua, disminuye la velocidad y la fuerza del caudal, depositándose sobre el suelo, primero las piedras grandes, luego las pequeñas y, finalmente, el lodo igualmente, cuando el cono de deyección se ensancha, la corriente de agua pierde velocidad y los fragmentos pesados van quedando en el trayecto, mientras que los menudos son arrastrados aguas abajo (Fig. N°41).



**Figura N° 24: Depósito de materiales en cono de deyección de un rio
(Fuente: Julio Pacheco)**



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.7 Criterios Para La Clasificación De Los Suelos

Los criterios más considerados para la clasificación de los suelos los Petrográficos, los genéticos y los climáticos.

Clasificación Petrográfica: Es aquella que toma en cuenta el predominio de uno de los integrantes de la fracción mineral del suelo, de donde resultan suelos silíceos, arcillosos, calizos, salinos, etc.

Clasificación Genética: Es aquella que toma en cuenta el proceso que dio origen a los suelos. Esta divide los suelos en:

Suelos Autóctonos: Son aquellos que resultan del proceso de desintegración de las rocas de un lugar, sin que los materiales desintegrados sean transportados a otros, por los que estos se quedan cubriendo la roca madre.

Suelos Alóctonos: Son los que se forman por los componentes que han llegado de fuentes de suministro alejadas del lugar de depósito.

La clasificación de los suelos suele basarse en la morfología y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir. A continuación, se presentan algunas clasificaciones.

Clasificación N°1

- **Suelos Zonales:** Suelos que reflejan la influencia del clima y la vegetación como los controles más importantes.
- **Suelos Azonales:** Son aquellos que no tienen límites claramente definidos y no están mayormente influenciados por el clima.
- **Suelos Intrazonales:** Son aquellos que reflejan la influencia dominante de un factor local sobre el efecto normal del clima y la vegetación. Ej.: los



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

suelos hidromorficos (pantanos) o calcimorficos formados por calcificación.

Clasificación N°2

- **Suelos Exodinamorficos:** Son aquellos suelos que reflejan la influencia del clima y la vegetación.
- **Suelos Exodinamorficos:** Son aquellos suelos influenciados por el material parental.

Clasificación N°3

- **Pedocales:** Suelos con acumulación de carbonatos de calcio, generalmente están en ambientes áridos y semiáridos.
- **Pedalfers:** Suelos con alta lixiviación y segregación de Al y Fe , generalmente están en ambientes húmedos.

Textura	Arenoso	Francoso	Francoso limoso	Arcilloso	Agente de agregación
Tacto	Áspero	Áspero	Suave	Ternoso o plástico	Tensión superficial
Drenaje interno	Excesivo	Buena	Suave	Suave o pobre	Materia orgánica
Agua disponible para las plantas	Baja	Media	Alta	Alta	Alta concentración de electrolitos
Agua transportable	Baja	Media	Alta	Alta	Bajo potencial electrocinético
Labranza	Fácil	Fácil	Media	Difícil	Bajo potencial electrocinético
Erosión eólica	Alta	Media	Baja	Baja	Bajo potencial electrocinético

Figura N° 25: Clasificación De Suelos (NTP E 0.50)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.8 Tipos De Suelo

➤ Los suelos no evolucionados

Estos son suelos brutos muy próximos a la roca madre. Apenas tienen aporte de materia orgánica y carecen de horizonte B.

Si son resultado de fenómenos erosivos, pueden ser: regosoles, si se forman sobre roca madre blanda, o litosoles, si se forman sobre roca madre dura.

También pueden ser resultado de la acumulación reciente de aportes aluviales. Aunque pueden ser suelos climáticos, como los suelos poligonales de las regiones polares, los reg (o desiertos pedregosos), y los ergs, de los desiertos.

➤ Los suelos poco evolucionados

Los suelos poco evolucionados dependen en gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos: los suelos ránker, los suelos rendzina y los suelos de estepa.

Los suelos ránker son más o menos ácidos y tienen un humus de tipo moder o mor. Pueden ser fruto de la erosión, si están en pendiente, del aporte de materiales coluviales, o climáticos, como los suelos de tundra y los alpinos.

Los suelos rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, y suelen ser fruto de la erosión. El humus típico es el mull y son suelos básicos.

Los suelos de estepa se desarrollan en climas continentales y mediterráneo subárido. El aporte de materia orgánica es muy alto, por lo que el horizonte A está muy desarrollado.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

La lixiviación es muy escasa. Un tipo particular de suelo de estepa es el suelo chernozem, o brunizem o las tierras negras; y según sea la aridez del clima pueden ser desde castaños hasta rojos.

➤ **Los suelos evolucionados**

Estos son los suelos que tienen perfectamente formados los tres horizontes. Encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre. Los suelos típicos son: los suelos pardos, lixiviados, podsólicos, podsoles, ferruginosos, ferralíticos, pseudogley, gley y halomorfos (solonchaks, alcalinos, solonetz y solods).

Los suelos lixiviados son típicos de regiones de gran abundancia de precipitaciones en el clima templado, dominados por los procesos de lixiviación. El tipo de humus también es mull.

Los podsoles son suelos de podsolización acentuada; es decir, tienen gran acumulación de elementos ferruginosos, silicatos y alumínicos en el horizonte B. La lixiviación arrastra estos elementos del horizonte A al B. El humus típico es el mor.

Los suelos podsólicos tienen una podsolización limitada. Son de color ocre claro o rojizo. El tipo de humus es mor. Tanto este como el anterior son típicos de los climas templados.

Los suelos ferruginosos se desarrollan en los climas cálidos con una estación seca muy marcada. A este tipo de suelo pertenece el suelo rojo mediterráneo. Se caracterizan por la rubefacción de los horizontes superficiales. En ocasiones se desarrolla la terra rossa sobre roca madre caliza.

Los suelos ferralíticos se encuentran en climas cálidos y muy húmedos. La roca madre está alterada y libera óxidos de hierro, aluminio y sílice. Son suelos muy lixiviados. Estos suelos pueden tener caparazón si se ven sometidos a la erosión o a migraciones masivas de coloides.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Los suelos gley son suelos hidromorfos, en los que los procesos de descomposición de la materia biológica se hacen de manera anaeróbica, y la carga orgánica es abundante y ácida. Se encuentran en condiciones de agua estancada. Es un suelo asfixiante, poco propicio para la vida.

La presencia de agua es permanente, como ocurre en la orilla de los ríos y lagos. Es de color gris verdoso debido a la presencia de hierro ferroso.

Los suelos pseudogley son semejantes a los gley; pero la capa freática es temporal, por lo que se alternan los períodos húmedos con los secos. Este suelo y el anterior suelen tener humus de turba.

Los fenómenos de hidromorfia son los responsables de la lixiviación de los suelos y de la capacidad de estos para contener vida en las épocas secas. Si la hidromorfia no es muy acusada tendremos otro tipo de suelo.

Los suelos halomorfos presentan abundancia de cloruro sódico, ya sea de origen marino o geológico. Según el grado de saturación y de lixiviación se distinguen:

- Suelos solonchaks, que aparecen en regiones con una estación muy seca, debido a los fenómenos de migración ascendente de los coloides salinos, y no tiene horizonte B.
- Suelos alcalinos, que aparecen en climas ligeramente más húmedos, se trata de suelos solonchaks que reciben aportes de agua dulce.
- Los suelos solonetz son alcalinos y reciben aportes minerales y orgánicos producto de la lixiviación. Estos coloides forman un horizonte B salino, pero el horizonte A está menos saturado.
- Los suelos solods que tienen una lixiviación más intensa que los solonetz, lo que permite que se produzcan fenómenos de podsolización.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.9 La Estructura Del Suelo

Se refiere a la manera en que las partículas del suelo se agrupan en fragmentos mayores. Las partículas irregulares de aristas y vértices agudos dan lugar a una estructura en bloques con forma de nuez. Si las partículas son más o menos esféricas, la estructura es granular. Algunos suelos tienen estructura prismática o en columnas, formada por prismas o columnas verticales de tamaño comprendido entre 0,5 y 10 centímetros.

La estructura laminar consiste en trozos planos en posición horizontal. La estructura influye en la proporción de agua que es absorbida por el suelo, en la susceptibilidad del suelo a la erosión y en la facilidad de cultivo.

Si las cargas negativas son compensadas (como ocurre en los depósitos marinos), obtendremos una estructura "dispersa" mucho más compacta al poder ponerse las caras contiguas en contacto. Si en el complejo arcilloso existen coloides orgánicos, el floculado que deriva de estos presenta las partículas minerales distanciadas entre sí por las moléculas orgánicas, las que siendo de notables dimensiones, provocan la formación de amplios espacios vacíos que dan al suelo una estructura de tipo lacunar. El floculado por lo tanto puede estar constituido por gránulos y por grumos más o menos complejos, es decir de aglomerados de diámetros más o menos grandes que dan lugar a una estructura tipo granular o de grumos bastante rica en espacios vacíos entre las zonas de contacto entre los aglomerados mismos.

6.9.1 Estructura Molecular De Un Suelo

La estructura del suelo es una propiedad que está mudando continuamente, en función de un complejo de factores físicos, químicos y biológicos. Podemos resumirla en: rocoso, arenoso, limoso, arcilloso, franco y húmico.SAM



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Como agentes o factores que favorecen una buena estructura de los grumos, desde el punto de vista de la utilización agronómica del suelo, se puede recordar:

- ❖ Las operaciones de labranza de la tierra que introducen sustancias orgánicas, o la formación de espacios vacíos.
- ❖ La acción mecánica ejercida por las raíces de las plantas.
- ❖ La variación climática, variación entre hielo y deshielo, o entre períodos secos y períodos húmedos.
- ❖ Las acciones químicas y coagulantes de ciertos iones como el calcio, el óxido de hierro, etc.

Algunos factores, por otra parte, tienden a destruir la estructura de grumos arriba mencionada.

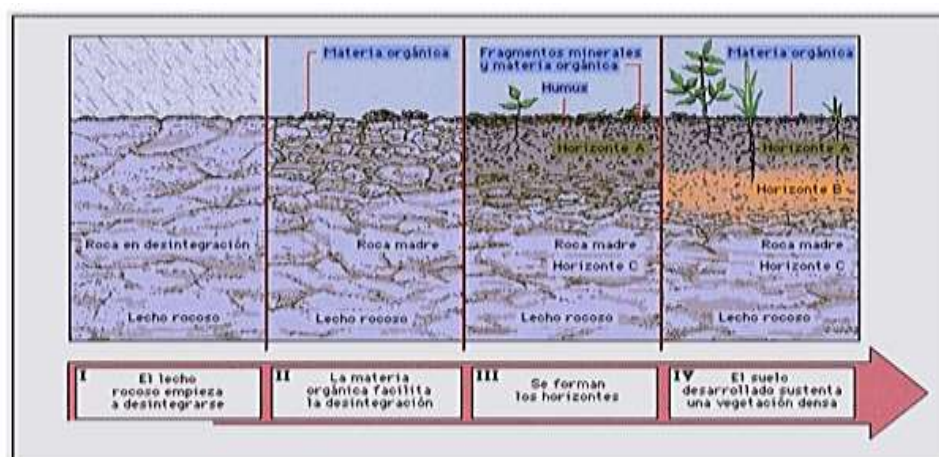


Figura N° 26: Estructuras Moleculares de los Suelos (NTP E 0.50)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

6.9.2 Técnicas De Investigación Según Norma E.050

Las Técnicas de Investigación de campo aplicables en los EMS son las indicadas en la Tabla N°2

Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jebes **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado (DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***

Figura N° 27: Técnicas de Investigaciones (NTP E0.50)

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)

Figura N° 28: Técnicas de Investigaciones (NTP E0.50)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.9.3 Aplicación De Las Técnicas De Investigación Según Norma E.050 (Suelos Y Cimentaciones)

La investigación de campo se realizará de acuerdo a lo indicado en el presente capítulo, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplicara la guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción. NPT 339.162 (ASTM D 420)

Pozos o Calicatas y Trincheras

Son excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162 (ASTM D 420). El PR deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

Perforaciones Manuales Y Mecánicas

Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforaciones mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecanico

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30m.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

b-2) Perforaciones por Lavado con Agua

Se recomiendan para diámetros menores a 0.100m . Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

**6.9.4 Método De Ensayo De Penetración Estándar (Spt) Ntp 339.133
(Astm D 1586)**

Los ensayos de penetración Estándar (SPT) son aplicaciones, según se indica en la Tabla N°3.

No se recomienda ejecutar ensayos SPT en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

✓ **Ensayo De Penetracion Cuasi-Estatica Profunda De Suelos Con
Cono De Friccion (Cpt) Ntp 339.148 (Astm D 3341)**

Este método se conoce también como el cono holandés. Véase aplicación en la Tabla N°46.

✓ **Cono Dinámico Superpesado (Dpsh)**

Se utiliza para auscultaciones dinámicas que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

✓ **Metodo De Ensayo Normalizado Para La Auscultacion Con
Penetrometro Dinamico Ligero De Punta Conica (Dpl) Ntp 339.159
(Din 4094)**

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelos para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

No se recomienda ejecutarse ensayos DPL en el fondo de calicatas, debido a la perdida de confinamiento.

TABLA N° 3 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS								
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo ⁽¹⁾	Parámetro a obtener ⁽²⁾	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo ⁽¹⁾	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo ⁽¹⁾
SPT	NTP339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N ₂₀	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 ⁽⁴⁾	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	C _n	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148(ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q _c , f _c	Auscultación	—	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo ⁽¹⁾	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C _u , St	—	—	—	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	—	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	—	—	—	—

Figura N° 29: Aplicaciones de Ensayos (NTP E0.50)

✓ **Ensayo De Laboratorios Según Norma E.050**

TABLA N° 5 ENSAYOS DE LABORATORIO	
ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)

Figura N° 30: Ensayos De Laboratorio (NTP E0.50)

6.10 Estudios de Los Suelos

El término suelo abarca genéricamente los diversos tipos de materiales, tales como la grava, la arena, los limos, las arcillas, y las innumerables mezclas de



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

ellos: arcilla limosa, arena limosa, grava arenosa, limo arenoso, etc. Roca es la parte sólida de la corteza terrestre.

Generalmente los suelos se presentan en capas superpuestas (Fig. 48) constituyendo el suelo, son producto, de acuerdo a lo ya expuesto, de la erosión y el intemperismo. Cada capa de suelo posee ciertas propiedades específicas que la caracterizan para cimentaciones de estructuras.

