



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



**predes**  
Centro de Estudios y  
Prevención de Desastres



# GUÍA PRÁCTICA PARA REFORZAR VIVIENDAS EN LADERAS



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



*Proyectos:*

**“Fortaleciendo la Gestión del Riesgo de Desastres con enfoque inclusivo en los distritos de Comas, Los Olivos y Puente Piedra y en la Mancomunidad Municipal de Lima Norte”.**

*Coordinador: José Miguel Sato Onuma*

**“Fortaleciendo la Reducción del Riesgo con enfoque de barrio y soporte de redes sociales y medios de comunicación en áreas vulnerables de tres distritos de Lima Sur, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo y Villa El Salvador, Provincia Lima, Perú”.**

*Coordinadora: Rosario Modesta Quispe Cáceres.*

*Documento:*

**GUÍA PRÁCTICA PARA REFORZAR VIVIENDAS EN LADERAS**

*Elaborada por:*

Centro de Estudios y Prevención de Desastres – **PREDES**

Martín de Porres 161 – San Isidro – Lima – Perú

Teléfonos: 051 1 2210251; 051 1 4423410

E mail: [postmast@preedes.org.pe](mailto:postmast@preedes.org.pe)

Web: <http://www.preedes.org.pe>

*Consultores:*

Hugo O'Connor Salmón, Ing. Civil CIP 36432

Roberto Medina Manrique, Arq. Mag. CAP 7968

*Revisión:*

José Miguel Sato Onuma, M. Ing., Arq. CAP 1971

Rocío Fanny Gulnara Cuadros Abanto, Arq. CAP 4964

Aportes: Juvenal Medina Rengifo y Peter Anci Flores

*Ilustraciones, diseño y diagramación:*

Pepe Sanmartín - Carpa de Tinta

*Impreso en Perú/Printed in Peru:*

Se terminó de imprimir en octubre de 2022

Imprenta: Revistas Especializadas Peruanas SAC.

*Primera impresión. Tiraje: 2000 ejemplares*

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional N° 2022-11253.

Encuentra esta guía práctica en la página: [www.preedes.org.pe](http://www.preedes.org.pe)

Se autoriza la reproducción parcial o total de sus textos y originales gráficos, siempre que se nombre la procedencia.

*Financiamiento:*

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional - Oficina de Asistencia Humanitaria - **USAID/BHA**

*Declaración:*

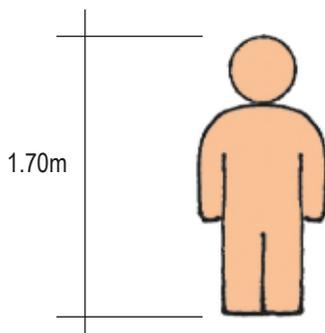
Esta publicación ha sido posible por el generoso aporte del pueblo de Estados Unidos de América a través de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos (USAID por sus siglas en inglés). Los contenidos son responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

Esta guía proporciona a la población que habita en viviendas ubicadas en laderas, un conjunto de recomendaciones para reducir su riesgo ante un sismo.



## CONTENIDO

PÁGINA	ITEM
	<b>1 ANTECEDENTES</b>
4	1.1 Contexto del riesgo
5	1.2 ¿Por qué reforzar la vivienda?
6	1.3 Alcances
	<b>2 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES DE LAS VIVIENDAS EN LADERAS</b>
8	2.1 Problemas Identificados al construir una vivienda
8	2.1.1 En viviendas livianas
11	2.1.2 En viviendas de albañilería
16	2.2 Problemas identificados en el entorno urbano
16	2.2.1 En la accesibilidad
22	2.2.2 En espacios públicos
24	2.2.3 En servicios públicos
27	<b>3 RECOMENDACIONES</b>
29	<b>4 REFERENCIAS</b>
29	<b>5 GLOSARIO</b>
	<b>6 ANEXOS</b>
31	6.1 Presupuestos referenciales



# 1 ANTECEDENTES

## 1.1 CONTEXTO DEL RIESGO

El crecimiento urbano permanente de ciudades en Latinoamérica, especialmente capitales como Lima, aumenta los niveles de vulnerabilidad de la población, al generar barrios periféricos informales como los priorizados para esta guía. Lima Metropolitana y Callao, concentran más de 10 millones de habitantes (la tercera parte de la población nacional), constituyen el centro financiero, económico y político del país y atraviesan un prolongado período denominado “silencio sísmico”, siendo los más recientes eventos los de 1940, 1966, 1970 y 1974.

La materialización de un terremoto seguido de un posible tsunami tendría un enorme impacto local y nacional, alcanzando dimensiones catastróficas, tanto por el elevado número de pérdidas humanas y millares de heridos y damnificados, como por la parálisis de las actividades administrativas y su aislamiento marítimo y aéreo que impedirá la ayuda internacional

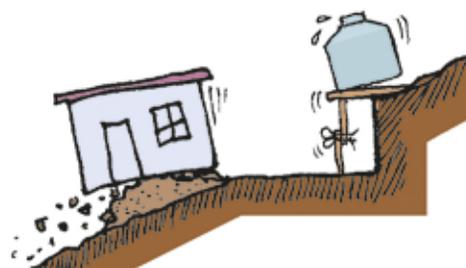
De acuerdo con diversos estudios realizados sobre el riesgo sísmico, se tienen identificadas las áreas de mayor vulnerabilidad de Lima, principalmente por la ocupación informal no planificada, la inadecuada ubicación y construcción de viviendas, la limitada accesibilidad, la falta de espacios públicos de recreación y de zonas seguras; y la indiscriminada disposición de residuos sólidos y aguas residuales; a lo que se suma los bajos recursos económicos de la población que habita en zonas de laderas, donde hoy viven casi tres millones de habitantes.

Por esto es de suma importancia, tomar medidas de corto y mediano plazo, para reducir la vulnerabilidad de viviendas ubicadas en las laderas, que afecta directamente la calidad de vida y la satisfacción de las necesidades vitales de cualquiera de estos barrios.

Los principales factores del contexto, que determinan el nivel de riesgo de las viviendas y otras edificaciones del entorno, son:



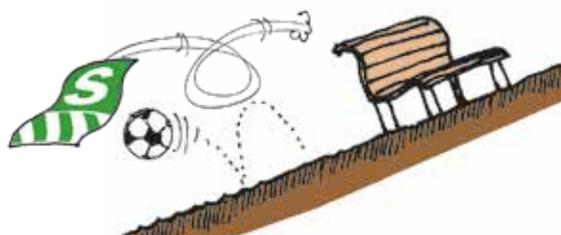
Los procesos de ocupación informal.



La inadecuada práctica constructiva.



La limitada accesibilidad.



La falta de espacios públicos de recreación y zonas seguras.



La inadecuada eliminación de residuos sólidos y aguas servidas.

## 1.2 ¿POR QUÉ REFORZAR UNA VIVIENDA?

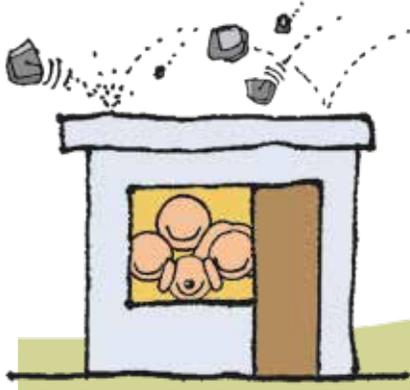
La fragilidad de las viviendas y otras edificaciones del entorno como vías, escaleras; ubicadas en las laderas de Lima, a pesar de la fuerte inversión realizada por sus moradores; hace necesario acudir al reforzamiento de estas estructuras.

Realizar el reforzamiento estructural de viviendas vulnerables es una buena alternativa para evitar el colapso y reducir costos en la reconstrucción, ya que

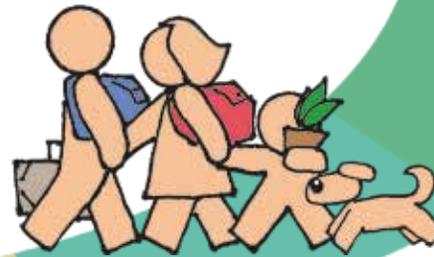
las familias de menores recursos están imposibilitadas de emprender una nueva construcción y seguirán habitando en su vivienda, pese a incumplir con las normas edificatorias y encontrarse en peligro por habitar en viviendas inseguras. Visto esto, reforzar la vivienda, consiste en ejecutar ciertos procedimientos, para mejorar, modificar o remodelar el sistema estructural de las construcciones existentes.

¿Para qué hacer el reforzamiento estructural en viviendas y en edificaciones del entorno?

*Para incrementar la resistencia de la estructura frente a sismos, caídas de rocas, con una técnica conveniente a cada paso, aumentando su tiempo de vida.*



*Para mejorar las condiciones de seguridad de las familias en sus viviendas.*

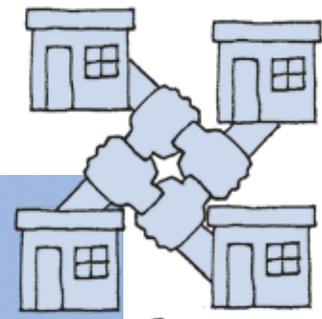


*Para dar más tiempo a las familias para evacuar las viviendas en caso de desastres y salvar la vida.*

¿Cuál es la estrategia a seguir para el reforzamiento de viviendas y edificaciones del entorno?

### ARTICULACIÓN

*Concertación de acciones de refuerzo de viviendas de cada familia con las demás que conforman el barrio, por depender su seguridad unas de otras al estar encima o debajo*



### FORTALECIMIENTO

*Incremento de las capacidades de los actores locales (familias, maestros de obra, dirigentes, otros) para el uso de los materiales y técnicas constructivas adecuadas a la pendiente, tipo de suelo y otros.*



### INTEGRACIÓN

*Unir al refuerzo de las viviendas, la mejoras de otras estructuras del entorno, como escaleras, vías, espacios públicos, emprendidos por el barrio en conjunto según las condiciones físicas del lugar.*



### 1.3. ALCANCES

Esta guía práctica está dirigida a la población que habita en zonas de laderas y está elaborada para informar de manera general acerca de los problemas identificados en la construcción de viviendas y alcanzar las recomendaciones para su reforzamiento. Para ser útil, deberá ser compartida con las familias de los diversos barrios; sin embargo, es necesario contar con:

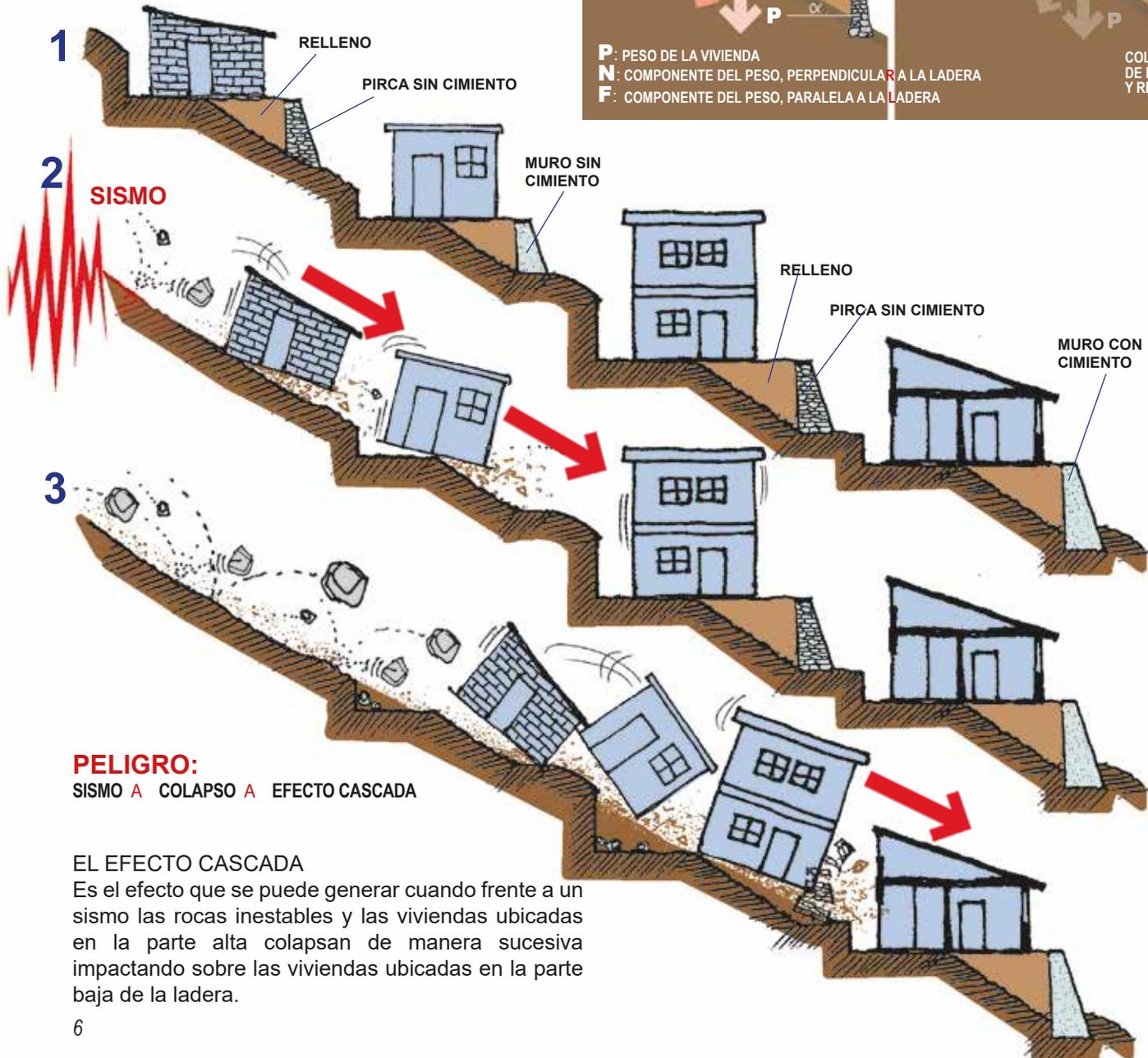
- >Asistencia profesional
- >Recursos para implementar el diseño y las obras de reforzamiento
- >Disponer de las características técnicas de diseños estándar y específicos.

