

# MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MURO DE LLANTAS

EN BARRIOS POPULARES  
DE TEGUCIGALPA



**Copyright © 2019**  
**Banco Interamericano de Desarrollo.**

Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode> y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando crédito al BID.

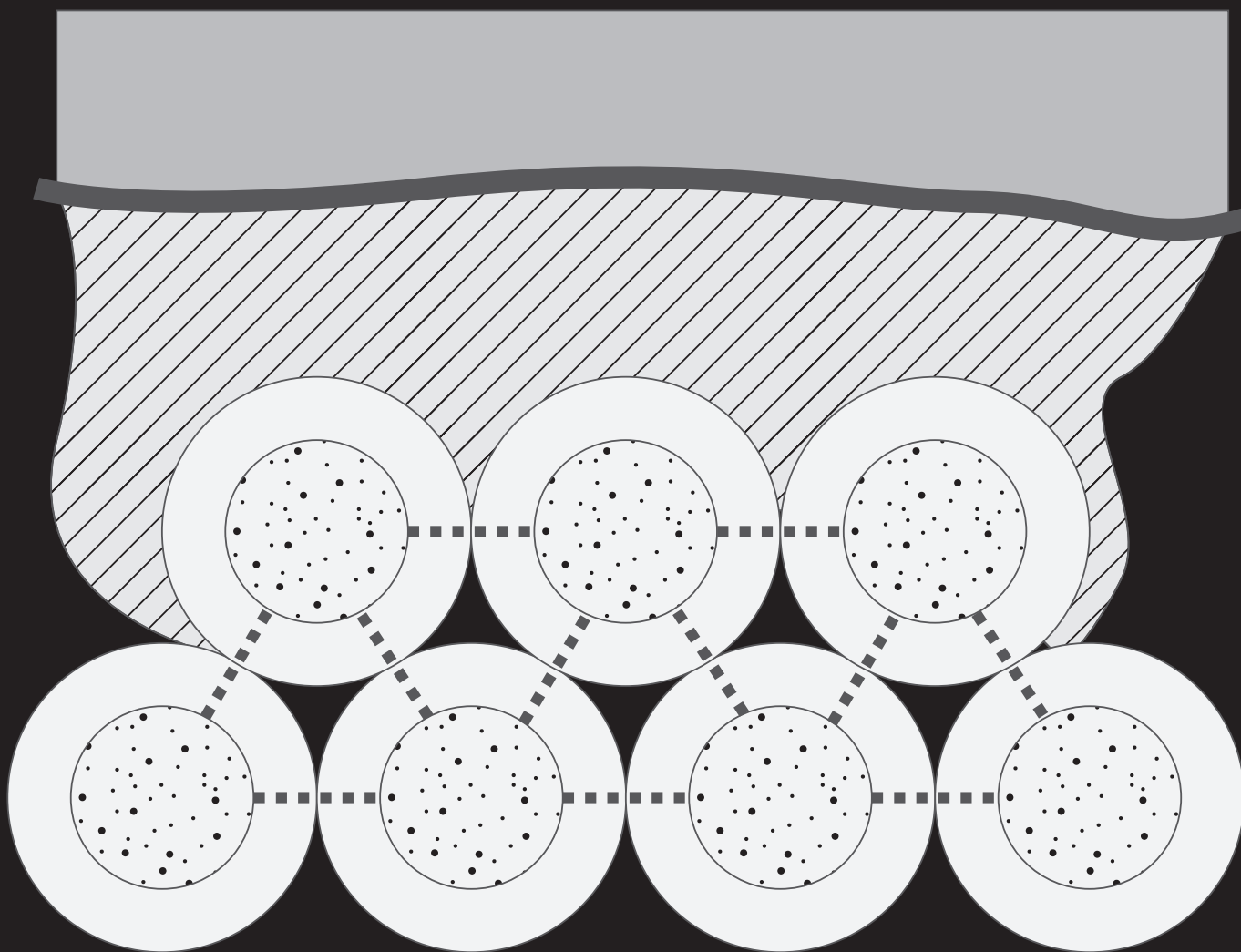
No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





*Ilustración 1*

*Elaborado por 5 Sillas*

---

## ABSTRACTO

Los impactos del cambio climático que afectan hoy en día a Latino América y el Caribe, requieren soluciones eficientes de mitigación de riesgos y adaptación. Países como Honduras, por ejemplo, son altamente vulnerables ante desastres naturales causados por el cambio climático, lo que genera grandes daños a su infraestructura. Como repuesta a esta problemática los *seis Manuales de Infraestructura en Barrios populares de Tegucigalpa* plantean posibles soluciones en el mejoramiento de vivienda tipo básica para el manejo de recursos frente a desastres naturales.