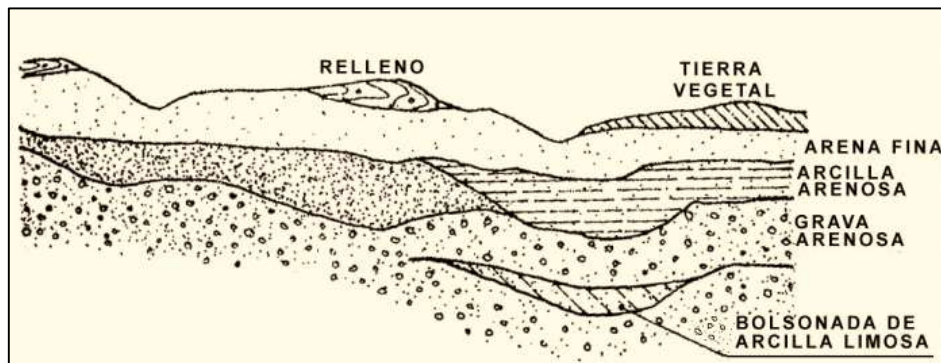
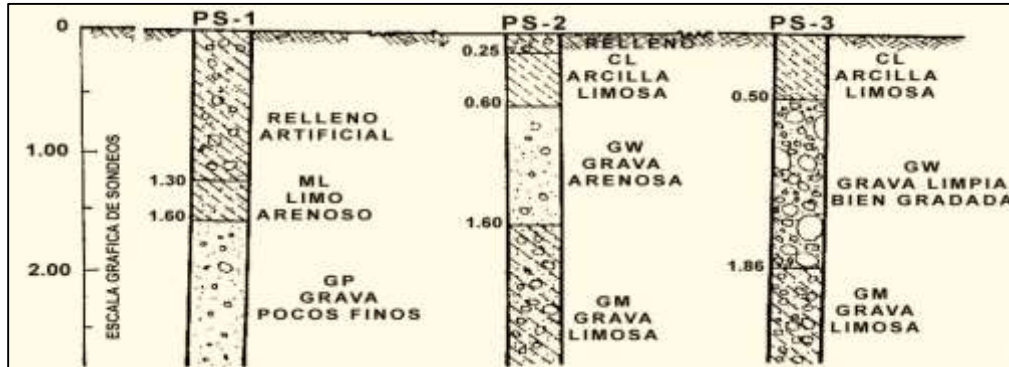


Figura N° 31: Perfil constituido por diversos tipos de suelos superpuestos en capas (Fuente: Julio Pacheco)

A través de los cimientos son transferidos al suelo el peso de las estructuras, las fuerzas que actúan sobre ellas y las sobrecargas correspondientes. Las estructuras serán estables si las capas de suelo que las sustentan son suficientemente resistentes.

De lo expuesto fluye la necesidad, especialmente en obras de importancia, de explorar el subsuelo para informarnos cómo está constituido y conocer, mediante análisis y ensayos especializados, las características y resistencia de las diversas capas de suelo. La exploración se llevará a cabo excavando pozos (calicatas), convenientemente ubicados en las áreas destinadas a las edificaciones. Durante la excavación de los pozos exploratorios son expuestas, en espesores variables, las diversas capas de suelos, de las que se toman muestras representativas para someterlas posteriormente, a análisis y ensayos en laboratorios de mecánica de suelos. Con los registros tomados en el campo, pruebas "in situ" y ensayos en laboratorios se procede a elaborar perfiles estratigráficos, en los que se puede apreciar la naturaleza,

profundidad y espesor de las diversas capas descubiertas en la excavación de las calicatas (Fig. 49).



**Figura N°32: Ejemplos de perfil estratigráficos del subsuelo
(Fuente: Julio Pacheco)**

Naturalmente, de detectarse - durante las excavaciones - agua subterránea, deberá determinarse el nivel que alcanza. Los estudios de los suelos son vertidos en informes que además de los perfiles estratigráficos correspondientes, incluyen resultados de los análisis y ensayos, conclusiones concernientes a la profundidad mínima de la cimentación, presiones admisibles y otras recomendaciones que se juzgue necesarias, por ejemplo, sobre eventuales perturbaciones que pudieran originarse por alteración del grado de humedecimiento del suelo. Estos informes son utilizados por los ingenieros estructurales para diseñar los cimientos y las estructuras.

6.11 Clasificación de los Suelos

De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones de diversos tipos de suelos son identificados según el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS). Este sistema agrupa los suelos en dos clases: suelos de partículas gruesas y suelos de partículas finas.

Se considera suelos de partículas gruesas cuando más de la mitad de la masa del suelo, al ser sometida a tamizado, es retenida en la malla N° 200.

- A este tipo de suelo corresponden la grava y la arena.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Cuando más de la mitad de la masa del suelo pasa la malla N° 200 se le considera suelo de partículas finas: limos y arcillas.

A su vez, a los suelos de partículas gruesas se les subclasifica en:

- Gravas: Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4.
- Arenas: Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4.

Aproximadamente puede considerarse que la abertura del tamiz N° 4 equivale a medio centímetro.

En los estudios del suelo, cada tipo de suelo es identificado mediante simbología convencional; así, por ejemplo, la grava es identificada con la letra G (proveniente del idioma inglés, gravel); la arena con la letra S (sand); la arcilla, C (clay); el limo, M; Pt identifica la turba y otros suelos con alto contenido de materia orgánica.

- La abertura del tamiz N° 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista y equivale a 0.074 mm (74 micras).

Generalmente - según hemos visto las capas del subsuelo están constituidas por diversos tipos de materiales. En estos casos, se les designa de manera compuesta; por ejemplo, GM significa grava limosa. Otros símbolos también son empleados para precisar importantes propiedades de los suelos, que trascienden en su capacidad portante y comportamiento en cimentaciones.

6.12 Los Suelos y Las Cimentaciones

En obras de importancia y características especiales, y, sobre todo, cuando es proyectada su construcción en terrenos cuyo subsuelo no es conocido, es obligatorio el estudio del suelo para cada caso en particular. No es prudente deducir la resistencia y comportamiento de un suelo a partir de las características de otro, aun cuando estén próximos entre sí. A continuación, se ofrece con propósito ilustrativo ciertas pautas indicativas del probable comportamiento de algunos tipos de suelos. Desde luego, no eximen de la



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

obligatoriedad de contar, especialmente en los casos precedentemente indicados, con los correspondientes estudios de suelos.

6.12.1. Grava

Con excepción de las gravas pizarrosas, la grava es material apropiado para cimentaciones siempre y cuando subyacentes no existan estratos frágiles o blandos, ni esté expuesta a socavación la cimentación. La grava tiene reducida o casi nula capilaridad; por tanto, no es probable que la presencia de agua subterránea, o su humedecimiento, sean causas de disminución de su resistencia ni origen de asentamientos.

6.12.2. Arena

No es prudente generalizar respecto al probable comportamiento y resistencia de las capas de arena, pues debido a causas ya expuestas, relacionadas con su formación, los suelos de esta naturaleza se encuentran en diverso estado de compacidad, además de tener variada granulometría. Si las arenas, medias y gruesas, son compactas y su granulometría es favorable tienen apropiada resistencia para sustentar estructuras. No ocurre lo mismo con las arenas muy finas, sobre todo si son sueltas, como es el caso de arenas cuyo origen es producto del transporte del viento (arenas eólicas). Las capas de arena suelta son muy susceptibles a densificarse por efecto de la vibración causada por movimientos sísmicos, pudiendo esperarse, eventualmente, asentamiento de la cimentación e indeseables efectos de carácter estructural. Cuando se trate de este tipo de suelo, es preciso profundizar las excavaciones para cimientos y definitivamente limitar las presiones de contacto cemento - suelo. La razón de esta exigencia podemos percibirla cuando caminamos por la playa, la arena fluye a cada lado hundiéndose los pies; sin embargo, a cierta profundidad los pies no bajan ya más: la capacidad de carga ha aumentado. Lo mismo pasa con cimentaciones construidas a mayor profundidad. La presencia de agua en suelos arenosos, especialmente cuando se trate de arenas finas sueltas, puede ser causa de marcada disminución de su resistencia en caso de ocurrencia de sismos y, eventualmente, origen del fenómeno de licuefacción, tal como



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

ocurriera en algunas zonas de la ciudad de Chimbote en el terremoto de 1,970.

6.12.3. Limo

Es un suelo de partículas muy pequeñas, relativamente no es plástico y tiene capilaridad elevada. Cuando se encuentra en estado suelto su resistencia es pequeña; su presencia debe ser motivo de reserva por parte del diseñador y el constructor.

6.12.4. Arcilla

Es dura cuando está seca, pero su consolidación se produce lentamente. Cuando es humedecida se torna plástica y deformable, modificando su consistencia según el grado de humedecimiento que alcance; por lo tanto, en suelos arcillosos la alteración del contenido de agua en su masa juega importante rol en su comportamiento y resistencia. El humedecimiento, que en algunos casos llega hasta la saturación, se produce de diversas maneras. Causas potenciales de humedecimiento son las lluvias y el aumento del caudal de los ríos y arroyos. También los suelos pueden humedecerse por efecto de la capilaridad, es decir, por succión del agua que pudiera encontrarse en capas inferiores. La succión es pequeña o casi nula en suelos granulares (arenas y gravas), pero suele ser grande en suelos arcillosos, ascendiendo el agua hasta alcanzar los cimientos de los edificios.

6.12.5. Suelos que Contienen Materia Orgánica

Los suelos que contienen materia orgánica, la turba y el fango, definitivamente no son apropiados para cimentaciones. Estas capas deben ser eliminadas durante la excavación, la misma que debe profundizarse hasta encontrar capas suficientemente resistentes. Los suelos de color marrón oscuro, grisoscuro o negro, o tengan olor característico, estructura esponjosa o fibrosa, corresponden a este inconveniente tipo de suelo. Desde luego, un suelo producto de rellenos tampoco es apropiado para cimentaciones.

6.12.6. Homogeneidad del Suelo



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Otra característica que también debe tenerse en cuenta en cimentaciones es la uniformidad del subsuelo. Cuando las capas subyacentes a la cimentación son suficientemente resistentes la condición es favorable: sin embargo, cuando una capa de comprobada resistencia para la cimentación prevista reposa sobre otra de menor resistencia la situación cambia sustancialmente. A modo ilustrativo, veamos el caso de una zapata cimentada sobre una capa de arena y que debajo de esta se encuentre una de arcilla blanda (Fig. 50). La presión supuesta como admisible para la arena es transferida a la capa de arcilla blanda, la misma que fluye hacia los lados, lo probable es que se produzca el asentamiento de la zapata.

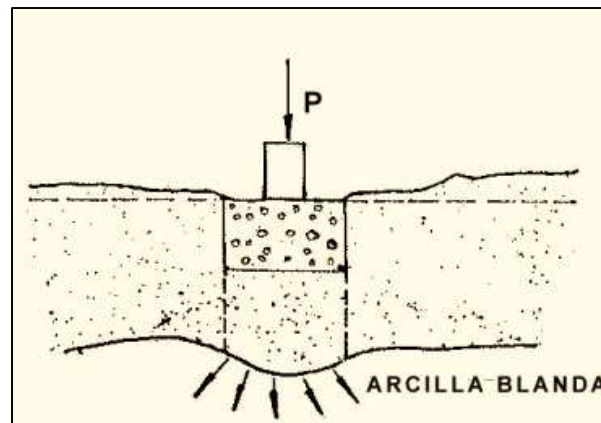


Figura N° 33: A través de la masa de arena la presión ejercida por la zapata es transferida a la capa de arcilla empujándola a los lados produciendo, eventualmente, el humedecimiento de la zapata. (Fuente: Julio Pacheco)

Por ello insistimos en que el aspecto de las capas superficiales no es suficiente para deducir con certeza el comportamiento de un determinado suelo. Es indispensable la exploración de las capas inferiores hasta la profundidad procede en cada caso.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

6.12.7. Homogeneidad del Suelo

La capacidad portante o carga admisible de un determinado tipo de suelo es la presión máxima que puede aplicársele sin que se produzca la rotura de la masa situada debajo de cimientos. Presión o intensidad de carga es la fuerza ejercida sobre la unidad de superficie de contacto entre cimiento y suelo. La unidad que expresa la presión es el kg/cm² (kilogramo por centímetro cuadrado). Por ejemplo, si la carga que transmite al suelo una zapata es 60 toneladas y el área de la zapata es de 3 m², entonces la presión transmitida a la superficie de contacto entre zapata y suelo es:

$$\frac{60,000 \text{ kg}}{30,000 \text{ cm}^2} = 2 \text{ kg/cm}^2$$

Pues bien, la capa de suelo deberá ser capaz de soportar la presión aplicada (en este caso, 2 kg/cm²). Como podemos observar, la acción sobre el terreno no depende exclusivamente de la carga absoluta aplicada, sino también del área de contacto entre el cimiento y el suelo.

Las presiones admisibles varían sustancialmente según el suelo de que se trate. Es frecuente especificar 4 kg/cm² para conglomerados compactos y bien graduados. A las mezclas de canto rodado y arena ("hormigón") suele asignárseles valores de 3 a 4 kg/cm² como presiones admisibles. La capacidad portante de las arenas gruesas y mezclas de arena y grava compactas es aproximadamente 2 kg/cm², mientras que para arenas finas la presión admisible es limitada a 1 kg/cm². Las presiones admisibles de los suelos predominantemente arcillosos dependen de su grado de dureza. Sus valores fluctúan entre 1.5 kg/cm² en caso de arcillas inorgánicas duras y sin riesgo de humedecimiento, hasta valores muy bajos, 0.5 kg/cm², si se trata de arcillas inorgánicas blandas.

Una arcilla es dura cuando se parte con dificultad en terrones que no se pueden pulverizar o amasar fácilmente con los dedos. Una arcilla es firme o de consistencia media cuando se puede amasar, aunque con bastante esfuerzo.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Las arcillas blandas se pueden amasar con relativa facilidad, pero no tienen consistencia pastosa. Arcillas de consistencia pastosa deben desecharse para cimentaciones. Otra manera práctica e indicativa de la consistencia o dureza de los suelos es el grado de dificultad que presentan al ser excavados. La lampa penetra con facilidad en suelos blandos, mientras que la excavación de suelos de dureza media requiere de pico. En suelos duros el pico rebota; puede penetrar, pero con esfuerzo.