### El riesgo de las viviendas en ladera

Las condiciones sísmicamente desfavorables de una vivienda en ladera están determinadas por los siguientes factores:

#### EMPUJE DEL TERRENO INCLINADO

Una vivienda ubicada en ladera está expuesta permanentemente a una fuerza que depende del peso de la vivienda y de la pendiente de la ladera. Puede llegar a ser la mitad del peso de a vivienda. Frente a un movimiento sísmico, las ondas remueven el suelo y se puede reducir la fricción del terreno, que mantiene estable el relleno.



**PELIGRO:**  
SISMO A COLAPSO A EFECTO CASCADA

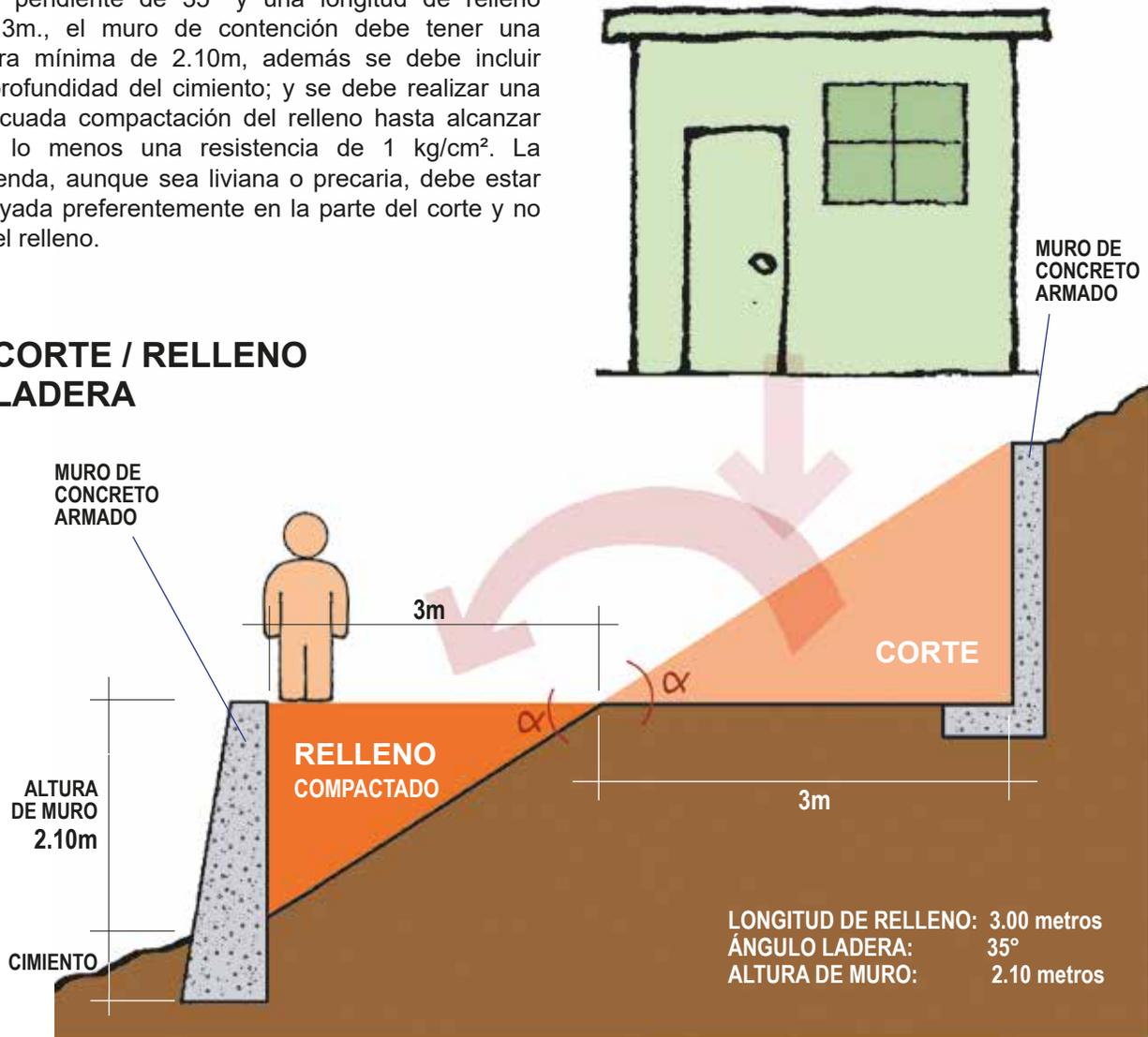
#### EL EFECTO CASCADA

Es el efecto que se puede generar cuando frente a un sismo las rocas inestables y las viviendas ubicadas en la parte alta colapsan de manera sucesiva impactando sobre las viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera.

## CORTE Y RELLENO

Es el movimiento de tierra que se realiza para asentar la vivienda y construir las obras de contención. Para una pendiente de 35° y una longitud de relleno de 3m., el muro de contención debe tener una altura mínima de 2.10m, además se debe incluir la profundidad del cimiento; y se debe realizar una adecuada compactación del relleno hasta alcanzar por lo menos una resistencia de 1 kg/cm<sup>2</sup>. La vivienda, aunque sea liviana o precaria, debe estar apoyada preferentemente en la parte del corte y no en el relleno.

### CORTE / RELLENO LADERA



### ADICIONALMENTE

La mala calidad del suelo por la acción permanente del viento, humedad o lluvias, es un factor que también contribuye a la inestabilidad de la vivienda. Para ello se requiere construir muros de concreto armado en la sección del corte y utilizar aditivos, en caso sea necesario.

Así también, las rocas sueltas ubicadas en la parte superior de la ladera son un peligro adicional ya que, por factores naturales o por actividad humana pueden desestabilizarse. En un sismo las rocas inestables rodarán sobre las viviendas ladera abajo. Debe tenerse en cuenta que muchos techos son planchas corrugadas que no soportarán el impacto de esas rocas.

De otro lado, el inadecuado apoyo de tanques de almacenamiento de agua (500 a 600 lts) sobre pircas o neumáticos, es un peligro adicional pues, las ondas sísmicas pueden provocar el colapso de las débiles estructuras y generar daños personales y aniegos en las viviendas ladera abajo.

En resumen, el riesgo de las viviendas ubicadas en ladera, depende tanto de la consistencia e inclinación del suelo sobre el que se apoyan (suelo firme y suelo de relleno no compactado), como de la resistencia de la estructura misma de la vivienda ante la fuerza sísmica y la de la pendiente, que intentarán derrumbarla.

## 2 PROBLEMAS MÁS FRECUENTES DE LAS VIVIENDAS EN LADERA

### 2.1 PROBLEMAS IDENTIFICADOS AL CONSTRUIR UNA VIVIENDA

#### 2.1.1 En viviendas con estructuras livianas

##### PROBLEMA 1: Contención débil e inapropiada.

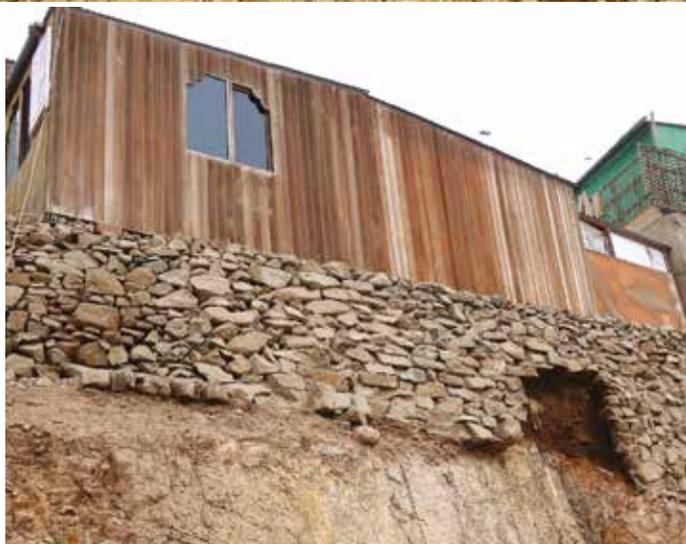
Las pircas mal construidas utilizadas para sostener el suelo de relleno y las plataformas sobre las que se asientan las viviendas construidas con de material liviano o prefabricado, son elementos de contención débiles e inseguros. Tienen alta probabilidad de colapso ante un sismo de gran intensidad o por acción humana (humedecimiento del terreno). El apilado de neumáticos rellenos de arena y simplemente apoyados en el terreno, es un elemento de contención inapropiado para todo tipo de viviendas.



*Viviendas livianas sobre la base del apilado de neumáticos, simplemente apoyados en el terreno. No se comportan como una unidad ante sismos.*



*Vivienda liviana "tipo palafito" con estructura de madera que la soporta insuficiente para su peso. Su colapso afectará a otras viviendas vecinas.*

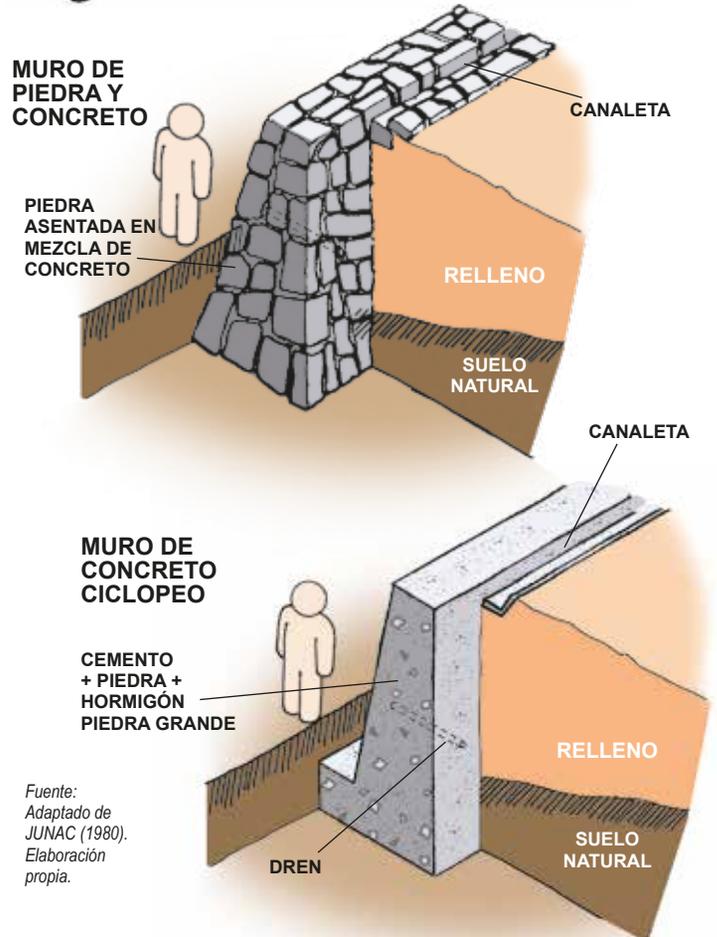
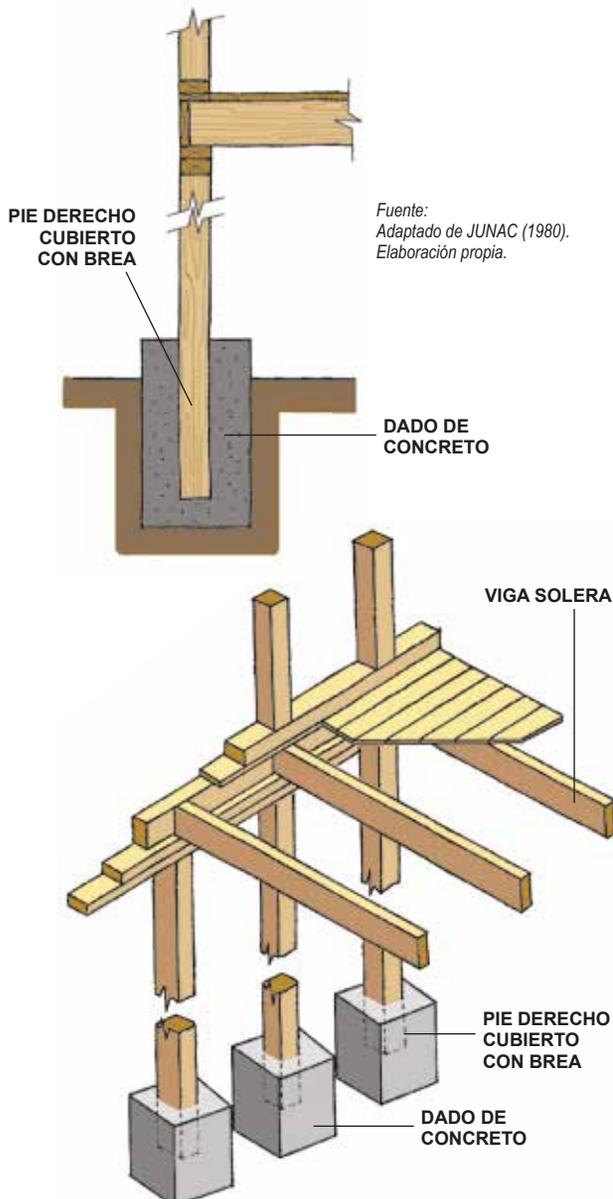


*Vivienda liviana sobre pirca mal construida en proceso de colapsar por ausencia de cimientto. El corte excesivo para hacer la vivienda de abajo lo impide.*

## RECOMENDACIONES 1

Si la vivienda liviana, tuviera una pirca mal construida, debe reemplazarse por tramos con un muro de piedra asentada en mortero (cemento/arena) y con cimientado del mismo material. Una alternativa para el reforzamiento temporal e inmediato de la pirca con altura menor de 1.5 m consiste en arrojar sobre su cara externa concreto (pañeteo), luego colocar una malla metálica fijada a la pirca con conectores que la atraviesen y finalmente aplicar un tarrajeo, con mezcla suelta de concreto.

