



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA
E TERRITÓRIO (ILATIT)**

ARQUITETURA E URBANISMO

**CARTILHA/MANUAL PARA VIVIENDAS ADAPTADAS A DESLIZAMIENTOS EN
LAS PERIFERIAS DE LA PAZ/BOLIVIA.**

LUIS CARLOS CHURA ALVAREZ

Foz do Iguaçu
2024

**CARTILHA/MANUAL PARA VIVIENDAS ADAPTADAS A DESLIZAMIENTOS EN LAS
PERIFERIAS DE LA PAZ/BOLIVIA.**

LUIS CARLOS CHURA ALVAREZ

Trabajo de Conclusión de Curso presentado al Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio de la Universidad Federal de Integración Latino-Americana, como requisito parcial para la obtención del título de Bachiller en Arquitectura y Urbanismo.

Orientador: Prof. (Dr.) Arq. **GABRIEL RODRIGUES
DA CUNHA**

Foz do Iguaçu
2024

LUIS CARLOS CHURA ALVAREZ

**CARTILHA/MANUAL PARA VIVIENDAS ADAPTADAS A DESLIZAMIENTOS EN LAS
PERIFERIAS DE LA PAZ/BOLIVIA.**

Trabajo de Conclusión de Curso presentado al Instituto Latino-Americano de Tecnología, Infraestructura y Territorio de la Universidad Federal de Integración Latino-Americana, como requisito parcial para la obtención del título de Bachiller en Arquitectura y Urbanismo.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. (Dr.) Arq. GABRIEL RODRIGUES DA CUNHA
UNILA

Prof. (Dr.) Arq. TIAGO SOUZA BASTOS
(UNILA)

Prof. (Dr) Arq. IRMA MIRIAM CHUGAR ZUBIETA

Foz do Iguaçu, 22 de Febrero de 2024.

DEDICATORIA

A la memoria de mi querido padre, Pacifico Chura Hinojosa, cuyo amor, sabiduría y bondad iluminaron mi camino en cada paso de esta travesía académica. Tu presencia siempre será sentida en cada logro que alcance, en cada obstáculo que supere y en cada sueño que persiga. Aunque tu ausencia física sea una realidad dolorosa, tu legado de amor y dedicación perdurará eternamente en mi corazón. Gracias por ser mi roca, mi guía y mi inspiración. Este logro es tuyo tanto como mío. Te extraño profundamente, papá.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar unas palabras de profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una forma u otra, hicieron posible la culminación de este TCC.

A mi Orientador Profesor Gabriel Rodríguez da Cunha, quien compartió generosamente su conocimiento, tiempo y experiencia para orientarme a lo largo de este arduo proceso. Su guía experta y sus perspicaces comentarios fueron fundamentales para dar forma a este trabajo y convertirlo en una realidad.

A mi familia, por su constante apoyo, a mi Madrecita Carmen Rosa Álvarez por su comprensión y aliento incondicional. A mis hermanos Vaden, Bernard, Doris e Indira, por estar siempre a mi lado, por ser mi refugio en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño triunfo en este camino académico.

A mis amigos Rosa, Lucas, Juan, Bastián, Teodoro y demás compañeros de estudio, por sus palabras de aliento, su amistad y su solidaridad durante los momentos de estrés y desafíos. Su compañerismo hizo más ligera esta travesía y contribuyó significativamente a mi bienestar emocional.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su generosidad, apoyo y confianza en mí. Estoy profundamente agradecido por haber compartido este viaje con ustedes y por el impacto que cada uno ha tenido en mi vida y en este trabajo.

"El arquitecto debe ser un profeta... Un profeta en el verdadero sentido del término... Si no puede ver por lo menos diez años hacia adelante, no lo llamen arquitecto".
Frank Lloyd Wright.

"Como arquitecto diseñas para el presente, con una conciencia del pasado, por un futuro que es esencialmente desconocido"
Norman Foster

RESUMEN

Este trabajo se centra en el análisis del riesgo asociado a los deslizamientos de suelo y su impacto significativo en la ciudad de La Paz. El principal propósito radica en la búsqueda de soluciones efectivas para abordar este desafío que compromete la seguridad y el bienestar de los habitantes de esta zona de alto riesgo. Con este fin, se plantea la elaboración de un manual de construcción que se ajuste a las normativas bolivianas pertinentes y a los principios establecidos en la Guía Boliviana de Diseño Sísmico. El desarrollo de esta investigación comienza con una detallada caracterización de las edificaciones existentes en el área afectada, seguido de un minucioso análisis de las políticas y medidas implementadas tras desastres ocasionados por deslizamientos de suelo. Posteriormente, se llevará a cabo un estudio exhaustivo del área seleccionada, profundizando en los conceptos fundamentales necesarios para comprender la naturaleza del riesgo y las posibles soluciones. Estos aspectos servirán de base para la creación del manual de construcción, el cual estará diseñado con un enfoque claro y comprensible, dirigido tanto a profesionales de la construcción como a propietarios y usuarios de viviendas en la región afectada. El objetivo último de esta investigación es proporcionar una herramienta práctica y accesible que contribuya de manera significativa a mejorar la seguridad y la resiliencia de las comunidades afectadas por este problema.

Palabras-Clave: deslizamiento; riesgo; autoconstrucción; manual; comunidad afectada; norma boliviana; vulnerabilidad.

RESUMO

Este trabalho foca na análise do risco associado aos deslizamentos de solo e seu impacto significativo na cidade de La Paz. O principal propósito é buscar soluções efetivas para lidar com esse desafio que compromete a segurança e o bem-estar dos habitantes desta zona de alto risco. Com esse fim, propõe-se a elaboração de um manual de construção que esteja em conformidade com as normativas bolivianas pertinentes e com os princípios estabelecidos no Guia Boliviano de Projeto Sísmico. O desenvolvimento desta pesquisa começa com uma caracterização detalhada das edificações existentes na área afetada, seguida de uma análise minuciosa das políticas e medidas implementadas após desastres causados por deslizamentos de solo. Posteriormente, será realizado um estudo exaustivo da área selecionada, aprofundando-se nos conceitos fundamentais necessários para compreender a natureza do risco e as possíveis soluções. Estes aspectos servirão de base para a criação do manual de construção, que será elaborado com um enfoque claro e compreensível, direcionado tanto a profissionais da construção como a proprietários e usuários de residências na região afetada. O objetivo final desta pesquisa é fornecer uma ferramenta prática e acessível que contribua de maneira significativa para melhorar a segurança e a resiliência das comunidades afetadas por este problema..

Palavras-chave: deslizamento; risco; autoconstrução; manual; comunidade afetada; norma Boliviana; vulnerabilidade.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – UBICACIÓN DEL MACRODISTRITO COTAHUMA EN BOLIVIA.....	15
FIGURA 2 – DEP. LA PAZ, LA CIUDAD Y SUS MACRODISTRITOS	16
FIGURA 3- MACRODISTRITOS DE COTAHUMA.....	17
FIGURA 4 - MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE BOLIVIA.....	21
FIGURA 5 - CONFIGURACIÓN DE SÍSMICA DE EDIFICIOS.....	23
FIGURA 6 – LADERA DE LA PAZ.....	24
FIGURA 7 – LA PAZ 1910.....	25
FIGURA 8 – LA PAZ 1950.....	25
FIGURA 9 – LA PAZ 1990.....	25
FIGURA 10 – LA PAZ 2019.....	25
FIGURA 11 – DESLIZAMIENTO EN BAJO LLOJETA	26
FIGURA 12- MAPA DE RIESGOS.....	32
FIGURA 13 – MAPA DE USO DE SUELO	33
FIGURA 14 – TOPOGRAFÍA DE BAJO LLOJETA.....	34
FIGURA 15 – CORTE TOPOGRÁFICO BAJO LLOJETA	34
FIGURA 16 - ANÁLISIS GEOLÓGICO DE LOS SUELOS	35
FIGURA 17 - LADERA BAJO LLOJETA 3D.....	35
FIGURA 18 – VIVIENDAS DE BAJO LLOJETA	37
FIGURA 19 – ESTRUCTURAS USADAS EN LA ZONA DE BAJO LLOJETA.....	42
FIGURA 20 – CARTILLA NORMATIVA LUSU BAJO LLOJETA.....	43

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 - VALORES DE VULNERABILIDAD FÍSICA AL IMPACTO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA	38
TABLA 2 - VALORES DE VULNERABILIDAD SOCIAL.....	38
TABLA 3. TIPOS DE CORTES Y PROPORCIONES	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUCCIÓN	12
1.1.	JUSTIFICATIVA	13
1.2.	OBJETIVO GENERAL	14
1.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO	14
2.	ÁREA DE ESTUDIO	15
2.1.	DIVISIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ	15
3.	METODOLOGIA	18
4.	CUADRO REFERENCIAL TEÓRICO	20
4.1.	ANÁLISIS Y EVALUACION	20
4.2.	NORMATIVA SÍSMICA	20
4.2.1.	Campo de aplicación	20
4.2.2.	Zonificación sísmica de Bolivia	20
4.2.3.	Tipología del suelo en Bolivia y la región de estudio	22
4.2.4.	Configuración estructural sísmica	22
4.2.5.	Modelos tridimensionales	23
4.2.6.	Algunas reglas para la configuración sísmica de edificios	23
4.3.	CRECIMIENTO Y EXPANSIÓN DE LA CIUDAD	24
4.4.	EL ACONTECIMIENTO DE UN DESLIZAMIENTO	26
4.5.	CONCEPTOS FUNDAMENTALES	27
4.5.1.	Riesgo	27
4.5.2.	Vulnerabilidad	27
4.5.3.	Territorio urbano	27
4.5.4.	Laderas urbanas	27
4.5.5.	Deslizamientos	28
4.5.6.	Mitigación	28
5.	¿COMO AYUDAR A ADAPTAR LAS VIVIENDAS EN LAS LADERAS?	29
5.1.	POLITICAS PUBLICAS SOBRE SISMOS Y DESLIZAMIENTOS	29
5.2.	POLÍTICAS PUBLICAS DE VIVIENDA	29
5.3.	POLÍTICAS PUBLICAS CONTRA REDUCCIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE DESASTRES	31
5.4.	ANÁLISIS DEL AREA DE ESTUDIO	32
5.4.1.	Mapas de Riesgo	32
5.4.2.	Mapas de uso de Suelo	33
5.4.3.	Topografía	33
5.4.4.	Geología – suelos	34
5.4.5.	Tipología de las edificaciones	35

5.4.6.	Tipos de edificaciones en el área de estudio	36
5.5.	VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES	37
5.5.1.	Análisis y evaluación de la vulnerabilidad	37
5.5.2.	Vulnerabilidad de las estructuras	39
5.6.	SOLUCIONES PARA LA MITIGACION.	39
5.6.1.	Formas de mitigación y prevención.	39
5.6.2.	Los materiales con más uso en la construcción de viviendas en La Paz.	41
5.6.3.	Tipos de estructuras usadas.....	42
5.6.4.	Viviendas Regularizadas	42
6.	MANUAL	44
7.	CONCLUSIONES	45
8.	REFERENCIAS	47
9.	APÉNDICE (MANUAL).....	50
10.	ANEXOS	74

1. INTRODUCCIÓN

América Latina es la región más urbanizada así también es la menos poblada en relación a su territorio. Según el estudio realizado por la asamblea general, de la conferencia de naciones unidas sobre la vivienda y el desarrollo, HÁBITAT III, 2016. Menciona que solo el 80% de la población vive en ciudades y que el crecimiento demográfico y la urbanización son procesos que en el pasado fueron muy acelerados. Las ciudades se fueron multiplicando por seis en estos cincuenta años, la mitad de la población urbana reside en ciudades de menos de 500.000 habitantes, y el 14% viven en mega ciudades.

Muchas de las expansiones demográficas de las ciudades fueron una gran parte migraciones del campo, además de eso actualmente se realizan migraciones más complejas entre ciudades, la mayor parte por cuestiones de trabajo, dando así al crecimiento de muchos barrios nuevos, expandiendo los límites administrativos de los municipios. (Rivas, 2010)

La ciudad de La Paz se fue expandiendo en un valle que se desprende del altiplano boliviano, entre barrancos y altas pendientes que ocupan más del 60% de su territorio. Estas zonas están continuamente amenazadas por la probabilidad de deslizamientos y desprendimientos de masas de tierra por la acción de la lluvia, aguas subterráneas y riachuelos, que dan inestabilidad al terreno. (Salamanca, 2007).

La inestabilidad del terreno en laderas, produce cada año movimientos de masas de suelo y rocas que ocasionan cuantiosas pérdidas materiales y considerables daños a las infraestructuras y el medioambiente, generando situaciones de emergencia cuyo manejo y prevención por parte de las autoridades se hacen sumamente difíciles. Las manifestaciones de inestabilidad más frecuentes en laderas son los movimientos denominados deslizamientos.

La ocurrencia de deslizamientos en laderas es el producto de la combinación de condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas, y la modificación de éstas por procesos geodinámicas, vegetación, uso de la tierra y actividades humanas, así como por la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad. (Ferrer, 1988)

Además, los deslizamientos de tierra son fenómenos sujetos a muchos grados de incertidumbre debido a que se pueden presentar diversos tipos de movimientos, velocidades y modos de falla, y en materiales y condiciones geológicas diferentes. A esto se suman la confiabilidad de los datos para el análisis y las incertidumbres humanas, y de los modelos matemáticos utilizados para el análisis de la estabilidad (Morgenstern, 1997).

1.1. JUSTIFICATIVA

La ciudad de La Paz está situada en una hoyada, es así que en su proceso de crecimiento tiene hoy en día que adaptarse a las características geográficas del terreno, mismas que hacen de su desarrollo un caso particular; elevadas pendientes, temperaturas muy variables y condiciones socioeconómicas diversas, son elementos que sumados al hecho de ser sede de Gobierno han inferido en su crecimiento espacial, social, económico y cultural. (Aliaga, 2017)

El desarrollo de la ciudad, especialmente en las laderas de La Paz no sólo es un proceso de expansión, también implica un proceso de concentración de estos asentamientos; esto sumado a un incremento de estructuras fuera de norma, talleres y comercios, Autoconstruidos incrementa el Riesgo en estas áreas. (BID, 2016)

En el crecimiento del Municipio de La Paz se han presentado diversos desastres, si bien se hicieron diversos tipos de estudios para tratar de determinar su origen, causas y comportamiento pocos fueron los análisis del sistema afectado el cual está compuesto por la población y sus bienes. (L. Salamanca 2007)

Este estudio colabora a las áreas de planeamiento urbano, ya que se hablará de la expansión urbana en la ciudad de La Paz y el área de sistemas estructurales, donde se analizará el porte de la edificación de las viviendas y si estas son adecuadas para el terreno.

Esta propuesta de TCC es un aporte de conocimiento multicultural para CAU UNILA, tanto el tema de explosión urbana en la ciudad de La Paz y cómo esta afecta al crecimiento de dicha ciudad, a su vez el análisis a los problemas de deslizamiento será un aporte respecto al estudio de deslizamientos que tienen las ciudades brasileñas.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual de construcción basado en las normativas bolivianas y los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico, destinado a mitigar el riesgo de deslizamientos de suelo en La Paz, Bolivia. Este manual estará diseñado para guiar tanto a profesionales de la construcción como a propietarios y usuarios de viviendas, mejorando la seguridad y resiliencia de las comunidades vulnerables a estos riesgos.

1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar y analizar las normativas bolivianas vigentes y los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico.
- Realizar un mapeo de la zona identificando la caracterización estructural de las edificaciones en el área de estudio. (bajo, mediano, gran porte)
- Realizar una caracterización de las edificaciones existentes en las zonas afectadas por deslizamientos de suelo en La Paz.
- Desarrollar un manual de construcción específico para la región de La ciudad de La Paz, basado en las normativas bolivianas y los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio Barrio Bajo Llojeta es correspondiente al macro distrito #7 COTAHUMA, ubicado en la Provincia Murillo, del Departamento de La Paz - Bolivia.

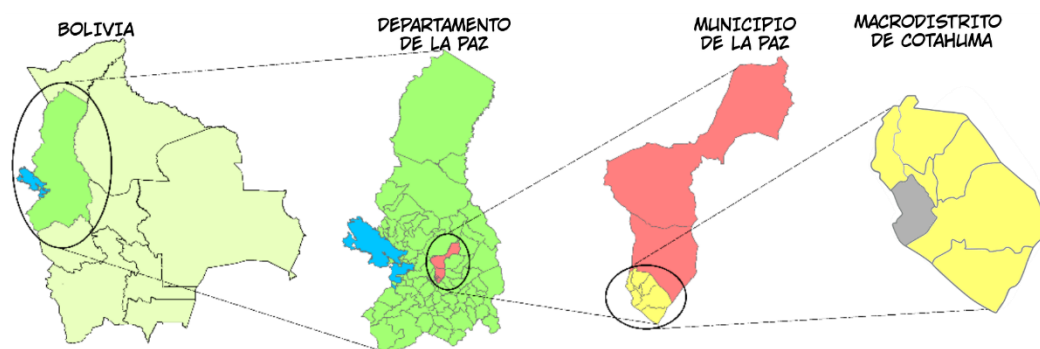


Figura 1 – Ubicación del Macrodistrito Cotahuma en Bolivia

Fuente - HAML¹, Modificación Propia

La ubicación geográfica mundial de la ciudad de La Paz es de 16°29' latitud sur respecto a la línea del Ecuador y 68°08' longitud oeste, al extremo Norte de la Meseta altiplánica en el valle que forma la cuenca del río Choqueyapu, a una altura promedio de 3.604 metros sobre el nivel del mar. Es la sección capital de la provincia Murillo del departamento de La Paz, que limita al norte con el municipio de Coroico y Yanacachi, al Suroeste limita con el municipio de El Alto y al oeste con el municipio de Pucarani (**GAML², 2006²**)

2.1. DIVISIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ

El municipio de La Paz está dividido, para su administración, en nueve macro distritos. Los macro distritos; Hampaturi y Zongo, corresponden al área rural del municipio y se hallan ocupando la mayor superficie del mismo. Los macro distritos urbanos suman siete y se encuentran en el extremo Sur del municipio, concentran la mayor parte de la población

¹ HAML¹ – Honorable Alcaldía Municipal de La Paz

² GAML² – Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

MACRODISTRITO Y DISTRITO	Has	Km²	BARRIOS CARACTERISTICOS
MUNICIPIO DE LA PAZ	201.196	2012	
Macrodistrito Cotahuma	1.610	16	
Distrito 3	282	3	Sopocachi, Cristo Rey, Kantutani
Distrito 4	1.055	11	Pasankeri, Bajo Llojeta, Tembladerani
Distrito 5	145	1	Tacagua, Faro Murillo, Villa Nueva Potosi
Distrito 6	129	1	San Pedro Alto y Bajo, Vivienda Obrera.

Figura 3- Macrodistritos de Cotahuma

Fuente: GAMLP

3.METODOLOGIA

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un manual de construcción basado en las normativas bolivianas y principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico (2018) . Por lo que al inicio de la investigación se recurrirá a fuentes secundarias.

Se realizó un reconocimiento previo de la zona de Bajo Llojeta, identificando los problemas de las viviendas, los antecedentes por deslizamiento en la zona y el estado actual del terreno.

- Se analizó la Guía Boliviana de Diseño sísmico, y se dio relación con las viviendas de la zona.

Para las técnicas de observación y fuentes de información se aplicó un método etnográfico y método indirecto, analizando el grado de amenaza en el área determinada haciendo uso de levantamientos documentales de la zona afectada. Para esto se hizo uso de los siguientes mapas temáticos.

- Mapa de uso de suelos
- Mapa de zona de riesgos
- Conflictos de uso de la tierra

Para la parte de levantamientos documentales, se hizo uso de material periodístico e infografía, relacionado con el estudio, considerando la información que hubo tras los últimos desastres ocurridos en marzo, abril y mayo del año 2019.

Estuvo muy presente el uso de material periodístico ya que en nuestro caso no pudimos estar de forma presencial en el Barrio de Bajo Llojeta por lo que se tomarán más levantamientos documentales respecto a la zona estudiada.

Para realizar el Manual de viviendas adaptadas a deslizamientos en las periferias de La paz/Bolivia se realizará bajo la siguiente metodología.

- **Recolección de Datos Iniciales:** En esta parte recopilamos datos sobre el área afectada por los deslizamientos y las características de las edificaciones existentes.
- **Exploración de Conceptos Fundamentales:** Se estudiaron los conceptos fundamentales relacionados con la geotecnia, ingeniería sísmica y normativas de construcción bolivianas.
- **Desarrollo del Manual de Construcción:** Con todos los datos recopilados y los conocimientos adquiridos, se inició la elaboración del manual de construcción específico para la región de La Paz, Siguiendo las normativas bolivianas y los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico para garantizar la seguridad y resiliencia de las construcciones.