Los valores de las presiones admisibles aquí expuestos son simplemente referenciales e ilustrativos. Pueden variar sustancialmente en cada caso en particular; desde luego, no se ofrecen para fines de diseño.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO VII

MICROZOFICACIÓN



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

7.1 Introducción

En la Rinconada Distrito de Trujillo Microzonificación Geotécnica de una Ciudad envuelve el manejo de una gran cantidad de información referente a la evaluación del riesgo Geotécnico, amenaza geológica, clasificación de las propiedades del suelo local.

El hoy en día no cuenta con un estudio de microzonificación geotécnica, por lo tanto, es importante realizar una investigación sobre microzonificación geotécnica en dicho distrito. Primeramente, se realizará la microzonificación según el material predominante (Albañilería, Adobe, Otros; esta última combinación de Albañilería y adobe). Segundo una microzonificación según las características del suelo con el apoyo transcendental de los datos obtenidos del estudio de suelo; y tercera y última, una microzonificación de peligros encontrados en la zona.

7.2 Microzonificación según Material Predominante

Para la elaboración de este mapa se tuvo que realizar un recorrido las calles, pasajes y avenidas de la zona, se localizó las manzanas y sus sectores correspondientes, mediante el método de la observación se detallaron el material que predominaba cada manzana. Para ello se clasificó de color Verde los materiales compuestos por Albañilería y mortero, como se describe anteriormente en el capítulo IV; de color Marrón a los materiales que predominaban el adobe, siendo definido por la NTP E.080 como un bloque macizo sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos; y, por último, de color Rojo a los materiales predominantes compuestos de esteras, quinchá y piedra con barro u otro material.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

ETAPAS DE LA RINCONADA	
1	ETAPA 1
2	ETAPA 2
3	ETAPA 3
4	ETAPA 4
5	ETAPA 5

Tabla N° 7: Etapas Analizados – Urb. La rinconada
(Fuente: Los Autores)

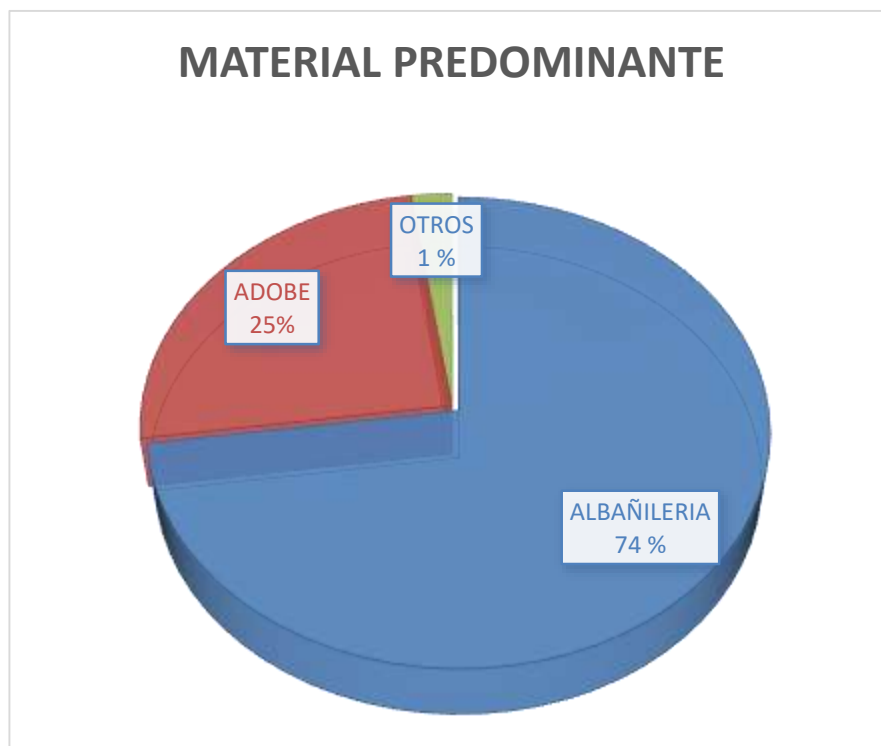


Figura N° 34: Material Predominante Zona Alta – Urb. La rinconada
(Los Autores)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

7.3 Clasificación por Números de Niveles

Se realizó un estudio por número de pisos de las viviendas, se contabilizó alrededor de 2376 viviendas, tanto para la zona alta, como para la zona baja, a la vez, las viviendas fueron clasificadas por el número de niveles.

En la recolección de datos no se tomó en cuenta las instituciones públicas que brindan servicios a los pobladores, tales como postas médicas, instituciones educativas, comisaria, etc.

A continuación, se muestra los porcentajes obtenidos según el número de niveles de las viviendas de albañilería confinada, adobe y otros:



Figura N° 35: Viviendas por el Número de Pisos- Urb. La Rinconada (Los Autores)

7.4 Antecedentes al Estudio de Suelo

La geología de Trujillo y alrededores consiste de afloramientos rocosos (rocas sedimentarias, volcánico sedimentarias y plutónicas) y depósitos sedimentarios (marinos, eólicos, coluvio-aluviales y aluviales), las cuales han



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

sufrido las deformaciones terrestres presentándose estructuras regionales (lineamientos estructurales y diaclasas) que tienen una orientación andina (Noroeste-Sureste). Los materiales corresponden a edades desde el mesozoico (Jurásico Superior) al Cenozoico (Cuaternario Reciente).

La identificación de esas unidades morfológicas, el conocimiento de los procesos que las crearon, así como su localización en el territorio, constituyen requisitos indispensables para el uso prudente del medio, para garantizar la estabilidad y permanencia una futura obra de ingeniería, para la prevención y mitigación de los efectos de los desastres naturales. La tecnología moderna permite realizar estos estudios con un elevado nivel de calidad.

El estudio de mecánicas de suelos fue realizado por el Laboratorio de suelos INGENIERIA EIRL con el fin de presentar un análisis técnico-profesional para la realización de esta investigación de la vulnerabilidad sísmica – geotécnica de la Rinconada. La información que se presentan a continuación, recogen todos los datos y características que han sido obtenidos como resultado de los cálculos desarrollados en los correspondientes anejos, y que permiten marcar las líneas principales para la materialización de este estudio.

Esta investigación de Mecánica de Suelos consta de los documentos siguientes:

7.5 Ubicación Y Descripción Del Área En Estudio

El Proyecto de Investigación se encuentra ubicado en La Urb. La Rinconada Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

El área del terreno es de forma regular, de superficie moderadamente plana en la totalidad del terreno que comprende el proyecto, lo que si se nota es la presencia del material de relleno superficial conformado por suelo orgánico en suelto.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

7.3.1. Acceso al Área en Estudio

La Rinconada Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad se localiza a 13 minutos de recorrido en auto desde el centro de la Ciudad de Trujillo.

7.3.2. Clima

Durante el invierno, que se presenta en los meses de mayo a Setiembre la temperatura promedio mínima alcanza los 14° C y en el verano que se presenta en los meses de diciembre a marzo la temperatura máxima puede alcanzar los 31° deberán tomarse las previsiones en caso, de que pueda presentarse nuevamente situaciones desfavorables del clima, originado por la presencia de otro Fenómeno del Niño. La temperatura máxima puede alcanzar los 35° C y podrían presentarse precipitaciones pluviales de gran magnitud, pudiendo generar problemas a la infraestructura por construir.

7.6 Geología Y Sismicidad

7.4.1. Geología

La Rinconada Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad. De acuerdo al Mapa Geológico, se identificó en el área de estudio un grupo litológico principal constituido por un depósito de sedimentos de tipo aluvial cuya edad geológica pertenece al cuaternario reciente (Q-al).

En el área en estudio no se determinó la presencia del Nivel de Aguas Freáticas (NAF) a la profundidad de 3.00 m. Asimismo no se determinó la presencia de Estructuras Geológicas importantes, como Fallas, Discordancias, Grietas pronunciadas, etc. La Geodinámica Externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles Aluviones, Huaycos, Deslizamientos de masas de tierra, Inundaciones, etc. La litología del suelo fue caracterizada por un suelo del tipo transportado, identificándose en la



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

superficie material de rellenos conformado por material orgánico con basura en estado suelto y luego la presencia de gravas bien graduadas.

7.4.2. Sismicidad

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E- 030-2016) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por el Dr. Ing. Jorge Alva Hurtado (1984), el cual se basa en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Alta Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX en la escala Mercali Modificada.

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E -030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistentes, los siguientes parámetros:

ESTANDARES	CANTIDAD
Factor de Zona	$Z = 0.45$
Factor de Amplificación del suelo	$S = 1.05$
Período que define la plataforma del espectro	$T_p = 0.60$

Figura N° 36: Sismicidad (NTP E.030)

7.7 Trabajos de Campo

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área de estudio, se realizaron exploraciones del suelo mediante la excavación de calicatas y muestreo del suelo.

7.5.1 Calicatas

Se excavó estratégicamente (7) calicatas o pozo de exploración a cielo abierto, asignándole como C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 las cuales fueron convenientemente ubicadas en la zona a edificarse.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

7.8 Ensayos de Laboratorio

7.6.1 Ensayos Estándar:

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes

ensayos, con fines de identificación y clasificación de suelos:

- Análisis Granulométricos por Tamizado (Norma ASTM D422)
- Límite Líquido (Norma ASTM D423)
- Límite Plástico (Norma ASTM D424)
- Contenido de Humedad (ASTM-D2216)
- Peso Específico Relativo de Sólidos (ASTM D854)

7.6.2 Ensayos especiales:

- Densidades Máximas y Mínimas secas
- Sales Solubles Totales (Ex Itintec)

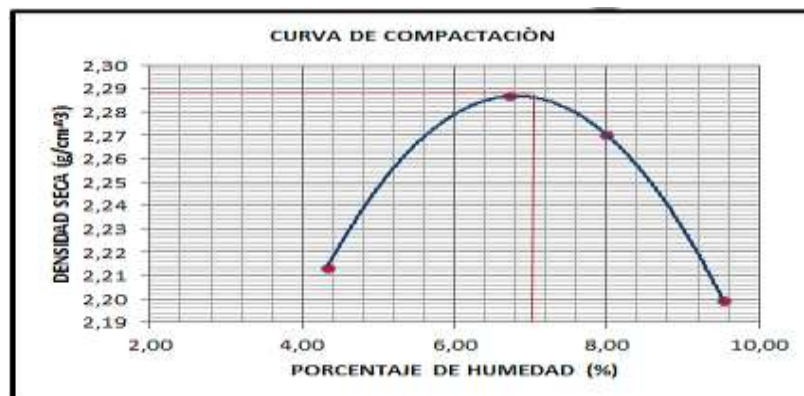


Figura N° 37: Curva de Compactación (Fuente: NTP E. 050)

7.9 Trabajos De Gabinete

7.9.1. Perfil Estratigráfico

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio, se ha establecido un Perfil Estratigráfico, según las calicatas indicadas.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

7.10 Conformación del Subsuelo

En los siguientes ítems, se muestran los diferentes resultados obtenidos del estudio suelo de la zona de la Urb. La Rinconada.

7.11 Calicata C-1

A 0.20 m. superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. 0.20 - 3.00 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta. Se nota la presencia de piedras a medida que nos vamos profundizando. No se presenta el Nivel Freático (NAF) a la profundidad explorada.

- **Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 38: Cuadro de Cimentaciones (Estudio de Suelos)

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación Cuadrada.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

- **Densidad Relativa (Dr)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profanidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.

Según Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = s_c * C * N_c + 0.50 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 39: Fórmula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 * s_c * C * N_c + 0.40 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 40: Fórmula (Terzaghi y Peck)

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm².

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm².

F.S. : = Factor de Seguridad = 3

s := Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

D_f : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N, N_q : = Parámetros que son función de s_c, s, s_q : = Factores de forma.

C : = Cohesión en kg/cm².



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

a) Cimiento Corrido

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 3.00		
Df = 1.60 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 0.70 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 41: Cimiento Corridos (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.458 \text{ kg/cm}^2$$

b) Cimiento Cuadrado

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 3.00		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.50 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 42: Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 5.154 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.718 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos. El asentamiento elástico inicial será:



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

$$S = q_s B(1-u^2) I_f / E_s \quad (3)$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

q_s = Esfuerzo Neto Transmisible (kg/cm^2)

B=Ancho de Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm^2) u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes módulos de elasticidad $E=3000 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.60 \text{ m.}$)	
q_s	1.465 kg/cm^2
B	70 cm.
E_s	300 kg/cm^2
I_f	1.97 (Flexible)
I_f	1.83 (rígido)
u	0.25

Figura N° 43: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible = **0.631 cm.**

Cimentación rígida: S = **0.586 cm.**



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

CIMIENTO CORRIDO (Df = 1.80 m.)	
qs	= 1.718 kg/cm²
B	= 150 cm.
Es	= 300 kg/cm²
If	= 1.97 (Flexible)
If	= 1.83 (rígido)
u	= 0.25

Figura N° 44: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexibles = **1.587 cm.**

Cimentación rígida : **S = 1.474 cm.**

- **Agresión al Suelo de Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el Tipo MS.