Si la vivienda liviana tuviera una estructura de madera "tipo palafito", todas las columnas que la sostienen deben estar espaciadas como máximo 1.20 m y penetrar al menos 1 m el suelo o hasta encontrar suelo firme. Cada columna deberá apoyarse en una zapata o dado de concreto, para protegerla de la humedad y evitar su hundimiento. Si el suelo tiene baja consistencia, se recomienda unir las zapatas mediante vigas de cimentación de concreto armado.



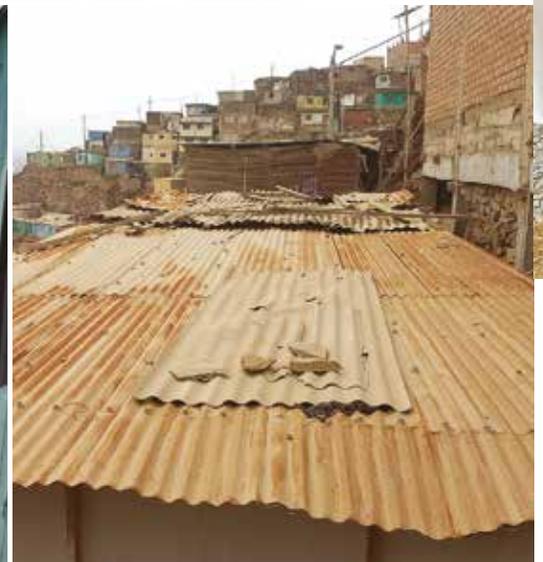
Si la vivienda se apoya en neumáticos, se debe necesariamente tener en cuenta el tipo de suelo y la pendiente de terreno para conocer qué tipo de muro de contención es el más adecuado y sustituir esta contención inapropiada, al menos reemplazándola con una pirca asentada en concreto o muro de concreto ciclópeo. Si se tiene proyectado construir la vivienda de ladrillo, deberá primero contenerse la plataforma construyendo un muro de concreto ciclópeo a todo lo largo del talud o mejor aún, un muro de concreto armado.

## PROBLEMA 2: Paredes y techos frágiles e inestables

Los elementos livianos de cierre (muros) y cobertura (techos) mal ensamblados y conservados; son poco resistentes, frágiles e inestables. En caso de sismos, los elementos pesados de sujeción mal utilizados (tablas y piedras) tienen alta probabilidad de impactar sobre elementos livianos y caer en las vías de evacuación, poniendo en riesgo a los pobladores.



*Viviendas livianas con materiales en muros y techos frágiles e inestables.*

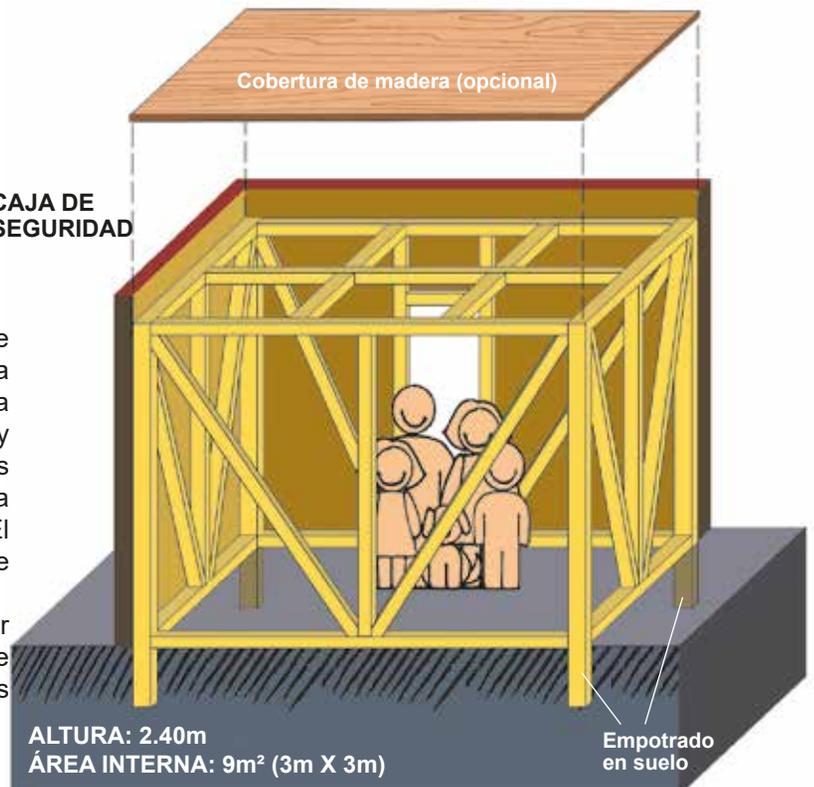


## RECOMENDACIONES 2

Como medida de emergencia ante sismos, se puede construir en un ambiente interior de la vivienda una “caja de seguridad” consistente en una estructura de madera aserrada de vigas soleras inferiores y superiores, columnas y parantes, travesaños, vigas y viguetas. De esta forma se podrá preservar la vida de sus moradores mientras ocurra el terremoto. El ambiente elegido, deberá ubicarse en la parte de corte de la plataforma y no en relleno.

Opcionalmente, la caja de seguridad puede requerir una cobertura adicional al techo existente. En ese caso, se colocarán planchas de aglomerado, anclados en las viguetas de madera, mediante tirafones.

### CAJA DE SEGURIDAD



## 2.1.2 En viviendas de albañilería

### PROBLEMA 3: Cimentaciones poco profundas e inadecuada

Las cimentaciones poco profundas e inadecuadas no permiten transmitir las cargas de la edificación al terreno en el que se asienta. Por eso, el área de contacto entre la cimentación y el suelo debe ser suficiente para que la estructura permanezca estable frente a un sismo de gran intensidad.



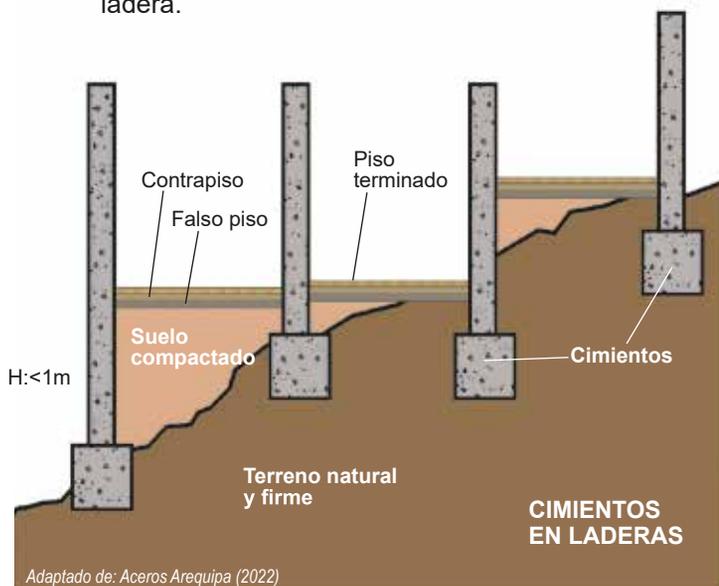
*Ausencia de cimientos o de base en el muro de contención. La falta de apoyo firme en el suelo puede provocar el colapso o el deslizamiento de la edificación y del relleno, en caso de un sismo intenso.*



*Cimentación construida con pórticos esbeltos de concreto, y muros inestables de piedra como cerramiento. Esta modalidad de contención no soporta la carga de la edificación y colapsará con el movimiento sísmico, afectando la resistencia de la vivienda de ladrillo y también la estructura de la vivienda liviana, separada por solo un corredor.*

### RECOMENDACIONES 3

Los cimientos deben estar sobre terreno natural y firme, no sobre relleno. Se pueden rellenar pequeñas áreas compactando adecuadamente la tierra y erradicando material orgánico. Se deben habilitar plataformas para los ambientes de la vivienda, siguiendo la pendiente del terreno, para evitar cortes y rellenos en exceso y la desestabilización de la ladera.



Cuando la vivienda cambia, de liviana a albañilería confinada, debe reemplazarse el pircado, por un muro de concreto armado, con cimentación dentro del terreno (aprox. 1 m). De este muro deben continuar las columnas. El diseño de la sección del muro dependerá de la resistencia del suelo y de la pendiente de la ladera. A mayor pendiente, el muro deberá tener mayor altura.

#### **PROBLEMA 4: Muros sin refuerzo o confinamiento horizontal y vertical**

En una vivienda de albañilería con muros sin refuerzo vertical (columnas) ni horizontal (viga de amarre), es decir sin confinamiento; un sismo producirá el choque entre muros, separándolos en las esquinas, a pesar de tener columnas cercanas.

*Vivienda de albañilería de ladrillo, sin refuerzos entre muros perpendiculares y sin o viga de amarre. No existe confinamiento. Un sismo producirá el choque entre muros, separándolos en las esquinas, a pesar de tener columnas cercanas. Solos la losa aligerada y los dinteles no funcionan estructuralmente y son inseguros.*



*Viviendas sin columnas en esquinas de los muros*

*Adicionalmente a la ausencia de refuerzo en los muros, se observa una plataforma altamente peligrosa para los transeúntes. Un sismo fuerte separará la losa de la edificación y colapsará.*



(1) "Manual-de-Construcción-para-Maestros-de-Obra", Aceros Arequipa, 2016, pág. 16.

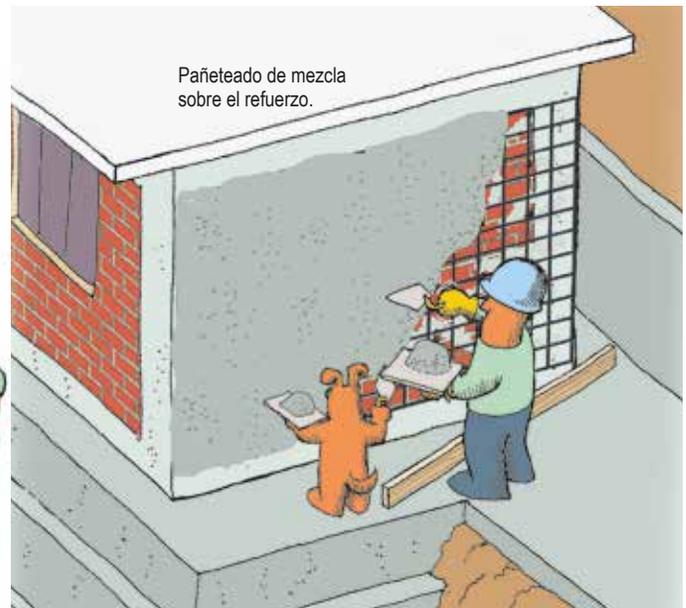
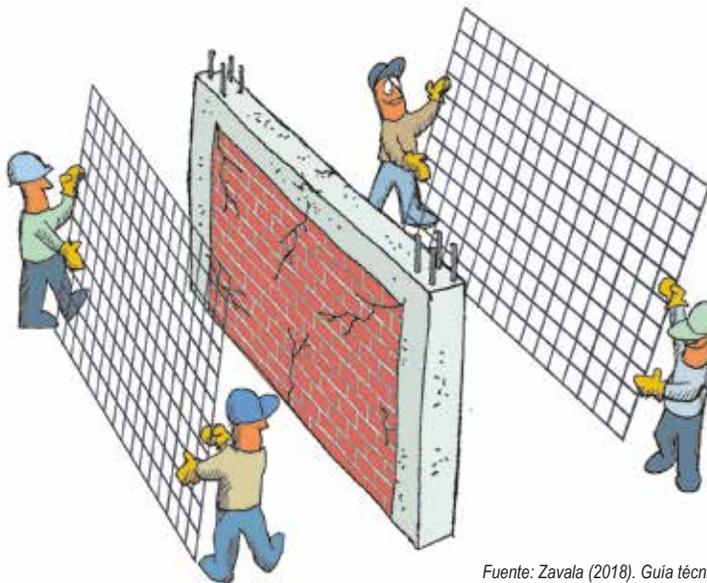
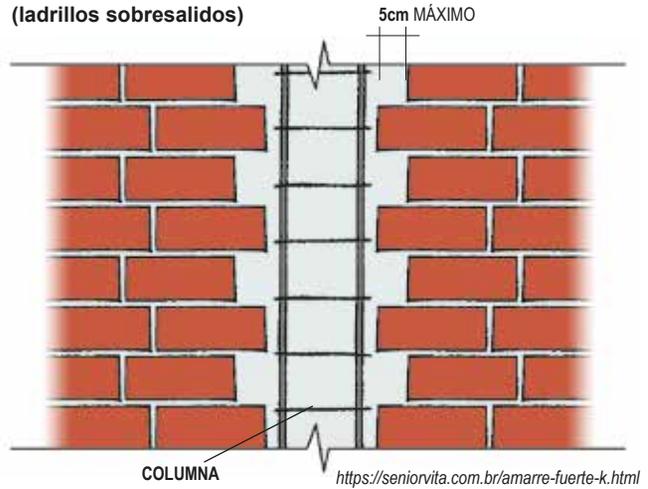
## RECOMENDACIONES 4

Insertar columnas de concreto armado en los encuentros entre muros. Las columnas deben ser vaciadas asegurando la unión con los ladrillos de cada muro. Los estribos de la columna deben estar espaciados cada 15 cm, y a 50 cm del encuentro con la viga, serán cada 5 cm. (Norma E 050).

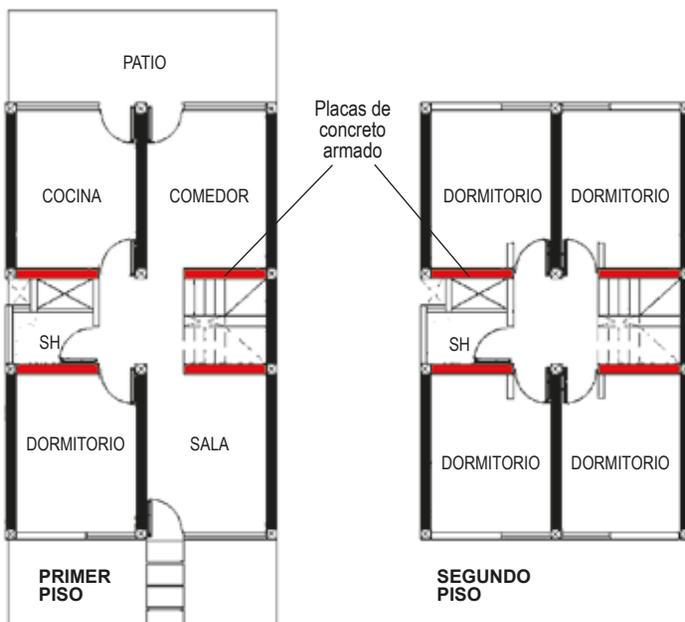
Para que el muro resista cargas, sobre todo de un sismo, debe estar confinado por columnas y viga collar (ver figura en página 15).