4. CUADRO REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. ANALISIS Y EVALUACION

Para realizar el análisis y la evaluación de riesgo primero debemos conocer ciertos conceptos referentes al tema como "el deslizamiento", asimilando puntos específicos, como el estudio de suelo, las normas sísmicas, Normas de construcción que se tiene en Bolivia.

4.2. NORMATIVA SÍSMICA

La primera norma sísmica presentada en Bolivia fue desarrollada en el año 2006 con el nombre de Norma Boliviana de Diseño Sísmico NBDS, elaborada por el Ing. Grandi. Para el año 2018 en Junio se presenta la Guía Boliviana de Diseño Sísmico que pasa a ser una actualización de la norma presentada en el año 2006.

4.2.1. Campo de aplicación

La guía como tal está trazada para la aplicación tanto en el diseño y construcción de edificaciones sismo resistentes, eso incluye a otros tipo de desastres naturales como deslizamientos que también son causados por los sismos.

La guía contiene requisitos que deben cumplir edificaciones, como edificios de viviendas, comercio, oficinas, escuelas, clínicas, hospitales, universidades, complejos culturales, comerciales, deportivos, estadios, coliseos, terminales de transporte, aeropuertos, fábricas, bodegas y otras similares. Teniendo también indicaciones para realizar la evaluación, reparación y reforzamiento de estructuras.

4.2.2. Zonificación sísmica de Bolivia

Bolivia se encuentra apoyada sobre dos placas, la placa Altiplano y la placa Sudamericana, tomando esos datos en cuenta más los estudios internacionales y registros sísmicos localizados en Bolivia se desarrolló el siguiente mapa de zonificación, para la Guía Boliviana de diseño sísmico donde se muestra el grado y como estas sufren con el choque de placas.

La definición de los límites de las zonas sísmicas, 2, 3 y 4 se deben principalmente al choque de las placas Altiplano y sudamericana.

La zona más crítica es la 3, que corresponde a la Cordillera Oriental, con una aceleración pico del suelo de 0.3g. Las zonas 1 y 2 que corresponden a los llanos orientales se encuentran sobre la placa Sudamericana, la sismicidad es menor, con aceleraciones pico de 0.05 y 0.15g. Los departamentos de La Paz (suroeste), Oruro y Potosí, además del choque de las placas Altiplano y sudamericana, tienen la influencia de la subducción de la placa de Nazca, esto genera la zona sísmica 4 con una aceleración pico de 0.2g (Guía Boliviana: 18)

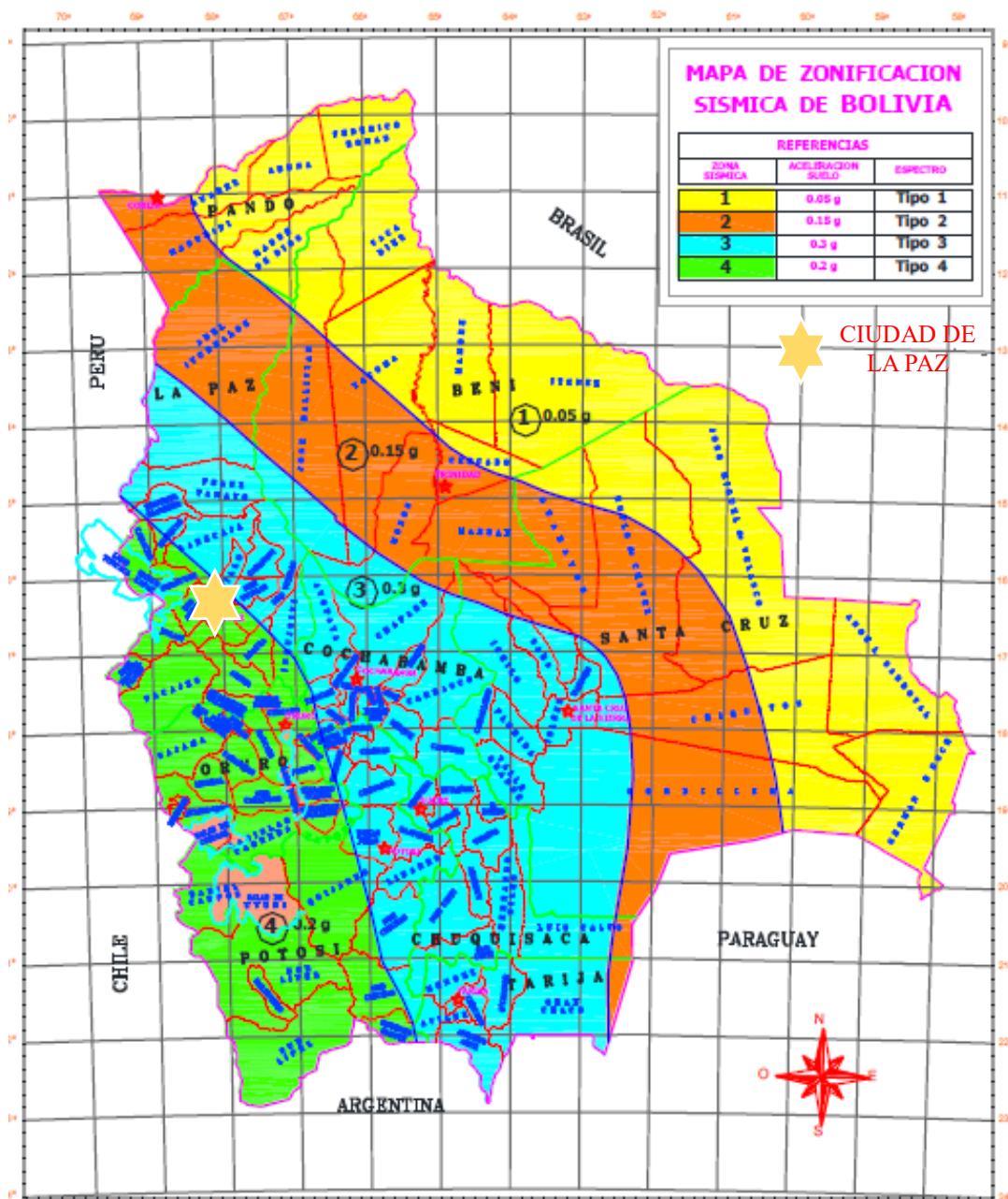


Figura 4 - Mapa de Zonificación Sísmica de Bolivia.

Fuente Guía Boliviana de Diseño Sísmico 2018

4.2.3. Tipología del suelo en Bolivia y la región de estudio

Según los estudios realizados por la GBDS⁴ esta toma en cuenta los efectos del suelo de cimentación en torno a la respuesta sísmica de la estructura, los suelos de fundación se clasificarían en base a su mínima capacidad portante admisible y la velocidad de onda cortante, de la siguiente manera:

Roca o suelos rígidos Suelos Tipo S1: capacidad portante $\sigma_{adm} = 5 \text{ kg/cm}^2$, Son suelos compuestos por rocas firmes y formaciones similares.

Suelos firmes Suelos Tipo S2: capacidad portante $5 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{adm} = 3 \text{ kg/cm}^2$ suelos compuestos por gravas y arenas densas y compactas, e incluso suelos cohesivos duros.

Suelos intermedios Suelos Tipo S3.- Suelo Intermedio, capacidad portante $3 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{adm} = 1.5 \text{ kg/cm}^2$, Son suelos compuestos por gravas y arenas medianamente densas y compactas, también suelos cohesivos firmes.

Suelos blandos Suelos Tipo S4.- Suelo Blando, capacidad portante $1.5 \text{ Kg/cm}^2 > \sigma_{adm} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$, Son suelos compuestos por gravas y arenas poco densos y poco compactos, también suelos cohesivos.

4.2.4. Configuración estructural sísmica

La Guía Boliviana de Diseño Sísmico nos muestra en la página 19, un formato de reglas a seguir. Se debe diseñar un sistema estructural de acuerdo con el sitio de emplazamiento y nivel de amenaza sísmica correspondiente, al tipo de terreno y al nivel de importancia de la estructura, de manera tal que garantice un buen comportamiento sismo resistente. Se establecerá un modelo tridimensional, que considere los grados de libertad que mejor representen el comportamiento de la estructura real. La estructura tendrá una adecuada configuración que permita un satisfactorio comportamiento durante la acción sísmica, para ello, se deben seguir los siguientes lineamientos.

⁴GBDS – Guía Boliviana de Diseño Sísmico

4.2.5. Modelos tridimensionales

En todos los casos debe utilizarse un modelo tridimensional que incorpore todos los elementos estructurales, suficientemente representativo de la distribución real de rigideces y masas. La forma y geometría del modelo estructural debe coincidir perfectamente con lo mostrado en los planos estructurales

4.2.6. Algunas reglas para la configuración sísmica de edificios.

Para poder cumplir con los parámetros sísmicos aplicados a proyectos arquitectónicos y estructurales es necesario cumplir con las configuraciones dadas por la Normativa para tener un grado de seguridad a la hora de proyectar. Para entender cómo funciona cada configuración ver Guía Boliviana de Diseño Sísmico 2018.

	CORRECTO	INCORRECTO		CORRECTO	INCORRECTO
(A)			(H)		
(B)			(I)		
(C)			(J)		
(D)			(K)		
(E)			(L)		
(F)			(M)		
(G)					

Figura 5 - Configuración de sísmica de edificios

Fuente- GBDS

4.3. CRECIMIENTO Y EXPANSIÓN DE LA CIUDAD



Figura 6 – Ladera de La Paz

Fuente – Foto del Autor (2019)

La ciudad de la Paz sede de gobierno de Bolivia, y capital misma del departamento de La Paz, por tal motivo es una de las urbes más importantes y que con el paso del tiempo se ha ido expandiendo de una forma aglomerada. Está situada en una región geográficamente accidentada ya que se encuentra en el valle de la cuenca de La Paz, lo que ha limitado su expansión. (Riveros, 2014)

Según el Censo del año 2012 (INE⁵), la ciudad tenía 764.617 habitantes, en términos claros, la población urbana continuaba aumentando, lo que determina que persista la ampliación de la mancha urbana con la formación de nuevos barrios, sobre todo en zonas periurbanas de los macro distritos de Cotahuma, Sur, Mallasa, San Antonio y Periférica. De acuerdo con la información del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAML P), entre el año 2001 y el 2013, la ciudad creció en su territorio en un 45%, es decir de 2.930 hectáreas a 9.172 hectáreas.

Sin embargo, también se debe considerar que otra de las características de la ciudad son los recurrentes problemas debido a su topografía, entre los que podemos nombrar las inundaciones y los deslizamientos que perjudican el desarrollo de su población.

⁵ INE – Instituto Nacional de Estadística de Bolivia

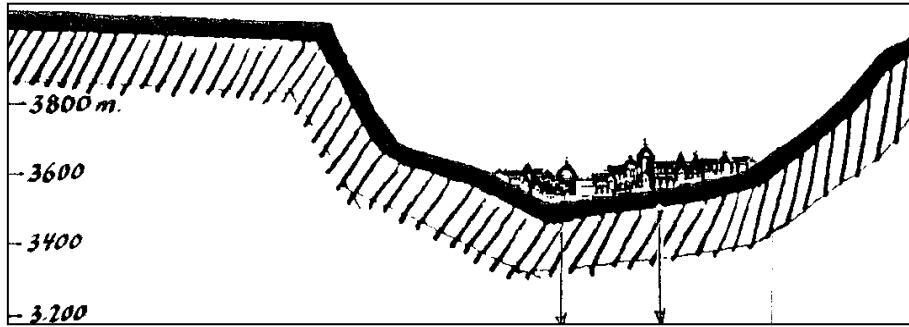


Figura 7 – La paz 1910

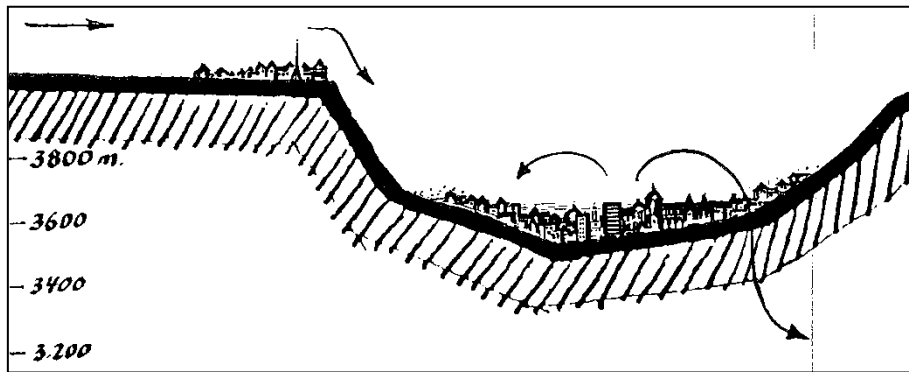


Figura 8 – La paz 1950

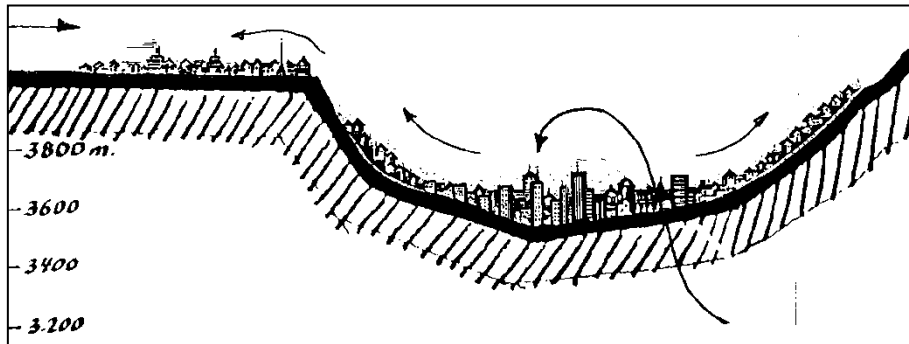


Figura 9 – La paz 1990

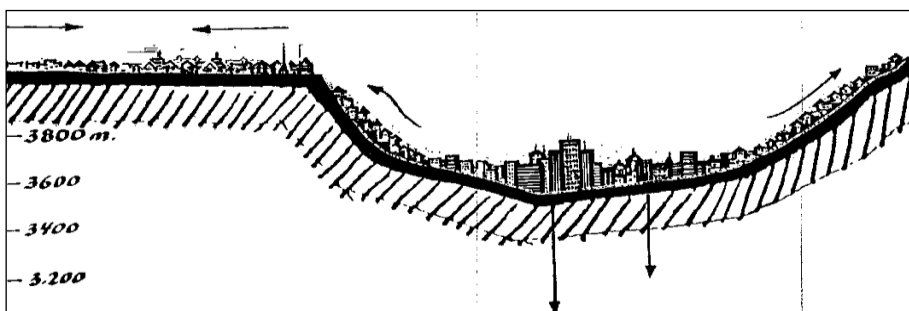


Figura 10 – La paz 2019

Crecimiento y explosión de la ciudad de la paz desde los años 1910, 1950, 1990 2019, estas imágenes fueron realizadas por la Honorable Alcaldía Municipal de la

ciudad de La Paz (HMLP), mostrando el gran crecimiento que tuvo la ciudad a lo largo de los años y como este fue expandiéndose hacia las laderas.

4.4. EL ACONTECIMIENTO DE UN DESLIZAMIENTO

Los pobladores de la ciudad de La Paz en especial aquellos barrios que viven en las laderas, deben lidiar con los riesgos naturales existentes debido a su ubicación geográfica. Ya cuando se realizó el estudio por BID⁶ se llegó a la conclusión de que La Paz presenta una inmadurez geológica (HMLP, 1995) por los desastres y riesgos naturales que existieron y existen, es decir que la ciudad no cuenta con estudios que aporten al conocimiento respecto a los desastres naturales tales como inundaciones, y en nuestro caso los deslizamientos, producidos por movimientos de tierra.

Ya se indicó sobre los tipos de suelos existentes y las formaciones topográficas existentes en la ciudad, por lo que ahora especificamos como afectan dichas formaciones a las poblaciones que se establecen en la ciudad. El actual sitio que ocupa fue producto de distintos cambios en la estructura de sus suelos.



Figura 11 – Deslizamiento en Bajo Llojeta
Fuente - GMLP

⁶ BID – Banco Internacional de Desarrollo

4.5. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

4.5.1. Riesgo

Riesgo es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento adverso y sus consecuencias negativas (UNISDR⁷, 2009). Tales como muertes, lesiones, pérdida de propiedad, medios de vida, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, como resultado de interacciones entre las amenazas naturales o antropogénicas y las condiciones de vulnerabilidad.

4.5.2. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La Vulnerabilidad es susceptible a incrementar, mantener o reducir sus niveles en tiempo y espacio, es susceptible también a transformarse cualitativamente en su propia estructura dentro la dimensión espacio-tiempo (Bolívar, 2017).

4.5.3. Territorio urbano

La unión de estos conceptos tiene varias definiciones, sin embargo tomando el concepto básico de Territorio que indica que es el “medio geográfico ocupado, apropiado y controlado por diferentes agentes y grupos sociales” (Vargas, Galindo, 2004) se entenderá Territorio Urbano como el medio en el cual se desarrolla un Sistema Urbano.

4.5.4. Laderas urbanas

Caballero (2011) define una ladera urbana como “la forma de ocupación del suelo sobre un accidente geográfico o una cadena de accidentes geográficos con declives, con un uso intensivo en vivienda, equipamiento urbano e infraestructura económica y social, susceptible de presentar movimientos de subsidencia o colapso por la incidencia y combinación de factores internos y externos, que constituyen un riesgo de desastre para sus ocupantes y sus bienes de visa”. En este contexto, las laderas urbanas son un producto

⁷ UNISDR - es la oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres creada en 1999

de las prácticas humanas en cuanto al uso y forma de ocupación de superficies terrestres inclinadas donde se emplazan los asentamientos humanos (Caballero, E, 2011).

4.5.5. Uso de suelo

Es la identificación y tipificación de las actividades actuales que se desarrollan sobre los predios del área urbana, sean de dominio público o privado. Para ello, corresponde identificarlos, describirlos y clasificarlos de acuerdo a las características del área urbana en estudio. (Dirección General de Ordenamiento Urbano DGOU 2014)

4.5.6. Deslizamientos

Acontece cuando una porción de materiales de una ladera se rompe o pierde el equilibrio y se deslizan por acción de la gravedad. Aunque los deslizamientos usualmente suceden en taludes escarpados, frecuentemente se presentan en laderas de poca pendiente a causa de movimientos de reptación del suelo por baja compactación y sobresaturación de agua. (Alcantara, 2000)

4.5.7. Mitigación

La mitigación es la reducción de daño al momento de producirse el fenómeno, y esta proporciona todas las medidas y protecciones al talud que puedan ser aplicadas en aéreas ya pobladas. (Arroyo, Bernal, 2006)

5. ¿COMO AYUDAR A ADAPTAR LAS VIVIENDAS EN LAS LADERAS?

Al ya haber definido los conceptos básicos, en esta parte del trabajo se procederá a realizar un estudio hacia las políticas públicas, como también un análisis a los mapas de riesgo proporcionados por la HMLP, para luego proceder.

5.1. POLITICAS PUBLICAS SOBRE SISMOS Y DESLIZAMIENTOS

Definimos política pública como el conjunto de objetivos, decisiones y acciones que lleva a cabo un Gobierno para solucionar los problemas que, en un momento determinado, los ciudadanos, y el propio Gobierno, consideran prioritarios. (Bañon, Carrillo, 1997)

Las políticas públicas son componentes institucionales y de expresiones ideológicas de una sociedad. Son las directrices que orientan el ideal de sociedad al cual se aspira, y que definen y delimitan las estrategias a seguir por los actores y agentes interesados. Según el Ministerio de Gobierno de Bolivia, una política pública es, un instrumento que expresa y articula intereses, decisiones y no-decisiones colectivas o de grupo a partir de la correlación de las fuerzas sociales expuestas a la negociación con la finalidad de estructurar cierto modelo de sociedad y de mercado, además de pretender reducir racionalmente la incertidumbre y los riesgos a enfrentar por los distintos actores y organizaciones.

La CEPAL⁸ considera que: “Una política pública de excelencia corresponde a aquellos cursos de acción y flujos de información relacionados con un objetivo político definido en forma democrática; los que son desarrollados por el sector público y frecuentemente, con la participación de la comunidad y el sector privado. Una política pública de calidad incluirá orientaciones o contenidos, instrumentos o mecanismos, definiciones o modificaciones institucionales, y la previsión de sus resultados”

5.2. POLÍTICAS PUBLICAS DE VIVIENDA

Las políticas públicas se diseñan para orientar la acción del Gobierno, es por eso que se debe estructurar una estrategia que pueda estructurar las necesidades de

⁸ La Comisión Económica para América Latina y el Caribe es el organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas responsable de promover el desarrollo económico y social de la región.

cada sector de la población que en este caso serían los damnificados o afectados por deslizamiento de suelo. (Jiménez, 2008).