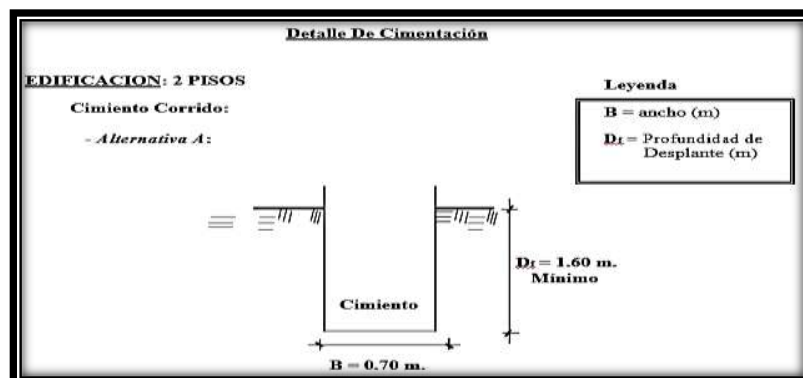


Figura N° 45: Detalle De Cimentación (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

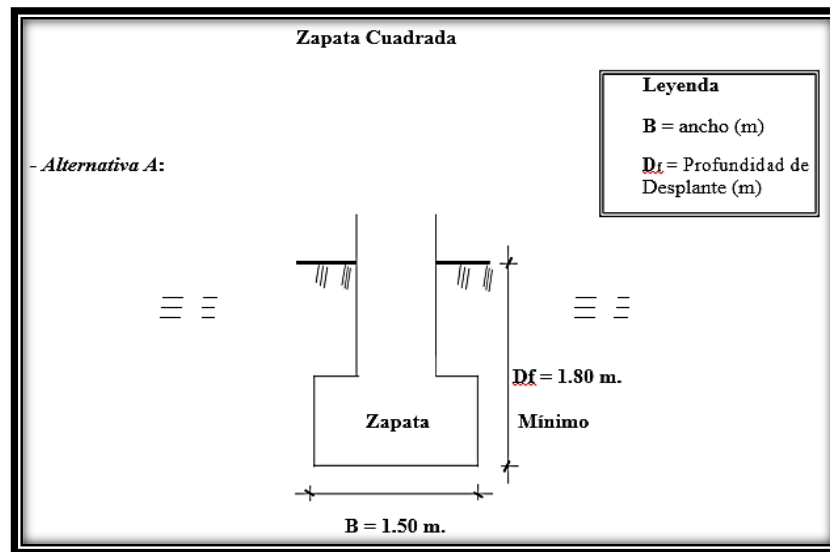


Figura N° 46: Detalle De Zapata (Estudio de Suelos)

7.12 Calicata C-2

De 0.0 - 0.20 m. Superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. De 0.20 – 2.80 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta. Se nota la presencia de piedras a medida que nos vamos profundizando.

- Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la

grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 47: Cuadro de Cimentaciones (Estudio de Suelos)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación Cuadrada.

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

- **Densidad Relativa (Dr)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profanidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.

Según Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = s_c * C * N_c + 0.50 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 48: Formula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 * s_c * C * N_c + 0.40 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 49: Formula (Terzaghi y Peck)

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm².



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm^2 .

F.S. : = Factor de Seguridad = 3

γ := Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

D_f : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N, N_q : = Parámetros que son función de s_c, s, s_q : = Factores de Forma.

C : = Cohesión en kg/cm^2 .

a) Cimiento Corrido

$C = 0.00 \text{ Kg/cm}^2 = 24.00^\circ \text{ F.S.} = 2.80$		
$D_f = 1.80 \text{ m.}$	$N_c = 19.32$	$s_c = 1.50$
$B = 1.50 \text{ m.}$	$N = 9.44$	$s_t = 0.60$
	$N_q = 9.60$	$s_q = 1.45$

Figura N° 50: Cimiento Corridos (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$

$q_{ad} = 1.465 \text{ kg/cm}^2$

b) Cimiento Cuadrado

$C = 0.00 \text{ Kg/cm}^2 = 24.00^\circ \text{ F.S.} = 2.80$		
$D_f = 1.80 \text{ m.}$	$N_c = 19.32$	$s_c = 1.50$
$B = 1.60 \text{ m.}$	$N = 9.44$	$s_t = 0.60$
	$N_q = 9.60$	$s_q = 1.45$

Figura N° 51: Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$q_{ul} = 5.154 \text{ kg/cm}^2$

$q_{ad} = 1.718 \text{ kg/cm}^2$



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

- **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos Totales y los asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s B(1-u^2) I_f / E_s \quad (3)$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

q_s = Esfuerzo Neto Transmisible (kg/cm²)

B = Ancho de Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm²) u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes módulos de elasticidad $E=3000$ kg/cm² y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO (Df = 1.70 m.)	
qs	= 1.718 kg/cm²
B	= 150 cm.
Es	= 300 kg/cm²
If	= 1.97 (Flexible)
If	= 1.83 (rígido)
u	= 0.25

Figura N° 52: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible= **0.631 cm.**

Cimentación rígida: S = **0.586 cm.**

CIMIENTO CORRIDO (Df = 1.80 m.)	
qs	= 1.718 kg/cm²
B	= 150 cm.
Es	= 300 kg/cm²
If	= 1.97 (Flexible)
If	= 1.83 (rígido)
u	= 0.25

Figura N° 53: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: S = **1.587 cm.**

Cimentación rígida: S = **1.474 cm.**

- **Agresión Al Suelo De Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el **Tipo MS**.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

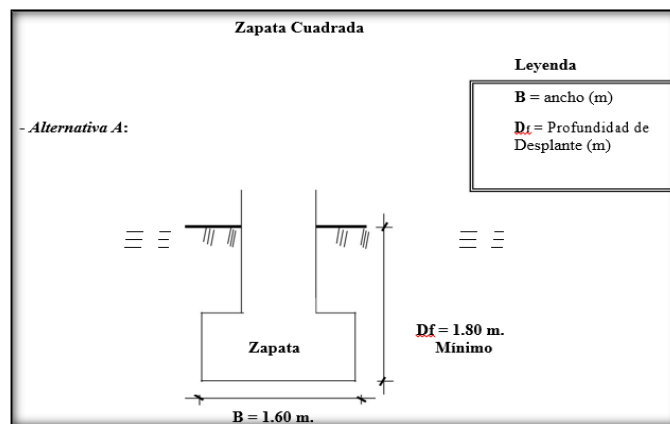


Figura N° 54: Detalle De Cimentación (Estudio de Suelos)

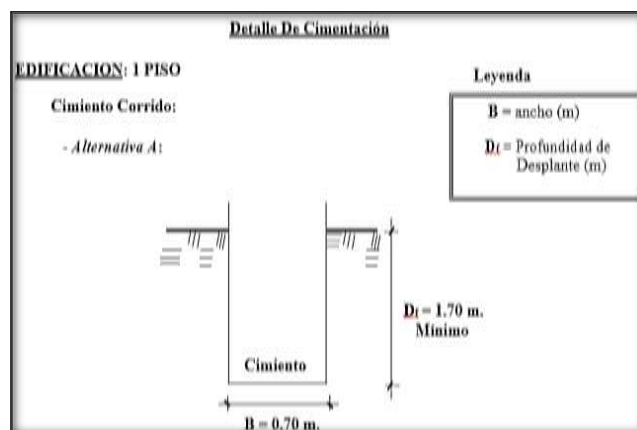


Figura N° 55: Detalle De Zapata (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

7.13 Calicata C-3

De 0.0- 0.20 m. Superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. De 0.20 – 2.90 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta.

- **Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 56: Detalle De Cimentaciones (Estudio de Suelos)

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación cuadrada.

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

- **Densidad Relativa (Dr)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profanidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.

Según Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = sc * C * N_c + 0.50 * s * B * N + sq * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 57: Formula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 * sc * C * N_c + 0.40 * s * B * N + sq * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 58: Formula (Terzaghi y Peck)

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm².

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm².

F.S. : = Factor de Seguridad = 3

γ := Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

D_f : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N, N_q : = Parámetros que son función de sc, s, sq : = Factores de Forma.

C : = Cohesión en kg/cm².



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

a) Cimiento Corrido

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 2.90		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.60 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 59: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.465 \text{ kg/cm}^2$$

b) Cimiento Cuadrado

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 3.00		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.60 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 60 Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 5.154 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.798 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s B(1-u^2) I_f / E_s \quad (3)$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

q_s = Esfuerzo Neto Transmisible

(Kg/cm²) B = Ancho de

Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm²)

u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación. Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes módulos de elasticidad $E=3000$ kg/cm² y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.80$ m.)	
$q_s = 1.465$	kg/cm ²
$B = 70$	cm.
$E_s = 300$	kg/cm ²
$I_f = 1.97$	(Flexible)
$I_f = 1.83$	(rígido)
$u = 0.25$	

Figura N° 61 Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: **S = 0.631 cm.**

Cimentación rígida: **S = 0.586 cm.**



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.60$ m.)	
$q_s =$	1.465 kg/cm²
$B =$	180 cm.
$E_s =$	300 kg/cm²
$I_f =$	1.97 (Flexible)
$I_f =$	1.83 (rígido)
$u =$	0.25

Figura N° 62 Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: $S = 1.587$ cm.

Cimentación rígida: $S = 1.474$ cm.

- Agresión Al Suelo De Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el **Tipo MS**.

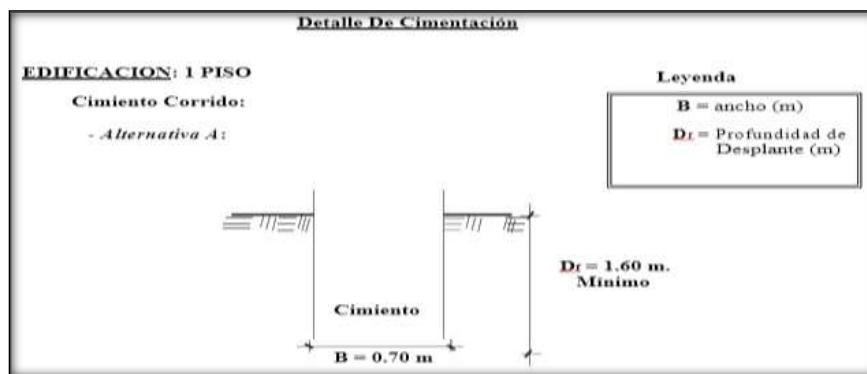


Figura N° 63: Detalle de Cimentación (Estudio de Suelos)

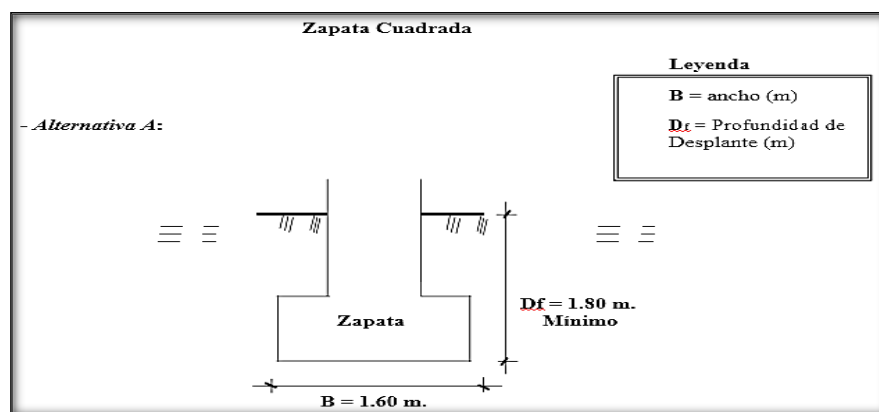


Figura N° 64: Detalle de Zapata (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

7.14 Calicata C-4

De 0.0- 0.20 m. Superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. De 0.20 – 2.70 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta. Se nota la presencia de piedras a medida que nos vamos profundizando. No se presenta el Nivel Freático (NAF) a la profundidad explorada.

- **Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 65: Cuadro de Cimentaciones (Estudio de Suelos)

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación Cuadrada.

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

- **Densidad Relativa (Dr)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profundidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.

Según Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = s_c * C * N_c + 0.50 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 66: Formula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 * s_c * C * N_c + 0.40 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 67: Formula (Terzaghi y Peck)

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm².

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm².

F.S. : = Factor de Seguridad = 3

s := Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

D_f . : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N, N_q : = Parámetros que son función de s_c, s, s_q : = Factores de Forma.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

C : = Cohesión en kg/cm².

a) Cimiento Corrido

C = 0.00 Kg/cm ² = 24.00 ° F.S. = 3.00		
Df = 1.60 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 0.70 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 68: Cimiento Corridos (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.805 \text{ kg/cm}^2$$

b) Cimiento Cuadrado

C = 0.00 Kg/cm ² = 24.00 ° F.S. = 3.00		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.50 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 69: Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 5.154 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.718 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s B(1-u^2) I_f / E_s \quad (3)$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

q_s = Esfuerzo Neto Transmisible (kg/cm^2)

B=Ancho de Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm^2) u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes módulos de elasticidad $E=3000 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera ademas que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.60 \text{ m.}$)	
q_s	1.465 kg/cm^2
B	70 cm.
E_s	300 kg/cm^2
I_f	1.97 (Flexible)
I_f	1.83 (rigido)
u	0.25

Figura N° 70: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Se obtiene:

Cimentación flexible: $S = 0.631 \text{ cm.}$

Cimentación rígida: $S = 0.586 \text{ cm.}$

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.80 \text{ m.}$)	
$q_s = 1.718 \text{ kg/cm}^2$	
$B = 150 \text{ cm.}$	
$E_s = 300 \text{ kg/cm}^2$	
$I_f = 1.97 \text{ (Flexible)}$	
$I_f = 1.83 \text{ (rígido)}$	
$u = 0.25$	

Figura N° 71: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: $S = 1.587 \text{ cm.}$

Cimentación rígida : $S = 1.474 \text{ cm.}$

- Agresión Al Suelo De Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el Tipo MS.