Este documento fue realizado bajo el marco del proyecto Planificación de Adaptación de Activos al Cambio Climático en Barrios Populares de Tegucigalpa, Honduras, financiado con recursos del *Fondo Nórdico de Desarrollo (FND)*, administrado y ejecutado a través del *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*.



---

# MANUAL

## DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MURO DE LLANTAS EN BARRIOS POPULARES DE TEGUCIGALPA

**Manual de Construcción y Mantenimiento de Muro de Llantas  
en Barrios Populares de Tegucigalpa**

**Autores**

Arq. Brenda Antúnez

**Editores generales**

Alfredo Stein Heinemann (GURC)

Sandra Bartels (BID/CSD/HUD)

Eugenia Gaviria

**Planos Originales**

Arquitecta Brenda Antúnez

**Diagramación y diseño**

Estudio de diseño Cinco Sillas

**Edición de diseño BID**

Emilia Aragón (BID/CSD/HUD)

---

La serie de *Manuales de Infraestructura en Barrios populares de Tegucigalpa* son documentos elaborados en el marco del proyecto Planificación de Adaptación de Activos al Cambio Climático en Barrios Populares de Tegucigalpa, Honduras, financiado con recursos del *Fondo Nórdico de Desarrollo (FND)*, administrado y ejecutado a través del *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*.

El proyecto fue dirigido por el Centro de *Investigaciones Urbano Globales (GURC)* de la *Universidad de Manchester (Inglaterra)* en colaboración con la *Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC)*; la *Comisión Permanente de Contingencias (COPECO)*; la *Fundación para el Desarrollo de la Vivienda Social Urbana y Rural (FUNDEVI)*; y la *Asociación GOAL Internacional*. El equipo local fue coordinado por la AMDC con apoyo logístico de GOAL.



---

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Mirna Liévano de Marques**

Representante del BID en Honduras

### **Aage Jorgensen**

Gerente de Programas del Fondo Nórdico de Desarrollo

### **EN ESPECIAL A**

#### **Alfredo Stein**

Coordinador general (GURC)

#### **Doctora Fanny Mejia**

DGCD / AMDC

#### **Gabriela Paredes**

DGCD / AMDC

#### **Sandra Bartels**

Especialista líder en planificación urbana (BID-CSD/HUD)

#### **Scarleth Núñez**

Oficial de Proyectos (BID- NDF)

#### **Bernard McCaul**

Director Regional, (GOAL LAC)

---

# **MANUALES DE INFRAESTRUCTURA EN BARRIOS POPULARES DE TEGUCIGALPA<sup>1</sup>**

## **SECCIONES**

1. Manual de Construcción y Mantenimiento de Muro de Llantas
2. Manual de Construcción y Mantenimiento de Letrinas
3. Manual de Mejoramiento de Construcción y Mantenimiento de Cosechas de Agua Lluvia
4. Manual de Construcción de Gradadas y Cunetas
5. Manual de Manejo de Desechos Sólidos
6. Manual de Construcción y Mantenimiento de Vivienda



---

<sup>1</sup>Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico, mecánico, fotocopiado o de otro tipo, siempre y cuando sea citada la fuente. Las ideas, opiniones y orientaciones técnicas expuestas en el presente Manual son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la visión ni la opinión de las instituciones participantes en el proyecto. El manual está dirigido principalmente a barrios en el municipio de Tegucigalpa, M.D.C.. Sin embargo, no excluye la utilización del mismo en otros municipios de Honduras o ciudades/localidades de Latino América y el Caribe que cumplan con los criterios similares.

Tegucigalpa, 2017

# ÍNDICE

MANUAL DE  
CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO  
DE MUROS DE  
LLANTAS

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	17
1.2	Objetivo del manual	18
1.3	¿A quién va dirigido?	18
1.4	Alcance	18
1.5	¿Cómo usarlo?	19

## 2. GENERALIDADES

2.1	Antecedentes	23
2.2	¿Para qué sirven?	23
2.3	¿Cómo funciona?	24
2.4	¿Cómo está compuesto?	24
2.5	¿Qué tan alto se puede construir el muro?	25
2.6	¿Qué se debe tomar en cuenta antes de construir?	26
2.7	¿Qué ventajas tiene?	27