El proceso de planeación se presenta como el ámbito para la convergencia de múltiples actores, organizaciones, concepciones y circunstancias sociales que desean influir en la elaboración de toma de decisiones relacionadas con construcción de viviendas para los damnificados que perdieron sus viviendas por un fenómeno natural. (Mansilla, 2010)

Recoge las recomendaciones de la Agenda Hábitat II de 1996, que reúne prácticamente todos los componentes necesarios para considerar una política habitacional, presentándolos bajo cinco grandes temas: una vivienda adecuada para todos; el desarrollo sostenible de los asentamientos humanos en un mundo en proceso de urbanización; el fomento de la capacidad y desarrollo institucional; la cooperación y coordinación internacionales; y la aplicación y seguimiento del programa.

Presenta un breve diagnóstico de la situación actual en Bolivia, que señala, según el censo, una relativa mejoría en las condiciones habitacionales del país, pero que en cifras absolutas muestra que la situación es mucho más crítica, donde el déficit cuantitativo habitacional sigue estimándose en unas 250.000 viviendas, pero el déficit cualitativo que hace a las condiciones constructivas, espacios habitables o servicios a la vivienda llega a unas 200.000 a 700.000 familias, según el rubro que se considere. Se detecta también que más del 60% de las viviendas son autos construidos y por etapas graduales, lo que debe inducirnos a plantear programas prioritarios de mejoramiento de vivienda y asesoramiento técnico para estos procesos. (Ramírez, Luis, 2004⁹)

En Bolivia el modelo de Estado que se instaura tras la entrada en vigor de la Constitución Política del Estado (CPE) de 2009 constituye una ruptura con el marco constitucional establecido en Bolivia desde el nacimiento de la República y su primera carta magna de 1826. (Casado, Fernando 2021¹⁰).

El artículo 19 del (CPE 2009) contempla el derecho a la vivienda que ha quedado configurado en la Constitución boliviana de la siguiente manera:

⁹ Luís Ramírez V., Renaseh –Artículo “Políticas De Vivenda En Bolivia”, 2004

¹⁰ Fernando Casado Gutiérrez–Artículo “El desarrollo Jurisprudencial del derecho a la vivienda en Bolivia. Una ruptura jurídica en ciernes”, 2021

“Toda persona tiene derecho a un hábitat y vivienda adecuada, que dignifiquen la vida familiar y comunitaria”. La CPE toma en consideración no sólo el derecho a la vivienda, sino también el hábitat. En una segunda parte, este derecho establece la obligación del Estado de construir viviendas de interés social orientadas a familias de bajos recursos (Casado, Fernando 2021)

El Estado, en todos sus niveles de gobierno, promoverá planes de vivienda de interés social, mediante sistemas adecuados de financiamiento, basándose en los principios de solidaridad y equidad. Estos planes se destinarán preferentemente a familias de escasos recursos, a grupos menos favorecidos y al área rural, (CPE 2009).

El derecho a la vivienda, tal y como ha sido finalmente conceptualizado en la CPE, estaría inspirado en los tratados internacionales y resoluciones de organismos internacionales como la Observación General No. 4 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, por el que se considera de manera amplia el derecho a la vivienda y la posibilidad de vivir en alguna parte en seguridad, paz y dignidad.

5.3. POLÍTICAS PUBLICAS CONTRA REDUCCIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE DESASTRES

En la actualidad se sigue manejando la LEY DE 25 DE OCTUBRE DE 2000 Decretado por el presidente Hugo Banzer Suarez, dicha ley tiene como principal función la de colaborar en el ámbito de disminución de riesgo.

La Ley 25/2000 en el artículo 1, establece que el objetivo principal de la ley es la de regular todas las funciones, en caso de riesgo por desastres naturales, en nuestro caso se aplica a la de Deslizamiento. También la ley da como objetivos a la institución del SISRADE de prevenir y reducir las pérdidas económicas, humanas físicas y/o culturales. Su trabajo principal de esta institución es la de prevenir o mitigar pérdidas materiales o inmateriales en caso de riesgos naturales de cualquier tipo.

Respecto a las políticas Públicas y los Proyectos de vivienda, la constitución política del Estado, afirma que el estado se encarga de todo tipo de políticas de vivienda y desarrollo productivo del país, así también tendrá la función de financiar mediante, sus ministerios o con cooperación de los bancos nacionales o internacionales.

En las políticas públicas de vivienda solidaria se realizará una cooperación entre servidores públicos encargados en ese ámbito como así también con el gobierno, en

caso de Familias damnificadas por desastres naturales, (inundaciones, deslizamientos, otros) lo primero que se debe realizar es proponer planes estratégicos de reubicación a los afectados, con colaboración de los mapeos que tiene cada alcaldía o gobernación municipal. (Políticas Públicas de la Gobernación de La Paz 2020)

Las entidades financieras están en su obligación de realizar prestamos a los damnificados, como así también si tiene deuda dar un plazo extenso de 6 meses para luego regularizar sus pagos, es deber del municipio el de proveer equipamientos para la ayuda de los damnificados. Así también las donaciones están a cargo de los gobiernos municipales. (Políticas Públicas de la Gobernación de La Paz 2020)

5.4. ANALISIS DEL AREA DE ESTUDIO

5.4.1. Mapas de Riesgo

Según el mapa que nos proporciona el Sistema de Información Territorial, en su sección Mapa de Riesgos, podemos ver como la zona de Bajo Llojeta tiene Riesgos en su suelo de categorías, alto y muy alto,

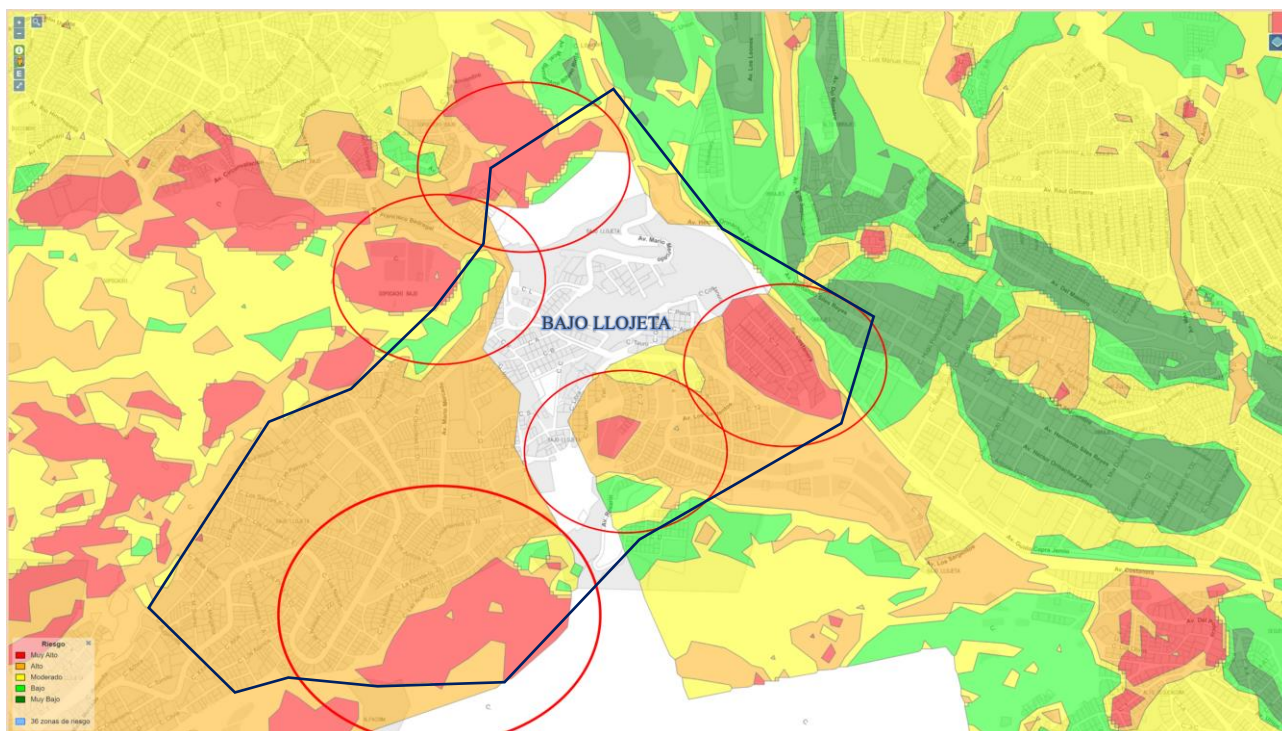


Figura 12- Mapa de riesgos
Fuente <http://sitservicios.lapaz.bo/>

5.4.2. Mapas de uso de Suelo

Como se puede observar en la Figura 15, La zona de Bajo Llojeta está prácticamente urbanizada en su totalidad incluyendo las zonas de riesgo muy alto.

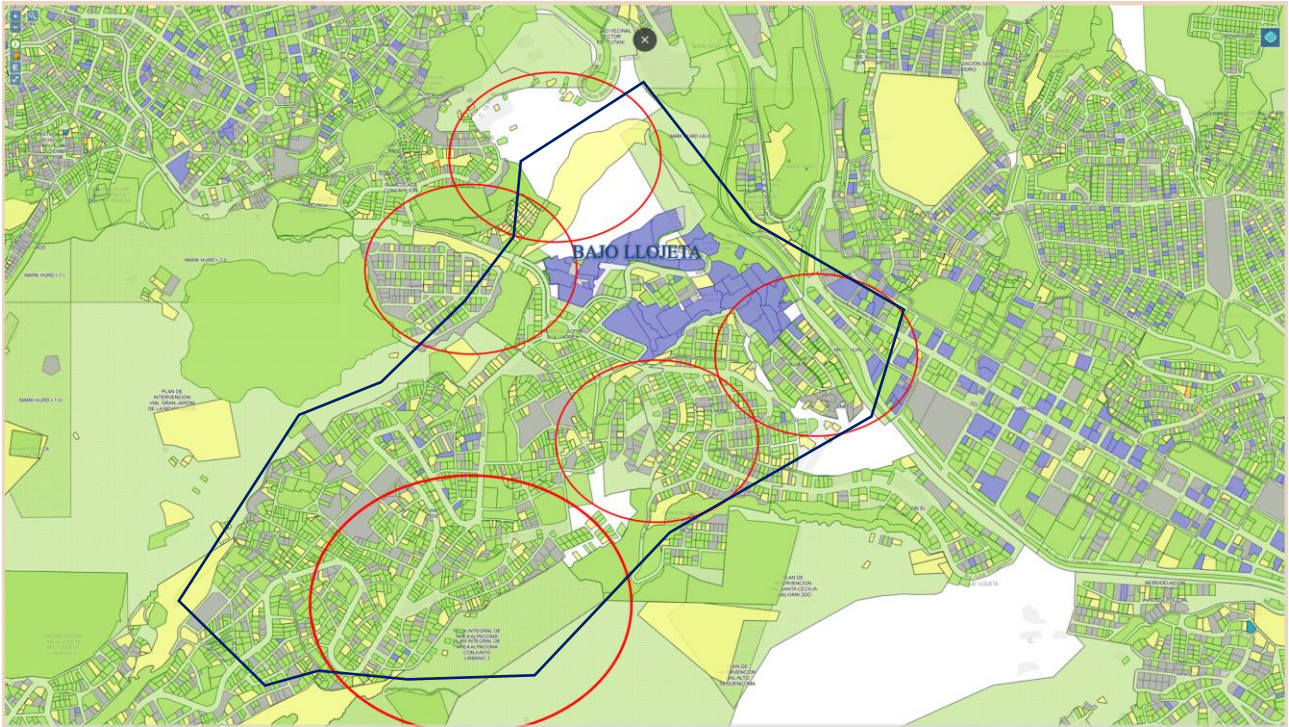


Figura 13 – Mapa de Uso de suelo
Fuente <http://sitservicios.lapaz.bo/>

5.4.3. Topografía.

El Lic. de Arquitectura Luis Fernandez Rengel 2014 en su tesis de grado realizo un estudio de la pendiente de la Calle Andrés Bello, zona Bajo Llojeta en la cual muestra una pendiente de 2%, asimismo, describe que las propiedades presentan pendientes irregulares y variables como se puede apreciar en los cortes del terreno, además el terreno se caracteriza en sectores por contener material de relleno debido a los cortes de terreno que realizaron posiblemente los vecinos y que depositaron en la propiedad.

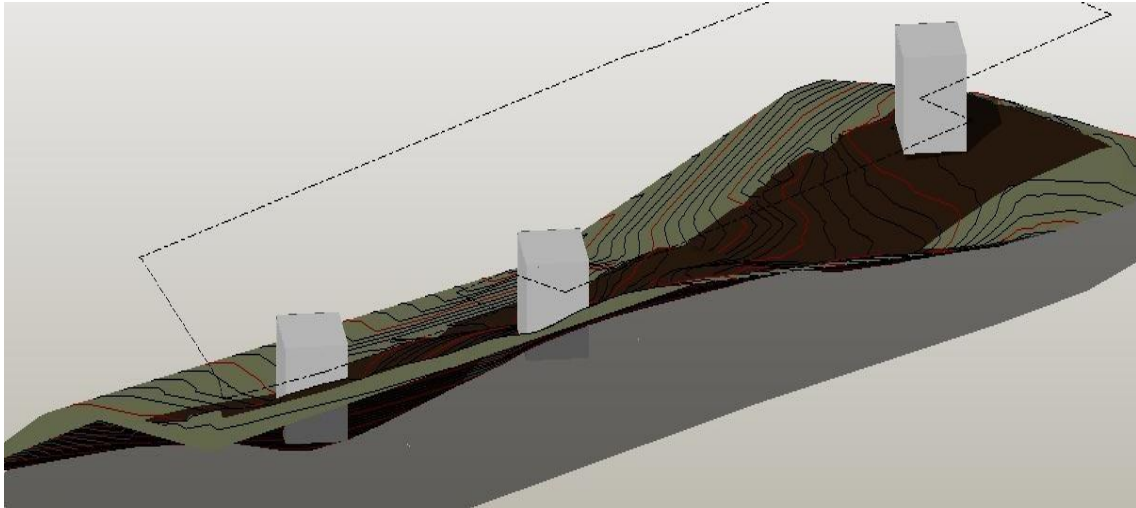


Figura 14 – Topografía de la Calle Andrés Bello, zona Bajo Llojeta
Fuente Luis Fernandez 2014

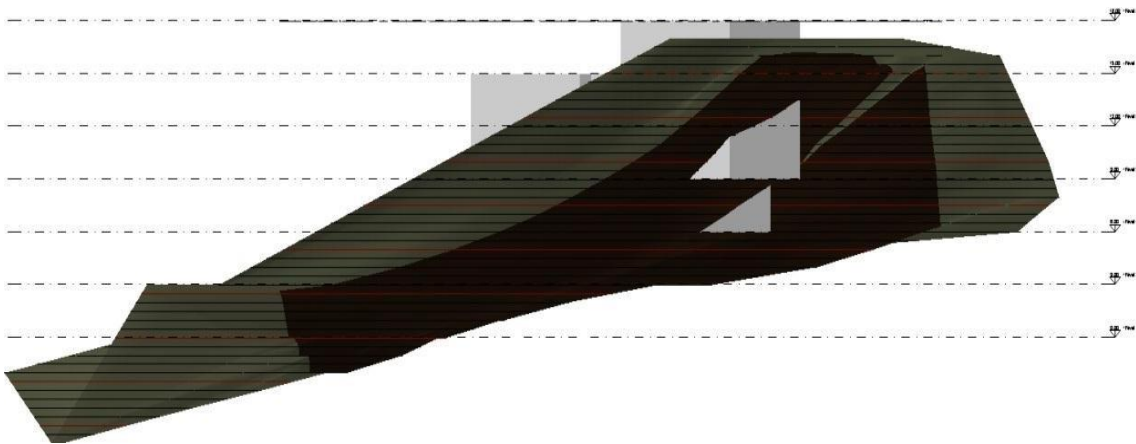


Figura 15 – corte topográfico de la Calle Andrés Bello, zona Bajo Llojeta
Fuente Luis Fernandez 2014

5.4.4. Geología – suelos.

Luis Fernandez también realizó un muestreo sobre los tipos de pendientes en la zona de Bajo Llojeta, clasificándolos en cuatro categorías: pendiente Baja, pendiente media, pendiente media alta y pendiente alta.



Figura 16 - Análisis Geológico de los suelos
Fuente Luis Fernandez 2014

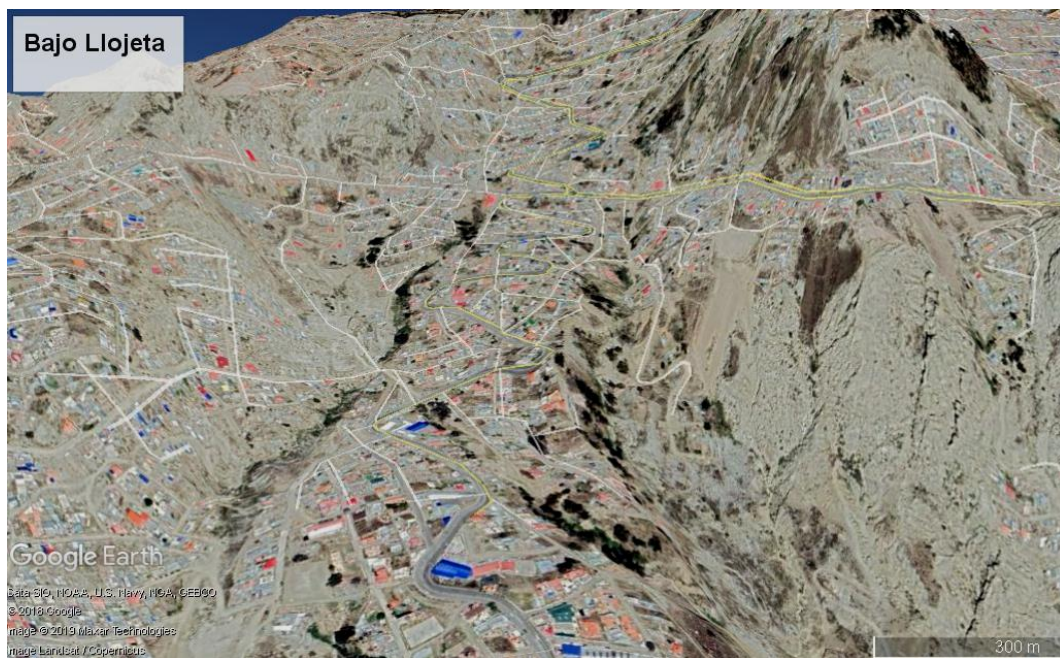


Figura 17 - Ladera Bajo Llojeta 3d
Fuente Google Earth

5.4.5. Tipología de las edificaciones

La Guía Boliviana de Diseño Sísmico cataloga las edificaciones en cuatro categorías, según su función al nivel de seguridad estructural que estas deben tener, asignándoles un factor de importancia “1”.

Esta categorización está en función del uso intensivo de la edificación, de las consecuencias de su posible colapso representado en pérdidas de vidas humanas, del impacto negativo de carácter social y económico y en la importancia de la edificación para la seguridad pública y protección civil, después del sismo.

Categoría A: I = 1.2 Edificaciones cuya integridad estructural durante y después del sismo es vital, donde se requiere un grado de seguridad muy alto, tales como: Infraestructura hospitalaria en todos sus niveles, instituciones del gobierno en los niveles nacionales y sub-nacionales, militares, policiales, estaciones de bomberos, centros que puedan servir como refugio en casos de emergencias, canales de radio y teledifusión

Categoría B: I = 1.1 Edificaciones cuya importancia sismo resistente se justifica en función a su uso y alto contenido de valor social y cultural, donde se requiere un grado de seguridad elevado, tales como: centros educativos, centros de convenciones, estadios, coliseos, teatros, cines, centros comerciales, complejos deportivos, centros importantes de acopio y abastecimiento de alimentos, centros culturales, museos, centros religiosos, hoteles que posean salas de convenciones terminales de transporte, aeropuertos, obras hidráulicas urbanas.

Categoría C: I = 1.0 Edificaciones donde se requiere un grado de seguridad normal, tales como: edificaciones de vivienda (aislada y multifamiliar) edificios comerciales (oficinas, consultorios, tiendas), restaurantes, hoteles, almacenes, industrias que no posean materiales y sustancias tóxicas o explosivas, depósitos de almacenamiento, muros perimetrales

Categoría D: I = 0.0 Edificaciones no destinadas a habitación, que no se diseñan considerando cargas sísmicas, sin importancia para la seguridad pública, tales como: establos, casetas ligeras.

5.4.6. Tipos de edificaciones en el área de estudio

En el área de estudio se encuentran edificaciones de Categoría C, donde gran parte son edificaciones de vivienda unifamiliar, multifamiliar y otras que son comerciales.