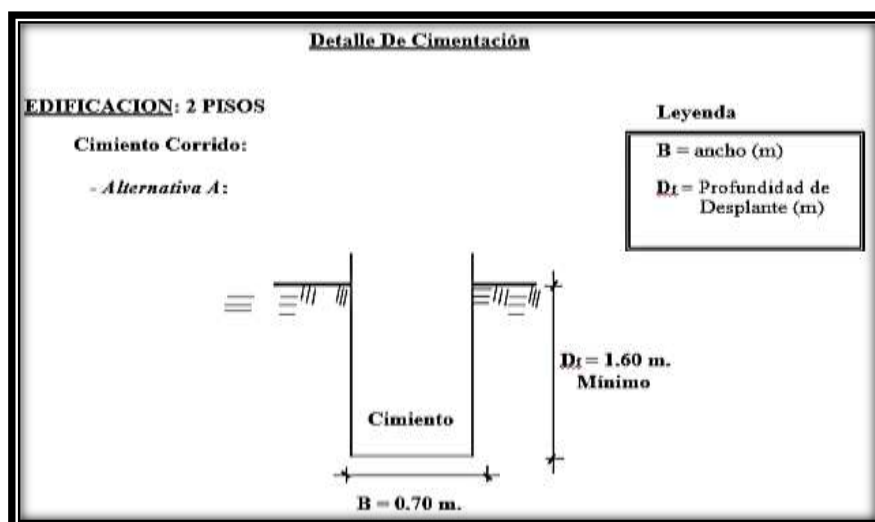


Figura N° 72: Detalle De Cimentación (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

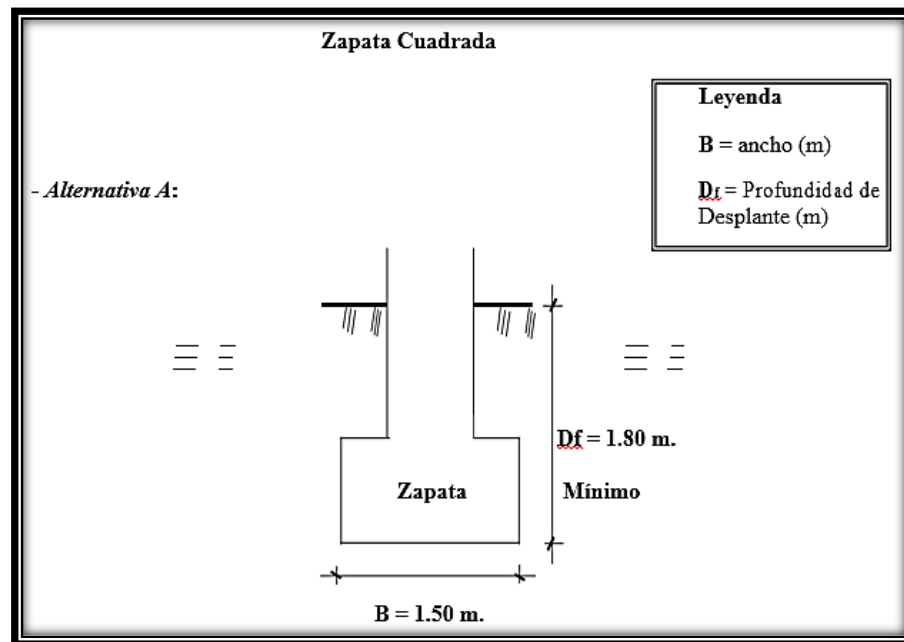


Figura N° 73: Detalle De Zapatas (Estudio de Suelos)

7.15 Calicata C-5

De 0.0- 0.20 m. Superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. De 0.20 – 2.50 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta. Se nota la presencia de piedras a medida que nos vamos profundizando. No se presenta el Nivel Freático (NAF) a la profundidad explorada.

- Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 74: Detalle De Cimentaciones (Estudio de Suelos)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación Cuadrada.

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

- **Densidad Relativa (D_r)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profundidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.

Según Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = s_c \cdot C \cdot N_c + 0.50 \cdot s \cdot B \cdot N + s_q \cdot D_f \cdot N_q \quad (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 75: Formula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 \cdot s_c \cdot C \cdot N_c + 0.40 \cdot s \cdot B \cdot N + s_q \cdot D_f \cdot N_q \quad (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 76: Formula (Terzaghi y Peck)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm^2 .

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm^2 .

F.S.: = Factor de Seguridad = 3

γ : = Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

D_f : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N_s, N_q : = Parámetros que son función de s_c, s_s, s_q : = Factores de Forma.

C : = Cohesión en kg/cm^2 .

a) Cimiento Corrido

$C = 0.00 \text{ Kg/cm}^2 = 24.00^\circ \text{ F.S.} = 2.90$		
$D_f = 1.80 \text{ m.}$	$N_c = 19.32$	$s_c = 1.50$
$B = 1.60 \text{ m.}$	$N_s = 9.44$	$s_s = 0.60$
	$N_q = 9.60$	$s_q = 1.45$

Figura N° 77: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$

$q_{ad} = 1.465 \text{ kg/cm}^2$

a) Cimiento Cuadrado

$C = 0.00 \text{ Kg/cm}^2 = 24.00^\circ \text{ F.S.} = 3.00$		
$D_f = 1.80 \text{ m.}$	$N_c = 19.32$	$s_c = 1.50$
$B = 1.60 \text{ m.}$	$N_s = 9.44$	$s_s = 0.60$
	$N_q = 9.60$	$s_q = 1.45$

Figura N° 78: Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

De (1) se tiene:

$$q_{ul}=5.154\text{kg/cm}^2$$

$$q_{ad}= 1.820\text{kg/c}^2$$

- **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y los asentamientos diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los. que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s B(1-u^2) I_f / E_s \quad (3)$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

q_s = Esfuerzo Neto Transmisibile

(kg/cm²) B = Ancho de

Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm²)

u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación. Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

módulos de elasticidad $E=3000 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.80 \text{ m.}$)	
$q_s = 1.465 \text{ kg/cm}^2$	
$B = 70 \text{ cm.}$	
$E_s = 300 \text{ kg/cm}^2$	
$I_f = 1.97 \text{ (Flexible)}$	
$I_f = 1.83 \text{ (rígido)}$	
$u = 0.25$	

Figura N° 79: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: **$S = 0.631 \text{ cm.}$**

Cimentación rígida: **$S = 0.586 \text{ cm.}$**

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.60 \text{ m.}$)	
$q_s = 1.465 \text{ kg/cm}^2$	
$B = 180 \text{ cm.}$	
$E_s = 300 \text{ kg/cm}^2$	
$I_f = 1.97 \text{ (Flexible)}$	
$I_f = 1.83 \text{ (rígido)}$	
$u = 0.25$	

Figura N° 80: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: **$S = 1.587 \text{ cm.}$**

Cimentación rígida: **$S = 1.474 \text{ cm.}$**

- Agresión Al Suelo De Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el Tipo MS.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

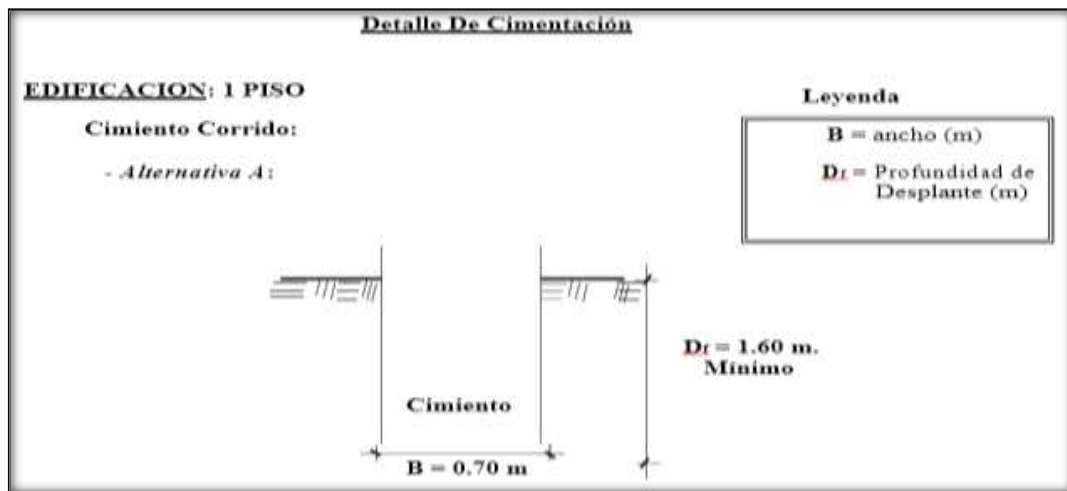


Figura N° 81: Detalle De Cimentación (Estudio de Suelos)

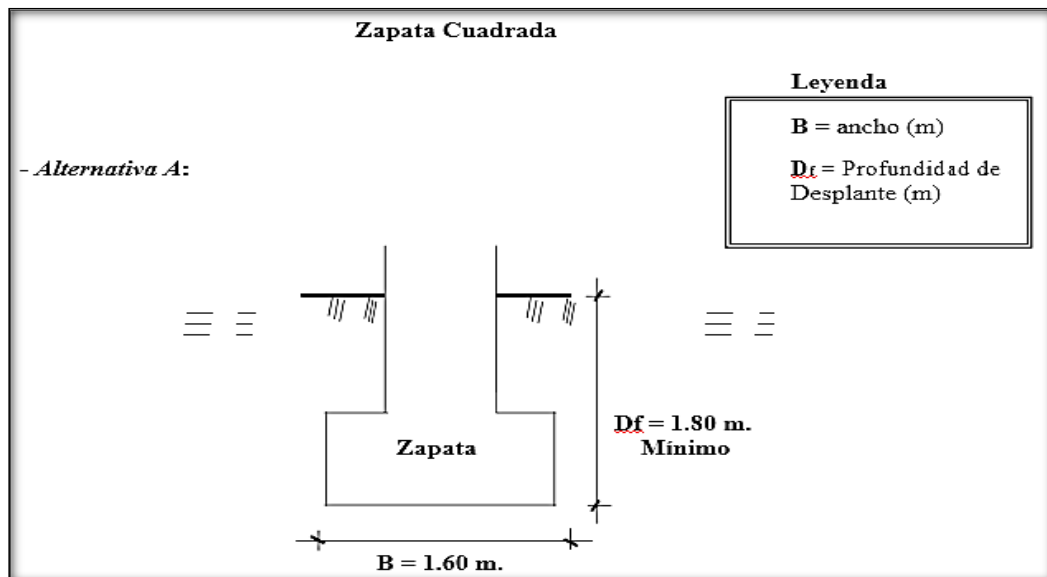


Figura N° 82: Detalle De Zapatas (Estudio de Suelos)

7.16 Calicata C-6

De 0.0 - 0.20 m. Superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. De 0.20 - 2.60 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta. Se nota la presencia de piedras a medida que nos vamos profundizando.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

- **Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 83: Cuadro de Cimentaciones (Estudio de Suelos)

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación Cuadrada.

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

- **Densidad Relativa (Dr)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profundidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Segun Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = sc \cdot C \cdot N_c + 0.50 \cdot s \cdot B \cdot N + sq \cdot D_f \cdot N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 84: Formula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 \cdot sc \cdot C \cdot N_c + 0.40 \cdot s \cdot B \cdot N + sq \cdot D_f \cdot N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 85: Formula (Terzaghi y Peck)

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm².

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm².

F.S. : = Factor de Seguridad = 3

s := Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

D_f : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N, N_q : = Parámetros que son función de sc, s, sq : = Factores de Forma.

C : = Cohesión en kg/cm².

a) Cimiento Corrido

$C = 0.00 \text{ Kg/cm}^2 = 24.00^\circ \text{ F.S.} = 2.80$		
$D_f = 1.80 \text{ m.}$	$N_c = 19.32$	$sc = 1.50$
$B = 1.50 \text{ m.}$	$N = 9.44$	$st = 0.60$
	$N_q = 9.60$	$sq = 1.45$

Figura N° 86: Cimiento Corridos (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.205 \text{ kg/cm}$$

b) Cimiento Cuadrado

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 2.80		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.60 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 87: Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 5.154 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.718 \text{ kg/cm}^2$$

• **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales. El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elastico inicial será:

$$S = q_s B(1-u_2) I_f / E_s \quad (3)$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

q_s = Esfuerzo Neto Transmisible (kg/cm^2)

B = Ancho de Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm^2)

u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación. Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes módulos de elasticidad $E=3000 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.70 \text{ m.}$)	
$q_s = 1.718 \text{ kg/cm}^2$	
$B = 150 \text{ cm.}$	
$E_s = 300 \text{ kg/cm}^2$	
$I_f = 1.97 \text{ (Flexible)}$	
$I_f = 1.83 \text{ (rígido)}$	
$u = 0.25$	

Figura N° 88: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: **$S = 0.631 \text{ cm.}$**

Cimentación rígida: **$S = 0.586 \text{ cm.}$**

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.80 \text{ m.}$)	
$q_s = 1.718 \text{ kg/cm}^2$	
$B = 150 \text{ cm.}$	
$E_s = 300 \text{ kg/cm}^2$	
$I_f = 1.97 \text{ (Flexible)}$	
$I_f = 1.83 \text{ (rígido)}$	
$u = 0.25$	

Figura N° 89: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Se obtiene:

Cimentación flexible: $S = 1.587 \text{ cm.}$

Cimentación rígida: $S = 1.474 \text{ cm.}$

- **Agresión Al Suelo De Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el Tipo MS.

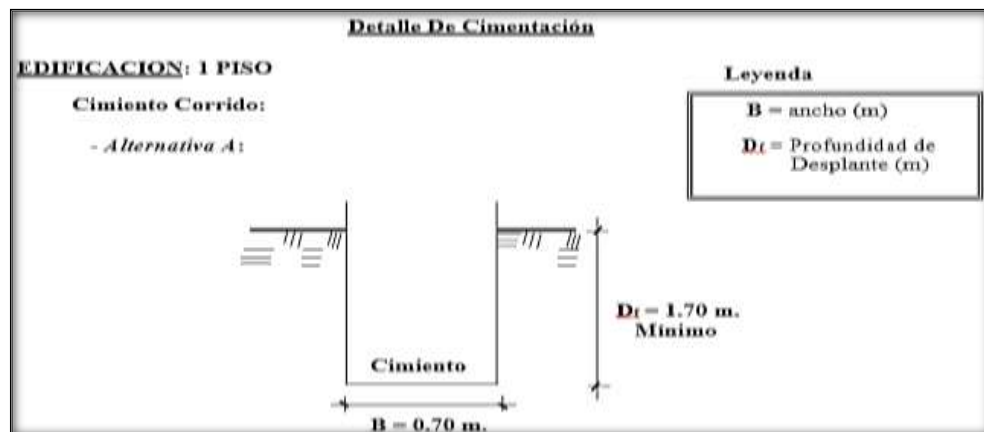


Figura N° 90: Detalle De Cimentación (Estudio de Suelos)

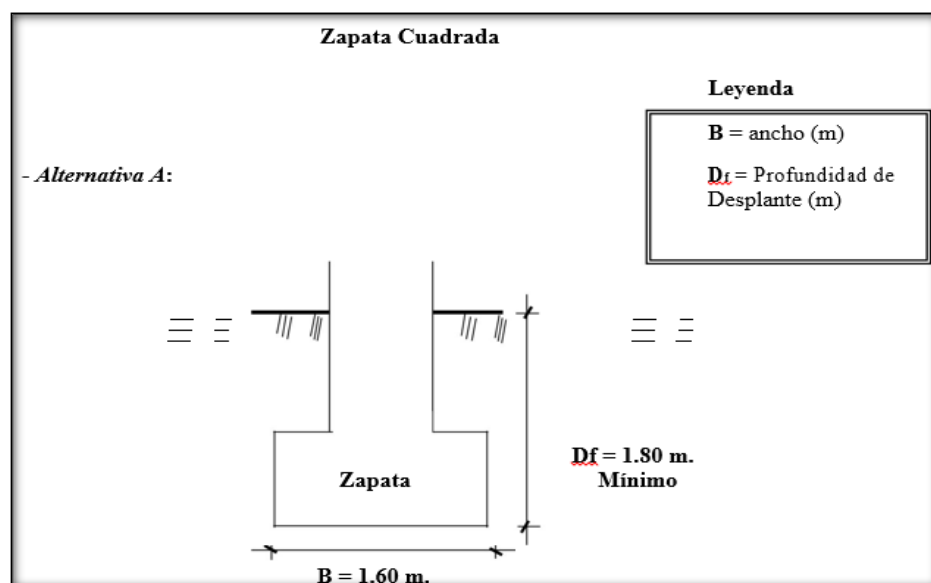


Figura N° 91: Detalle De Zapata (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

7.17 Calicata C-7

De 0.0 - 0.20 m. Superficialmente se presenta una capa conformada por material de suelo orgánico con basura en estado suelto. De 0.20 – 2.40 m. Luego se da paso a la presencia de material conformado por grava bien graduada (GW), de regular humedad, baja plasticidad y de compacidad media a compacta. Se nota la presencia de piedras a medida que nos vamos profundizand.