Se puede retardar la falla de muros débiles o fisurados colocando refuerzo de mallas electrosoldadas, debidamente ancladas al muro y cubiertas de concreto (pañeteado)

### ENDENTADO (ladrillos sobresalidos)



Fuente: Zavala (2018). Guía técnica para reducir la vulnerabilidad de viviendas en laderas. PREDES.



Con la participación de un profesional se determina la densidad de muros de la vivienda, para saber cuál es (o son) las direcciones débiles la vivienda, para su reforzamiento. Para ello se sustituye algún muro de ladrillos por una (o más) placas de concreto armado. Este procedimiento, es económico y mejorará significativamente la resistencia sísmica de la vivienda

## PROBLEMA 5: Aleros sin vigas de refuerzo y elementos sueltos



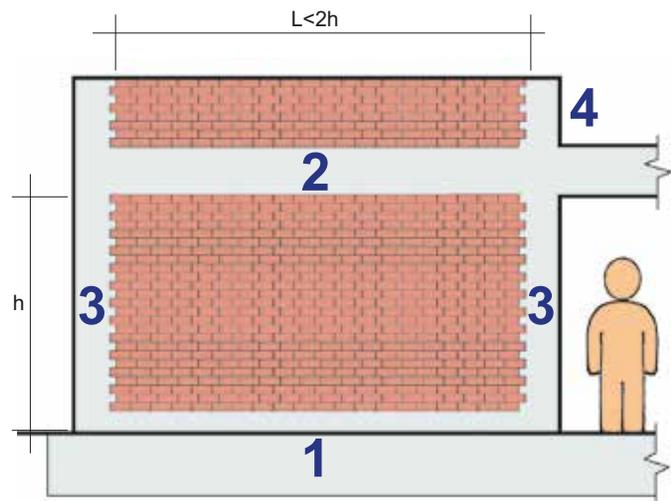
Los aleros y los parapetos no cumplen una función estructural en la edificación, pero deben construirse bien para sostenerse y responder adecuadamente frente a un sismo.

*Losa del techo con alero sobre la calle y parapetos sin refuerzo. Un sismo de gran intensidad desprenderá los ladrillos de la fachada y desplazará el material liviano utilizado en la cobertura, cayendo hacia la calle.*

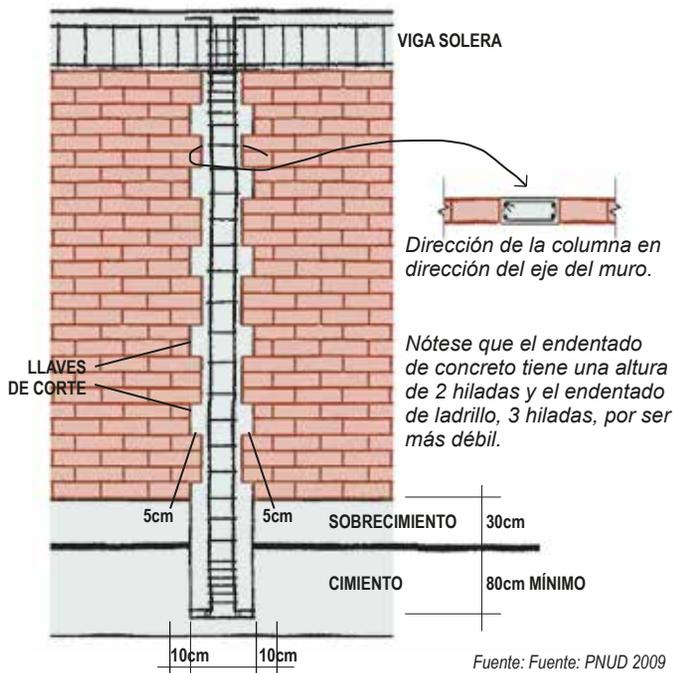
## RECOMENDACIONES 5

*Nota: Las siguientes recomendaciones también son aplicables al Problema 4.*

Al optar por una vivienda de albañilería, los muros deben estar confinados por la cimentación (1), la viga de amarre (2), las columnas (3) y en los parapetos deben colocarse columnetas (4). El largo del muro de albañilería debe ser menor a 2 veces la altura de este. Los aleros deben sujetarse a la normatividad vigente (hasta 0.50 m, a partir de 2.30 m de altura) y no deben obstaculizar el tendido de redes de servicios públicos

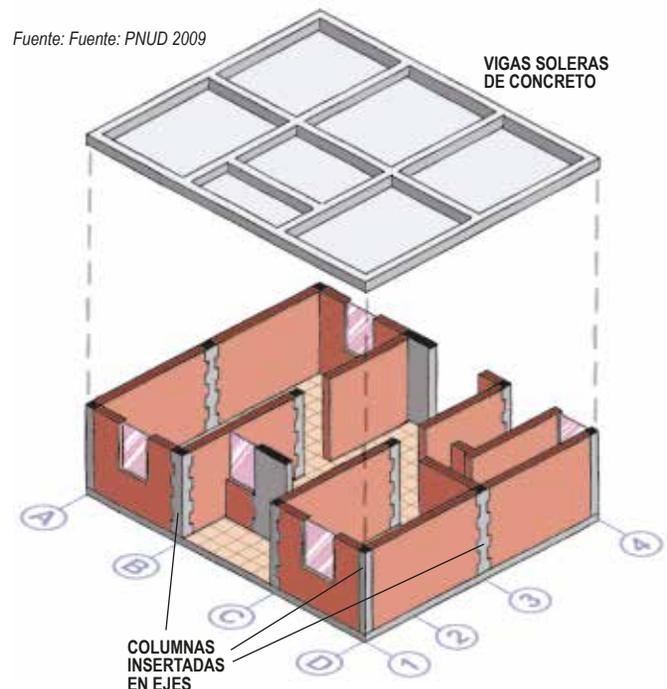


Fuente: Fuente: PNUD 2009



Fuente: Fuente: PNUD 2009

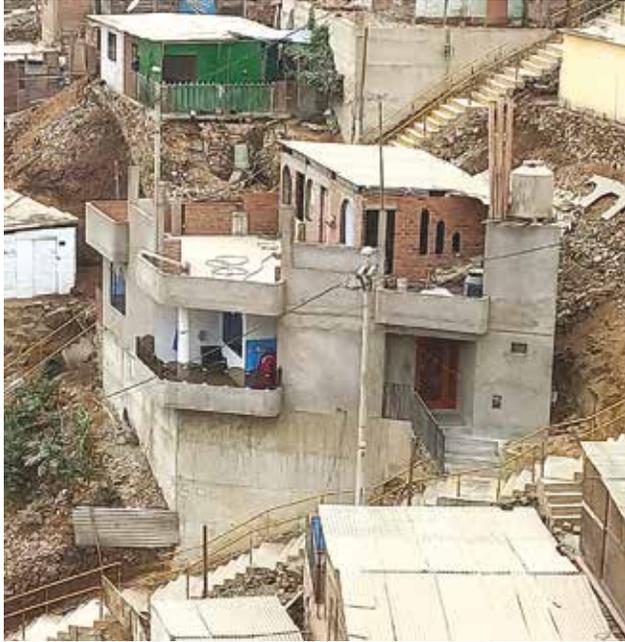
Si un muro de ladrillo ya está construido y debe reforzarse, se pica de manera dentada para la inserción de la nueva columna y su unión con la viga superior, así como con el cemento o una zapata de concreto nueva.



Antes de ampliar la vivienda a 2 pisos, reforzar el primer piso con columnas en intersecciones de muros (lo ideal es colocarlas de acuerdo con la asesoría de un profesional) y luego confinar los muros y unir las columnas con las vigas de concreto.

## PROBLEMA 6: Diseño inadecuado en ladera

El mal diseño y el sobredimensionamiento de la vivienda genera un sobrecosto innecesario y pone en riesgo a las demás viviendas de la ladera. El excesivo corte y relleno para hacer una plataforma de mayor área no garantiza la adecuada distribución de ambientes y su colapso representa una grave amenaza para las viviendas ladera abajo.



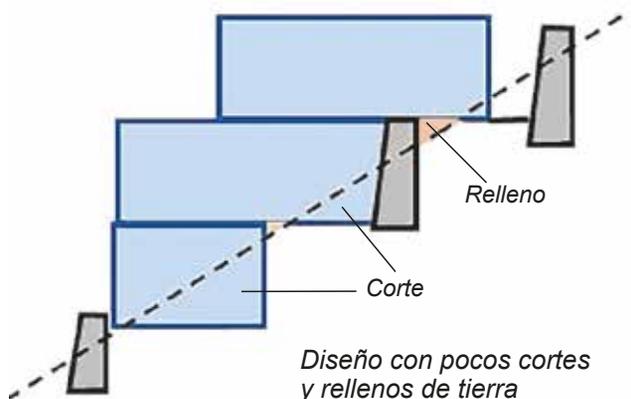
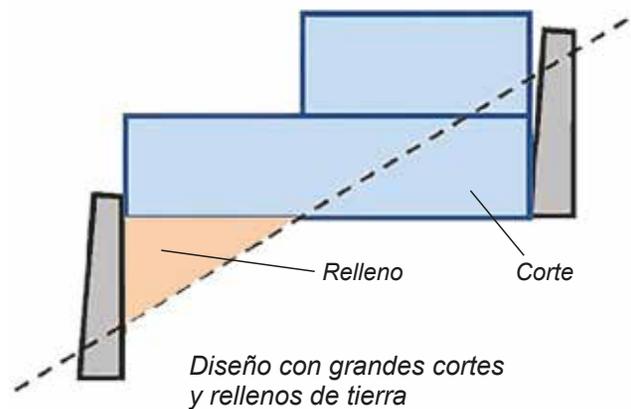
El encarecimiento de la cimentación y la inseguridad que genera al asentarse la vivienda en suelo de relleno, también se aprecia en viviendas precarias con cimentaciones de piedra o neumáticos, o en viviendas en proceso de consolidación con cimentación de concreto.



## RECOMENDACIONES 6

Se puede diseñar la vivienda en varios niveles, evitando grandes cortes y relleno; y con accesos adaptados a los descansos de las escaleras de uso público. El diseño escalonado o en niveles, como respuesta a la adaptación a la pendiente de terreno, le permite a la vivienda alternativas para una mejor ventilación y aprovechar el paisaje. Se requiere manejo de niveles.

En la gráfica de arriba, los grandes movimientos de tierra (cortes y rellenos), así como muros de contención muy altos, aumentan los costos de construcción. Abajo, con diseño adecuado se minimizan los cortes y disminuye la necesidad de hacer rellenos, que en la práctica no son adecuadamente compactados; y se logran muros de contención de menor altura, los cuales, adecuadamente construidos, son más estables y eficientes; y se logra un mejor resultado de vivienda en ladera.



## 2.2 PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL ENTORNO URBANO

### 2.2.1 En la Accesibilidad

#### PROBLEMA 7: Vías vehiculares y peatonales en taludes inestables

Tramo vehicular que adicionalmente soporta la concentración de tanques de agua y sin embargo, no cuenta con un adecuado muro de contención en toda su longitud.



Tramo vehicular apoyado sobre un muro de piedra mal ejecutado, sobre un talud casi vertical y en donde la concavidad del terreno refleja rasgos de desprendimientos.



Tramo vial con escasa sección vial y sin muro de contención. La falta de contención puede generar asentamientos, deslizamientos, caída de rocas y el volteo de vehículos.



Tramo vehicular apoyado sobre el apilado de neumáticos relleno con piedra chancada y arena gruesa. Con el peso de los vehículos hará ceder y hacer peligrar a las viviendas ladera abajo.

## RECOMENDACIONES 7

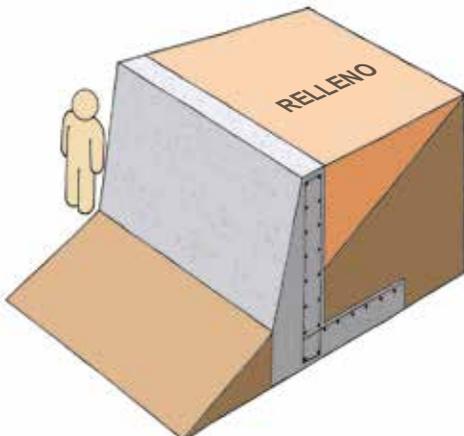
Todas las vías peatonales y vehiculares ubicadas en laderas inestables y suelos de relleno, deben contar con estructuras rígidas para evitar el empuje del terreno: muros de contención



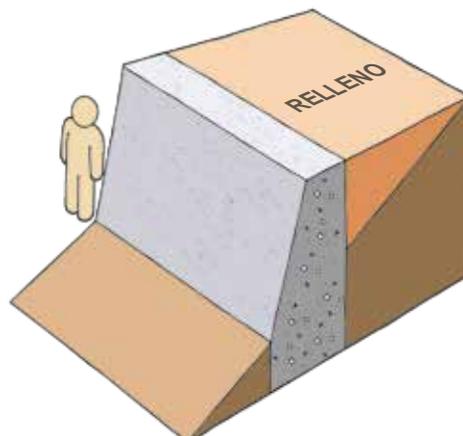
Alternativas de diseño para muros de contención en laderas: concreto armado, concreto ciclópeo y piedra pircada.

Fuente:  
Sánchez-Garrido, A.J.; Martínez-Muñoz, D.; Navarro, I.J.;  
Yepes, V. (2021).