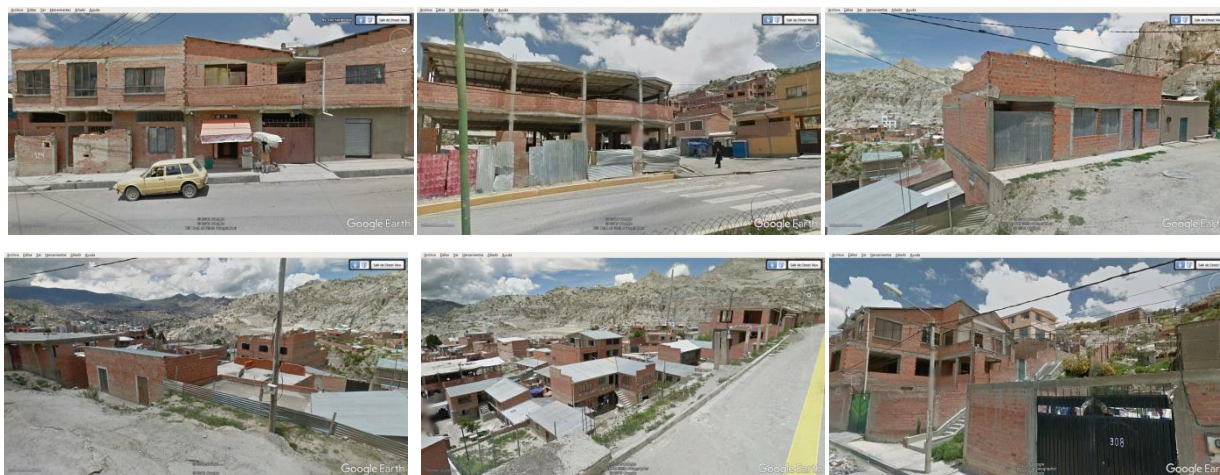


Figura 18 – Viviendas de Bajo Llojeta
Fuente Google Earth

Como muestra la figura 18 la zona de Bajo Llojeta está conformada por edificios de 2 plantas en su mayoría, debido al crecimiento de la familia. Las construcciones fueron realizadas estos últimos años, generalmente con materiales de construcción industrializados, paredes de ladrillo hueco y hormigón armado, y cubierta de placas de calamina

La mayoría de las edificaciones no cuenta con planos aprobados por la Honorable Alcaldía Municipal, por otro lado, las construcciones fueron autoconstruidas, realizados por albañiles, sin dirección técnica calificada, sobre los riesgos que conllevan la construcción en pendientes.

5.5. VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

5.5.1. Análisis y evaluación de la vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad ante los deslizamientos requiere un conocimiento de la densidad de población, infraestructura, actividades económicas y los efectos de un determinado fenómeno sobre estos elementos en riesgo.

Para valorar la vulnerabilidad debe tenerse en cuenta el tipo, proximidad y distribución espacial de las elementos afectados o población, grado de protección ofrecida a las personas por la naturaleza del elemento, escala o volumen probable de la falla, grado de prevención o alarma, velocidad del movimiento y su respuesta, así como la posibilidad de efectos secundarios. (Oliva Aldo, 2015)

La evaluación de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expresado en una escala de 0 a 1 y depende principalmente de la exposición del elemento a la amenaza.

Imiriland¹¹ (2007) recomienda índices para evaluar diferentes tipos de vulnerabilidades, según las pérdidas y daños esperados. Dichas recomendaciones se muestran en las siguientes tablas.

Descripción de Vulnerabilidad	Rango de Pérdidas	Índice
Estructuras intactas	0	0
Daños locales	1+25%	0.25
Daños serios pero posibles de reparar	26+50%	0.5
Destruído en su mayoría y difícil de reparar	51+75%	0.75
Destrucción total	76+100%	1

Tabla 1 - Valores de vulnerabilidad física al impacto de deslizamiento de tierra
Fuente Imiriland 2007

Descripción de Vulnerabilidad	Índice
No hay personas afectadas	0
Se requiere evacuar personas, pero no hay personas heridas	0.25
Personas heridas, pero las personas continúan en sus actividades	0.5
Personas seriamente heridas, hasta con el 50% de discapacidad	0.75
Personas muertas. 51 a 100% de discapacidad	1

Tabla 2 - Valores de vulnerabilidad social
Fuente Imiriland 2007

¹¹ The IMIRILAND methodology: a proposal for a multidisciplinary risk assessment procedure with respect to large landslide. 2004

5.5.2. Vulnerabilidad de las estructuras

Para las estructuras, la evaluación del daño y la vulnerabilidad ante los deslizamientos dependen, entre otros, de los siguientes aspectos: Características de la amenaza, Modelación de la interacción deslizamiento-estructura, Velocidad del movimiento, Características y la calidad de la construcción. (Oliva Aldo, 2015)

5.6. SOLUCIONES PARA LA MITIGACION.

Para esta parte del trabajo se iniciara con el análisis de sistemas de prevención y mitigación de deslizamientos de terrenos en ladera, debido a los deslizamientos de tierra producidos en ladera y barrancos, se hace necesaria la búsqueda de métodos y técnicas que contribuyan a la mitigación de los riesgos, a los que se expone la población o residentes que viven en el Barrio de Bajo Llojeta, por lo tanto, se debe buscar una solución viable que responda a la problemática del actual esquema económico y social de la ciudad de La Paz, con relación a la vivienda.

5.6.1. Formas de mitigación y prevención.

Como fue definido en conceptos básicos, la mitigación es la medida para la reducción del daño producido por algún fenómeno, en nuestro caso los deslizamientos de suelo, las formas de mitigar serian:

5.6.1.1. *Uso de zampeados*

Según la Norma de construcción y diseño de sistemas de alcantarillado NB688. Consiste en poner un recubrimiento de piedra con mortero de cal o de cemento a los taludes; esto evitara la filtración de agua al talud, y con ello, aumenta considerablemente su estabilidad estructural.

5.6.1.2. *Uso de la vegetación*

En este caso se nos hace muy complicado el uso de vegetación por lo que se descarta, ya que el barrio de Bajo Llojeta se encuentra ubicado en un terreno árido, rocoso, con lo mínimo en vegetación.

5.6.1.3. *Uso de cunetas revestidas*

El uso de cunetas revestidas de planchas de concreto o de medios tubos de concreto, colocadas al pie o en la corona del talud para guiar, las corrientes de agua que puedan llegar a ser perjudiciales.

5.6.1.4. *Uso de materiales estabilizantes*

Consiste en agregar materiales cementantes, asfaltos o sales químicas a los suelos, para mejorar las propiedades de resistencia de éste, y además de adherencia, y otros.

5.6.1.5. *Uso de muros de contención*

Según el Centro de Espacio Subterráneo¹². (1983) afirma que: En una zona de riesgo, la cimentación debe quedar bajo de la zona de falla, teniendo en cuenta que podría suceder una rotación del muro o no soportar el movimiento del suelo, es por eso que se realizan cálculos con una estructura que soporta gravedad y otros métodos estructurales.

Los muros de contención cumplen distintas necesidades, cuando se utiliza este en una ladera varia su diseño y la función que esta cumple, estos van desde un muro de piedra, terraplenes, pasos peatonales gaviones como también los compuestos de concreto armado reforzados con acero (C.E.S. 1983)

5.6.1.6. *Drenajes*

La presencia del agua y su flujo o movimiento dentro del suelo, es un factor de suma importancia en la estabilización de taludes. Las estructuras comunes, tales como cunetas, contra cunetas, alcantarillas, son indispensables para la prevención de los deslizamientos.

5.6.1.7. *Reducción de la pendiente*

Según Gallardo A¹³. afirma que, se puede reducir la pendiente del talud, haciendo ya sea un corte o un relleno; conservando las siguientes proporciones:

¹² libro - Centro de Espacio Subterráneo de la Universidad de Minnesota - Tierra y cobijo - Editorial Gustavo Gill - 1983 - ilustrado em p/b - 288p.

¹³ Gallardo A. **Diseño de Viviendas en Laderas**. 2004

Tipos de Cortes	Proporciones
para el corte, en trefa varia de	1 / 3:1
para material cementado hasta	2: 1
para la combinación de arcilla con arena	½: 2
para la roca quebrada	1: 1
para la roca suelta	1: 1
cuando se trate de relleno	2: 1 en diamicton
cuando se trate de relleno	1: 1 en tefra

Tabla 3. Tipos de Cortes y Proporciones

Fuente: Gallardo A. 2004. Diseño de Viviendas en Laderas. URL.

5.6.1.8. *Uso de plataformas y terrazas*

Para la reducción de pendientes se hace uso de las terrazas o plataformas, esta consiste en remover toda la materia orgánica, para luego rellenar con una capa base de rocas que tiene un tamaño mínimo de 2 cm² y el 90% de compactación mínima del relleno, siendo esta una solución segura y realizando un máximo de aprovechamiento del terreno. (Walle, 2003)

5.6.2. Los materiales con más uso en la construcción de viviendas en La Paz.

- Los cimientos, que soportan y dan estabilidad al edificio, la mayor parte de la ciudad está construida con cimientos de hormigón armado.
- La estructura, que resiste las cargas y las transmite a los cimientos, está hecha con hormigón armado.
- Los muros exteriores que pueden formar parte, o no, de la estructura principal de soporte, está formada por ladrillos de 6 o 8 huecos, así también una mínima parte realizada con adobe.
- La cubierta es una estructura de acero o de madera sobre la que se coloca el tejado. En las viviendas en La Paz se hace uso de laminas de acero, en pocos casos hacen uso de tejas de cerámica o dejan una losa de cemento, para continuar luego su construcción.
- Las separaciones interiores o particiones, que se llevan a cabo mediante tabiques y muros, igual que los muros exteriores estos hacen uso de tabiques o ladrillos, recubiertos de yeso, o de paneles prefabricados.

- Los suelos y techos. Se construyen sobre un forjado de hormigón y cerámicas o de hormigón, que, posteriormente, se cubre con baldosas, listones de madera o cualquier otro material de acabado.
- Los revestimientos. Son los materiales que recubren suelos, paredes y techos, y forman el acabado y la parte visible de la vivienda. En los suelos es habitual el uso de maderas, cerámica. Mientras que en las paredes y techos se suele utilizar el yeso que posteriormente reciben una mano de pintura.

5.6.3. Tipos de estructuras usadas

En el área de estudio gran parte de las construcciones utilizaron el hormigón armado, tanto en los cimientos como en las columnas/pilares; en la loza optaron por utilizar vigas pretensadas, con bloques de cerámica o hojas de plastroformo, revestida con una capa de concreto.



Figura 19 – Estructuras usadas en la zona de Bajo Llojeta
Fuente - Foto del Autor (2019)

5.6.4. Viviendas Regularizadas

En el contexto de las viviendas regularizadas en las laderas de la ciudad de La Paz, es fundamental abordar la complejidad de esta problemática desde una perspectiva integral que considere tanto las disposiciones de la Cartilla LUSU (Ley de Uso y Suelo Urbano) como las normativas específicas de la ciudad.

La Cartilla LUSU establece directrices generales para el desarrollo urbano, incluyendo la regulación del uso del suelo, la densidad de población y la altura de las edificaciones. Sin embargo, la aplicación de estas normativas en las laderas puede requerir adaptaciones específicas para garantizar la seguridad y el bienestar de los habitantes.

Es necesario considerar las condiciones geotécnicas de las laderas, que pueden ser propensas a deslizamientos de suelo y otros riesgos naturales. Por lo tanto, las normativas específicas de La Paz deben abordar estas preocupaciones y establecer requisitos técnicos para la construcción y regularización de viviendas en estas áreas.

En resumen, las viviendas regularizadas en las laderas de La Paz deben cumplir con las disposiciones de la Cartilla LUSU y las normativas específicas de la ciudad, adaptadas a las condiciones geográficas y socioeconómicas de estas áreas. Esto garantizará un desarrollo urbano seguro, equitativo y sostenible que mejore la calidad de vida de todos los habitantes de la ciudad.

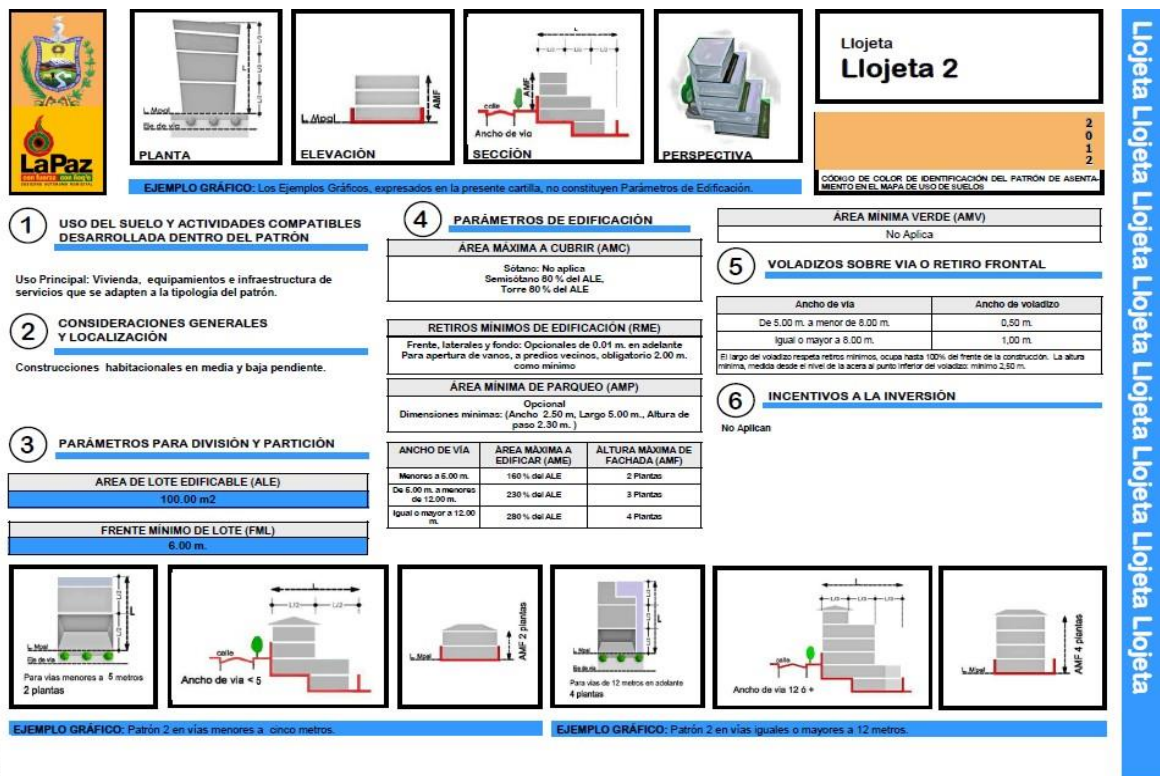


Figura 20 – Cartilla Normativa LUSU Bajo Llojeta
 Fuente - HAMPLP

6. MANUAL

En el Anexo sigue el Manual

Esta guía/manual busca fortalecer la seguridad y resiliencia de nuestras comunidades en las periferias de La Paz, Bolivia. El entorno que habitamos nos presenta desafíos únicos, entre ellos, la amenaza constante de deslizamientos de terreno. Esta guía, elaborada con base en los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico (2018) tiene como objetivo brindar conocimientos prácticos y accesibles para que todos podamos contribuir a la construcción y el mantenimiento de viviendas más seguras y adaptadas.

En sus páginas, nos embarcamos en un viaje colectivo hacia la comprensión. La Guía Boliviana de Diseño Sísmico proporciona la base técnica para esta iniciativa, enfocándose en la seguridad estructural ante eventos sísmicos, pero nosotros llevamos estos principios más allá. Reconocemos la realidad de los deslizamientos en nuestras laderas y colinas, y este manual se adapta específicamente a esa amenaza, alentándonos a construir hogares que no solo resistan sismos / deslizamientos, sino que también se defiendan contra los desafíos diarios que nos presenta la naturaleza.

En un lenguaje claro y accesible, exploraremos juntos los fundamentos de la construcción segura, desde la elección de materiales hasta la planificación de espacios, sin olvidar la importancia de la participación activa de la comunidad en todo el proceso. Esta guía/manual no solo es para ingenieros y arquitectos, sino para todos nosotros, los guardianes de nuestros hogares y vecindarios.

Este manual se diseñará como una herramienta práctica y aplicable, tomando como base los principios establecidos en la Guía Boliviana de Diseño Sísmico. Se centra en abordar la complejidad de construir viviendas sismorresistentes en las periferias de La Paz, donde la amenaza de deslizamientos de terreno agrega un componente adicional a los desafíos estructurales. Este recurso busca proporcionar orientación tanto para profesionales de la construcción como para la comunidad en general.

En este manual usamos Dibujos y Diagramas Explicativos, se realizo una mezcla entre dibujo y lo teórico, ilustrando los conceptos técnicos de la manera mas clara posible para el entender del público en general.

7. CONCLUSIONES

Lo desarrollado en esta primera parte del trabajo deriva de la necesidad de estudiar las viviendas de las laderas con pendientes pronunciadas, a causa de la explosión urbana – demográfica, para así brindar un aporte de conocimiento a las personas que se encuentran en el ámbito de la construcción de viviendas en las laderas.

Tenemos que rever las políticas de vivienda que maneja el gobierno, ya que en casos de deslizamiento, la primera ayuda recibida por la población es el abastecimiento de carpas que entrega la alcaldía, en muchos casos tienen que acomodarse una familia por carpa lo que llega a ser algo inhumano.

Proponer un incentivo para la regularización de los documentos de vivienda en los barrios periféricos, en donde se cuente con grupos de arquitectos e ingenieros civiles, para el apoyo a las familias de bajos recursos.

Para la mitigación una solución viable es proponer a los organismos gubernamentales, que den una ayuda económica para la construcción de muros de contención en zona de riesgo.

Este trabajo de investigación aborda de manera íntegra el riesgo asociado a los deslizamientos de suelo en la ciudad de La Paz, reconociendo su impacto significativo en la seguridad y el bienestar de sus habitantes. El principal objetivo es ofrecer soluciones efectivas mediante la creación de un manual de construcción que cumpla con las normativas bolivianas y los principios establecidos en la Guía Boliviana de Diseño Sísmico.

El enfoque metodológico utilizado, que incluye la caracterización detallada de las edificaciones existentes, el análisis de políticas y medidas post-desastre, así como el estudio exhaustivo del área seleccionada, proporciona una sólida base para la elaboración del manual. Este recurso estará diseñado de manera clara y comprensible, dirigido tanto a profesionales de la construcción como a propietarios y usuarios de viviendas en la región afectada.

En última instancia, este trabajo busca proporcionar una herramienta práctica y accesible que contribuya de manera significativa a mejorar la seguridad y la resiliencia de las comunidades afectadas por los deslizamientos de suelo en La Paz. La implementación de las recomendaciones y prácticas propuestas en el manual puede marcar

una diferencia crucial en la protección y bienestar de los residentes, fortaleciendo la capacidad de las comunidades para enfrentar y superar este desafío.

Se destaca la importancia de abordar el riesgo de deslizamientos de suelo en las periferias de La Paz mediante la creación del manual de construcción basado en los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico. Este manual busca fortalecer la seguridad y resiliencia de las comunidades, ofreciendo conocimientos prácticos y accesibles para la construcción de viviendas más seguras y adaptadas a las condiciones locales.

La creación de este manual representa un paso significativo hacia la mitigación de riesgos y la mejora de la calidad de vida en las áreas afectadas por deslizamientos de terreno. Al incorporar las normativas bolivianas y los principios de diseño sísmico, el manual proporciona una guía para profesionales de la construcción y la comunidad en general.

En resumen, la creación de este manual representa un compromiso con la seguridad y el bienestar de las comunidades en las periferias de La Paz, ofreciendo orientación práctica y aplicable que puede marcar una diferencia significativa en la resiliencia de estas áreas ante los desafíos naturales que enfrentan.

8. REFERENCIAS

ALCÁNTARA Ayala, Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología, 2000 - scielo.org.mx Investigaciones geográficas, Invest. Geog, México abr. 2000

ALIAGA, Luis. Diseño de campamentos temporales para los afectados por catástrofes naturales en la ciudad de La Paz. 2017-2019, Instituto De Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

ARROYO, Alberti, C Bernal, R Ernesro, BHE Sandoval - 2006 - ri.ues.edu.sv

Banco Interamericano de desarrollo (BID) , Perfil de riesgo de desastres para Bolivia, Division de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Gestion de Riesgo, Nota Tecnica N° IDB-TN-1100 2016

BAÑÓN, Rafael, CARRILLO Ernesto, "La legitimidad de la administración pública", La nueva administración pública, Madrid, Alianza, 1997 (Alianza U niversidad Textos, 162), pp 51-76.