- **Profundidad de la Cimentación**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura, se recomienda cimentar en la grava bien graduada GW, de estado de compacidad media a compacta, a una profundidad de cimentación mínima de:

Cimentación	B (m)	Df (m)
Cimiento Corrido	0.7	1.6
Cimiento Cuadrado	1.5	1.8

Figura N° 92: Detalle De Cimentaciones (Estudio de Suelos)

- **Tipo de Cimentación**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas de la edificación a construir, se recomienda utilizar una cimentación superficial, tal como Cimentación Corrida y Cimentación Cuadrada.

- **Cálculo de la Capacidad Portante Admisible**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

- **Densidad Relativa (Dr)**

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas a diferentes profanidades obtenemos los siguientes valores de densidad relativas de los suelos de cimentación.

Segun Terzaghi y Peck:

- **Cimiento Corrido**

FORMULA
$q_{ul} = s_c * C * N_c + 0.50 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 93: Formula (Terzaghi y Peck)

- **Cimiento Cuadrado**

FORMULA
$q_{ul} = 1.3 * s_c * C * N_c + 0.40 * s * B * N + s_q * D_f * N_q (1) \quad q_{ad} = q_{ul} / F.S.$

Figura N° 94: Formula (Terzaghi y Peck)

Donde:

q_{ul} : = Capacidad Ultima de Carga en kg/cm².

q_{ad} : = Capacidad Portante Admisible en kg/cm².

F.S. : = Factor de Seguridad = 3

γ := Peso Específico Total.

B : = Ancho de la Zapata o Cimiento Corrido en m.

Df. : = Profundidad de la cimentación.

N_c, N, N_q = Parámetros que son función de s_c, s, s_q = Factores de Forma.

C : = Cohesión en kg/cm².



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

a) Cimiento Corrido

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 2.90		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.60 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 95: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 4.395 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.465 \text{ kg/cm}^2$$

b) Cimiento Cuadrado

C = 0.00 Kg/cm² = 24.00 ° F.S. = 3.00		
Df = 1.80 m.	Nc = 19.32	sc = 1.50
B = 1.60 m.	N = 9.44	st = 0.60
	Nq = 9.60	sq = 1.45

Figura N° 96: Cimiento Cuadrado (Estudio de Suelos)

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 5.154 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 1.718 \text{ kg/cm}^2$$

- **Cálculo de Asentamientos**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y los asentamientos diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los. Que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = q_s B(1-u^2) I_f / E_s \quad (3)$$

donde:

S = Asentamiento (cm)

q_s = Esfuerzo Neto Transmisible

(kg/cm²) B = Ancho de

Cimentación (cm)

E_s = Módulo de Elasticidad (kg/cm²)

u = Relación de Poisson

I_f = Factor de Influencia que depende de la Forma y la Rigidez de la Cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación. Para este tipo de suelo de arenas y gravas, donde ira desplantada la cimentación es conveniente considerar los siguientes módulos de elasticidad $E=3000$ kg/cm² y un coeficiente de Poisson de $u=0.25$. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.80$ m.)
$q_s = 1.465$ kg/cm²
B = 70 cm.
$E_s = 300$ kg/cm²
$I_f = 1.97$ (Flexible)
$I_f = 1.83$ (rigido)
u = 0.25

Figura N° 97: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Se obtiene:

Cimentación flexible: $S = 0.631 \text{ cm}$.

Cimentación rígida: $S = 0.586 \text{ cm}$.

CIMIENTO CORRIDO ($D_f = 1.60 \text{ m.}$)	
$q_s = 1.465 \text{ kg/cm}^2$	
$B = 180 \text{ cm.}$	
$E_s = 300 \text{ kg/cm}^2$	
$I_f = 1.97 \text{ (Flexible)}$	
$I_f = 1.83 \text{ (rígido)}$	
$u = 0.25$	

Figura N° 98: Cimiento Corrido (Estudio de Suelos)

Se obtiene:

Cimentación flexible: $S = 1.587 \text{ cm}$.

Cimentación rígida: $S = 1.474 \text{ cm}$.

- **Agresión Al Suelo De Cimentación**

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el Tipo MS.

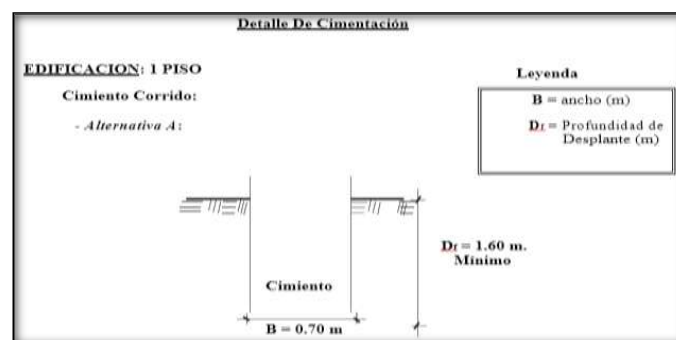


Figura N° 99: Detalle De Cimentación (Estudio de Suelos)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

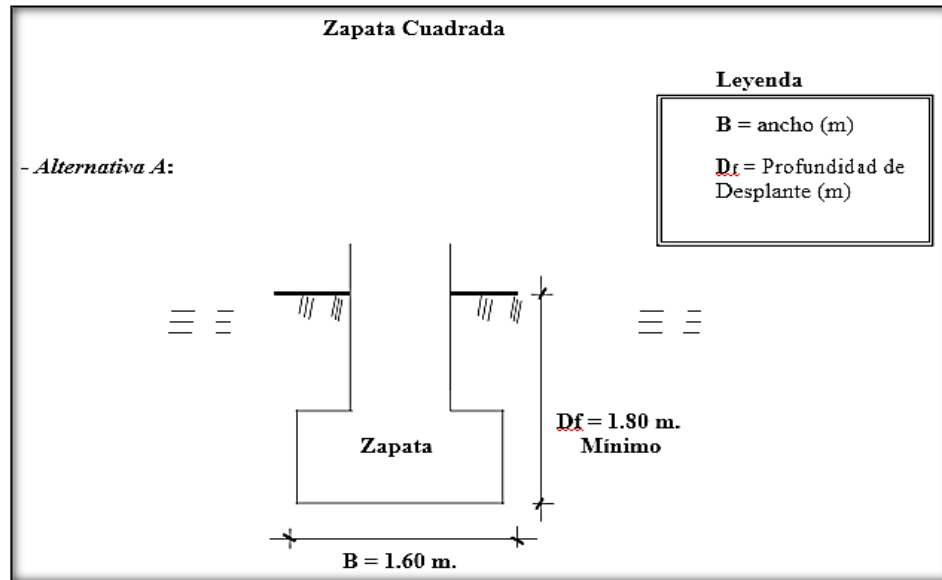


Figura N° 100: Detalle De Zapatas (Estudio de Suelos)

7.18 Microzonificación Geotécnica

El Diseño estructural y de cimentación debe considerar el Mapa geotécnico, porque allí se define el comportamiento del suelo, que va estar en contacto con la estructura a construir. Van a afectar el diseño de cimentaciones: el tipo de suelo (cohesivo, granular con finos, de alta o baja plasticidad), la variación de estratos, la consistencia (media, blanda, dura), las propiedades físicas y mecánicas (cohesión, ángulo, de fricción interna, índice de compresión), la ubicación del nivel freático, la profundidad de cimentación, la capacidad portante por resistencia, la capacidad portante por asentamiento, el esfuerzo neto, los asentamientos diferenciales y totales, los agentes agresivos y ataque químico de suelos y aguas subterráneas (sales, cloruros, sulfatos), la expansibilidad y fuerza expansiva del suelo, la estabilidad del talud de la excavación, las especificaciones del Reglamento nacional de edificaciones, etc. Solo si conocemos esto procedemos a diseñar la cimentación, en caso contrario el diseñador se convierte en un peligro público. “No hay gloria en las cimentaciones”, dijo el Dr. Terzaghi, pero si repudio para el ingeniero si falla una edificación.

Las etapas cuyo suelo fueron analizados son los siguientes:



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

ETAPAS DE LA RINCONADA	
1	ETAPA 1
2	ETAPA 2
3	ETAPA 3
4	ETAPA 4
5	ETAPA 5

Tabla N° 7: Etapas Analizados – Urb. La rinconada.

A continuación, se presentan el resumen de la capacidad portante del suelo de los sectores analizados:

Calicata	Zonas	Capacidad Portante	NAF
C-1	ETAPA 1	1.458 kg/cm ²	NO SE ENCONTRARON CAPAS FREATICAS
c-2	ETAPA 2	1.718 kg/cm ²	
C-3	ETAPA 2	1.798 kg/cm ²	
C-4	ETAPA 3	1.805 kg/cm ²	
C-5	ETAPA 3	1.820 kg/cm ²	
C-6	ETAPA 4	1.205 kg/cm ²	
C-7	ETAPA 5	1.208 kg/cm ²	

Tabla N° 8: Capacidad Portante de Etapas (Fuente: Los Autores)

En lo que respecta a la capa freática (NAF) a 3 mts de excavación no se encontraron rastros de humedecimiento. Por lo que el suelo es adecuado para construcciones profundas como potenciales edificaciones con sótano. Esto lo



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

confirma el Instituto de Investigación en Desastres y Medio Ambiente **IIDMA**, que establece que en esta zona el nivel de la capa freática comprende entre los 55 – 65 mts de profundidad.

ZONA	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m)
Distritos La Esperanza y Florencia de Mora	55 a 65 m
Distrito El Porvenir	30 a 50 m
Central Antigua	25 a 35 m
Urb. Residenciales al Norte del Centro Cívico	30 a 40 m
Urb. Residenciales al Sur del Centro Cívico	15 a 25 m
Distrito de Víctor Larco	0,5 a 3 m
Balneario de Buenos Aires	0,26 a 0,47 m

Tabla N° 9: Profundidad NAF (Fuente: IIDMA)

A continuación, se presentan algunas características del suelo encontrado:

DATOS DE ESTUDIO DE SUELOS	
COEFICIENTE DE POISSON	0.25
MODULO DE ELASTICIDAD	300 Kg/cm²
GRAVEDAD ESPECIFICA	2.69 gr/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.97%
PESO UNIT. HUMEDAD	48.20 - 53.20 %
PESO SUMERGIDO	128.00 gr

Tabla N° 10: Datos de EMS (Fuente: Los Autores)



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO VIII

PELIGRO SÍSMICO:

VIVIENDAS DE

ALBAÑILERÍA



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

8.1 Alcances de la Ficha de Reporte de Viviendas

Las fichas de reporte fueron elaboradas en el software Microsoft Office Excel. En las cuales se simplifica, completa y ordenadamente la información estructural, arquitectónica y constructiva, recopilada de cada vivienda de albañilería encuestada. Las fichas incluyen el análisis y cálculo de la vulnerabilidad, riesgo y peligro sísmico de cada vivienda. Las fichas de reporte están conformadas por 3 páginas.

La primera incluye los antecedentes, aspectos técnicos, deficiencias constructivas. La segunda página se hace los cálculos para el análisis sísmico. El cual se contempla la adecuada densidad de muros mínima requerida en la vivienda en cada dirección considerando la calidad de la mano de obra y de los materiales. La vulnerabilidad sísmica está en función a la vulnerabilidad estructural y a la vulnerabilidad no estructural. En la tercera página se incluye los planos de planta y elevación de la vivienda. En la misma página se muestra fotos de los problemas más resaltantes de la vivienda. Las ecuaciones representadas en el presente capítulo fueron propuestas por Laucata y Mosqueira.

8.2 Descripción detallada de ficha de reporte

A continuación, se describirá de una forma más detallada el contenido de las fichas de reporte:

8.2.1 Antecedentes

Se sintetiza los datos de la encuesta, como la ubicación de las viviendas, el tipo de asesoría que recibió durante las etapas de diseño y de construcción de la vivienda. Además, el número de pisos existentes y los proyectados a futuro, la duración de la construcción y la secuencia constructiva. La topografía y geología del terreno de la vivienda, donde se detalla la pendiente y el tipo de suelo sobre el cual está la vivienda. El estado de la vivienda es



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

una descripción general de cómo se encuentra la vivienda actualmente, los principales defectos y en qué etapa de la construcción se encuentra la vivienda.

A continuación, en la Fig. 6.1 se presenta los Antecedentes de la Ficha de Reporte de una vivienda en la Urb. La Rinconada.

**VULNERABILIDAD SISMICA-GEOTECNICA
EN LA URB. LA RINCONADA
FICHA DE ESCUESTA**

Vivienda N°:4....

Antecedentes :

Dirección: Los Cedros MZ-A LT 8 ETAPA II

Dirección técnica de diseño: no

Dirección técnica en la construcción: Dinero propio, maestro de obra.

Pisos contruidos : 2 **Pisos proyectados:** 3 **Antigüedad de la vivienda:** 9 años

Topografía y Geología: grava bien graduada.