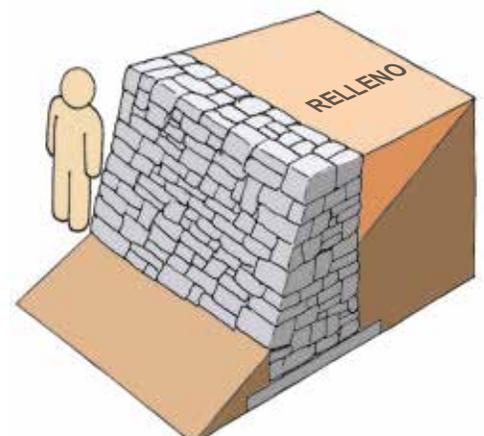
**MURO DE CONTENCIÓN  
CONCRETO ARMADO**



**MURO DE CONTENCIÓN  
CONCRETO CICLÓPEO**



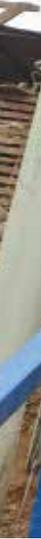
**MURO DE CONTENCIÓN  
PIEDRA PIRCADA**



## PROBLEMA 8: Escaleras precarias

Escalera pública precaria con piedras mal colocadas de manera parcial en la pendiente. Otra escalera pública de concreto ciclópeo con la base erosionada,

ha sido reforzada precariamente con elementos de madera. Esto genera inestabilidad y grietas, indicando que la estructura ya ha fallado.



En caso de sismo, estas escaleras pueden colapsar, interrumpiendo una vital vía de evacuación. Además, la falta de barandas continuas, bien diseñadas y

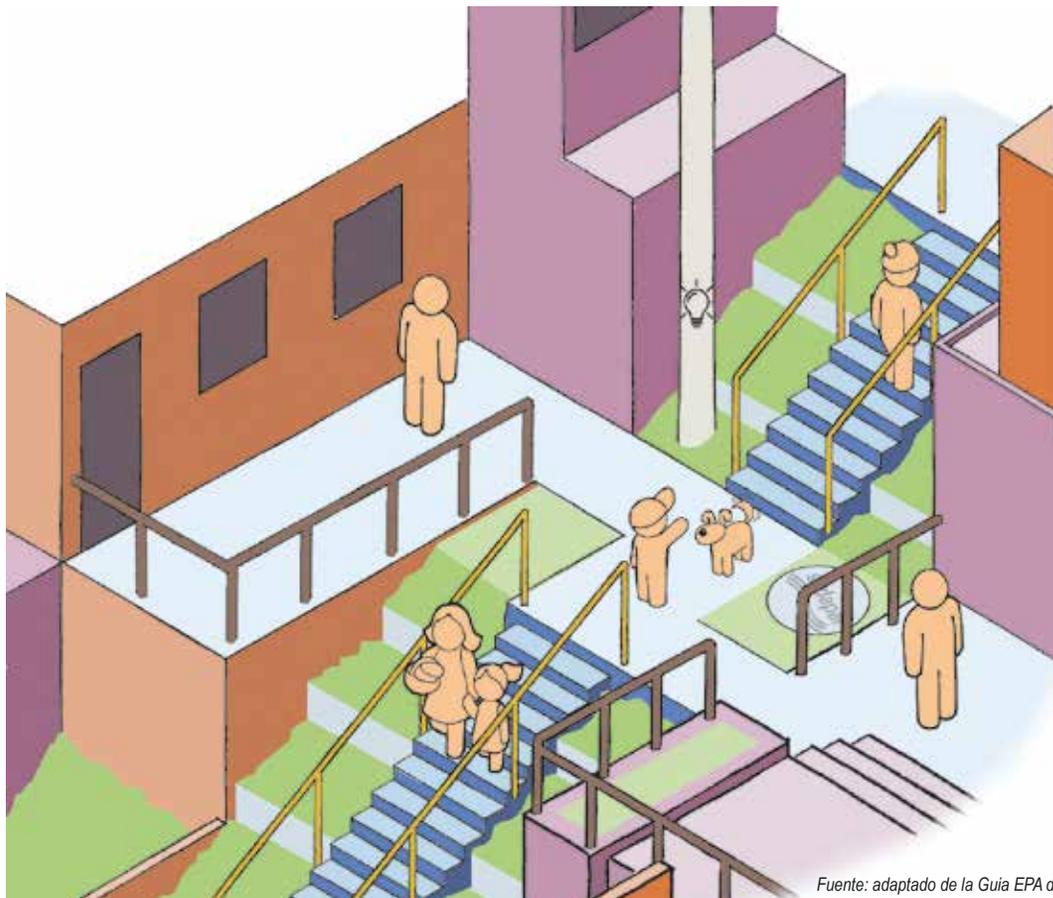
estables no permite el apoyo ni da seguridad de las personas, en especial los niños.

## RECOMENDACIONES 8

Diseñar y construir adecuadamente las escaleras para brindar seguridad a los usuarios. Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre descansos. La dimensión de los descansos deberá tener un mínimo de 0.90 m de longitud. En cada tramo de escalera, los pasos y contrapasos deben ser uniformes, debiendo cumplir con la regla de 1 paso y 2 contrapasos debe tener entre 0.60 m y 0.64 m, con un mínimo de 0.25 m para vivienda y un máximo de 0.18 m para los contrapasos.



Incentivar faenas comunales para la construcción conjunta de escaleras apropiadas al terreno, que garanticen la libre accesibilidad y evacuación, reduciendo el riesgo del barrio, con asesoría técnica. Además, comprometer a la población en su cuidado y mantenimiento.



Fuente: adaptado de la Guía EPA del MVCS

### PROBLEMA 9: Acceso inseguro a las viviendas

Existen inadecuadas estructuras que son utilizadas para acceder a las viviendas desde la vía pública: escaleras de madera precarias y sin anclajes, losas de concreto “tipo puente” unidas estructuras diferentes, escaleras de concreto sin acero de reforzamiento ni base de apoyo, escaleras de piedra tallada con solo una capa de cemento, etc. Estas estructuras representan un peligro para la población y frente a un sismo de gran intensidad podrían colapsar desapareciendo la posibilidad de la evacuación.



### RECOMENDACIONES 9

Las escaleras de acceso a las viviendas deben ser construidas al interior del lote de terreno, respetando el límite de propiedad; deben coincidir con el descanso de la escalera de la vía pública y de ser necesario, deben tener barandas.



### PROBLEMA 10: Rampas inadecuadas para tránsito y evacuación

Rampa con mucha pendiente, sin descansos y barandas en mal estado de conservación. No es adecuada para facilitar la movilidad y el desplazamiento

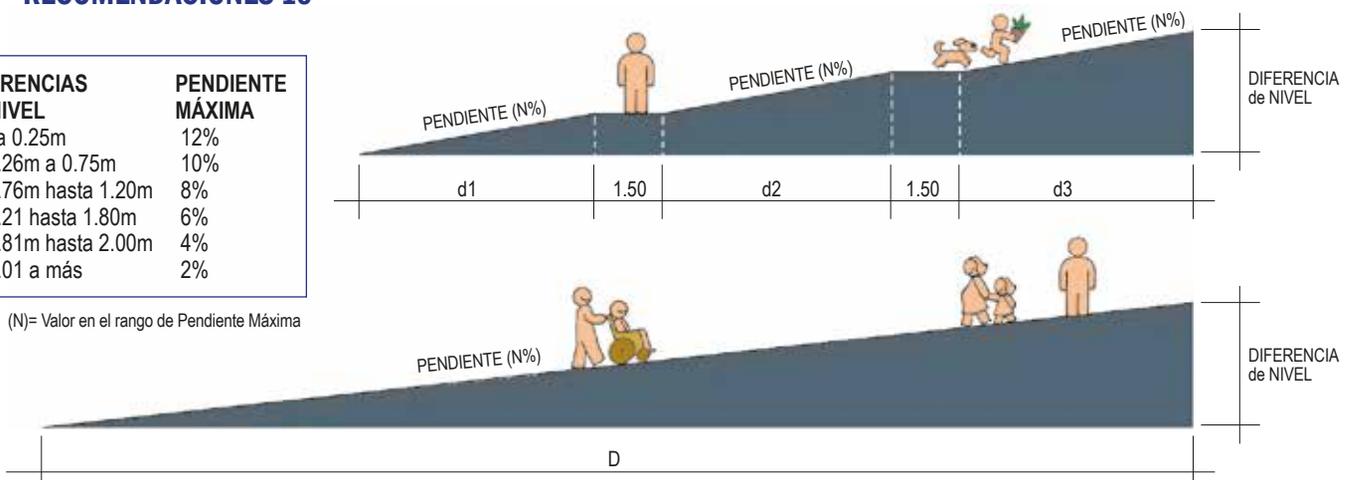
de las personas, ni para la accesibilidad universal y a pesar de la señal de seguridad, no es adecuada para casos de evacuación.



### RECOMENDACIONES 10

DIFERENCIAS DE NIVEL	PENDIENTE MÁXIMA
Hasta 0.25m	12%
De 0.26m a 0.75m	10%
De 0.76m hasta 1.20m	8%
De 1.21 hasta 1.80m	6%
De 1.81m hasta 2.00m	4%
De 2.01 a más	2%

(N)= Valor en el rango de Pendiente Máxima



Respetar las pendientes máximas de las rampas según las diferencias de nivel existentes, antes de cada descanso. Si la diferencia de nivel es de hasta

0.25 m, entonces la pendiente máxima de la rampa será de 12%. Si la diferencia de nivel es de 2.01m a más, entonces la pendiente máxima será de 2%.

## 2.2.2 En Espacios Públicos

### PROBLEMA 11: Áreas de recreación y zonas seguras sin habilitar

La pronunciada pendiente y la inestabilidad de taludes de los espacios urbanos destinados al uso recreativo según los planos de lotización, limitan su implementación y exigen un diseño especial.

Como se aprecia, existen laderas inestables sin tratamiento, o con tratamientos incipientes y destinadas a la recreación, que no podrían evitar deslizamientos de tierra en caso de un sismo.





## RECOMENDACIONES 11

Se pueden construir muros de contención y generar espacios multifuncionales con rampas para las actividades de recreación, implementación de zonas

seguras, cultivo de especies vegetales, arborización con especies apropiadas para las laderas de Lima, etc.



## 2.2.2 En los servicios públicos

### PROBLEMA 12: Interferencia de instalaciones en las rutas de evacuación

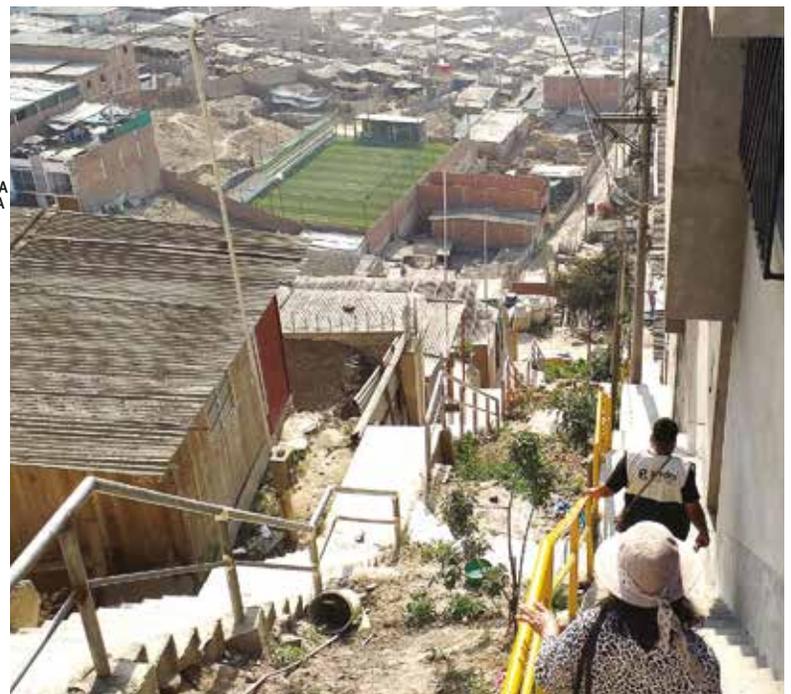
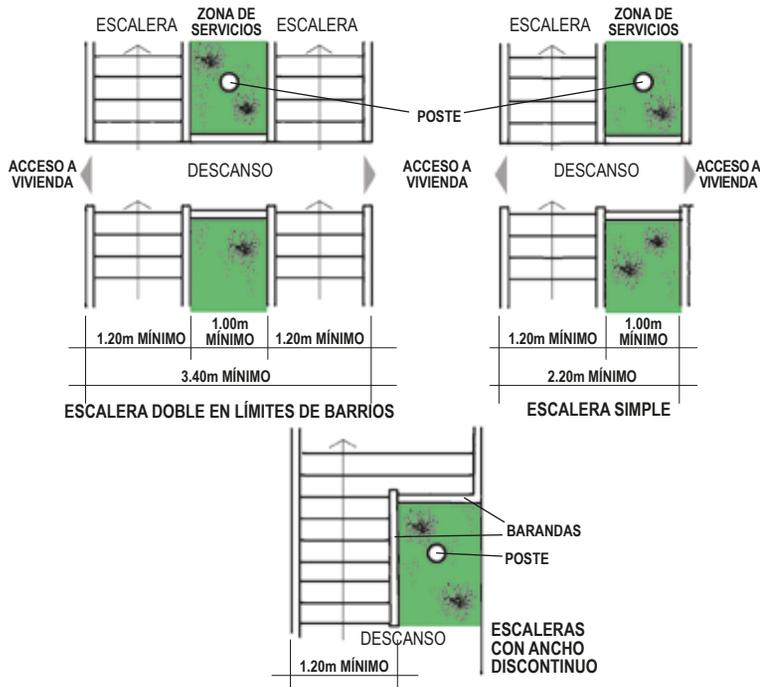
Colocación de postes de energía eléctrica y tanques de agua que interrumpen la transitabilidad de las escaleras, dificultando la movilidad de personas y la posible evacuación en caso de darse un sismo.



### RECOMENDACIONES 12

Diseñar escaleras preservando espacios para la infraestructura de servicios (redes de agua, desagüe, gas, postes de alumbrado público). Donde se tenga espacio, separar carriles de ida y vuelta con un espacio intermedio para colocar esta infraestructura.

Tratar de dejar un ancho libre de escaleras de 1.20 m. cuando sea muy complicado mover de lugar un poste. En el caso del tanque de agua, de ninguna manera debería estar ubicado dentro de una escalera.