FERRER Gijón, Riesgos Geológicos. Iº Curso de Riesgos , 1988 – disponible en <books.google.com> Acceso en: 22 de enero 2024.

FERNADEZ Luis, Conjuntos Habitacionales zona de Llojeta, Distrito de Cotahuma, Ciudad de La Paz, 2014 – disponible en < <https://es.scribd.com/document/462860104/pg-llojeta-pdf>> Acceso en: 20 de noviembre 2023.

G.A.M.L.P, Cartilla de uso de suelo, 2010, disponible en: <<http://sitservicios.lapaz.bo/sit/LUSU/docs/omd/macrozona%2022%20llojeta/cartillas/2.pdf>> Acceso en: 15, 20 enero y 10 de febrero 2024

G.A.M.L.P, Leyes municipales autonómicas Nros. 017 – 024 -050, Alcaldía Municipal de La Paz, 2010

G.A.M.L.P, Texto ordenado Leyes municipales autonómicas G.A.M.L.P. No.017 G.A.M.L.P. No.024 G.A.M.L.P. No.050, 2019

GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ, Texto ordenado reglamento especifico del S.A.B.S,

Secretaría Ejecutiva Dirección de Licitaciones y Contratos – Dirección de Desarrollo Organizacional, 2009

GRANDI, Rolando: Guía Boliviana de Diseño Sísmico. Bolivia, 2018 (Guía)
Instituto geológico y minero de España 1971. Pag 175

JIMÉNEZ, S. (2008). Por el reconocimiento y justiciabilidad del derecho humano a la vivienda en Bolivia. *Revista INVI*, 23(62)., Disponible en <<https://revistadematemáticas.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/8379/8175>> Acceso en: 22 de noviembre 2023

LA RAZON, Barrios del sur, 2018, Disponible en <http://www.la-razon.com/ciudades/EDIFICACIONES-ALZAN-BARRIOS-SUR_0_1504049608.html> Acceso en: 15 diciembre 2023

LA RAZON, Fiscalización de obras, 2019, Disponible en <http://www.la-razon.com/ciudades/Alcaldía-dejara-fiscalizar-detalles-arquitectonicos_0_1600639963.html> Acceso em: 15 enero 2024

LA RAZON, Ley sobre construcción, Disponible en <http://www.la-razon.com/opinion/editorial/Ley-construir_0_1604839528.html> Acceso en: 20 octubre 2019

MANSILLA, Elizabeth, Riesgo Urbano y Políticas Públicas en América Latina: La Irregularidad y el Acceso al Suelo, ISDR, CORPORACION OSSO, 2010

MELENDRES, Nina. Vivienda en comunidad sostenible, 2016, Disponible en <<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11826/PG-3769.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>, Acceso en: 10 enero 2024

MISEREOR, Estrategia de acciones: Bolivia (Manuscrito), 2003

OLIVA, Aldo; GONZALES, Javier Evaluación del riesgo por inestabilidad de laderas. México, Iteico, 2015

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Informe de Desarrollo Humano en La Paz y en Oruro, La Paz, 2003

RED Hábitat, Gestión de Riesgos La Paz, Macrodistrato Cotahuma. Cartilla Educativa, Bolivia, 2005

RIVAS, María. Tesis de grado “fundamentos jurídicos medio ambientales para la creación de microclimas y forestación de los macro distritos de la ciudad de la paz”, 2010 Disponible en <<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12887>> Acceso en: 22 de enero 2024

RIVEROS, Chipre Actitudes y redes solidarias ante deslizamientos en dos comunidades urbanas, en la ladera este de la ciudad de La Paz 2009-2011. TESIS DE GRADO UMSA. Bolivia, 2012.


SALAMANCA, Luis. Los riesgos, un problema de todos/as en la ciudad de La Paz? Las vulnerabilidades en las laderas de la ciudad de La Paz, Bolivia, CIDESUMSA, 2007

SCHOOP, Wolfgang Ciudades bolivianas. Amigos del Libro. Cochabamba 1981

SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL, MAPA DE USO DE SUELOS, 2019 Disponible en: < <http://sitservicios.lapaz.bo/sit/LUSU/>> Acceso en: noviembre 2023

WALLE, Robert, W14 Módulo de conservación de suelos y laderas, editorial Tegucigalpa Guaymuras, 2003 38p

YANA, Wilmer, Modelación Cartográfica para obtener Mapas de Riesgo, Bolivia, 2012 (Examen de grado)



MANUAL DE APOYO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS

ADAPTADAS A DESLIZAMIENTOS EN
AREAS PERIFERICAS DE LA CIUDAD
DE LA PAZ, BOLIVIA.

LUIS CHURA A.



ÍNDICE

INTRODUCCION	2
OBJETIVO DEL MANUAL	3
AMENAZA SISMICA EN BOLIVIA ZONIFICACION SISMICA DE BOLIVIA	4
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE CIMENTACIÓN PRUEBAS DE RESISTENCIA DEL SUELO	5
DIMENSIONES DE CIMENTOS SEGÚN EL TIPO DE SUELO	6
CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS	7
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICA	8
RECOMENDACIONES PARA LA CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	11
CONCLUSION	21
REFERENCIAS	22

INTRODUCCION

Este manual/guía tiene como objetivo fortalecer la seguridad y resiliencia de las comunidades localizadas en áreas periféricas de la ciudad de La Paz, Bolivia, frente a desafíos únicos, incluida la amenaza constante de tamaños graduales de terreno. Basado en su totalidad en los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico (2018), esta iniciativa pretende proporcionar conocimientos prácticos y accesibles para contribuir a la construcción y el mantenimiento de viviendas más seguras y adaptadas.

Descripción:

En un contexto donde la seguridad estructural ante eventos sísmicos es crucial, esta guía amplía su enfoque para abordar específicamente la realidad de los laterales en pendientes y colinas. Reconociendo esta amenaza particular, el manual no solo busca resistir sismos/deslizamientos, sino también enfrentar los desafíos cotidianos presentados por la naturaleza.

Con un lenguaje cotidiano y accesible, el Manual explora los fundamentos de la construcción segura, desde los conceptos básicos a las configuraciones estructurales, haciendo hincapié en la participación activa de la población comunitaria en todo el proceso. Por tanto, no se limita únicamente a ingenieros, arquitectos y constructores, sino que está diseñada para ser comprendida y utilizada por todos, fomentando un sentido de corresponsabilidad entre los habitantes como guardianes de sus viviendas y del vecindario..

Objetivos del Manual:

- Fortalecer la seguridad y resiliencia de las comunidades en áreas periféricas de la ciudad de La Paz.
- Proporcionar conocimientos prácticos y accesibles para la construcción y mantenimiento de viviendas seguras y adaptadas.
- Abordar específicamente las amenazas por pasos, en pendiente y colinas adaptadas de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico, 2018
- Fomentar la participación activa de la población comunitaria en el proceso de construcción y mantenimiento de viviendas seguras.
- Sensibilizar a la población sobre la importancia de la seguridad estructural y la resiliencia frente a desastres naturales.

Público Objetivo:

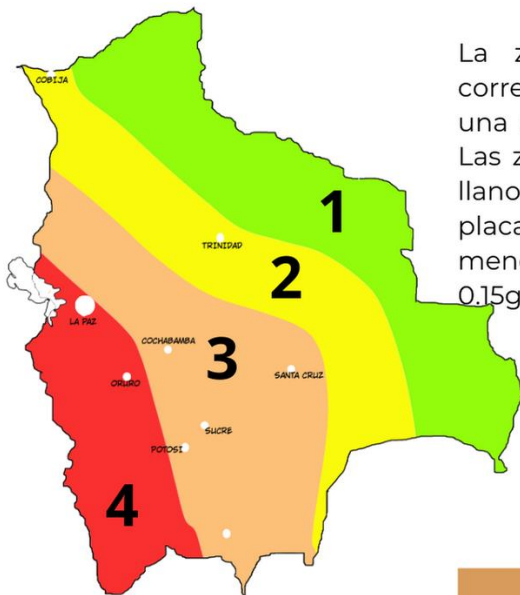
Población de áreas periféricas de la ciudad de La Paz.
Organizaciones comunitarias.
Profesionales del sector de la construcción.
Autoridades locales y regionales.

Amenaza sísmica en Bolivia

Bolivia se encuentra apoyada sobre dos placas: la placa Altiplano y la placa Sudamericana. El límite entre la placa Altiplano y la placa Sudamericana es prácticamente el borde este de la Cordillera Oriental (límite entre las zonas 2 y 3 del mapa de zonificación sísmica), este límite divide el territorio en dos partes, el sector de las cordilleras Occidental y Oriental y, el sector de los llanos.

El departamento de La Paz se encuentra localizado en el sector centro y sur encontrándose sobre la placa Altiplano. La parte norte de La Paz se encuentran sobre la placa Sudamericana.

ZONIFICACION SISMICA DE BOLIVIA



La zona más crítica es la 3, que corresponde a la Cordillera Oriental, con una aceleración pico del suelo de 0.3g. Las zonas 1 y 2 que corresponden a los llanos orientales se encuentran sobre la placa Sudamericana, la sismicidad es menor, con aceleraciones pico de 0.05 y 0.15g.

REFERENCIAS		
ZONA SISMICA	ACELERACION SUELO	ESPECTRO
1	0.05 g	Tipo 1
2	0.15 g	Tipo 2
3	0.3 g	Tipo 3
4	0.2 g	Tipo 4

Los departamentos de La Paz (suroeste), Oruro y Potosí, además del choque de las placas Altiplano y Sudamericana, tienen la influencia de la subducción de la placa de Nazca, esto genera la zona sísmica tipo 4 con una aceleración pico de 0.2g.



Clasificación de suelos de cimentación

La Guía Boliviana de Diseño Sísmico clasifica en 4 tipos de suelo según su capacidad portante

1. ROCA O SUELOS RÍGIDOS

Son suelos compuestos por rocas firmes y formaciones similares, también suelos compuestos por gravas y arenas muy densas y compactas, e incluso suelos cohesivos muy duros.

2. SUELOS INTERMEDIOS

Son suelos compuestos por gravas y arenas medianamente densas y compactas, también suelos cohesivos firmes.

3. SUELOS FIRMES

Son suelos firmes, suelos compuestos por gravas y arenas densas y compactas, e incluso suelos cohesivos duros.

4. SUELOS BLANDOS

Son suelos compuestos por gravas y arenas poco densas y poco compactas, también suelos cohesivos blandos.

Pruebas de resistencia del suelo

Existen 2 tipos de pruebas que se puede realizar durante la excavación de los cimientos.

1. Colocar una persona de 65 kg sobre un cubo de hormigón de 3x3x3 cm (por ejemplo un separador) colocado en el fondo a la zanja. Si el cubo penetra, el suelo es blando. Si no, es duro.

2. Dejar caer una barra de metal. Si la barra se queda parada, el suelo es blando. Si la barra se cae, el suelo es duro.

Profundidad de cimentación Mínimo 50 cm en el suelo natural (bajo la tierra vegetal), hasta encontrar suelo natural firme.

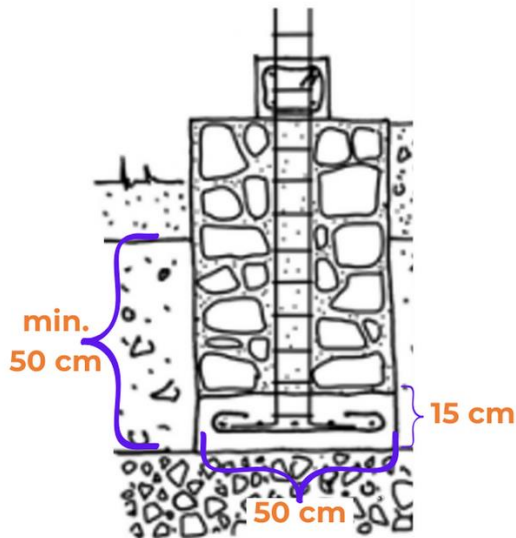
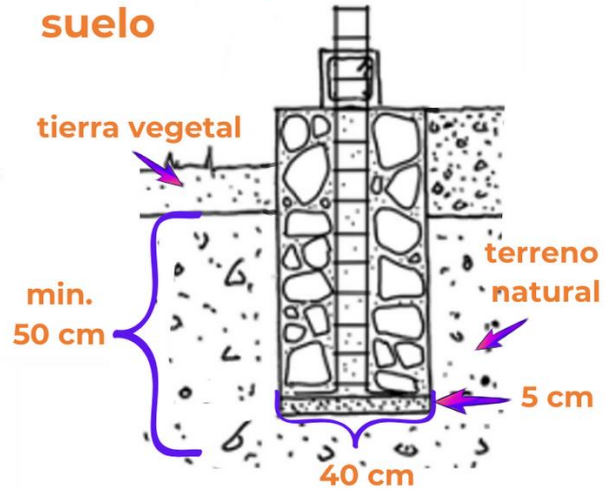
Ancho del cimiento
suelo duro : 40 cm
suelo medio : 50 - 60 cm
suelo blando : 70 cm



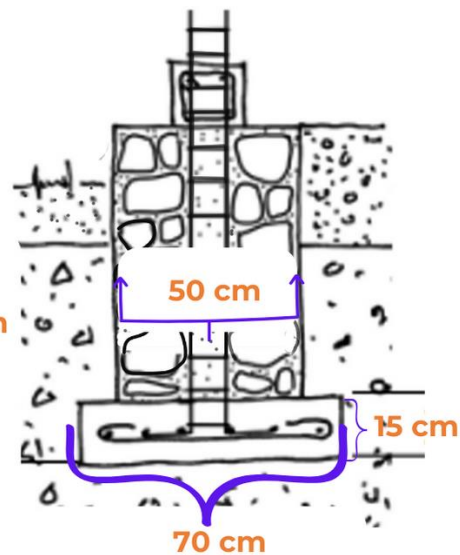
5

Dimensiones de cimientos según el tipo de suelo

- Suelo duro :**
- profundidad bajo la tierra vegetal : mín. 50 cm
 - ancho : 40 cm
 - replantillo en hormigón pobre de 5 cm



- Suelo compactado :**
- profundidad bajo la tierra vegetal : mín. 50 cm
 - ancho : 50 - 60 cm
 - con zapata corrida en hormigón armado de 15 cm



- Suelo blando :**
- profundidad bajo la tierra vegetal : mín. 50 cm
 - ancho zapata : 70 cm
 - ancho cimentación : 50 cm
 - con zapata corrida en hormigón armado de 15 cm

Las cimentaciones mostradas en esta página son ejemplos para edificaciones de pequeño porte, soportando un máximo de 3 plantas una altura máxima de 10 metros.

Clasificación de edificios y estructuras

CATEGORIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES

En función al nivel de seguridad estructural que deben tener las edificaciones, se definen cuatro (4) categorías: A, B, C y D y se le asigna a cada una un Factor de Importancia "I".

CATEGORÍA A(IV): I = 1.2

Edificaciones cuya integridad estructural durante y después del sismo es vital, donde se requiere un grado de seguridad muy alto, tales como:

- Infraestructura hospitalaria
- instituciones del gobierno en los niveles nacionales y subnacionales, militares, policiales
- estaciones de bomberos
- centros que puedan servir como refugio en casos de emergencias
- canales de radio y teledifusión



CATEGORÍA B(III): I = 1.1

Edificaciones cuya importancia sismo resistente se justifica en función a su uso y alto contenido de valor social y cultural, donde se requiere un grado de seguridad elevado, tales como:

- centros educativos, centros de convenciones, estadios, coliseos, teatros, cines, centros comerciales, complejos deportivos
- centros importantes de acopio y abastecimiento de alimentos
- centros culturales, museos, centros religiosos
- hoteles que posean salas de convenciones
- terminales de transporte, aeropuertos.



CATEGORÍA C(II): I = 1.0

Edificaciones donde se requiere un grado de seguridad normal, tales como:

- edificaciones de vivienda (aislada y multifamiliar)
- edificios comerciales (oficinas, consultorios, tiendas)
- restaurantes
- hoteles
- almacenes
- industrias que no posean materiales y sustancias tóxicas o explosivas
- depósitos de almacenamiento



CATEGORÍA D(I): $I = 0.0$

Edificaciones no destinadas a habitación, que no se diseñan considerando cargas sísmicas, sin

importancia para la seguridad pública, tales como:

- establos
- casetas ligeras, además de cerramientos perimetrales
- otras no clasificables en ninguna de las categorías anteriores



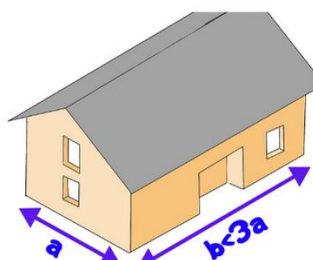
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICA

Se debe diseñar un sistema estructural de acuerdo con el sitio de emplazamiento y nivel de amenaza sísmica correspondiente, al tipo de terreno y al nivel de importancia de la estructura, de manera tal que garantice un buen comportamiento sismo resistente.

La disposición geométrica en planta será tan simétrica y regular como sea posible, tratando de conseguir en el edificio, en los elementos resistentes y en los arriostramientos, una composición que le confiera resistencia, rigidez y ductilidad para soportar cargas sísmicas en cualquier dirección horizontal, incluyendo la resistencia a la torsión.

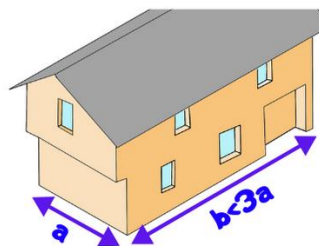
VULNERABILIDAD BAJA

- tiene forma geométrica regular
- el largo es 3 veces menor que el ancho
- no tienen gran cantidad de aberturas



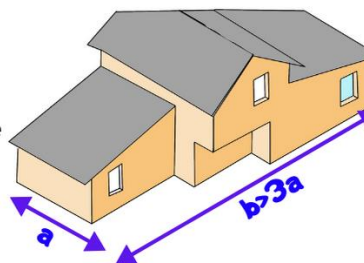
VULNERABILIDAD MEDIA

- presenta irregularidades en la planta no muy pronunciadas
- aumenta la cantidad de aberturas (ventanas)



VULNERABILIDAD ALTA

- el largo es 3 veces mayor que el ancho
- forma irregular con una gran cantidad de aberturas

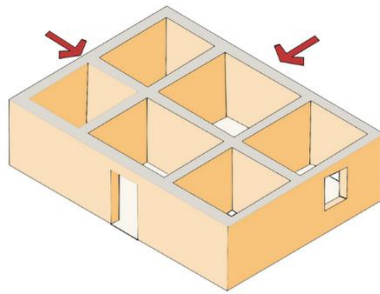


8

Si se confía la resistencia de los esfuerzos horizontales a elementos de gran rigidez como pantallas, muros, arriostres, etc., éstos deben colocarse al menos en dos direcciones, a ser posible ortogonales, en posición simétrica y preferiblemente en el perímetro exterior de la planta.

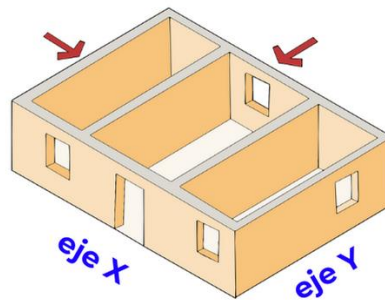
VULNERABILIDAD BAJA

- existen muros estructurales en las dos direcciones principales de la vivienda y estos pueden ser confinados o reforzados
- al tener muros estructurales en ambos sentidos eje X y eje Y reduce la torsion en la edificacion
- eje de rigides en el centro



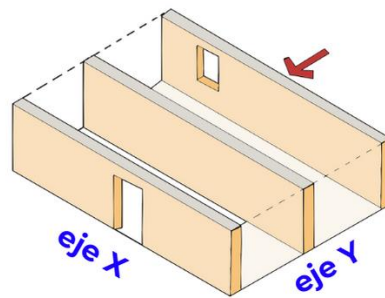
VULNERABILIDAD MEDIA

- la mayor parte de los muros se concentran en una sola direccion eje Y, teniendo poca cantidad en el eje X
- al tener mas muros en el eje Y el eje de rigides no se encuentra centrado por lo que tendria mas torsion en la estructura dependiendo del sentido del sismo, (ejeX o eje Y).



VULNERABILIDAD ALTA

- mas del 70% de los muros en una sola direccion.
- hay pocos muros confinados o reforzados.
- al no tener muros de refuerzo en el sentido del eje Y, en el caso de tener un sismo en ese sentido, ocasionaria un efecto domino en los muros ocasionando un colapso en la estructura.