Estado de la vivienda: La vivienda es de muros de adobe y albañilería

Los muros portantes son mayormente de material de adobe. Se observa degradación de los fierros expuestos a la intemperie.

Secuencia de la construcción de la vivienda: Sala- Dormitorio – Baño.

Figura N° 101: Ficha de Reporte - Antecedentes

8.2.2 Aspectos Técnicos

a. Elementos de la Vivienda

En esta sección se detalla los tipos de materiales utilizados en la construcción y las dimensiones de los elementos estructurales de las viviendas tales como: cimientos, muros, techos, columnas y vigas.

b. Deficiencias en la estructura



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

En esta sección se describe los problemas más comunes que se observan en las viviendas. Estos problemas están relacionadas a la ubicación de las viviendas, problemas constructivos y estructurales, calidad de mano de obra y algún otro que pueda afectar la vulnerabilidad de la vivienda. A continuación, en la Fig. 6.2 se presenta los Aspectos Técnicos de la Ficha de Reporte N°5 de La Rinconada.

Datos Técnicos:	
Elementos de la vivienda	
Elemento	Características
Cimientos	Cimiento corrido de 0.40 mt de ancho y 1.00 mt de profundidad, Zapatas 0.80 x0.80 a 1.20 mt de profundidad sobre suelo de grava.
Muros	Ladrillo macizo de arcilla y adobe artesanal, 9x13x23, juntas de 2.5 cm en el primer piso.
Techos	1er piso losa aligerada con altura de 20 cm con ladrillos de concreto y arcilla. 2do piso de fibrocemento
Columnas	En el 1er Piso 15 de 0.25x0.25 mt
Vigas	Longitudinales chata 0.25x0.20 mt.
Deficiencias en la estructura:	
Problemas de Ubicación	Problemas Constructivos
	Ladrillos artesanales
	Ladrillos de adobe
	Juntas muy espaciadas
	Ladrillos de adobe y de arcilla combinados
Problemas Estructurales	Mano de Obra
Insuficiencia junta sismica	Regular
Tabiquería no arriostrada	Otros
	Armaduras expuestas y corroídas
	Muros Agrietados

Figura N° 102: Ficha de Reporte – Datos Técnicos

1.1. Análisis Sísmico

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

El análisis por sismo, de las viviendas de albañilería, se basó principalmente en la comparación de la densidad de muros. Entre la densidad existente (A_e), con la densidad mínima requerida (A_r) de muros para que las viviendas soporten adecuadamente el cortante sísmico generado por los sismos severos (0,4g). La verificación de la densidad se realiza en los muros del primer piso de la vivienda por soportar mayor carga sísmica. Para determinar el área mínima de muros en la ecuación (7.1), que debe tener cada vivienda en su primer piso. Se ha supuesto que el esfuerzo cortante actuante debe ser menor que el esfuerzo de corte resistente de los muros.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

$$\frac{VE}{Ar} \leq \frac{VR}{Ae}$$

6.1

VE = Fuerza cortante actuante (KN) de los muros en un nivel

R = Fuerza de corte resistente (KN) de los muros en un nivel

Ar = Área (m²) requerida de muros

Ae = Área (m²) existente de muros confinados

La fuerza cortante en la base VE se expresa como (NTE E.030 2016)

$$VE = \frac{ZUSC}{R} P$$

7.2

Z = Factor de zona	4	=	0.45
U = Factor de uso que para viviendas		=	1.00
S = Factor de suelo			
Suelo duro (S0)		=	0.80
Suelo muy rígido (S1)		=	1.00
Suelos intermedios (S2)		=	1.05
Suelos Blandos (S3)		=	1.10
C = Factor de amplificación sísmica			
R = Factor de reducción		=	3.00
P = = Peso de la estructura (kN)			

El peso de la estructura se detalla en la siguiente expresión:

$$P = A_{tt} * \gamma$$

7.3

Att = Suma de las áreas techada (m²) de todos los pisos de la vivienda.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

$\gamma' = 8 \text{ kN/m}^2$ VR, se expresa como: (art.26.3 NTE E.070)

$$VR = 0.5 * v'm * \alpha * t * l \quad 7.4$$

L

a Donde:

$$\frac{VE}{Ar} \approx \frac{VR}{Ae} \quad 7.5$$

n

d $v'm$ = Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería.

i $V'm$ = Para ladrillo de fabricación artesanal 510 kPa (Tabla 9 NTEE.070)

c α = Factor de reducción por esbeltez, varía entre $1/3 \leq \alpha \leq 1$

i t = Espesor (m) del muro en análisis

ó l = Longitud (m) del muro en análisis

n P_g = Carga gravitacional (kN) de servicio con sobrecarga reducida.

más desfavorable para las viviendas es que ambos términos de la ecuación (6.1) sean equivalentes.

Despejando de la ecuación (7.5) el término Ar , se puede calcular el área mínima requerida para cada vivienda de albañilería.

La expresión VR, se ha simplificado, asumiendo que la carga 0,23. $P_g = 0$ por ser pequeña para vivienda de dos pisos y la esbeltez puede considerarse con el valor de 1. (Justificación tesis de Mosqueira y Tarque 2005).

La ecuación (7.4) queda reducida a:

$$VR \quad 7.6$$



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Reemplazando las ecuaciones (7.2), (7.3) y (7.6) en la ecuación (7.5) se tiene:

$$\frac{ZUCS}{R * Ar} * A_{tt} * y \approx \frac{0.5 * v'm * t * l}{Ae} \quad 7.7$$

Reemplazando valores y reordenando la ecuación (6.7) se tiene:

$$Ar \approx \frac{Z * S * A_{tt} * y}{Ae} \quad 7.8$$

Donde:

Ar expresado en m²

La ecuación (7.8) determina el área mínima de muros en cada dirección que deben tener el primer piso de las viviendas, para asegurar un adecuado comportamiento sísmico.

Si se quiere saber el área mínima de muros para otros niveles, hay que cambiar el área techada (Att) por la suma del área techada del nivel en estudio y de las áreas techadas por encima del nivel en estudio. Por ejemplo, para conocer el área mínima de muros del 2do nivel de una vivienda de 3 pisos, hay que sumar el área techada del 2do y 3er nivel.

De acuerdo con la teoría del diseño a rotura de viviendas de albañilería se tiene que asegurar que la suma a resistencia a corte de todos los muros (en una dirección) sea mayor que el cortante sísmico impuesto

Es posible establecer una relación de Ae/Ar para decidir si las viviendas de albañilería tienen o no adecuada densidad de muros. Con Ar calculada con la ecuación (7.8) y Ae de las fichas de encuesta, se determina la relación Ae/Ar. Para hallar el área mínima requerida para no hacer cálculos se ha utilizado la relación desfavorable (7.5) volviendo a despejar sólo que se asume en el



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

cálculo de VR la segunda expresión $0.23P_g$ donde se considera que exista mayor carga. Para ello se ocupó un muro de cabeza obteniéndose:

Finalmente se obtiene:

$$\frac{VR}{Ar} \approx 315Pa \quad \text{Valdiviezo 2005}$$
$$Ar \approx \frac{Z * S * A_{tt} * y}{380} \quad 7.9$$

Quedando el rango donde no se necesitan hacer cálculos:

$$\frac{Z * S * A_{tt} * y}{380} < Ar < \frac{Z * S * A_{tt} * y}{300} \quad 7.10$$

Si la expresión definimos un valor:

$$K = Z * S * A_{tt} * y$$

y la expresión (7.10) la dividimos entre $K/300$, obtenemos:

$$0.8 < Ar \left(\frac{K}{300} \right) < 1 \quad 7.11$$

Esta relación califica preliminarmente, si la densidad de muros, es adecuada para soportar sismos severos, a través de los siguientes rangos de valores.

Si $A_e/Ar \leq 0.80$ entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.

Si $A_e/Ar \geq 1$ entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.

Si $0.80 < A_e/Ar < 1$ entonces se requiere calcular con mayor detalle las sumas de fuerzas resistentes de la vivienda ($\sum VR$) y la fuerza cortante basal VE.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

b. Factores influyentes en el riesgo sísmico

En esta parte de las fichas de reporte se realiza el cálculo del riesgo sísmico para cada una de las viviendas encuestadas. El riesgo sísmico depende de dos factores: la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico **(Kuroiwa 2002)**.

$$\text{Riesgo sísmico} = \text{Vulnerabilidad sísmica} \times \text{Peligro sísmico}$$

Figura N° 103: Ecuación de riesgo sísmico

1.2. Vulnerabilidad Sísmica

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas se ha analizado la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural **(Kuroiwa 2002)**.

La vulnerabilidad estructural se estima en función de los siguientes parámetros: la densidad de muros, la calidad de mano de obra y la calidad de materiales. A cada uno de los parámetros se les asigna un valor numérico (Tabla 7.1). Por ejemplo, si la vivienda tiene densidad de muros adecuada, entonces se le asigna el valor de 1.

Vulnerabilidad			
Estructural			
Densidad (60%)		Mano de Obra y Materiales (40%)	
Adecuada	1	Buena Calidad	1
Aceptada	2	Regular Calidad	2
Inadeuada	3	Mala Calidad	3

Tabla N° 11: Parámetros para evaluar la Vulnerabilidad sísmica

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación 7.5 para calificar numéricamente la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Se ha considerado un 60% de participación de la densidad de muros porque la densidad es calculada en las fichas de reporte para cada vivienda. Para la calidad de mano de obra y la calidad de materiales se ha considerado un 40%.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 0.6 \times \text{Densidad de Muros} + 0.4 \times \text{Mano de Obra}$$

Figura N° 104: Ecuación de Vulnerabilidad Sísmica

En la Tabla 7.2 se pueden ver los rangos numéricos para vulnerabilidad sísmica baja, media y alta.

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

Tabla N° 12: Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Según Mosqueira, los rangos mostrados en la tabla 7.2 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros (Tabla 7.3) que califican la vulnerabilidad sísmica.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Vulnerabilidad Sísmica	ESTRUCTURAL						Valor Numérico
	Densidad de Muros (60%)			Calidad Mano de Obra y Materiales (40%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	
BAJA	X			X			1.0
	X			X			1.1
	X			X			1.2
	X				X		1.3
	X				X		1.4
MEDIA	X				X		1.5
	X					X	1.6
	X					X	1.7
	X					X	1.8
		X		X			1.6
		X		X			1.7
		X		X			1.8
		X			X		1.9
		X			X		2.0
		X			X		2.1
ALTA		X				X	2.2
		X				X	2.3
		X				X	2.4
			X	X			2.2
			X	X			2.3
			X	X			2.4
			X		X		2.5
			X		X		2.6
			X		X		2.7
			X			X	2.8
			X			X	2.9
			X			X	3.0

Tabla N° 13: Combinación de los parámetros para la evaluación de vulnerabilidad sísmica

Por ejemplo, en la tabla 7.4 se muestra que la densidad de muros es adecuada (se le asigna el valor de 1), mano de obra de calidad mala (se asigna el valor de 3). De acuerdo a la ecuación 7.5 se tiene que $0.6 \times 1 + 0.4 \times 3 = 1.8$; esto significa que la vivienda tiene vulnerabilidad sísmica media.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Vulnerabilidad			
Supestructura (Estructural)			
Densidad		Mano de Obra y Materiales	
Adecuada	X	Buena Calidad	
Aceptable		Regular Calidad	
Inadecuada		Mala Calidad	X

Tabla N° 14: Ejemplo para evaluar la Vulnerabilidad Sísmica

1.3. Peligro Sísmico

El peligro sísmico se estima en función de los siguientes parámetros: sismicidad, tipo de suelo, topografía y pendiente de la zona donde está ubicada la vivienda. A cada uno de los parámetros se les asigna un valor numérico (Tabla 7.5). La sismicidad de la costa peruana es alta, entonces a todas las viviendas de la costa se le asigna 3 como valor de sismicidad.

Peligro					
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía Y Pendiente (10%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Tabla N° 15: Valores de los parámetros del Peligro Sísmico

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación de la figura 7.5 para calificar numéricamente el peligro sísmico de las viviendas.

S

$$\text{Peligro Sísmico} = 0.4 \times \text{Sismicidad} + 0.4 \times \text{Suelo} + 0.2 \times \text{Topografía y pendiente}$$

ha considerado 40% de participación tanto para la sismicidad como para el tipo de suelo, ya que estos parámetros se relacionan directamente con el cálculo de la fuerza sísmica V establecida en la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E-030 - 2016 (MTC 2003).



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Figura N° 105: Ecuación de Peligro Sísmico

En la tabla 7.6 se pueden ver los rangos numéricos de peligro sísmico bajo, medio y alto para cada valor de sismicidad.

Sismicidad	Peligro Sísmico	Rango
Alta	Bajo	1.8
	Medio	2 a 2.4
	Alto	2.6 a 3
Media	Bajo	1.4 a 1.6
	Medio	1.8 a 2.4
	Alto	2.6
Baja	Bajo	1 a 1.6
	Medio	1.8 a 2
	Alto	2.2

Tabla N° 16: Valores de los parámetros del Peligro Sísmico

Los rangos mostrados en la tabla 7.6 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros que califican el peligro sísmico (Tabla 7.7). En estas combinaciones se toma como eje principal la sismicidad de la zona donde está construida la vivienda.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Sismicidad (40%)	Suelos (40%)			Topografía (20%)			Peligro Sísmico	Valor Númerico
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Mediana	Pronunciada		
ALTA	X			X			Bajo	1.8
	X				X		Medio	2.0
	X					X		2.2
		X		X				2.2
		X			X			2.4
		X				X	Alto	2.6
			X	X				2.6
			X		X			2.8
			X			X		3.0
MEDIA	X			X			Bajo	1.4
	X				X			1.6
	X					X	Medio	1.8
		X		X				1.8
		X			X			2.0
		X				X		2.2
			X	X				2.2
			X		X			2.4
			X			X	Alta	2.6
BAJA	X			X			Bajo	1.0
	X				X			1.2
	X					X		1.4
		X		X				1.4
		X			X			1.6
		X				X	Medio	1.8
			X	X				1.8
			X		X			2.0
			X			X	Alto	2.2

**Tabla N° 17: Combinaciones de los parámetros para la evaluación de
peligro sísmico (Fuente: Mosqueira)**

Por ejemplo, en la Tabla 7.8 se muestra a una vivienda construida en una zona de sismicidad alta (se le asigna el valor de 3), el suelo es intermedio (se le asigna el valor de 2) y la topografía es plana (se le asigna el valor de 1). De acuerdo a la ecuación 4.20 se tiene $0.4 \times 3 + 0.4 \times 2 + 0.2 \times 1 = 2.2$. Luego como la vivienda está en una zona de sismicidad alta y el resultado es 2.2 la zona donde se ubica la vivienda tiene como resultado peligro sísmico medio.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Peligro					
Simicidad		Suelo		Topografía y Pendiente	
Baja		Rígido		Plana	X
Media		Intermedios	X	Media	
Alta	X	Flexibles		Pronunciada	

Tabla N° 18: Ejemplo para evaluar el Peligro Sísmico

1.4. Riesgo Sísmico

Luego de establecer las calificaciones de vulnerabilidad y peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tiene cada vivienda con la calificación del riesgo mostrado en la tabla 7.9. Por ejemplo, si la vivienda tiene vulnerabilidad sísmica alta y la zona donde está construida la vivienda tiene peligro sísmico medio, entonces la vivienda tiene riesgo sísmico alto.