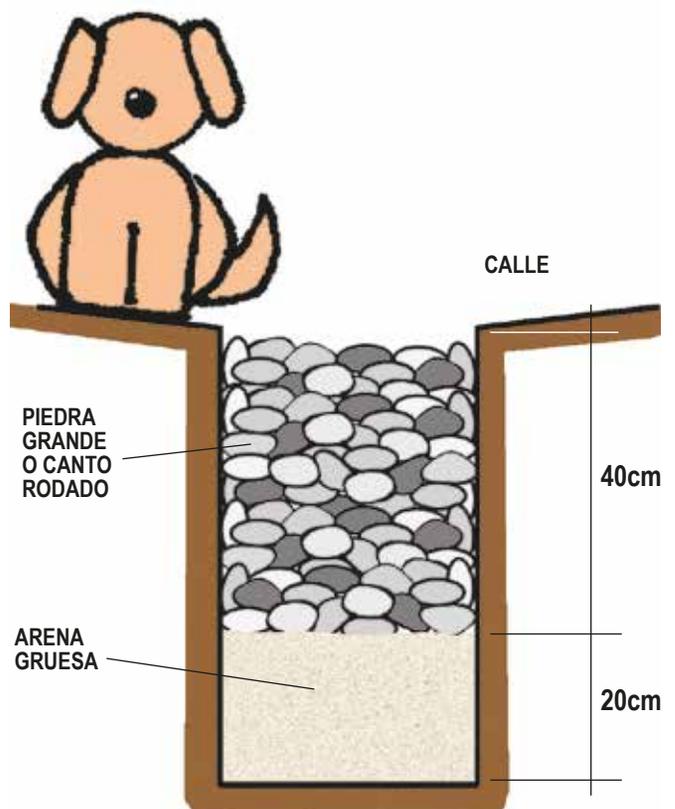
### PROBLEMA 13: Contaminación por el vertido de aguas residuales

Ante la ausencia de redes de aguas residuales, se produce el humedecimiento de las vías por aniegos, generando contaminación ambiental y mal olor.



### RECOMENDACIONES 13

Construir zanjas de infiltración en el centro de la sección de vía con un ancho de 40 cm y una profundidad que varía de 45 a 60 cm. Para ello se debe utilizar piedra, grava y arena como medio capilar y filtrante. El único tipo de agua residual que se debe eliminar en las zanjas de infiltración es el proveniente del lavado de ropa y utensilios del hogar. Al construir las zanjas de infiltración en medio de la calle, se pueden eliminar las “aguas grises” o de lavado, igualmente desde ambos frentes. En estas zanjas no se deben admitir “aguas negras”, estas deben quedar depositadas en las letrinas de las viviendas y sujetas a mantenimiento periódico, para beneficio de la salud de la población y del medio ambiente



### PROBLEMA 14: Elementos inestables para el almacenamiento de Agua

El apoyo inseguro de los tanques para almacenar agua de consumo humano, por tener base precaria. Si están al tope de su capacidad pueden llegar a pesar más de 600 kg cada uno.

En caso de sismo, sus bases (sean de madera, piedras o neumáticos) colapsarán y estos tanques se volcarán sobre las viviendas bajas, generando daños por impacto y por inundación sobre las personas, se encuentren en sus viviendas o en espacios públicos.



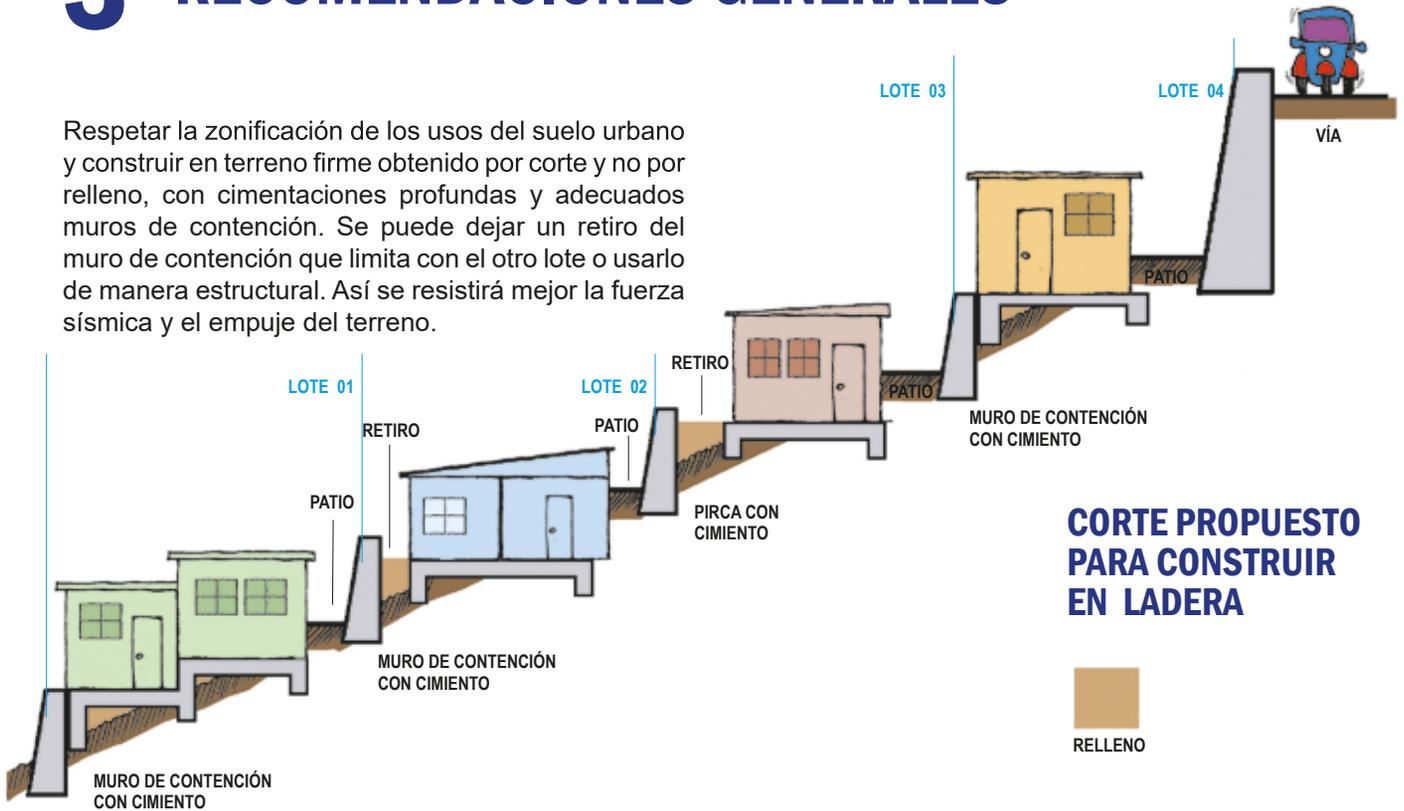
### RECOMENDACIONES 14

Apoyar los tanques de agua sobre una losa estable de concreto para evitar el riesgo de caída de estas instalaciones sobre las viviendas.



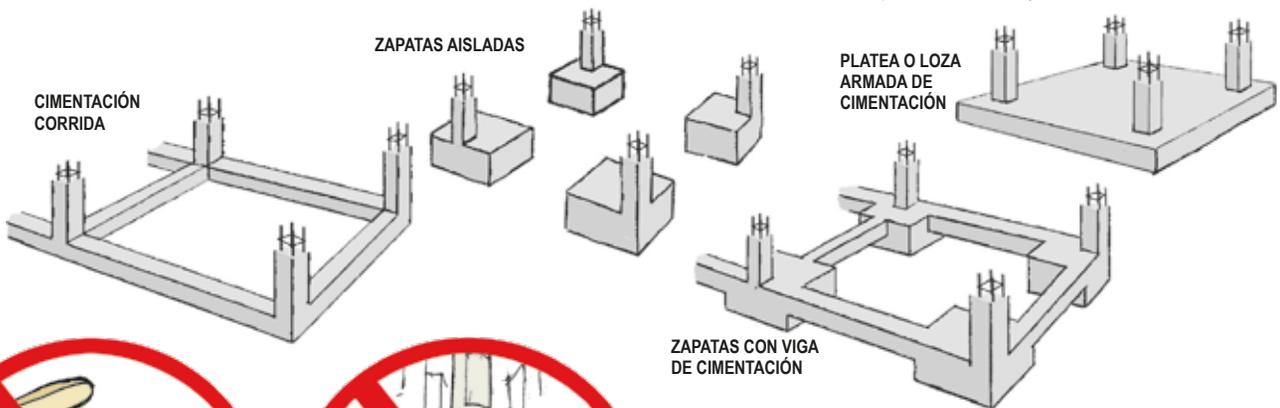
# 3 RECOMENDACIONES GENERALES

Respetar la zonificación de los usos del suelo urbano y construir en terreno firme obtenido por corte y no por relleno, con cimentaciones profundas y adecuados muros de contención. Se puede dejar un retiro del muro de contención que limita con el otro lote o usarlo de manera estructural. Así se resistirá mejor la fuerza sísmica y el empuje del terreno.



Trabajar la cimentación de las viviendas adecuadas al tipo de suelo. Si el suelo es resistente se puede usar cimentación corrida o zapatas aisladas, si el suelo es poco resistente, usar zapatas y viga de cimentación o losa armada de cimentación. Se debe consultar con especialistas.

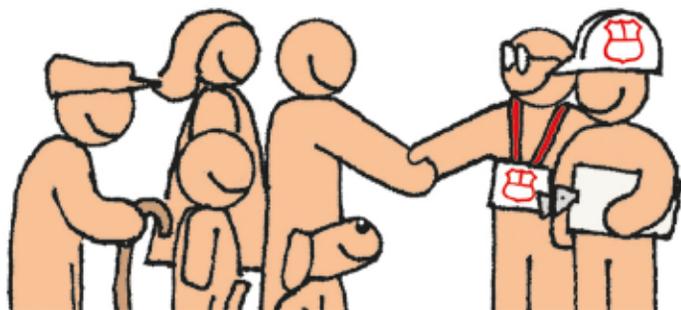
Reforzar gradualmente las viviendas de albañilería que presentan problemas de falta de refuerzo estructural en las intersecciones de muros, e iniciar como mínimo con una habitación, reforzando muros y esquinas con malla electrosoldada anclada para que pueda resistir un poco más en caso de sismo (ver recomendación al problema 04).



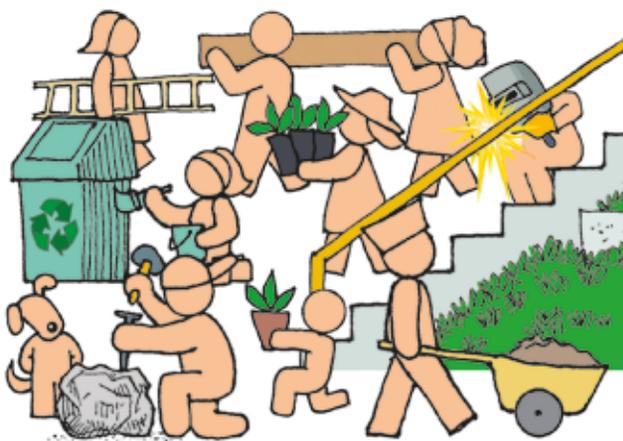
Evitar problemas de inseguridad y contaminación visual que se generan con las instalaciones de electricidad y telecomunicaciones ubicados en los espacios públicos. Para ello las viviendas deben evitar aleros que afecten el cableado aéreo y los postes de soporte del cableado aéreo deben evitar la obstaculización de las veredas, escaleras y los accesos de las viviendas.



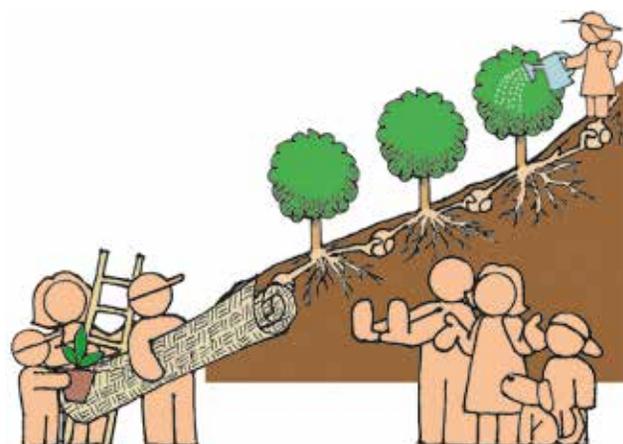
Potenciar las capacidades de organización del barrio, para desarrollar las zonas que en los planos de habilitación aparecen como espacios públicos en pendiente, no como lo último en ejecutarse, sino como un complemento de la consolidación de las viviendas. Debe entenderse el espacio público como el rostro del barrio y una imagen de seguridad y calidad de vida para pobladores y visitantes. Un espacio público agradable contribuye a la salud física y mental, mejora la accesibilidad a las viviendas y otros usos, y la interacción positiva entre los habitantes.



Buscar el apoyo de entidades del estado de nivel nacional, regional y local para el acceso a programas sociales y desarrollar alianzas con las municipalidades, ONG y universidades para lograr recursos, tanto técnicos como financieros.



Promover faenas comunitarias para incentivar el trabajo conjunto de la población dentro y fuera del barrio a través de acciones para el mejoramiento de escaleras, implementación de locales comunales, áreas de recreación o para eliminación de rocas inestables identificadas en la parte superior de las laderas, forestación con especies apropiadas, etc.



Reforestar laderas con especies apropiadas, para fijar el suelo, proteger de la caída de rocas (reducción del riesgo), mejorar el ambiente y evitar futuras invasiones que incrementen el riesgo de desastres.