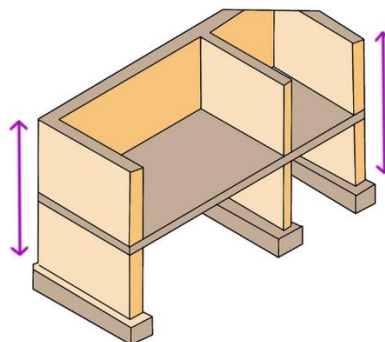
Se debe procurarse una disposición geométrica en elevación tan regular como sea posible, evitando las transiciones bruscas de forma o rigidez entre un piso y el siguiente, permitiendo un flujo continuo, regular y eficiente de las fuerzas sísmicas desde el último piso hasta la cimentación; por lo que no se debe eliminar columnas ni muros portantes.

La estructura debe presentar varias líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural) conectando entre sí a los subsistemas estructurales.

Las rigideces lineales de columnas y vigas deben permitir la disipación de energía en las vigas, reduciendo así la posibilidad de falla en las columnas.

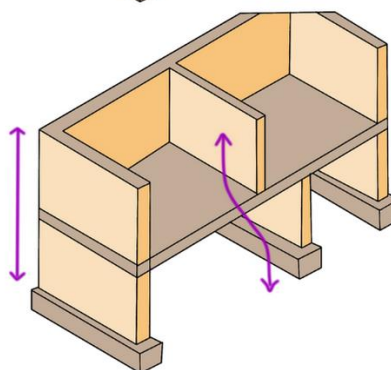
VULNERABILIDAD BAJA

- la mayor parte de la estructura (muros, pilares) presentan continuidad desde la cimentación a la cobertura



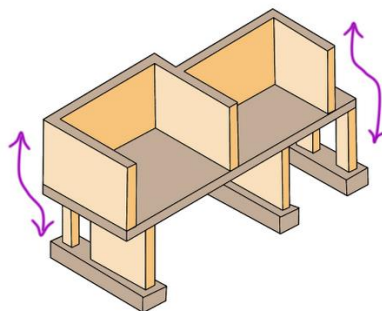
VULNERABILIDAD MEDIA

- algunos muros presentan discontinuidad, los pilares se mantienen continuos
- existe un riesgo mínimo en la discontinuidad de la estructura



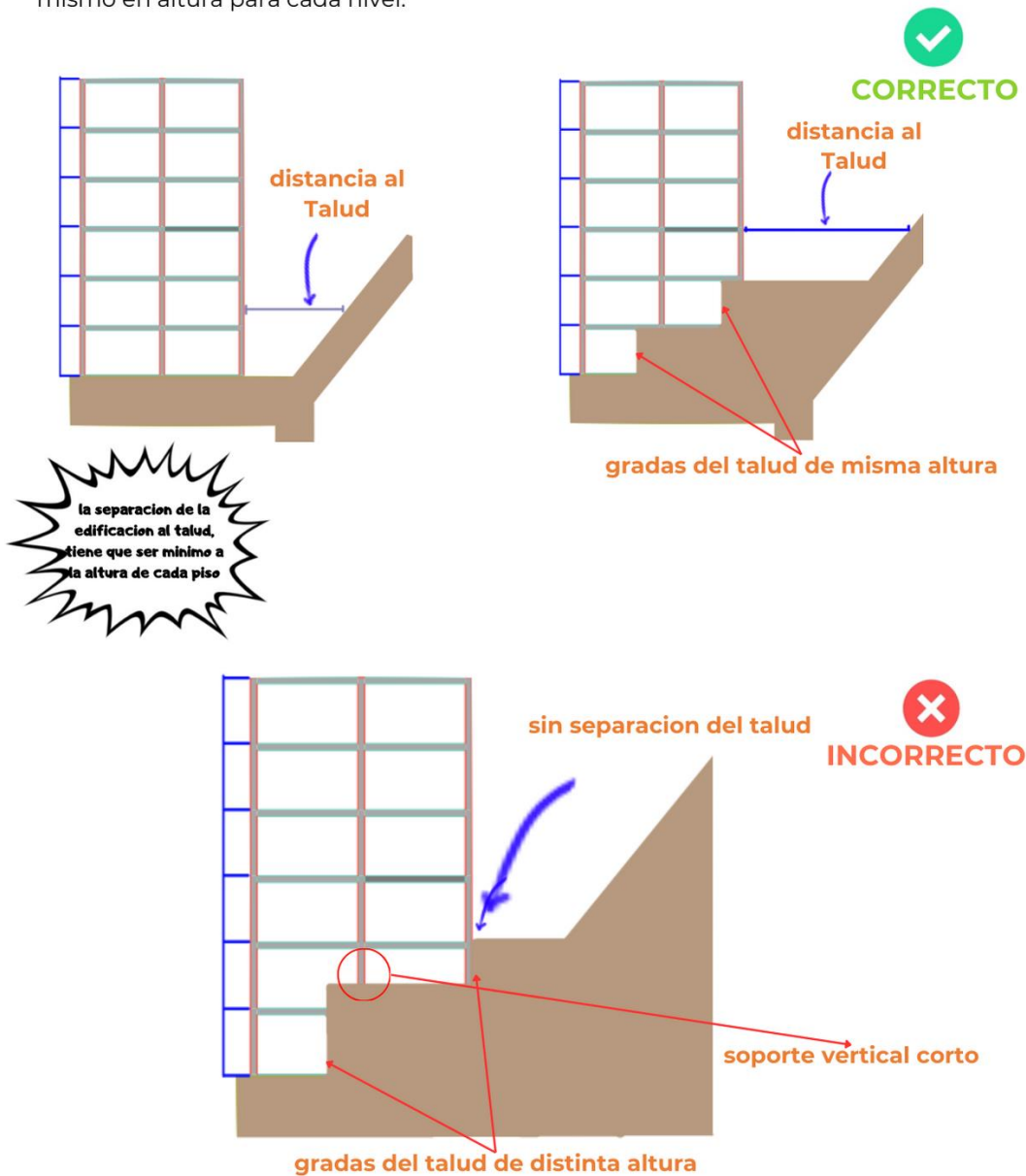
VULNERABILIDAD ALTA

- la mayor parte de muros no son continuos desde la cimentación.
- cambio de la alineación de los muros en dirección vertical
- cambio de sistema de muros en pisos superiores a columnas en piso inferior.
- existe un riesgo alto en una zona sísmica, por que no cuenta con una estructura que le de rigidez.



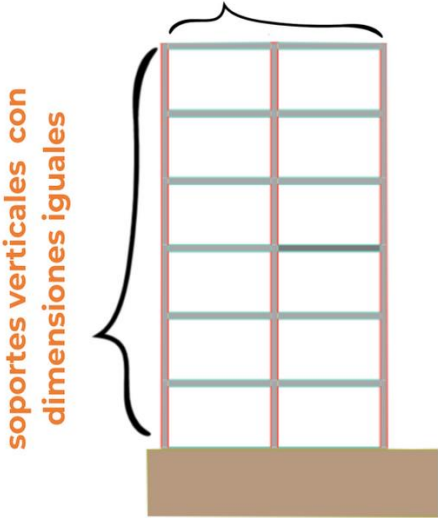
Recomendaciones de configuración Estructural

Se debe evitar la disposición de soportes verticales cortos y procurar que la edificación se acomode de tal manera al talud que estos elementos midan lo mismo en altura para cada nivel.

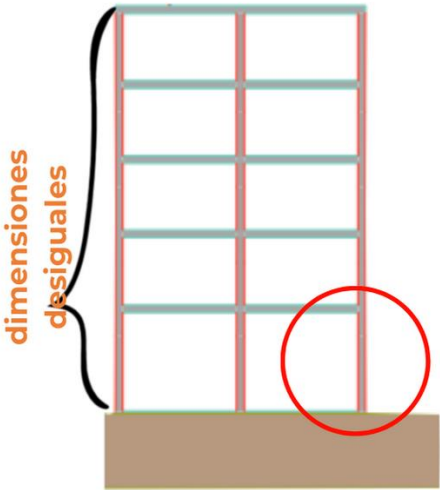


Se recomienda no tener soportes verticales más altos en la planta baja, caso contrario se los deberá reforzar adecuadamente. Evidentemente se debe procurar disminuir la altura de esta planta hasta donde sea posible.

distancia entre pilares simetrico




CORRECTO



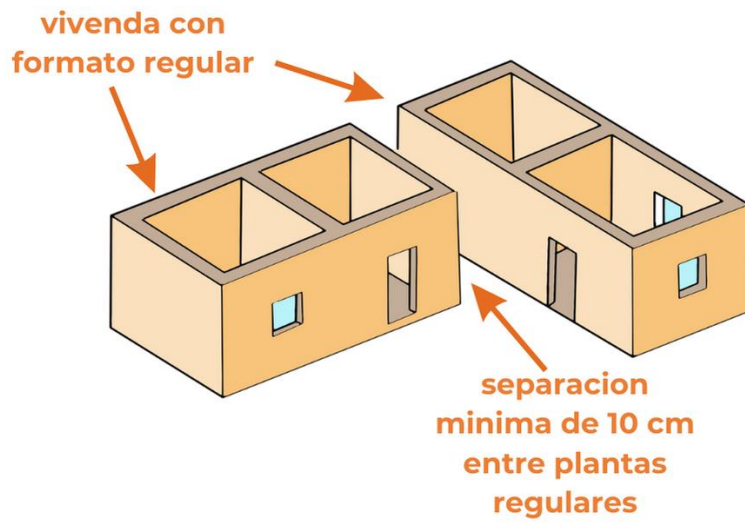

INCORRECTO

Se debe evitar el diseño de plantas irregulares que puedan generar comportamientos difíciles de predecir con los modelos de análisis sísmicos disponibles.

En diseños de plantas irregulares se debe dividir en varias plantas regulares, separadas entre sí por juntas sísmicas (no juntas constructivas)



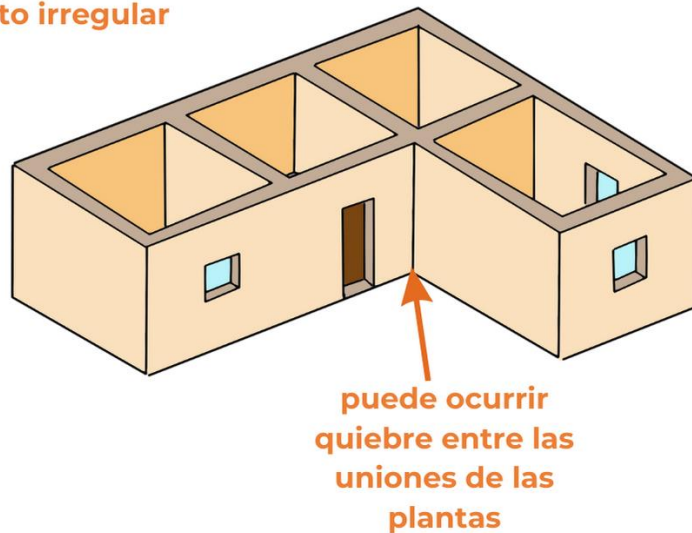
CORRECTO



vivienda con formato irregular



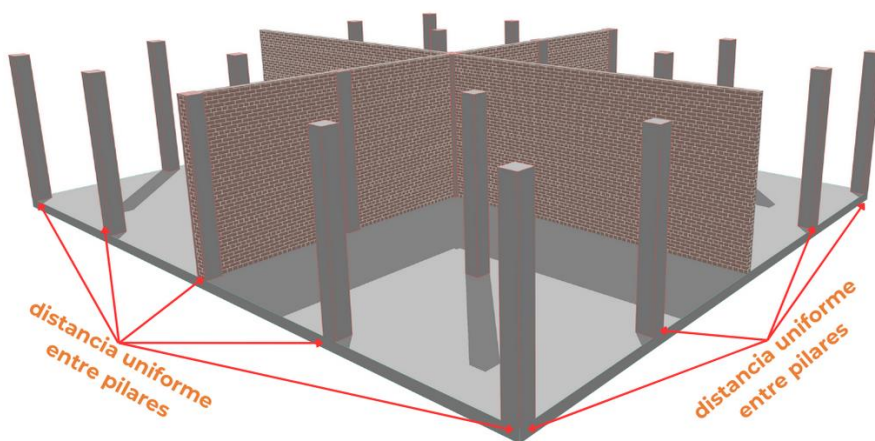
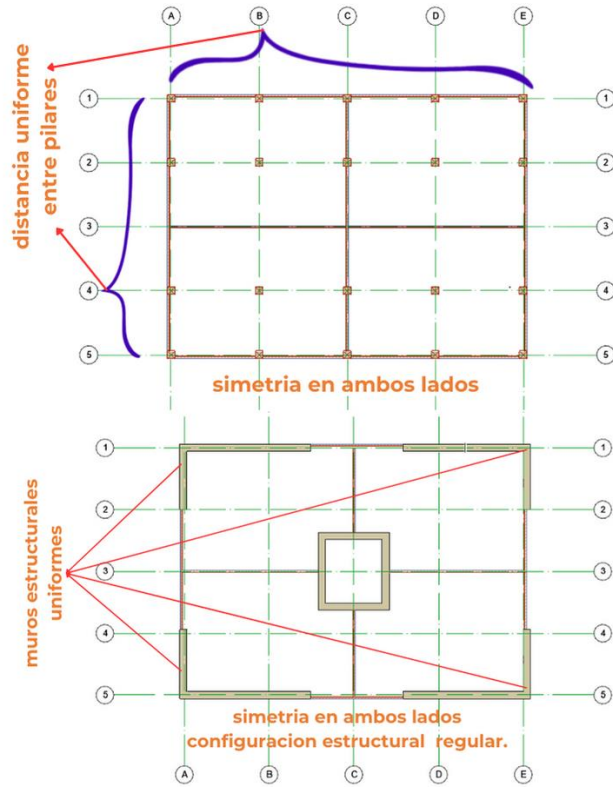
INCORRECTO



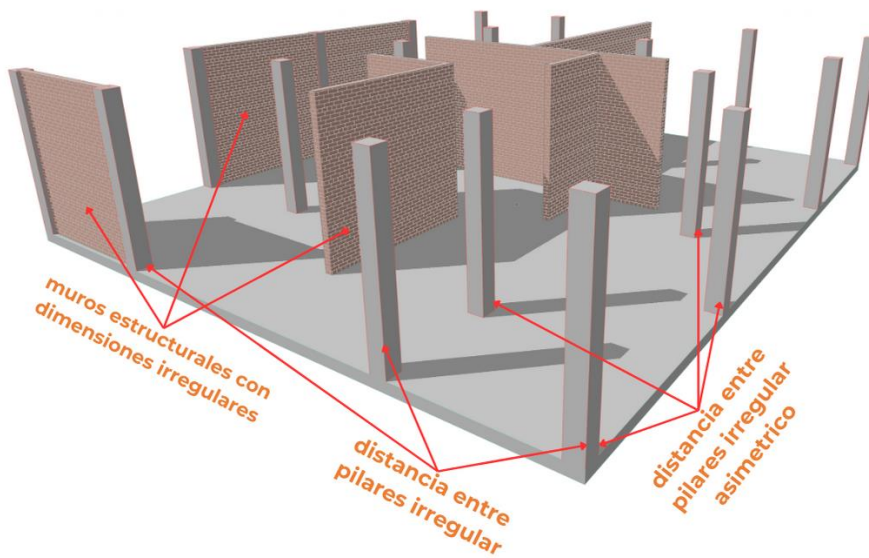
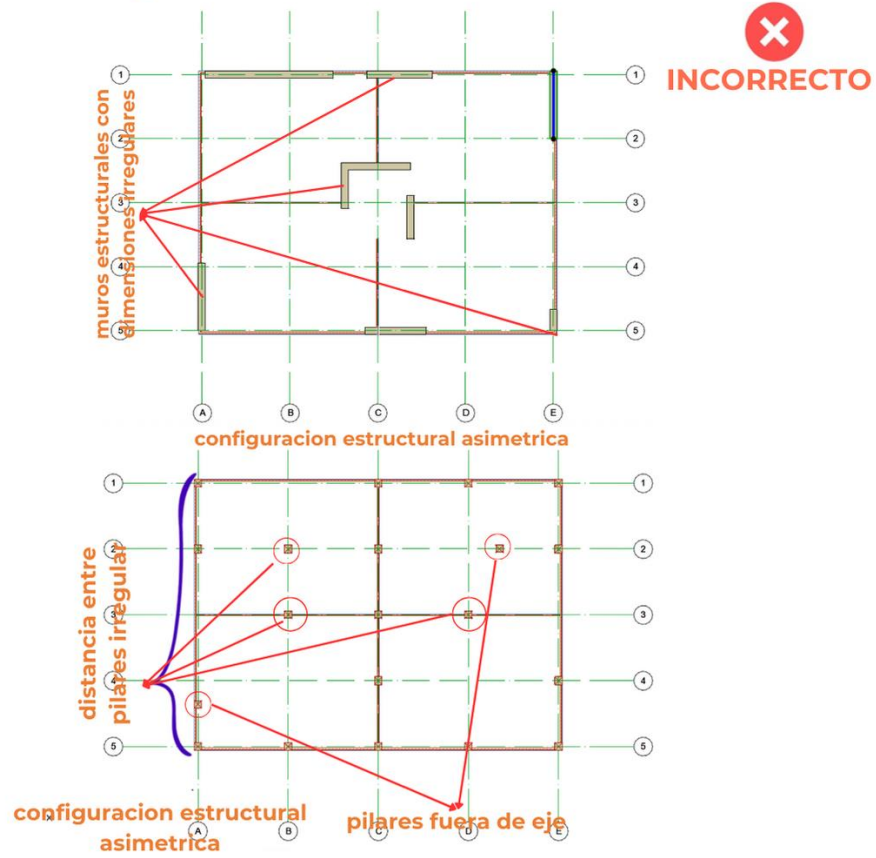
13

Se debe realizar una configuración estructural en planta, en lo posible sencilla, simétrica, regular y uniforme. Evidentemente por motivos de funcionalidad y distribución arquitectónica es posible que algunos elementos estructurales no cumplan lo indicado, pero se debe procurar que sean muy pocos.