# 3

## CONSIDERACIONES Y DISEÑO

<b>3.1</b>	<b>Suelos</b>	30
3.1.1	Tipos de suelo	30
3.1.2	Texturas del suelo	31
3.1.3	Pendientes del terreno	31
<b>3.2</b>	<b>Restricciones en alturas</b>	33
<b>3.3</b>	<b>Formas de inserción en el terreno</b>	34
<b>3.4</b>	<b>Especificaciones de diseño</b>	36
3.4.1	Cimentación	36
3.4.2	Filas de Llantas	38
3.4.3	Alineamiento y amarre	39
3.4.4	Relleno interno	40
3.4.5	Continuación en hileras	41
3.4.6	Drenaje	41
3.4.7	Corona del muro	41
3.4.8	Vegetación	42
3.4.9	Pintura	42
3.4.10	Las herramientas	42

# 4

## PROCESO DE CONSTRUCCIÓN (EJECUCIÓN)

<b>4.1</b>	<b>Corte de la pendiente</b>	46
<b>4.2</b>	<b>Conformación y nivel del terreno</b>	47
<b>4.3</b>	<b>Preparación de cimientos</b>	48
<b>4.4</b>	<b>Colocación, amarre y relleno</b>	50
<b>4.5</b>	<b>Drenaje (filtro francés)</b>	53
<b>4.6</b>	<b>Cierre o fijación de altura</b>	54
<b>4.7</b>	<b>Pintura</b>	54
<b>4.8</b>	<b>Vegetación</b>	55

# ÍNDICE

MANUAL DE  
CONSTRUCCIÓN  
Y MANTENIMIENTO  
DE MUROS DE  
LLANTAS





# 5

## CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIALES



<b>5.1</b>	<b>Los materiales</b>	58
5.1.1	Llantas	59
5.1.2	Tierra	61
5.1.3	Lazo polipropileno	62
5.1.4	Suelo cemento	63
5.1.5	Tubería PVC y acceso ríos	65
5.1.6	Grava para filtro	66
<b>5.2</b>	<b>Resumen de cantidad de materiales</b>	68
<b>5.3</b>	<b>Presupuesto</b>	

# 6

## MANTENIMIENTO



---

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	78
<b>ANEXOS</b>	79
<b>GLOSARIO</b>	81





**1.1**    **Antecedentes**

**1.2**    **Objetivo del manual**

**1.3**    **¿A quién va dirigido?**



**1.4**    **Alcance**

**1.5**    **¿Cómo usarlo?**

---

# INTRODUCCIÓN



# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los impactos del cambio climático que afectan a la región requieren de respuestas y soluciones más eficientes de mitigación de riesgos y adaptación, en especial en países de Centroamérica y el Caribe, los cuales se ven más afectados. Honduras, por ejemplo, es altamente vulnerable ante desastres naturales causados por el cambio climático, que generan daños en la infraestructura y deslizamiento de tierras en zonas vulnerables.

Este manual pretende contribuir a la búsqueda de soluciones de adaptación ante los impactos de desastres naturales, mediante

la construcción de muros de contención con llantas usadas. En los últimos años el sector de transporte ha tenido un crecimiento exponencial y por lo tanto el mantenimiento de los vehículos generando como resultado el desecho de toneladas de llantas al año. A través del uso de este material se pretende dar solución a dos problemáticas asociadas al cambio climático. Primero abordar los problemas de inestabilidad de suelos en zonas de riesgos; segundo dar uso a las llantas, material tóxico para el medio ambiente, sobre todo si las llantas son incineradas al aire libre, o simplemente enterradas para

deshacerse de ellas, considerando que se calcula que un neumático tarda 1,000 años en degradarse. (EFEMOTOR 2103).

El Manual de “Construcción y Mantenimiento de Muros de Llantas” es el primero de seis manuales desarrollados en el marco del Proyecto ‘Planificación de adaptación de activos al cambio climático en barrios populares de Tegucigalpa, Honduras’.

## Fotografía

*Vivienda, Col. Los Pinos.  
Tomada durante la caminata transepta  
por técnicos del proyecto BIDPACC.*



# 1.1 ANTECEDENTES

Entre noviembre de 2014 y abril de 2016 se llevó a cabo el proyecto de Planificación de adaptación de activos al cambio climático en barrios populares de Tegucigalpa, Honduras, que contó con el apoyo financiero del Fondo Nórdico de Desarrollo (FND) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El proyecto fue implementado por el Global Urban Research Centre (GURC) - Centro de Investigaciones Urbano Globales de la Universidad de Manchester (Inglaterra), en colaboración con cuatro instituciones locales en Honduras: La Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC); la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO); la Fundación para el Desarrollo de la Vivienda Social Urbana y Rural (FUNDEVI); y la Asociación Internacional GOAL. La dirección del proyecto estuvo a cargo de GURC/Universidad de Manchester y el equipo local fue coordinado por la AMDC, con apoyo logístico de GOAL.