Riesgo Sísmico			
Vulnerabilidad Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Tabla N° 19: Calificación de Riesgo Sísmico

1.5. Diagnóstico

En esta parte los evaluadores explican los posibles daños que las viviendas sufrirán de acuerdo al nivel de riesgo sísmico calculado. Según Mosqueira deducimos que:

El riesgo sísmico bajo significa que la vivienda no sufrirá daños ante eventos sísmicos. La vivienda tiene adecuada densidad de muros, buena calidad de



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

mano de obra y materiales adecuados, y se encuentra construida sobre un suelo estable.

El riesgo sísmico medio significa que la vivienda no tiene adecuada densidad en una de sus direcciones, pero se encuentra construida sobre un suelo estable. En este caso, se puede afirmar que la vivienda sufrirá algunos daños en sus muros.

El riesgo sísmico alto significa que la vivienda sufrirá daños importantes en sus muros. También, la vivienda podría presentar problemas de asentamiento por estar construida sobre un suelo muy flexible o con pendiente elevada. En este caso la vivienda debe ser reforzada y para ello se recomienda el asesoramiento técnico de profesionales en ingeniería civil.

1.6. Gráficos y Fotografías

Anteriormente se presentaron las fichas, las cuales contienen información de la vivienda encuestada. A continuación, se presentan los cálculos obtenidos de la densidad de muros, los planos en planta de las viviendas con sus respectivas dimensiones estructurales. Como también las vistas con sus elevaciones frontales, se verifica si las viviendas tienen las juntas sísmicas. Finalmente se presentan fotografías donde se resaltan los errores constructivos de las viviendas encuestadas.

Area	Area de muros		Ae/Ar	Densidad	Resultado
Piso 1	Existente:Ae	Requerida:Ar		Ae/Area Piso 1	
m ²	m ²	m ²	Adimensional	%	
Análisis en el sentido "X"					
140.5	2.43	1.77	1.37	1.73	Aceptable
Análisis en el sentido "Y"					
140.5	3.22	1.77	1.82	2.29	Adecuado

Tabla N° 20: Resultado de la Densidad de Muros



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

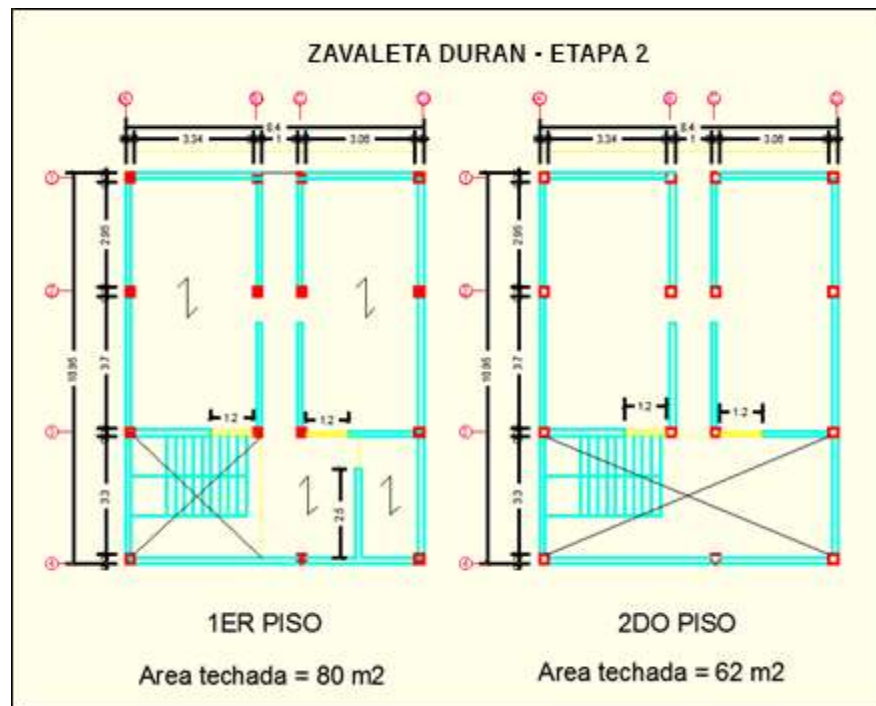


Figura N° 106: Planos en Planta de Vivienda

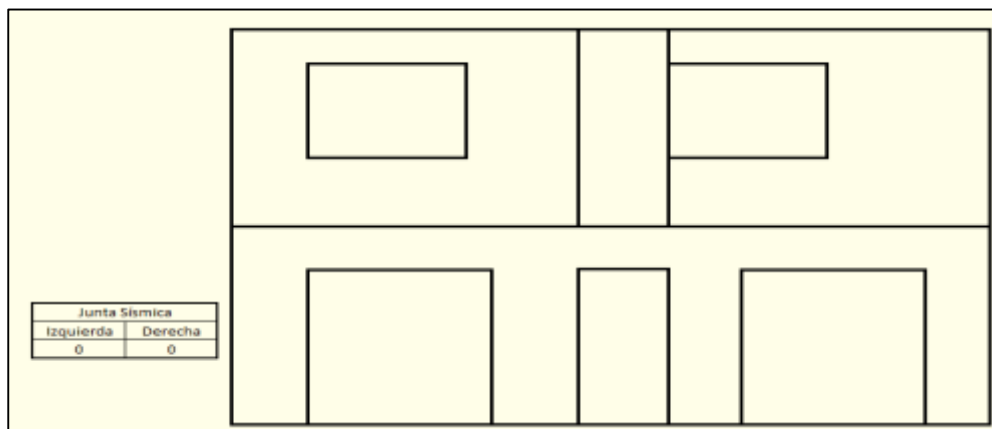


Figura N° 107: Vista Frontal y Junta Sísmica



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Familia Zavaleta Duran



Dirección
Etap 2, Los Cedros Mz 59-A Lt 2 urb.
La Rinconada



Piso inferior con ladrillo de adobe
y piso superior con ladrillo de concreto



Mal confinamiento entre muro y
columnas, mal alineamiento de
ladrillos y juntas.



Figura N° 108: Fotografías y errores constructivos de la vivienda



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

1.7. Resultados del Riesgo Sísmico en la Zona

Al evaluar las 30 viviendas, a la vez teniendo en cuenta los parámetros anteriores con respecto a su vulnerabilidad y Peligro Sísmico, se obtuvo que un 60% de viviendas tienen un riesgo sísmico alto; un 33% de viviendas un riesgo sísmico medio y un 7% viviendas tiene un peligro sísmico bajo.

Los factores más predominantes que afectaron a las viviendas con un nivel de riesgo sísmico alto fue por la poca densidad de muros que existen (A_e), y como también la mano de obra calificada y la calidad de los materiales empleados en la obra. A continuación, se muestra el gráfico del resultado final del riesgo sísmico en porcentajes de la evaluación de las viviendas de albañilería confinada:

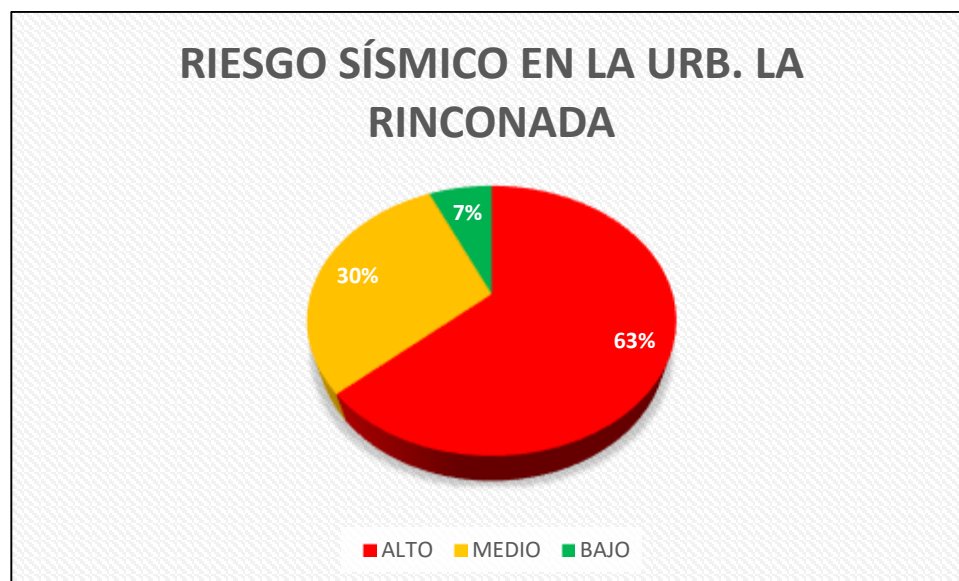


Figura 109: Resultados de Riesgo Sísmico



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

9.1 Conclusiones Parciales

- En la Urb. La Rinconada el material predominante es la albañilería con porcentaje de 74% y de 25% para material conformado de adobe y el 1% otros, las viviendas están mayormente conformadas por albañilería los Cedros, Pinos y por la Av. Camino real se encuentra material predominante de adobe, la mayoría se cuentan con título de propiedad.
- Como hemos observado la zona de la Urb. La Rinconada se encuentra en una zona altamente sísmica, con lo cual el 74% de albañilería no asegura un buen comportamiento sísmico, ya que la mano de obra y los materiales utilizados fueron mayormente de origen informal durante su ejecución.
- Se encontró que el riesgo sísmico analizado de las 30 viviendas, es de nivel alto, elevándose a un 63%, causado principalmente por la poca densidad de muros, tanto como en su dirección transversal y longitudinal (X, Y).
- Según los estudios de suelos realizados, en la Urb. La Rinconada tiene un buen suelo para la construcción, su capacidad portante alcanza de 1.2 Kg/cm² a 1.8 Kg/cm², y su nivel freático está a una profundidad de 55 a 65 mts. Y el tipo de suelo encontrado en la zona fue de Grava Rocoso (GW).
- A pesar de contar con un buen suelo en toda la zona, la superestructura no está construida debidamente según la normativa de edificaciones, por lo que no garantiza la seguridad e integridad del ocupante durante un evento sísmico.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

1.1. Conclusión General

- A pesar que la zona cuenta con un buen suelo en la Urb. La rinconada tiene un riesgo sísmico alto, debido a la vulnerabilidad Sísmica y según el mapa de Peligros existen zonas vulnerables a inundaciones y socavación debido al fenómeno del niño.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO X

RECOMENDACIONES



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

- Se debe realizar capacitaciones a los trabajadores que construyen viviendas como también a los propietarios para reducir la expansión de viviendas de construcciones informales.
- El resultado del análisis de las viviendas presentadas, son exclusivamente para edificaciones de albañilería confinada, se recomienda hacer un análisis para edificaciones netamente de concreto armado, guiados por la normativa vigente.
- Se ve la necesidad de un mejoramiento masivo de las viviendas para reducir la vulnerabilidad sísmica, más aún para viviendas de material predominante de adobe, para ello se debería proponer programas económicos con incentivos del estado, ya que es una zona en vía de crecimiento.
- Realizar un mapeo de las viviendas que se encuentran expuestas a riesgos producidos por la naturaleza como es el caso de las inundaciones causadas por el fenómeno del niño y hacer una reubicación inmediata de las familias.
- Se recomienda que la municipalidad incluya en su plan de desarrollo metropolitano, la reducción de vulnerabilidad sísmica de sus viviendas. Apoyando con la supervisión técnica de futuras construcciones en la zona.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO XI

BIBLIOGRAFIA



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS) (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. Sencico, Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS) (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismo Resistente. Sencico, Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS) (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.020 Cargas. Sencico, Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS) (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones. Sencico, Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (MVCS) (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado. Sencico, Lima, Perú.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNT) Y INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL(Indeci) (2012). Mapa de Peligros de la Ciudad de Trujillo y Zonas Aledañas, Trujillo, Perú.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNT) Y INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL(Indeci) (2012). Plan de Desarrollo Urbano Sencico, Trujillo, Perú.

Municipalidad Provincial de Trujillo (2012). Plan de Desarrollo Urbano Sencico, Trujillo, Perú

Kuroiwa, J. (2002). Reducción de Desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza, (1 ed.), Lima, Perú.



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**

Montoya, J. y Pinto, F. (2010). Cimentaciones. Mérida

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2016). Perú: Migración Interna Reciente y el Sistema de Ciudades, 2002-2007. Recuperado de <http://www.unfpa.org.pe/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2016). Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda: sistema de consulta de resultados censales. Recuperado de <http://www.desa.inei.gob.pe/>

Johan Edgar Laucata Luna (2013). Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de Las Viviendas Informales en la Ciudad de Trujillo. Biblioteca de Tesis de la Pontificia Universidad del Perú. Lima.

Cabello, M. C. (2000). Zonificación Geotécnica Preliminar de la Ciudad de Moquegua. Biblioteca de Tesis de la Universidad Privada de Moquegua, Moquegua.

Vizcarra, M. A. (1986) Microzonificación Sísmica de Moquegua Aplicada al Planeamiento Urbano para la Mitigación de Desastres Naturales Empleando el Método Simplificado. Biblioteca de Tesis de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Ruiz Vasquez M., Gonzales Huescas S. (2001). Geología Aplicada a la Ingeniería Civil. LIMUSA, México.



INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

CAPITULO XI

ANEXOS



**INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE
LBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO GEOTECNICO-SISMICO EN LA
URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.**