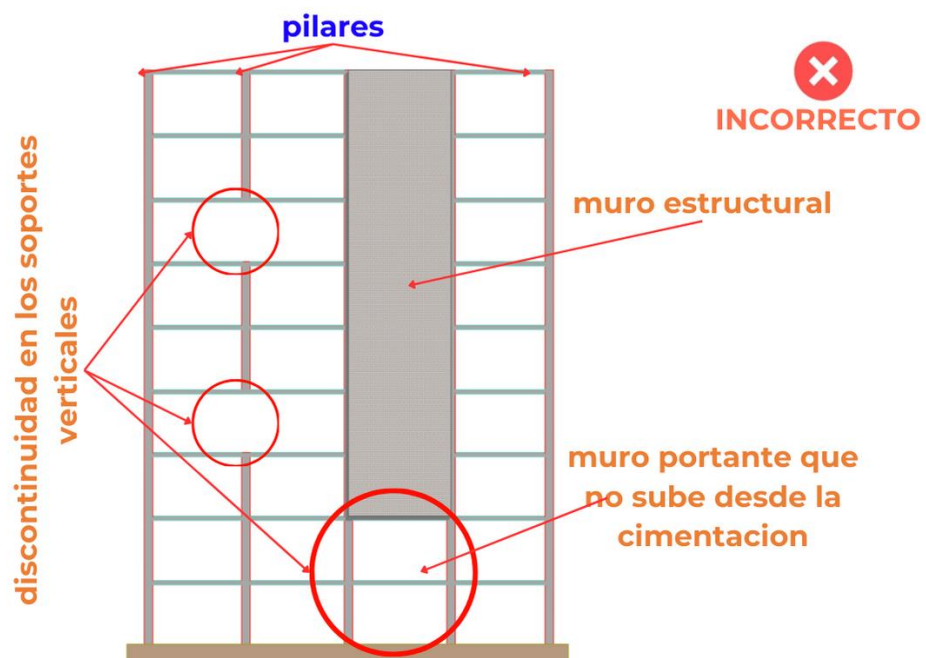
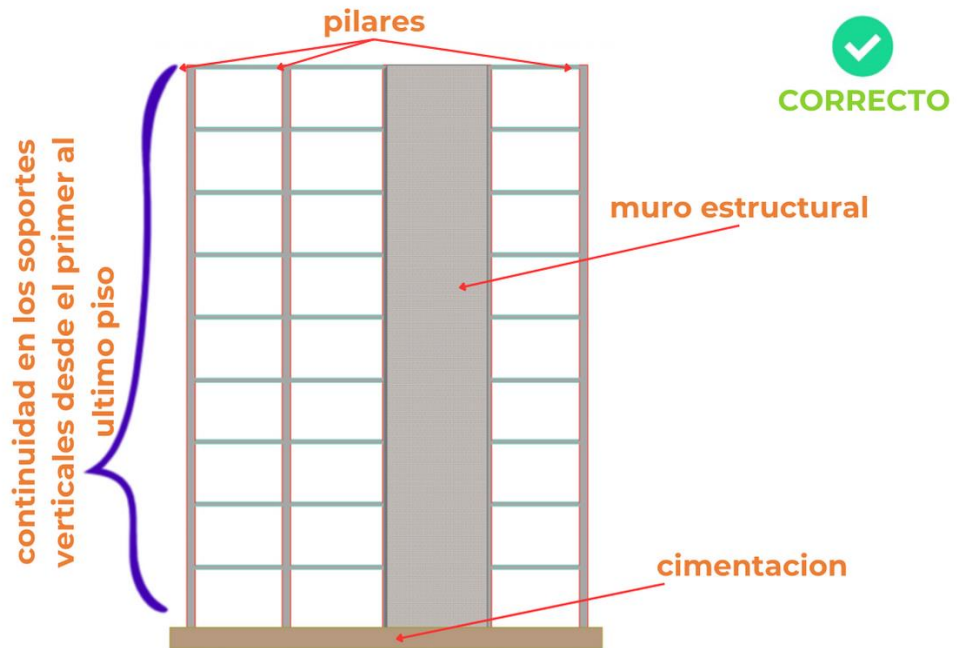
Configuración estructural simétrica em ambos lados



Configuración estructural asimétrica

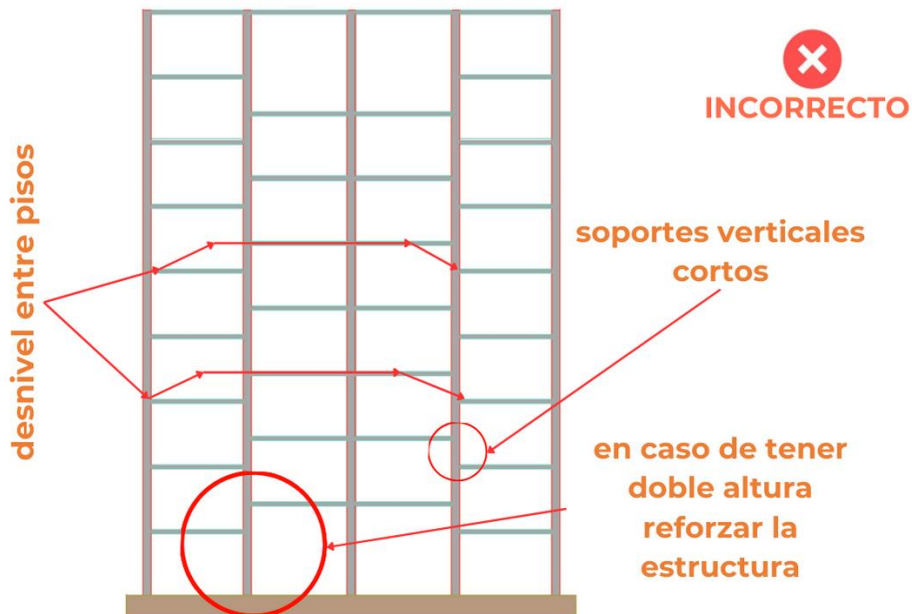
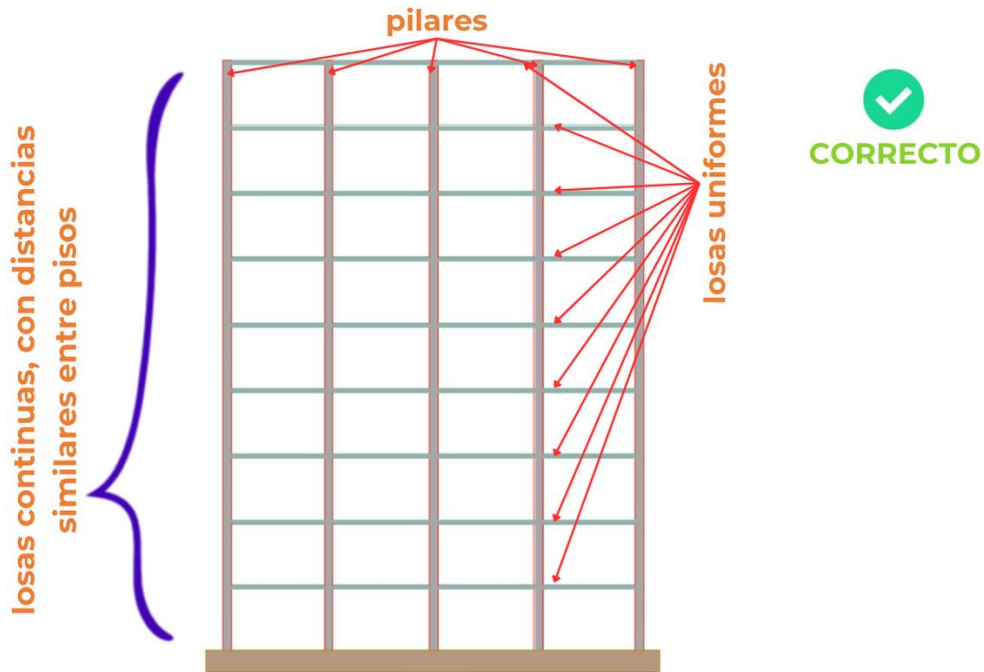


Debe existir continuidad en los soportes verticales y muros portantes desde la cubierta hasta la cimentación; por tanto, queda totalmente prohibido eliminar un soporte vertical y menos un muro portante, ya que las cargas deben transmitirse directamente hasta la cimentación. Solamente se podría eliminar algún soporte vertical del último piso.



16

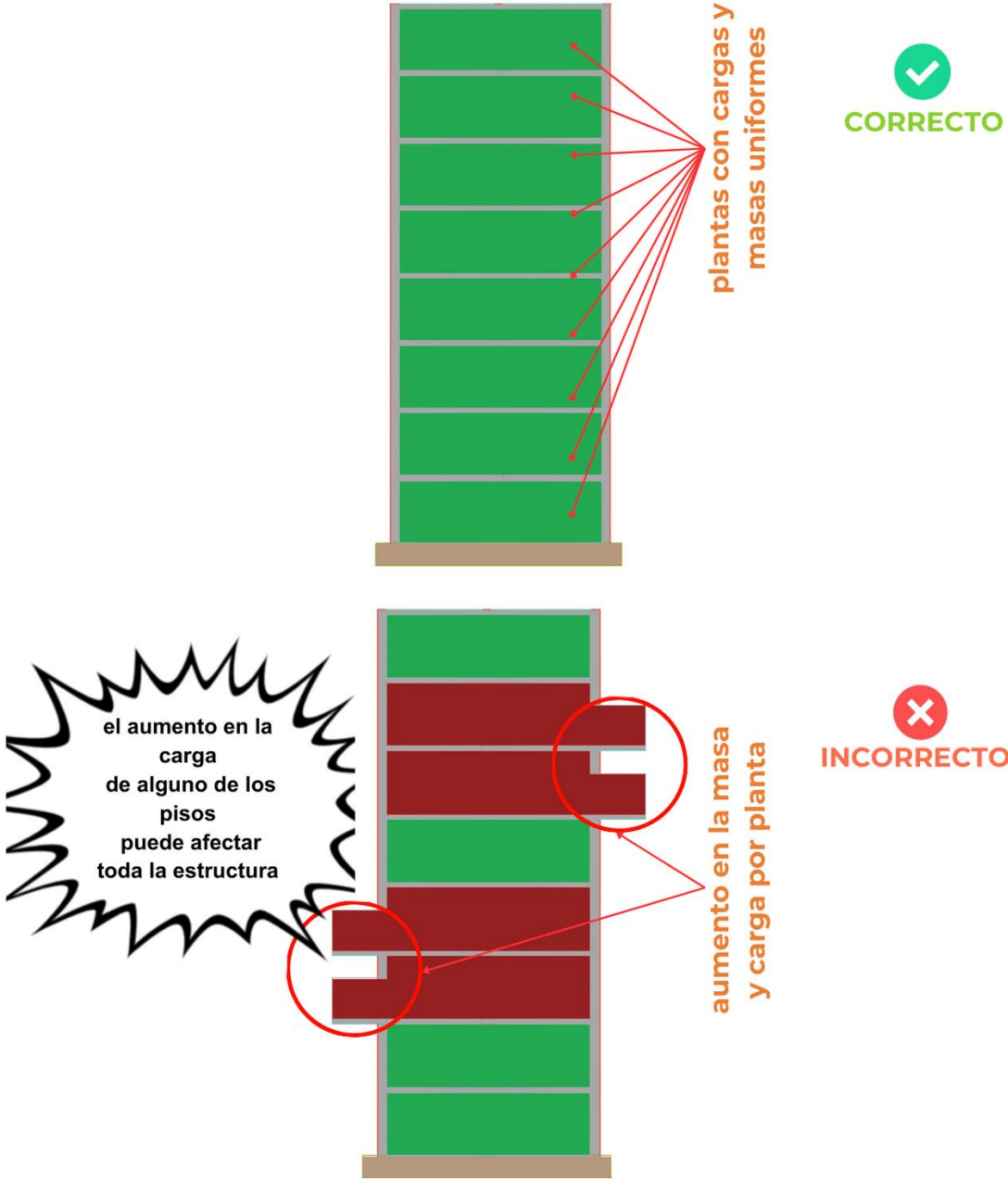
Se recomienda no tener desniveles en los edificios (soportes verticales cortos). Caso contrario la estructura se la debe reforzar adecuadamente.



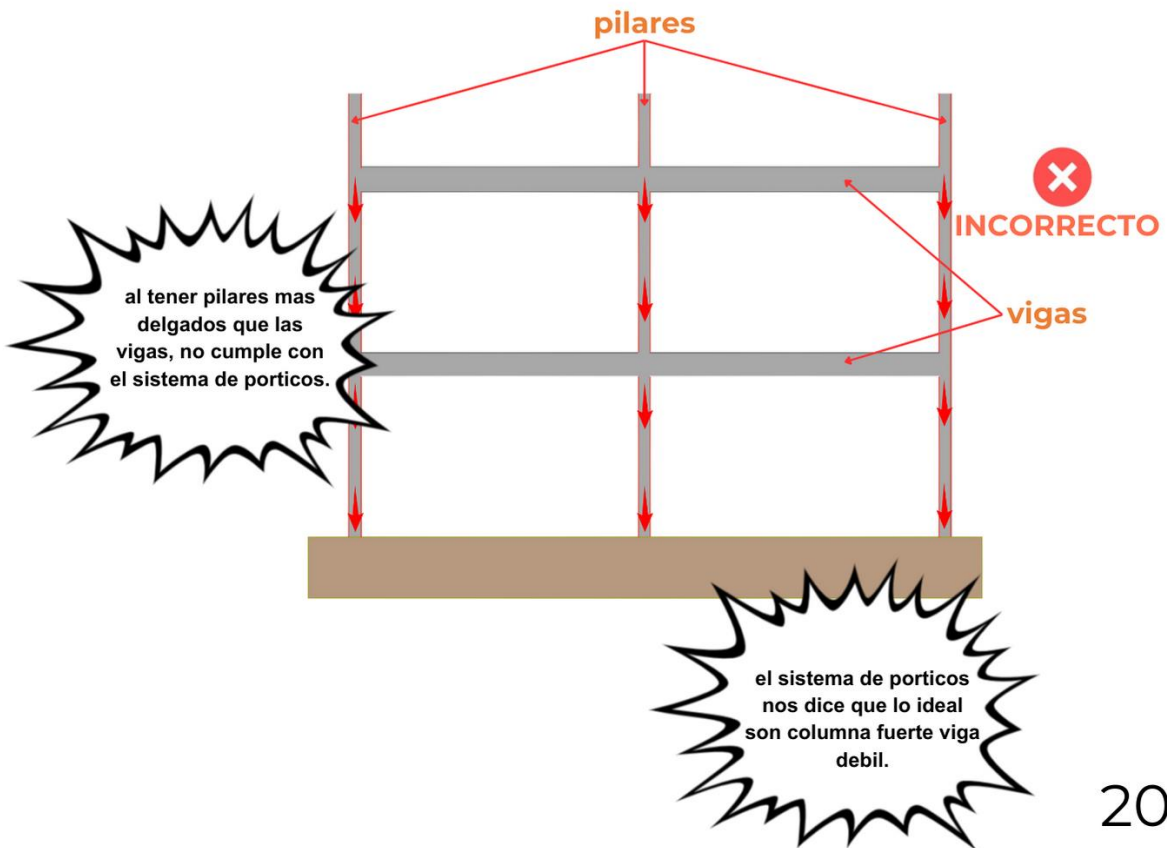
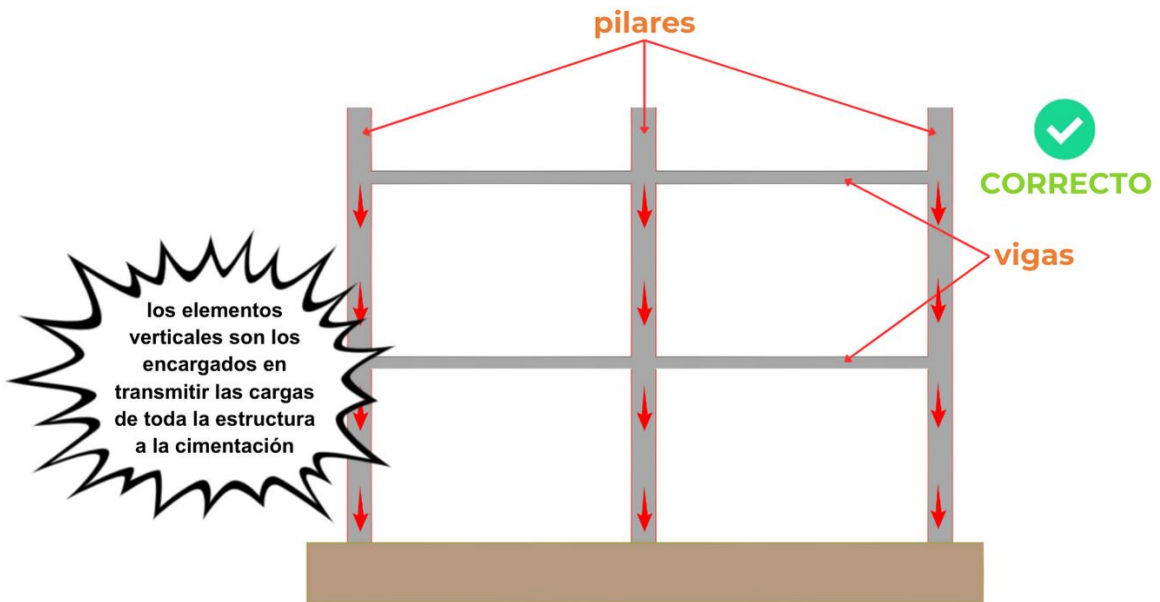
En el caso de edificios vecinos, se debe prever una junta sísmica. (La junta sísmica debe tener una separación entre los cuerpos de la edificación no menor a 10 cm.),



Se recomienda distribuir de forma uniforme las cargas y las masas, en el interior y exterior del edificio.



La rigidez de los elementos verticales (pilares) debe ser similar o mayor al de las vigas



20

CONCLUSION

El presente manual es un recurso para orientar y fortalecer la seguridad y la resiliencia de las comunidades en las áreas periféricas de la ciudad de La Paz, Bolivia

Al ampliar los principios de la Guía Boliviana de Diseño Sísmico para abordar la amenaza específica de los deslizamientos de terreno, estamos proporcionando conocimientos prácticos y accesibles que pueden marcar una diferencia significativa en la vida de las personas.

Alentamos a todos, desde los Profesionales hasta los residentes locales, a utilizar este manual como una herramienta para construir hogares más seguros y adaptados. La participación activa de la comunidad en este proceso es fundamental; juntos, podemos enfrentar los desafíos ambientales y construir un futuro más resiliente para todos.

En última instancia, esta guía es más que un conjunto de instrucciones técnicas: representa un compromiso colectivo con la seguridad y el bienestar de nuestras comunidades. A medida que trabajamos juntos para implementar las prácticas recomendadas aquí, estamos sentando las bases para un futuro más seguro y próspero para todos los habitantes de las periferias de La Paz.

Referencias

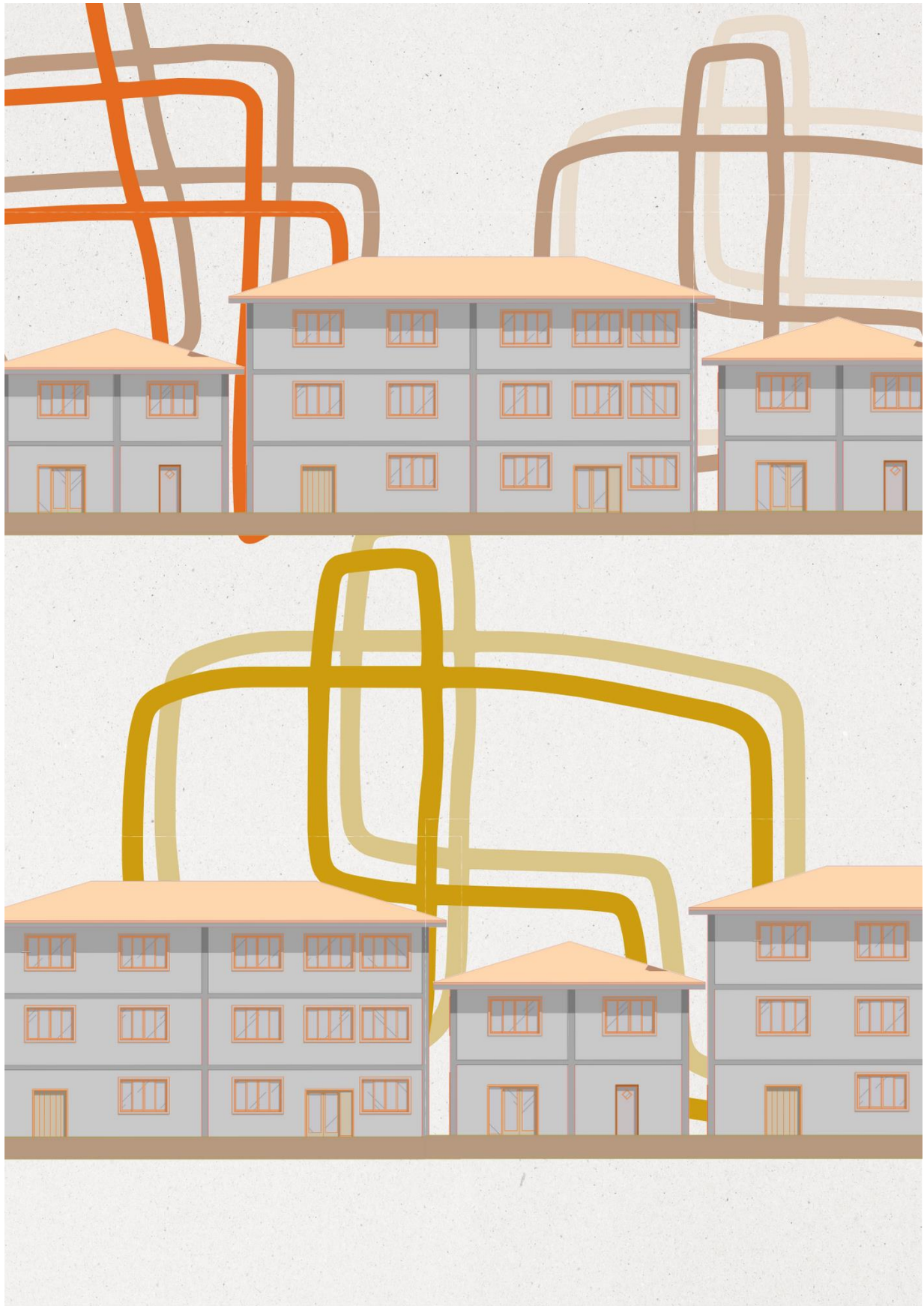
AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACION COSUDE. Guia para la construccion de viviendas Sismo-resistentes en mamposteria confinada. ecuador., 2017. 146 p.

American Society of Civil Engineers. "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures", United States 2003.