El objetivo principal del proyecto consistió en implementar el marco conceptual y operativo de la Planificación de Adaptación de Activos al Cambio Climático (PACC); que utiliza un enfoque basado en los activos que los pobladores poseen y manejan: el stock de recursos físicos, financieros, humanos, sociales y naturales que puede ser adquirido, desarrollado, mejorado y transferido a través de generaciones.

Los activos a los que se refiere la PACC, no sólo son considerados recursos, sino también pueden considerarse como la capacitación de uso de dichos recursos para mejorar la calidad de vida (Stein y Moser, 2014).

La PACC trata de encontrar nuevas formas para identificar estrategias y soluciones que puedan reducir la vulnerabilidad de los activos que manejan las familias, las comunidades y los pequeños negocios, e incrementar así la resiliencia a los impactos del cambio climático en barrios pobres y colonias populares de Tegucigalpa. El proyecto también identificó acciones que pueden impulsar la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) conjuntamente con otras organizaciones para fortalecer estos procesos.

Los asentamientos donde se implementó el proceso de planificación de adaptación de activos al cambio climático fueron la Colonia Los Pinos (en los sectores Altos de Los Pinos, Sur, D, F y Fuentes 1 y 2) y en Villa Nueva (en los Sectores 5 y 6) de Tegucigalpa.

Durante el proyecto de adaptación se pudo constatar que los muros de llantas son ampliamente utilizados por los pobladores en los dos barrios ya que, en algunos sectores, una de cada diez viviendas lo utiliza. En su mayoría, los muros han sido construidos por madres cabezas de familia, invirtiendo en ellos una importante cantidad de recursos financieros y mano de obra local.

Durante las visitas a las comunidades se pudo constatar que estos muros cumplen una función importante que evita el deslizamiento de los terrenos donde están asentadas viviendas también precarias. En muchos casos, los muros tienen deficiencias técnicas en su construcción, situación que pone en riesgo su estructura, función y durabilidad, por lo cual, este manual presenta alternativas y un detallado proceso técnico para prevenir el deterioro y mejorar la construcción de muros existentes y futuros. PACC (2016).

## 1.2 OBJETIVO

Servir de guía y orientación técnica para el diseño, la construcción, la reparación y el mantenimiento de muros de llantas, con el fin de mitigar los derrumbes y movimiento de tierra situación recurrente en las colonias y barrios de Tegucigalpa, presentando una alternativa de bajo costo para sus habitantes.

## 1.3 ¿A QUIÉN VA DIRIGIDO?

El manual busca prestar una asistencia a maestros de obra, albañiles, contratistas (ingenieros y/o arquitectos), y especialmente a los habitantes de barrios y colonias populares que viven en zonas de ladera y áreas de riesgo, para que tengan herramientas para diseñar, construir y mantener los muros de manera eficiente y para proteger sus lotes, viviendas y zonas de interés comunitario.

## 1.4 ALCANCE

El manual incluye descripciones, dimensiones y pasos para la construcción, la mejora y el mantenimiento de muros de llantas.

*Fotografía*

*Construcción de Muro#3,  
Parque Comunitario Col.  
José Arturo Duarte*





# 1.5 ¿CÓMO USARLO?

El manual se divide en cinco partes

- 1** Descripción y objetivo del manual, a quiénes va dirigido, su alcance, como utilizarlo y consideraciones previas a la construcción de un muro de llantas.

---
- 2** Desglose de aspectos técnicos y conocimientos básicos sobre el suelo.

---
- 3** Descripción de cómo se desarrollan las actividades técnicas necesarias para la realización de un muro de llantas.

---
- 4** Descripción detallada de los materiales que se deben utilizar y la guía, paso a paso, de cómo se debe construir el muro de llantas.

---
- 5** Pasos a seguir una vez terminado el muro y su mantenimiento para lograr su durabilidad con el paso del tiempo.