## 4 REFERENCIAS

- Aceros Arequipa (2022).** Manual de Construcción para Maestros de Obra.
- Aceros Arequipa (2022).** Manual del Maestro Constructor Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres - **CISMID (2005).** Guía para la Construcción con Albañilería.
- Comisión Nacional del Agua, México (2013).** Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón. **HABITAT (2019).** Construcción progresiva como sistema.
- HABITAT (2019).** Una aproximación al mundo de los trabajadores de la construcción y su entorno.
- Junta del Acuerdo de Cartagena (1984).** Manual de diseño para maderas del grupo andino.
- KUROIWA., J. (2016),** Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú.
- MIT DUSP, UNAL (s/f).** Repensando la informalidad – Estrategias de co-producción del espacio urbano Medellín
- Montes, P (2017).** “Vulnerabilidad Física del Empircado de Viviendas en Laderas Urbanizadas”.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS,** Normas Técnicas: E-030, E-060, E-070, G-040 y A- 120.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2021).** Guía de acondicionamiento de espacios públicos abiertos en el marco del Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia de la COVID-19.
- PREDES, USAID. (2018)** Guía Técnica Vivienda Reforzada, Vida Asegurada.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2009).** Manual para la reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería confinada dañadas por sismos.
- Sánchez-Garrido, A.J.; Martínez-Muñoz, D.; Navarro, I.J.; Yepes, V. (2021).** Neutrosophic logic applied to the multi-criteria evaluation of sustainable alternatives for earth-retaining walls. 6th International Conference on Mechanical Models in Structural Engineering, CMMoST 2021, 1-3 December, Valladolid, Spain, pp. 188-203.
- Tavares-Martínez, Rafael Alejandro, & Fitch-Osuna, Jesús Manuel (2019).** Planificación comunitaria en barrios socialmente vulnerables. Identificación de los actores sociales en una comunidad. *Revista de Arquitectura* (Bogotá).
- Torres., F (2018).** Reforzamiento estructural para la estabilidad de viviendas en las laderas del cerro El Ermitaño del distrito de Independencia – Lima. Tesis – UCV.
- Unión andina de cementos S.A.A (2013).** Manual de Construcción.
- Yáñez A., Céspedes, S. y Rubio-Loyola, J. (2019).** A baseline for context-aware system for safety messages dissemination in VANETs. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia.*
- Zanelli F. (2019).** Evaluación de vulnerabilidad sísmica de pircas mediante modelación numérica en elementos discretos”, Tesis PUCP.
- Zavala C. (2018).** Guía técnica para reducir la vulnerabilidad de viviendas en laderas. Fondo Editorial PREDES.

## 5 GLOSARIO

- Accesibilidad:** Condición de acceso que presta la infraestructura urbanística y edificatoria para facilitar la movilidad y el desplazamiento autónomo de las personas, en condiciones de seguridad.
- Accesibilidad Universal:** Condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible.
- Alero:** Parte del techo que sobresale de un muro o elemento de soporte.
- Albañilería confinada:** Muro de ladrillo con columnas en ambos lados, sobrecimiento en la parte baja y una viga solera en la parte superior. Columnas y vigas deben ser de concreto armado.
- Asentamiento diferencial:** Pérdida de horizontalidad de la cimentación por la baja capacidad del suelo, generando daños estructurales visualizados como agrietamientos.
- Cangrejera:** Defecto visualizado como un área no cubierta por el concreto que se observa al desencofrar. Expone el concreto y las varillas de acero ante la humedad del lugar.
- Columna:** Elemento estructural vertical de sección circular o rectangular que sirve para sostener el peso de la estructura y las acciones sísmicas horizontales.
- Columneta o columna de confinamiento:** Elemento anclado en otro elemento de concreto (losa de techo) que trabaja de manera conjunta con los muros o parapetos de la edificación.
- Cimentación:** Elemento que transmite al suelo las cargas de la estructura.
- Construcción:** Acción que comprende la ejecución de obras de rehabilitación urbana, de edificación, y de ingeniería. Dentro de estas actividades se incluye la instalación de sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación y/u obra de ingeniería.
- Densidad de muros:** Resultado de dividir el área de todos los muros en la dirección débil de la vivienda, entre el área construida, por encima del nivel que se analiza. Se evalúa el número obtenido y se determina si los muros resistirán la fuerza sísmica.
- Dintel:** Refuerzo de concreto, sobre el vano de una puerta o ventana.
- Edificación:** Obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella.
- Escalera:** Elemento de la edificación con gradas, que permite la circulación de las personas entre los diferentes niveles. Sus dimensiones se establecen sobre la base del flujo de personas que transitarán por ella y el traslado del mobiliario.

**Escalera pública:** Elemento construido en una vía pública en pendiente media o alta, con pasos, contrapasos, descansos y barandas, que permite el libre tránsito de personas, el acceso a viviendas en ladera y a unión entre vías horizontales ubicadas a diferentes niveles.

**Espacio público:** Área libre de edificaciones que permite articular áreas urbanas para la movilidad, la integración e interacción social y recreación, el tendido de redes de servicios y la mejora ambiental (MVCS, 2021).

**Grieta:** Separación o rajadura mayor a 2 mm, que compromete a todo el elemento estructural. Se produce por un sobreesfuerzo del material más allá de su límite de resistencia. Requiere hallar la causa de la falla.

**Ladrillo tubular o pandereta:** Tipo de ladrillo no apropiado para la construcción de los muros portantes por su poca resistencia y fragilidad.

**Muro de contención:** Estructura rígida, destinada a contener los empujes de algún material, masas de tierra u otros materiales sueltos, cumple la función de cerramiento.

**Muros confinados:** Muros cuyos bordes están unidos a elementos de concreto (vigas y columnas) que confinan a las unidades o bloques que forman el muro.

**Muro de concreto armado:** Es una estructura de contención cimentada sobre suelo consistente, capaz de contrarrestar, no solo el empuje del relleno, sino, además, el efecto de volteo (flexión), gracias a las varillas de acero en su interior.

**Muro de concreto ciclópeo:** Estructura de contención que funciona por gravedad, gracias a su considerable volumen. Debe resistir el empuje del relleno y las cargas sobre éste, cimentado en un suelo que lo soporte. Se confecciona con cemento, arena gruesa, piedra chancada (hormigón) y piedra grande (aprox. 30 cm, que no exceda el 30% del volumen del muro).

**Muros portantes:** Elementos que soportan el peso de todas las cargas sobre éstos, por lo que se consideran elementos estructurales.

**Parapetos:** Muros no estructurales de mediana altura generalmente utilizados como baranda de balcones o cerco de azoteas.

**Pirca:** (Palabra de origen quechua). Muro seco de piedras calzadas, de poca altura, usado actualmente de manera deficiente como elemento de contención de taludes. Es una técnica de mampostería, sin material cementante, que basa su estabilidad en la traba entre bloques, gracias al canteado de cada elemento.

**Reforzamiento estructural:** Obra que se ejecuta con la finalidad de incrementar o restituir la capacidad de carga en un edificio preexistente; estas cargas pueden ser de gravedad y/o de sismos y/o de viento.

**Resiliencia:** Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a peligros para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un peligro de manera oportuna y eficiente.

**Resistencia:** Capacidad de soporte de un elemento estructural o material.

**Retiro:** Distancia que existe entre el límite de propiedad y el límite de edificación que se establece de manera paralela al lindero que le sirve de referencia.

**Tabique:** Pared o muro no estructural de poco espesor, empleado para dividir las habitaciones de un edificio.

**Vía pública:** Espacio destinado al tránsito de vehículos y personas.

**Viga:** Elemento horizontal, que soporta cargas trabajando en flexión.

**Vivienda:** Edificación independiente o parte de una edificación multifamiliar, compuesta por ambientes para el uso de una o varias personas, para dormir, comer, cocinar e higiene. El estacionamiento de vehículos, cuando existe, forma parte de la vivienda.

**Zanja de infiltración:** Excavación larga y angosta realizada en la tierra para acomodar e infiltrar el agua residual sedimentada en el suelo permeable.

**Zapata:** Tipo de cimentación de una columna, bajo el nivel del terreno. Puede ser empleada en suelos homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas, porque distribuye uniformemente las cargas de la columna.

# 6 ANEXOS

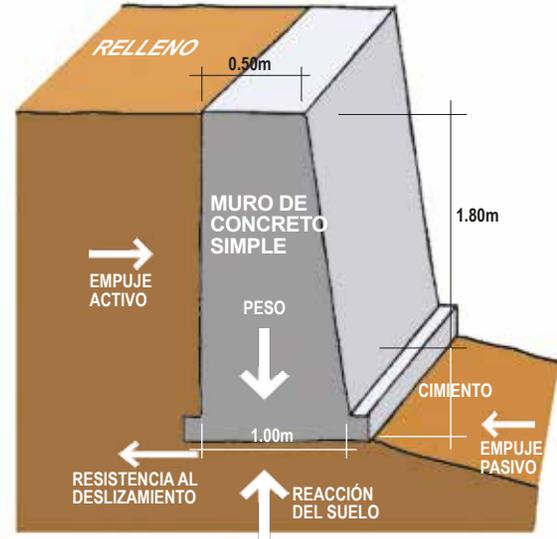
## 6.1 PRESUPUESTOS REFERENCIALES

### 1.- Costo de Muro de Concreto Ciclópeo, $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ , por $\text{m}^3$

CONTENIDO DEL CONCRETO:  
Cemento + Arena Gruesa + Piedra Chancada +  
Piedra Grande (30%).

Las medidas indicadas son solo referenciales.

Costo por  $\text{m}^3$ .



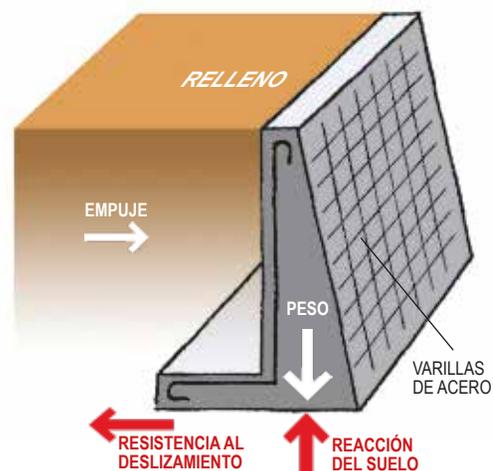
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Parcial (S/)
<b>1</b>		<b>MATERIALES</b>			
	$\text{m}^3$	Agua.	0.116	4.48	0.52
	$\text{m}^3$	Arena cribada.	0.327	40.77	13.33
	$\text{m}^3$	Agregado grueso homogeneizado, de tamaño máximo 25 mm.	0.407	57.39	23.36
	kg	Cemento gris en sacos.	231.023	0.45	103.96
	$\text{m}^3$	Piedra grande de tipo canto rodado de 15 a 30 cm de diámetro.	0.400	64.78	25.91
		<b>SUBTOTAL MATERIALES:</b>			<b>167.08</b>
<b>2</b>		<b>EQUIPOS</b>			
	h	Mezcladora de concreto.	0.396	5.44	2.15
		<b>SUBTOTAL EQUIPOS:</b>			<b>2.15</b>
<b>3</b>		<b>MANO DE OBRA</b>			
	h	Operario especializado en vaciado de concreto.	0.222	26.69	5.93
	h	Oficial especializado en vaciado de concreto.	0.222	18.51	4.11
	h	Peón de construcción.	2.282	17.13	39.09
	h	Peón especializado de construcción.	1.357	17.41	23.63
		<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA:</b>			<b>72.76</b>
<b>4</b>		<b>HERRAMIENTAS</b>			
	%	Herramientas	2.000	241.99	4.84
<b>COSTOS DIRECTOS (1+2+3+4):</b>					<b>S/ 246.83</b>

Fuente: CYPE Ingenieros S.A.

### Recomendaciones Básicas

- Elaborar planos de obra (planta y perfil) con el diseño a aplicar.
- El diseño deberá verificar su resistencia al empuje y hundimiento de muro.
- Limpieza y Perfilado del talud y humedecimiento
- Excavación de zanja para cimentación
- Profundidad de Cimiento: Variable, según condiciones del suelo, hasta encontrar terreno firme o roca.
- Provisión de materiales y herramientas en obra
- Armado de encofrado
- Preparación del concreto con hormigón y agua limpios. Piedra grande (máx. 30%)
- Evitar exceso de agua en la mezcla.
- Al desencofrar, verificar si hay cangrejeras, luego del vaciado del concreto.
- Si en la zona, hay presencia de sulfatos, deberá usarse cemento tipo 5.

## 2.- Costo de Muro de Concreto Armado, concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , por $\text{m}^3$



Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Parcial (S/)
<b>1</b>		<b>MATERIALES</b>			
	Ud	Separador homologado para muros.	8.000	0.18	1.44
	kg	Acero en varillas corrugadas, Grado 60 ( $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ ), de varios diámetros, según NTP 339.186 y ASTM A 706.	22.440	3.08	69.12
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0.286	4.48	1.28
	m	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado.	0.050	11.81	0.59
	$\text{m}^3$	Agua.	0.199	4.48	0.89
	$\text{m}^3$	Arena cribada.	0.499	40.77	20.34
	$\text{m}^3$	Agregado grueso homogeneizado, de tamaño máximo 12,5 mm.	0.624	55.45	34.60
	kg	Cemento gris en sacos.	444.622	0.45	200.08
		<b>SUBTOTAL MATERIALES:</b>			<b>328.34</b>
<b>2</b>		<b>EQUIPOS</b>			
	h	Mezcladora de concreto.	0.630	5.44	3.43
		<b>SUBTOTAL EQUIPOS:</b>			<b>3.43</b>
<b>3</b>		<b>MANO DE OBRA</b>			
	h	Operario herrero.	0.299	26.69	7.98
	h	Oficial herrero.	0.380	18.51	7.03
	h	Oficial de construcción de obra civil.	1.295	17.80	23.05
	h	Operario de construcción de obra civil.	1.357	25.65	34.81
	h	Operario especializado en vaciado de concreto.	0.062	26.69	1.65
	h	Oficial especializado en vaciado de concreto.	0.370	18.51	6.85
		<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA:</b>			<b>81.37</b>
<b>4</b>		<b>HERRAMIENTAS</b>			
	%	Herramientas	2.000	413.14	8.26

**COSTOS DIRECTOS (1+2+3+4)**

**S/ 421.40**

Fuente: CYPE Ingenieros S.A.

### Recomendaciones Básicas

Elaborar planos de obra (planta y perfil) con el diseño a aplicar.