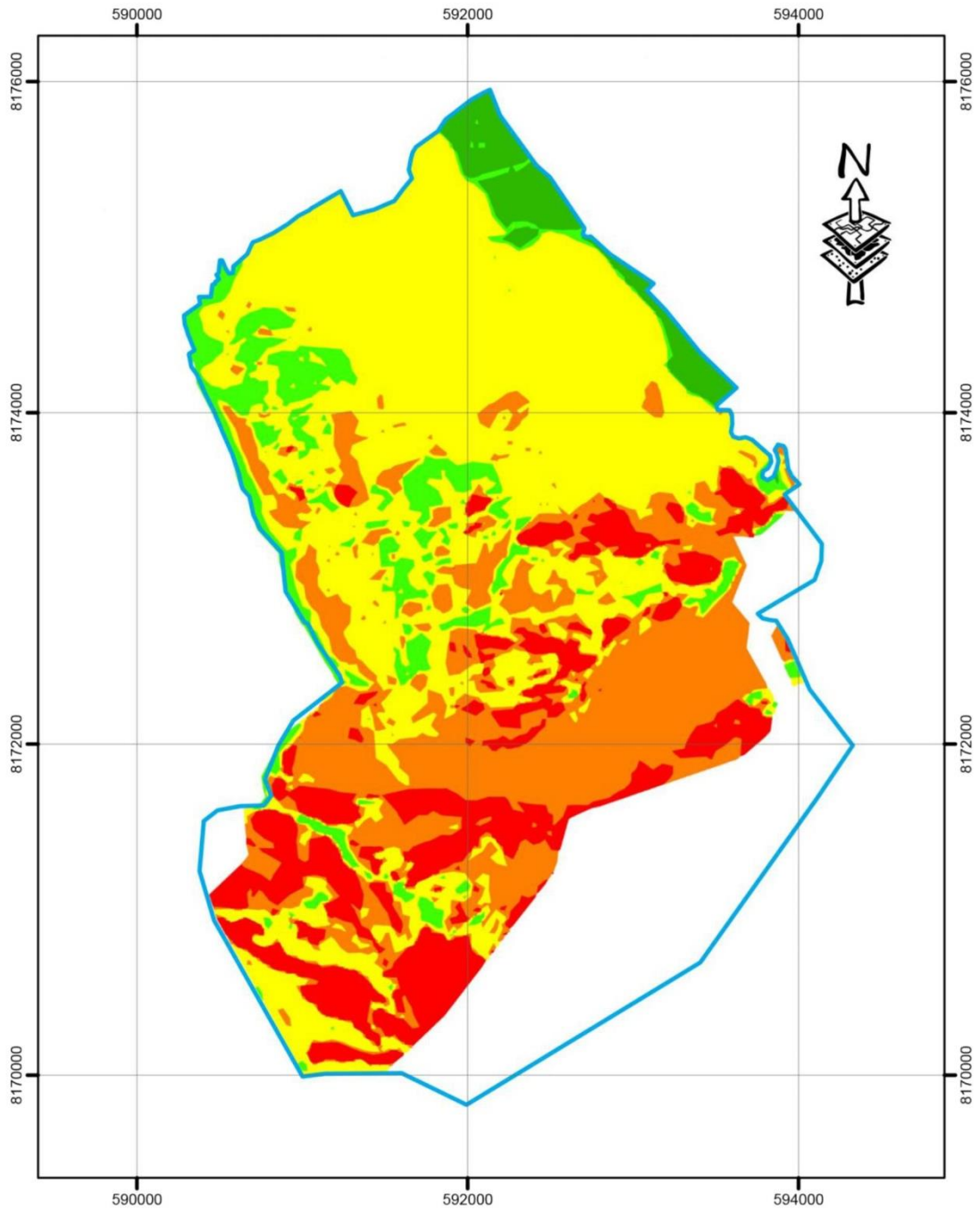
ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA, AIS. Manual de Construccion, Evaluacion y Rehabilitacion Sismo Resistente de Viviendas de Mamposteria. Bogota, 2019. 170 p.

GRANDI, Rolando. **Guia Boliviana de Diseño Sísmico**. [G.B.D.S.]: Ministerio de Obras Publicas y Vivienda, 2018. 80 p.

Observatorio San Calixto, "Mapa Sismo Tectónico de Bolivia", (Memoria Explicativa), Bolivia 2004.

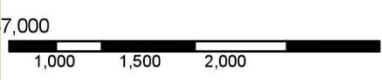


MAPA DE RIESGOS COTAHUMA



NIVELES DE RIEGO

- RIESGO MUY BAJO
- RIESGO BAJO
- RIESGO MODERADO
- RIEGOS ALTO
- RIEGO MUY ALTO



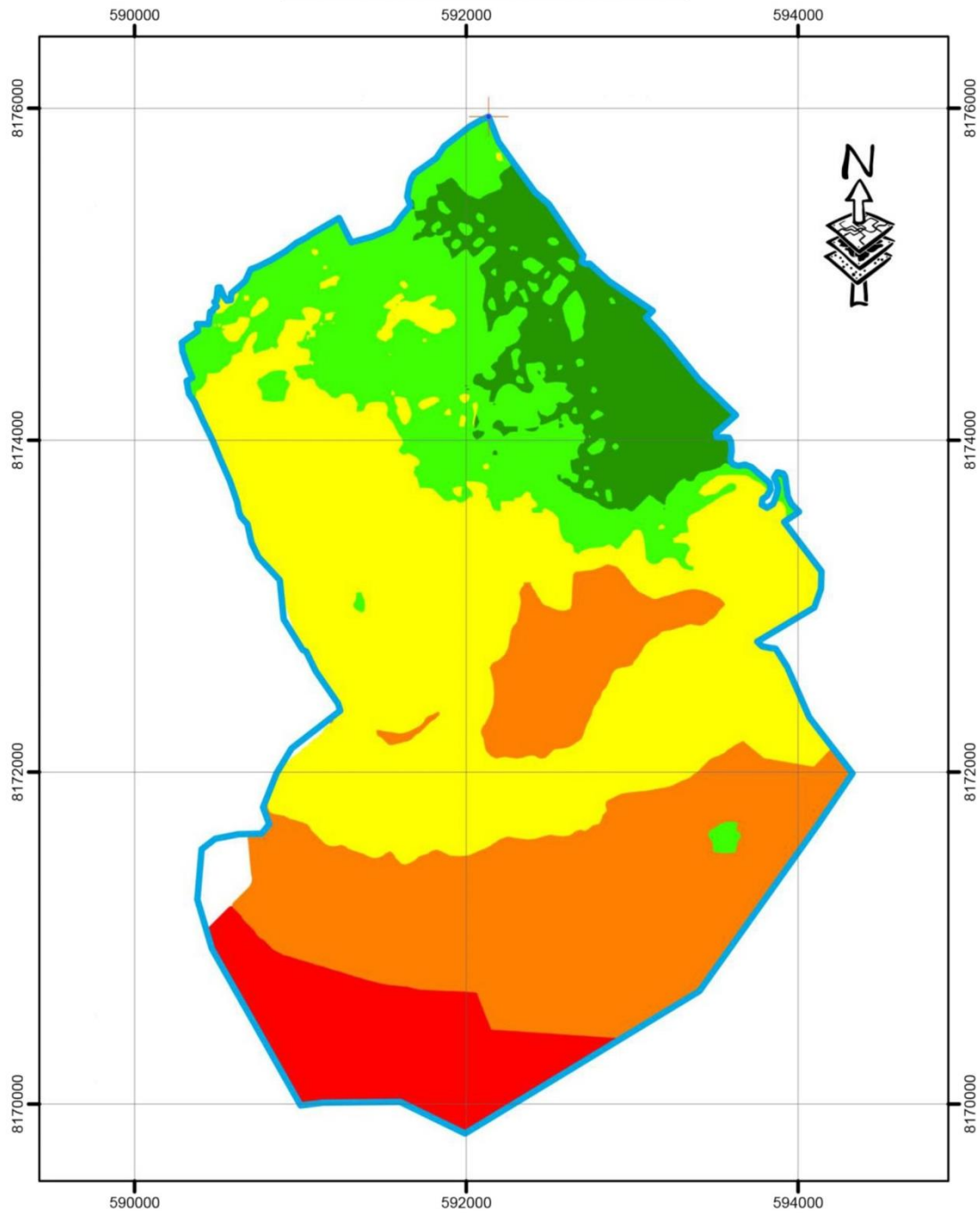
etros
ACION UTM
WGS - 84

ELIPSOIDE : WGS - 84 ZONA : 19

UMSA
FACULTAD TECNICA
TOPOGRAFIA Y GEODESIA
Elav.: Wilmer Americo Yana
Quelali

Dpto: La Paz
Prov.: Murillo
Municipio: La Paz

MAPA DE VULNERABILIDAD



NIVELES DE AMENAZAS

- VULNERABILIDAD MUY BAJA
- VULNERABILIDAD BAJA
- VULNERABILIDAD MODERADA
- VULNERABILIDAD ALTA
- VULNERABILIDAD MUY ALTA
- MACRODISTRITO COTAHUMA



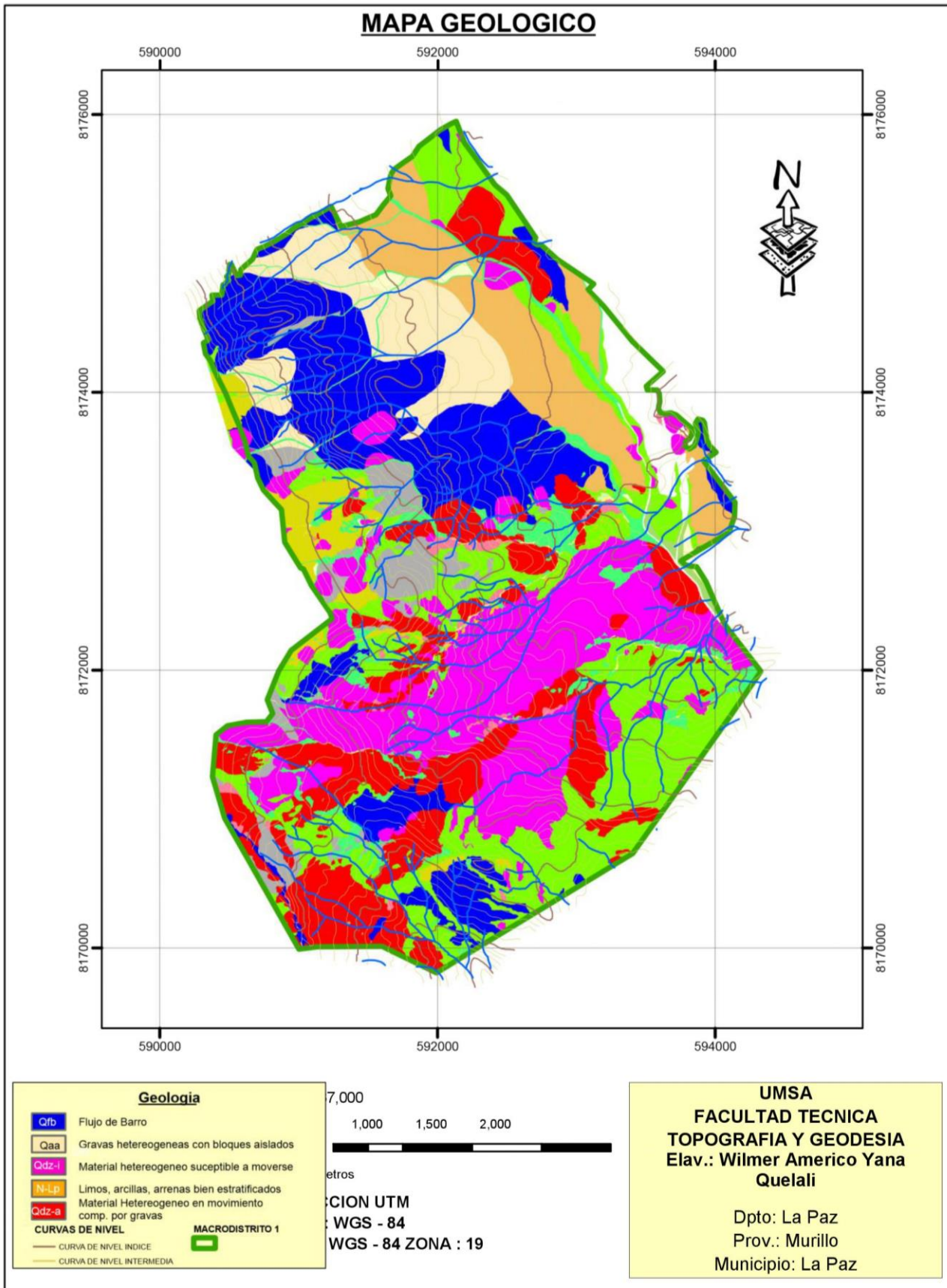
7,000
etros
PROYECCION UTM
SISTEMA DE COORDENADAS
WGS - 84

ELIPSOIDE : WGS - 84 ZONA : 19

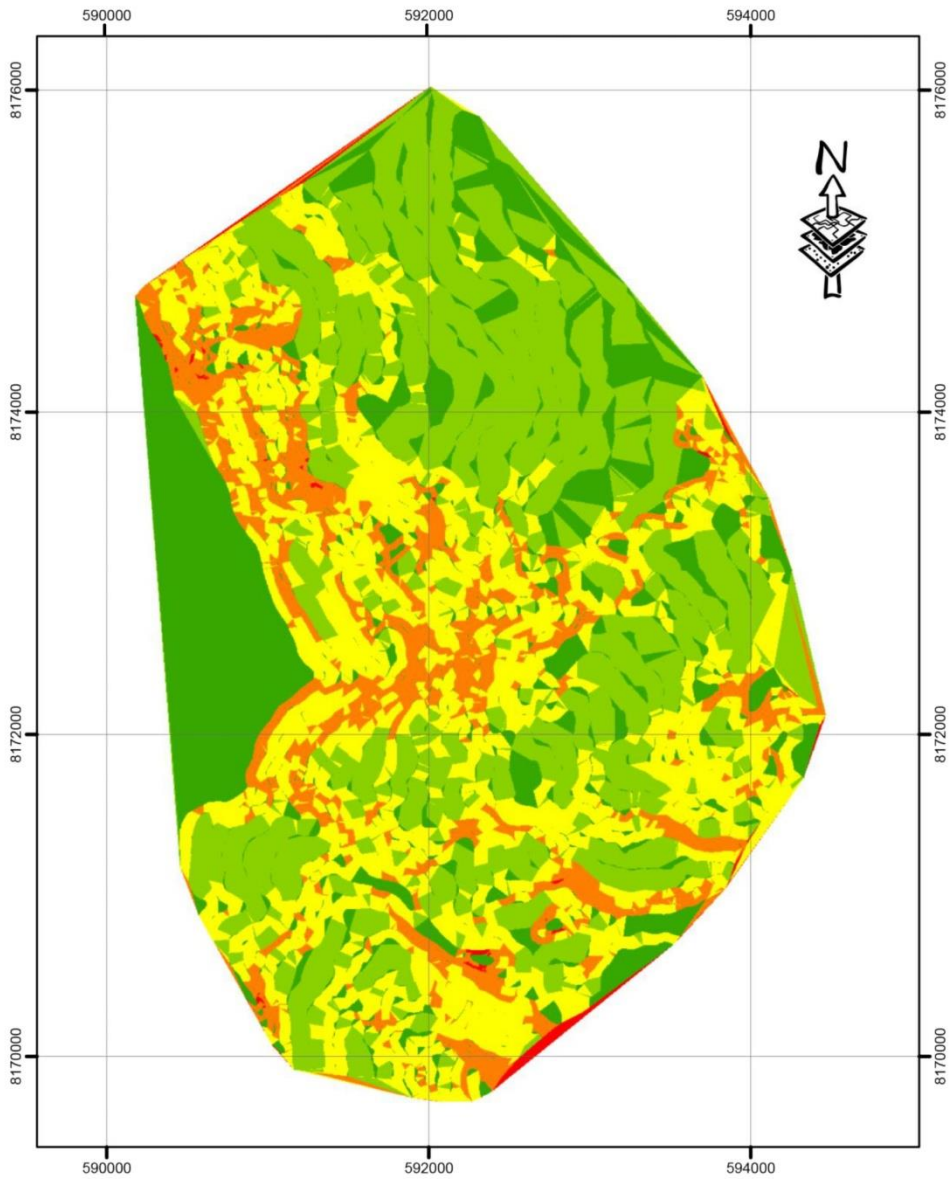
UMSA
FACULTAD TECNICA
TOPOGRAFIA Y GEODESIA
Elav.: Wilmer Americo Yana
Quelali

Dpto: La Paz
Prov.: Murillo
Municipio: La Paz

MAPA GEOLOGICO



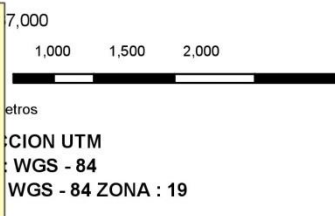
MAPA DE PENDIENTES



Leyenda

MAGNITUD DE PENDIENTE

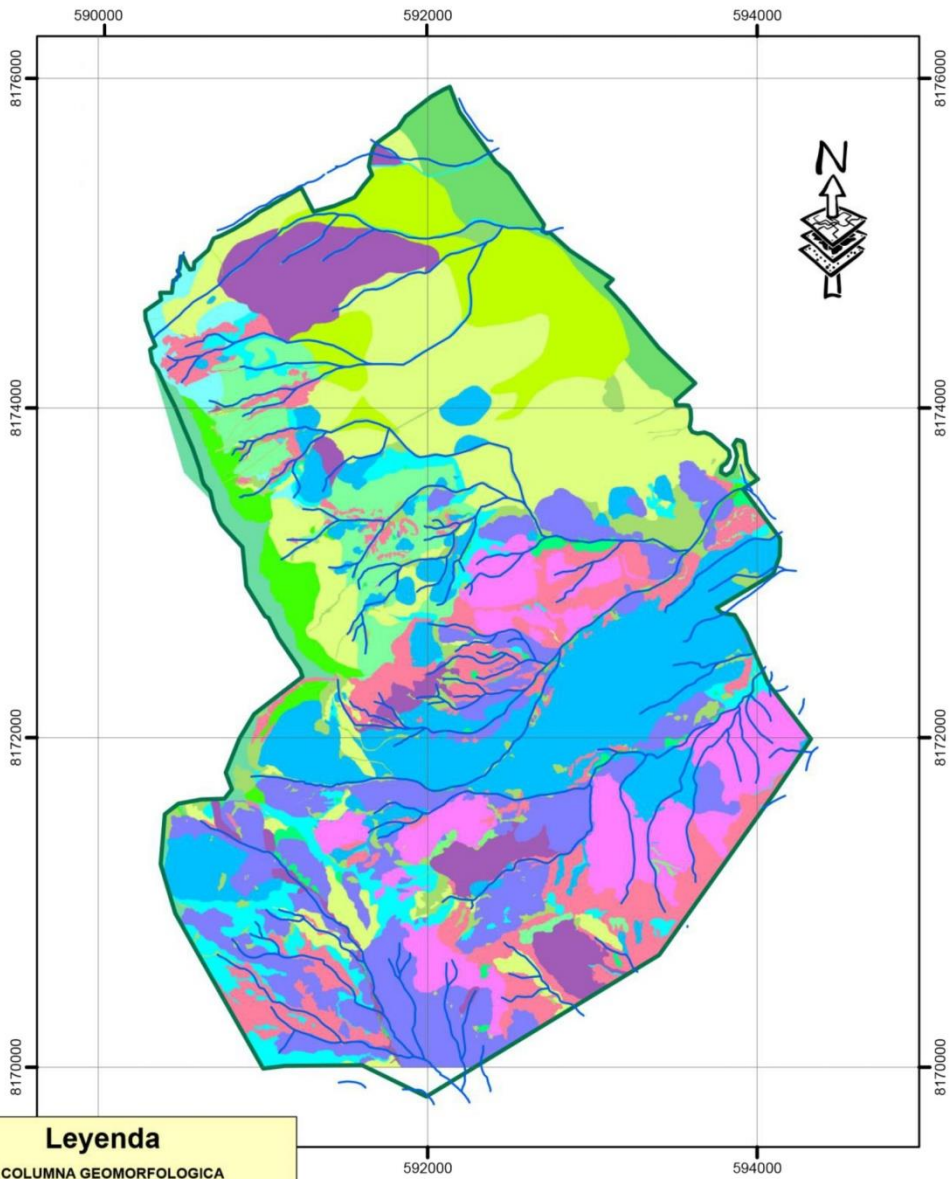
0 - 8	GRADOS
8 - 15	
15 - 22	
22 - 41	
41 - 80	



UMSA
FACULTAD TECNICA
TOPOGRAFIA Y GEODESIA
 Elav.: Wilmer Americo Yana
 Quelali

Dpto: La Paz
 Prov.: Murillo
 Municipio: La Paz

MAPA GEOMORFOLOGICO



Leyenda

COLUMNA GEOMORFOLOGICA

- Movimientos Antiguos de Suelos
- Dep. Heterogeneos n formas d flujo de barro
- Movimientos recientes activos de Suelo
- Dep. En formas de torrentes de barro
- Formacion miraflores
- Formacion de gravas
- Abanico Aluvial
- Depositos Coluviales
- Drenage

1:36,242
1,000 1,500 2,000



metros

PROYECCION UTM

ESCALA: WGS - 84

WGS - 84 ZONA : 19

UMSA
FACULTAD TECNICA
TOPOGRAFIA Y GEODESIA
Elav.: Wilmer Americo Yana Quelali

Dpto: La Paz
Prov.: Murillo
Municipio: La Paz