## **2.1 Antecedentes**

### **2.2 ¿Para qué sirven?**



### **2.3 ¿Cómo funciona?**

### **2.4 ¿Cómo está compuesto?**

### **2.5 ¿Qué tan alto se puede construir el muro?**



### **2.6 ¿Qué se debe tomar en cuenta antes de construir?**

### **2.7 ¿Qué ventajas tiene?**



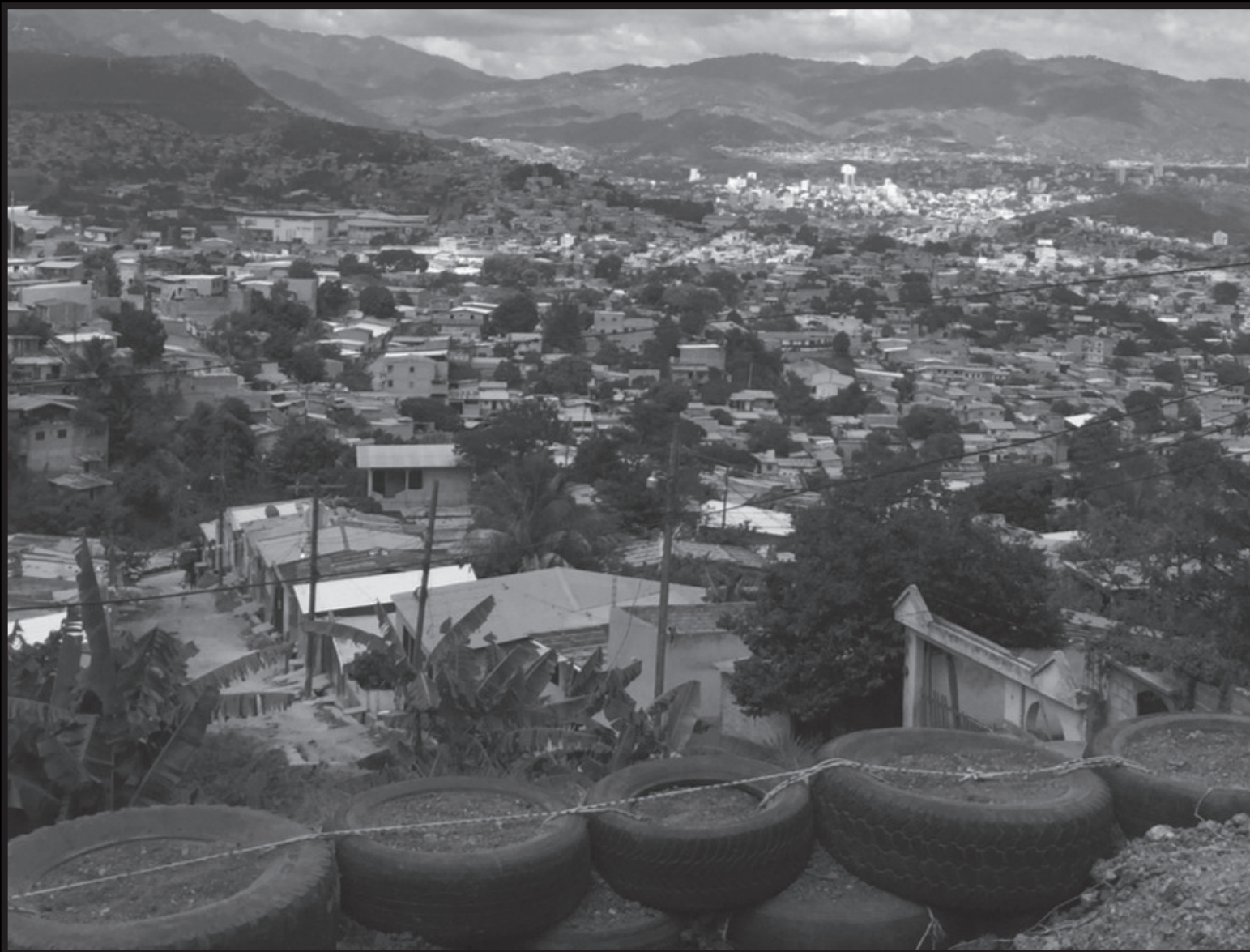
---

# GENERALIDADES



*Fotografía*

*Vista de Comayagüela 01,  
desde Parque Comunitario, Col.  
José Arturo Duarte*



## 2.1 ANTECEDENTES

Existe una variedad de sistemas constructivos de contención de taludes, utilizados a lo largo del tiempo para resolver problemas de desprendimiento de grandes masas de tierra, sobre todo en taludes con superficies muy inclinadas. Uno de los casos de mayor éxito ha sido el de los muros de contención hechos con llantas.

Desde 1995, la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro viene desarrollando un proyecto de investigación, en conjunto con la Universidad de Ottawa (Canadá) y la Fundación Geo-Rio (Ayuntamiento de la Ciudad de Río de Janeiro). Esta investigación evidenció que los muros de neumáticos, contruidos por menos de un tercio del costo de los muros de hormigón, pueden ser más eficaces a la hora de detener deslizamientos de tierra durante la estación de lluvias. En el año 1999 se pudieron mejorar las condiciones de vida en las favelas de Río de Janeiro en las que se invertía más de 50 millones de dólares al año en muros de contención de hormigón que no siempre resultaban eficaces, SIMPOSIO (2001).