El diseño deberá verificarse por empuje, por hundimiento y por flexión (volteo)

Limpieza y perfilado del talud.

Excavación de zanja para cimentación.

Profundidad de Cimiento: variable, según condiciones del suelo, hasta encontrar terreno firme o roca. Humedecimiento discreto de la zona de trabajo.

Provisión de materiales y herramientas en obra

Armado de canastillas con los elementos de refuerzo limpios (varillas, alambre, etc.)

Si en la zona, hay presencia de sulfatos, deberá usarse cemento tipo 5.

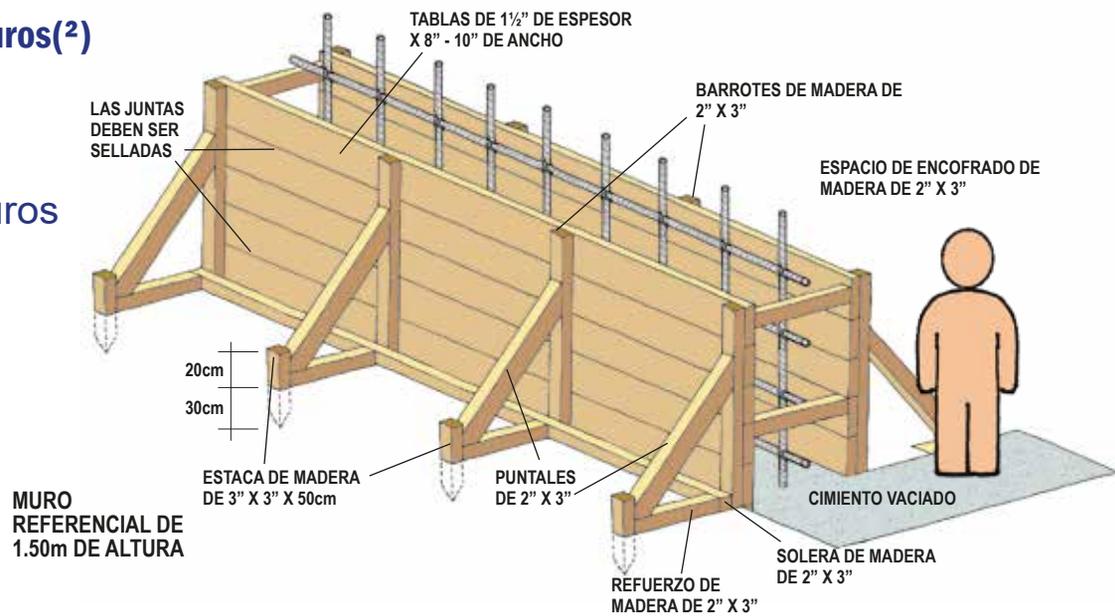
Preparación del concreto con agregados y agua limpios. Evitar el exceso de agua en la mezcla.

Armado del encofrado, evitando fuga del concreto recién vaciado.

Al desencofrar, verificar que no haya cangrejas, que expongan el acero a la corrosión.

### 3.- Encofrado de Muros<sup>(2)</sup>

Costo por m<sup>2</sup> de Encofrado de Muros de Contención



Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Parcial (S/)
<b>1</b>		<b>MATERIALES</b>			
	m <sup>2</sup>	Tablones de madera de pino, para encofrar muros de concreto de hasta 3 m de altura.	0.167	89.13	14.88
	Ud	Estructura soporte de sistema de encofrado vertical, para muro de concreto a dos caras, de hasta 3 m de altura, formada por tomapuntas de madera para estabilización y aplomado de la superficie encofrante del muro.	0.100	153.73	15.37
	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0.120	4.45	0.53
	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0.040	26.00	1.04
	l	Agente desmoldeante biodegradable en fase acuosa, para concretos con acabado visto.	0.013	13.63	0.18
	m	Tubo de PVC liso, de varios diámetros.	0.020	22.72	0.45
	Ud	Pasamuros de PVC para paso de los tensores del encofrado, de varios diámetros y longitudes.	0.400	4.02	1.61
		<b>SUBTOTAL MATERIALES:</b>			<b>34.06</b>
<b>2</b>		<b>MANO DE OBRA</b>			
	h	Oficial encofrador.	0.421	26.69	11.24
	h	Operario encofrador.	0.488	18.51	9.03
		<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA:</b>			<b>20.27</b>
<b>3</b>		<b>HERRAMIENTAS</b>			
	%	Herramientas	2.000	54.33	1.09

**COSTOS DIRECTOS (1+2+3):**

**S/ 55.42**

Fuente: CYPE Ingenieros S.A.

#### Recomendaciones Básicas

Las maderas utilizadas deberán estar limpias y sin clavos.

Las juntas de los paneles se deben sellar para evitar fugas de agua con cemento, utilizando para ello el papel de las bolsas de cemento.

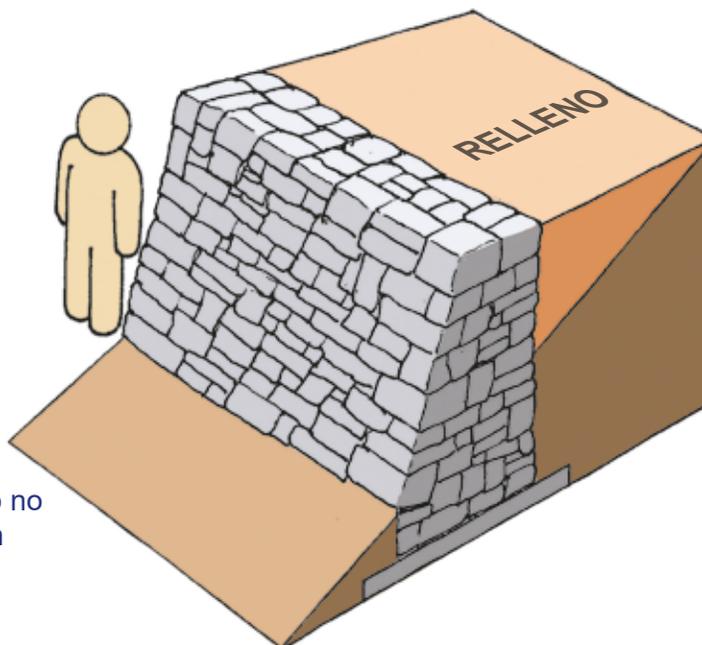
Las dimensiones recomendadas para estos encofrados son aplicables para muros de contención de baja altura (promedio de 1.5 m). Para muros de contención de mayor altura, se debe consultar con un ingeniero civil para garantizar la seguridad del encofrado.

Para garantizar que el muro tenga el recubrimiento indicado en los planos, se deben colocar dados de concreto, atados a las varillas verticales.

<sup>(2)</sup> Portal de Aceros Arequipa S.A.

#### 4.- Costo por m<sup>3</sup> de Muro de Mampostería de Piedra Asentada en Concreto

Nota: Si se utiliza un concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , el costo por m<sup>3</sup> podría ser menor.



Nota: La altura del muro no debe exceder de 1.80 m

N°	Ud.	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (S/)	Precio Partida (S/)
1	m <sup>3</sup>	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m <sup>3</sup> de cemento y una proporción en volumen 1/6.	0.190	404.24	76.81
2	m <sup>3</sup>	Piedra granítica, para mampostería ordinaria.	0.810	65.65	53.18
3	m	Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado.	0.050	11.41	0.57
	h	Operario de construcción de obra civil.	0.225	14.33	3.22
	h	Operario de cantera.	3.527	14.33	50.54
	h	Oficial de cantera.	3.527	11.75	41.44
4	%	Medios auxiliares	3.000	225.76	6.77
	%	Costes indirectos	3.000	232.53	6.98

**TOTAL: S/ 239.51**  
**TOTAL SIN COSTO DE PIEDRA: S/ 186.33**

Fuente: CYPE Ingenieros S.A.

#### Recomendaciones Básicas

Elaborar planos de obra (planta y perfil) con el diseño a aplicar.

La cara exterior del muro tendrá una inclinación mínima del 15°, para mejor estabilidad.

Limpieza y Perfilado del talud.

Excavación de zanja para cimentación.

Selección de bloques de piedra por tamaños.

Deberá usarse roca sana y limpia.

En el nivel de base asentar en el concreto los bloques de mayor tamaño. A nivel medio, los bloques medianos, hasta completar la altura con los de menor tamaño.

La mampostería debe tener guías usando cordeles y nivel.

La mezcla del mortero debe rodear cada bloque.

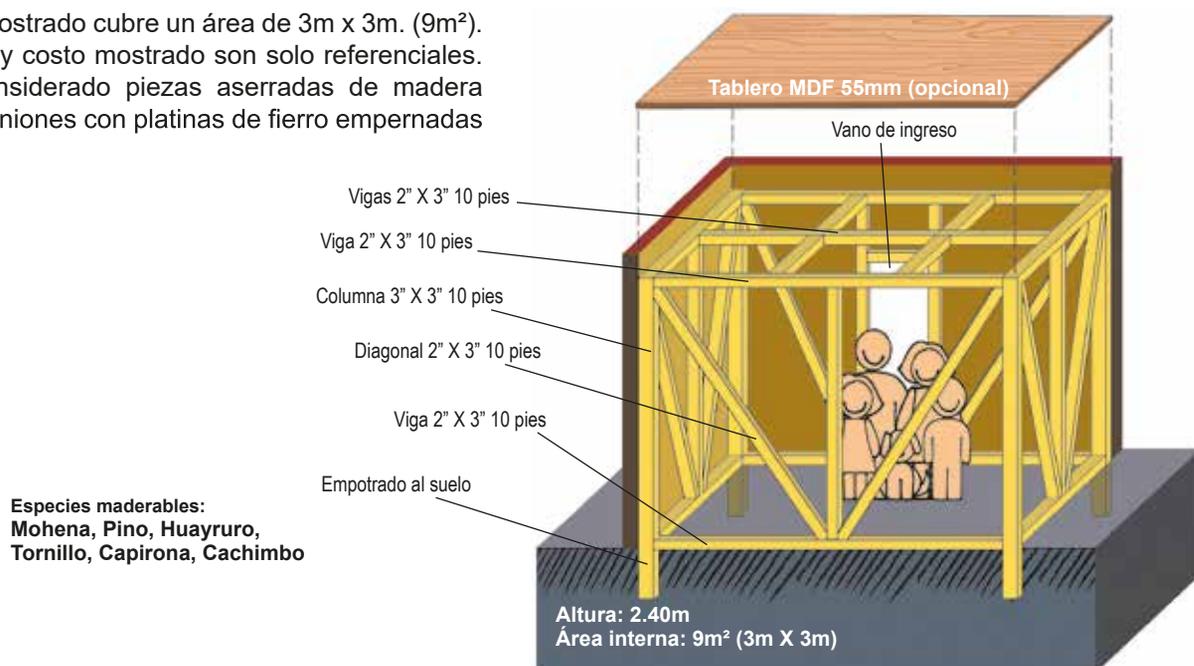
La altura del muro de mampostería asentada en mortero no debería exceder 1.80 m. Ver investigación<sup>(3)</sup>.

La sección será trapezoidal. Sus dimensiones pueden ser similares a las de un muro de concreto ciclópeo (ver caso anterior).

<sup>(3)</sup> Vulnerabilidad física del empicrado de viviendas en laderas urbanizadas", Montes, Paul, PUCP -2017.

## 5.- Caja de Seguridad (Para el caso de viviendas precarias)

El diseño mostrado cubre un área de 3m x 3m. (9m<sup>2</sup>). El metrado y costo mostrado son solo referenciales. Se han considerado piezas aserradas de madera mohena y uniones con platinas de fierro empernadas



Elemento	Ancho(")	Espesor (")	Long.(')	Cantidad	P.T.
Viga1	2	3	10	8	40.00
Columna	3	3	10	4	30.00
Diagonal	2	3	10	8	40.00
Parante	2	3	10	5	25.00
Viga2	2	3	10	3	15.00
Dintel	2	3	4	1	2.00

**TOTAL METRADO (pt)= 152.00**

P.Unit.. madera (Mohena) = 4.80 soles x pt

**COSTO TOTAL MADERA = 729.60 soles**

Platinas fierro:	Cant.	P. Unit.(soles)
Tipo 1	8	5.0 40.00
Tipo 2	10	3.0 30.00

**TOTAL PLATINAS = 70.00 soles**

Pernos:	Cantidad	N° platinas	P.U. Soles
1/2" x 4.5" c/tuerca	9	5.0	4.00 180.00
1/2" x 4" c/tuerca	8	14.0	3.00 336.00

**TOTAL PERNOS = 516.00 soles**

**COSTO CAJA SEG. (s/Cob)= 1,315.60 soles**

Cobertura	Piezas	P-Unit.
Tablero MDF Nat 55 mm (*) opcional	4	108.0

Con Cobertura = 432.00 soles

**COSTO CAJA SEG. (c/Cob)= 1,747.60 soles**

Fuente: Elaboración propia  
Costos a agosto 2022

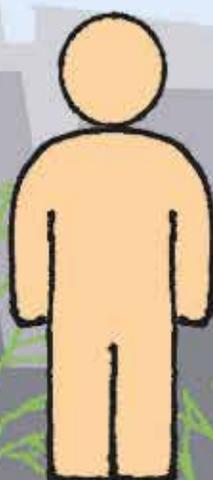
Factor metros > pies: 3.279

Cateto1	Cateto2	Hipot.	Pies
2	2.4	3.124	10.20



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

**predes**  
Centro de Estudios y  
Prevención de Desastres



El Centro de Estudios y Prevención de Desastres - **PREDES**, es una institución no gubernamental de desarrollo sin fines de lucro, que tiene como objetivo contribuir a la gestión del riesgo de desastres en el país.

Considera que la gestión del riesgo de desastres es parte del proceso de desarrollo y tiene que ser asumida por todos los actores que hacen posible el desarrollo. Trabaja en varias regiones del país, prioritariamente en las más susceptibles a peligros, realizando estudios de riesgo, dando asistencia técnica, capacitando y promoviendo una acción concertada para reducir el riesgo de desastres.

[www.predes.org.pe](http://www.predes.org.pe)