En el caso de Honduras específicamente en los barrios de Tegucigalpa y en referencia al proyecto “Planificación de adaptación de activos al cambio climático” implementado en las Colonias Los Pinos y Villa Nueva, existe un evidente esfuerzo cotidiano de los pobladores en utilizar este material en muros y gradas como una manera de ir adaptándose a los efectos del cambio paulatino del clima PACC (2016). Sin embargo, se pudo constatar que muchos de estos muros no constan de una adecuada construcción y mantenimiento.

## 2.2 ¿PARA QUÉ SIRVEN?

Sirven para proteger caminos y terrenos vulnerables a deslizamientos de tierra y son útiles para estabilizar los taludes y laderas. Representan una alternativa viable para los habitantes de colonias y barrios populares.



## 2.3 ¿CÓMO FUNCIONA?

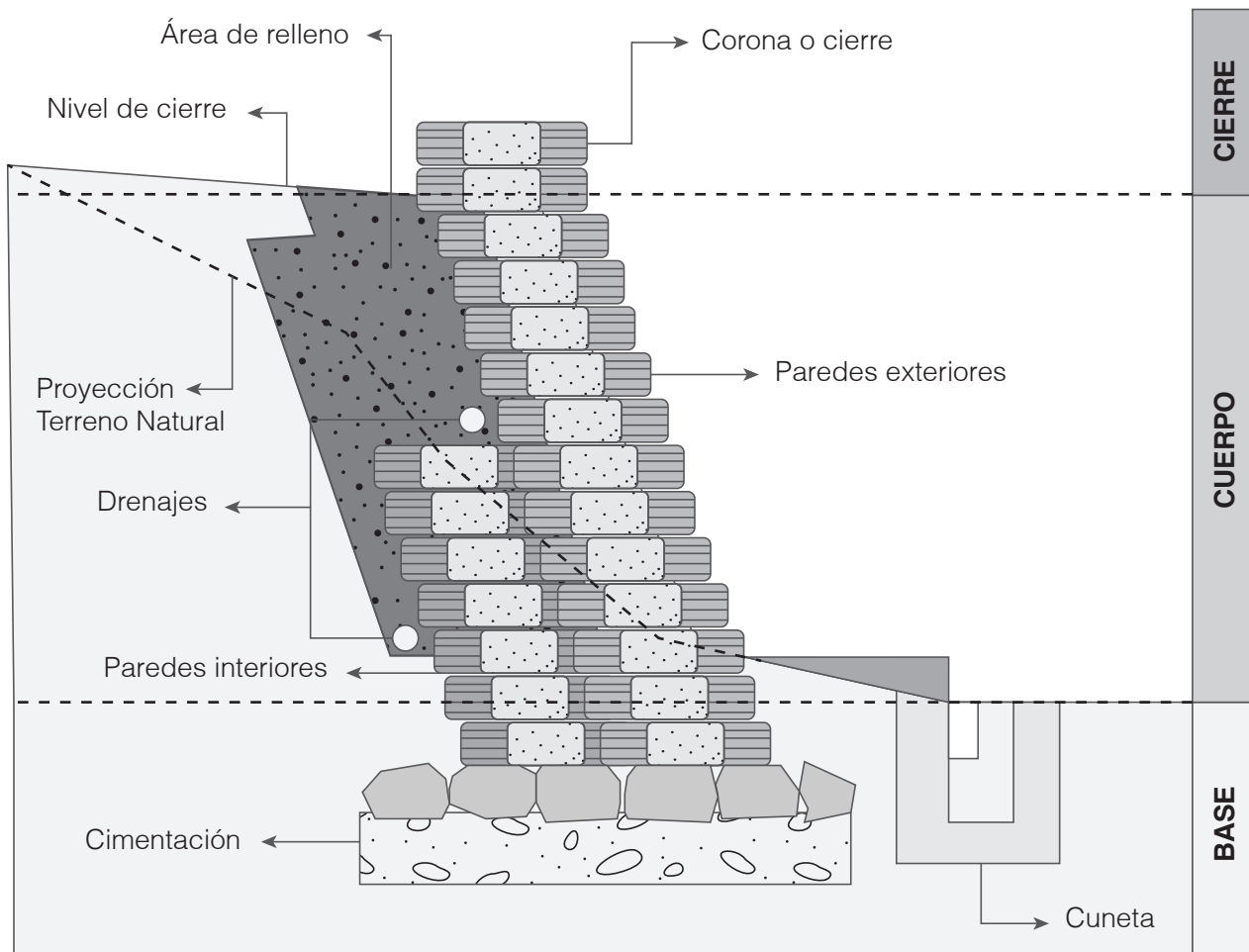
El muro de llantas se apoya sobre el suelo y su propio peso permite su estabilidad por causa de la fuerza de gravedad. Las llantas se van ubicando en filas de abajo hacia arriba, formando una hilada, la siguiente hilada debe ir encima de la primera y debe ubicarse entre 5 y 10 cm más atrás que la primera hilada de llantas y así sucesivamente deben ir ubicándose las hiladas de llantas de manera que se va formando una escalera, que siguen la forma del talud que están conteniendo.

Para darles más estabilidad a las llantas, pueden rellenarse con tierra mezclada con cemento. Cada llanta debe amarrarse a la llanta vecina con alambre galvanizado o cuerda de polipropileno trenzado y ajustado.

## 2.4 ¿CÓMO ESTÁ COMPUESTO?

### Figura 1. Estructura de muro

**Fuente:** elaboración propia



El muro está compuesto por 3 partes, cada una con una función en específica:

**1**

**Base:**

Donde se encuentra la cimentación, su profundidad y tipo dependen del tipo de suelo que contendrá muro. (ver figura 01)

---

**2**

**Cuerpo del Muro:**

(ver figura 01) el cuerpo del muro se divide en 2:

■ **Paredes Interiores:** en este se encuentra el talud previamente trabajado, el drenaje compuesto por un filtro francés para evacuación de aguas lluvias y una pared de llantas interiores cuya altura se define por la altura del muro que la sostiene.

■ **Paredes Exteriores:** está compuesta por las columnas y filas de llantas, su función es retener el talud tratado previamente.

---

**3**

**Cierre:**

está compuesto por las últimas hileras que coronan el muro. En la imagen se visualizan dos llantas de cierre, esto dependerá del diseño y de la función del espacio que el muro protege en la parte de arriba. (ver figura 01)

## 2.5 ¿QUÉ TAN ALTO SE PUEDE CONSTRUIR EL MURO?

De acuerdo al tipo de llantas se pueden construir diferentes diseños según la forma y tamaño del área que se va a proteger, para esto se pueden utilizar llantas de diferentes tamaños. La altura del muro de llantas no tiene mínimo, puede ser de 1, 2 o 3 m, siguiendo los pasos mencionados anteriormente. En caso de que el muro que se quiera construir supere los 3 m de altura es necesario asesorarse antes de un técnico o ingeniero calificado pues esta altura necesita otros requerimientos de diseño.

## 2.6 ¿QUÉ SE DEBE TOMAR EN CUENTA ANTES DE CONSTRUIR?

Es fundamental hacer un levantamiento de campo considerando los siguientes aspectos del terreno donde se implementara esta solución:

- 1** El tipo de suelo donde se va trabajar, para determinar la profundidad y la forma de la cimentación (Ver tipos de suelo, pág. 30)

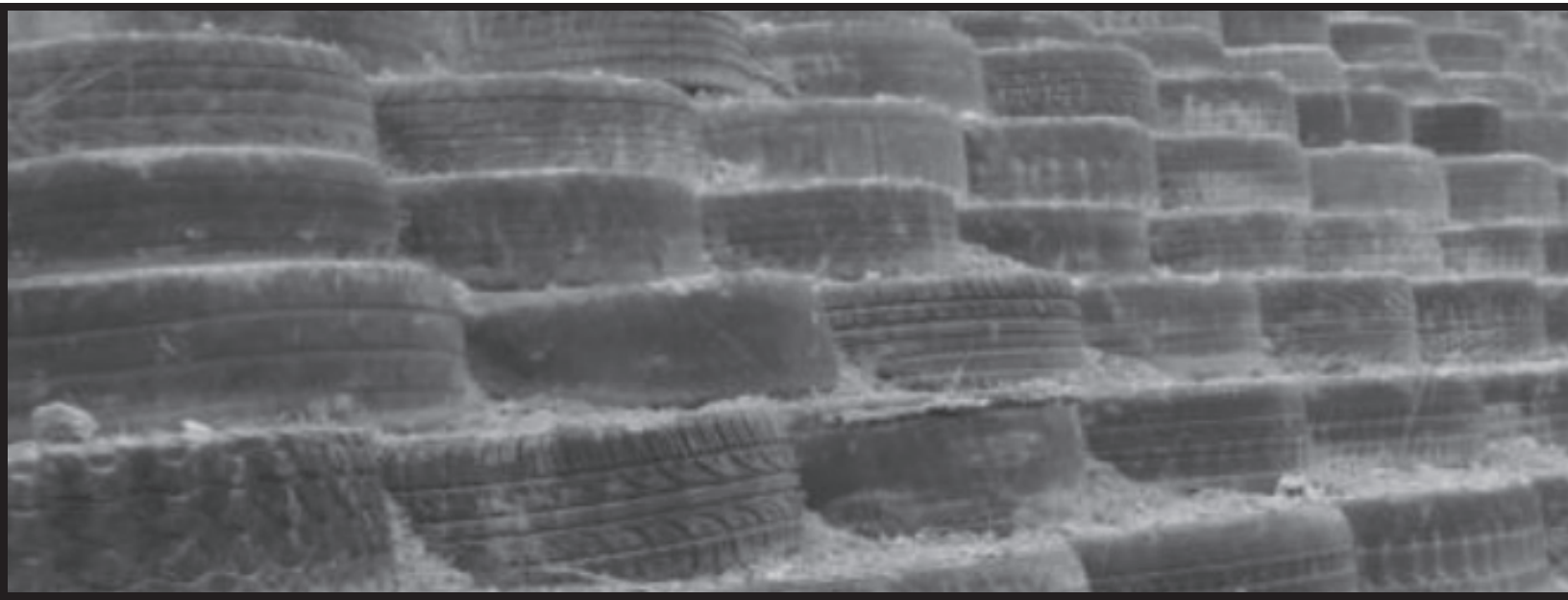
---
- 2** La forma existente del talud (Ver pendiente del terreno, pág. 32)

---
- 3** La cantidad de tierra útil para el muro (que se pueda utilizar) en el sitio de trabajo.

---
- 4** Ubicación y distancias de drenajes, tuberías de agua potable y aguas negras existentes en la zona, para no dañarlas.

*Fotografía*

*Muro de llantas, 2018*





## 2.7 ¿QUÉ VENTAJAS TIENE?

- 1** Posee una alta duración y funcionalidad, dadas las características de elasticidad del material de las llantas, el muro resiste los empujes impuestos por el terreno y se va adaptando al mismo.
- 2** No permite la filtración del agua al muro desde la parte exterior.
- 3** Permite la siembra de plantas y matas decorativas.
- 4** Tiene alta resistencia a la lluvia y a los rayos solares que erosionan el suelo.
- 5** Es una obra de bajo costo.
- 6** Es de fácil mantenimiento, pues si presenta algún tipo de falla se puede reparar, usando nuevas llantas.
- 7** Es amigable con el ambiente.
- 8** Fácil de construir por la comunidad.
- 9** Ayuda a generar empleos directos dentro de la comunidad.





### **3.1 Suelos**

3.1.1 Tipos de suelo

3.1.2 Texturas del suelo

3.1.3 Pendientes del terreno

### **3.2 Restricciones en alturas**

### **3.3 Formas de inserción en el terreno**



### **3.4 Especificaciones de diseño**

3.4.1 Cimentación

3.4.2 Colocación de filas

3.4.3 Alineamiento y  
amarre

3.4.4 Relleno interno



3.4.5 Continuación en  
hileras

3.4.6 Drenaje

3.4.7 Corona del muro

3.4.8 Vegetación

3.4.9 Pintura



---

# DISEÑO



En el proceso de construcción de muros de retención de taludes es fundamental hacer un análisis de la zona y sus alrededores, no únicamente del terreno donde se localizará el proyecto COPECO (2011). Es por ello que en esta parte del manual se analizarán los tipos de suelo, características, conceptos y restricciones básicas aplicables al diseño de un muro de llantas.

## 3.1 SUELOS

Todas las estructuras de una obra (cimientos) están en contacto con el suelo, por lo que es conveniente conocer las características del mismo, sobre todo, su resistencia; porque de allí se determina el tipo de cimentación a construir. Por lo que se recomienda evaluar las amenazas en el reconocimiento del terreno. Las variables son: tipos de suelo, textura del suelo y pendientes del terreno.

### 3.1.1 TIPOS DE SUELO

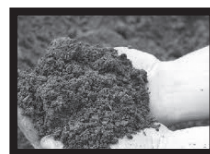
- **Suelos gravosos:** Son piedras o pedazos de rocas redondeada de diferente tamaños. Puede ser mezclado con arena o arcilla, en menor proporción. No tiene cohesión, ni plasticidad. Es más estable cuando más heterogéneo sea el tamaño y la formación de los componentes. Son altamente permeables. Suelen usarse para drenaje y filtros.



- **Suelos arenosos:** Granos sueltos con tamaño parecido al azúcar. Los granos se distingue claramente y no tienen plasticidad ni cohesión. Cuando están secos no es posible moldearlos con las manos. Pueden ser mezclados con gravillas y arcillas. Cuando se mezcla con agua pueden fluir fácilmente y pierden su capacidad portante. Se puede usar como material de construcción.



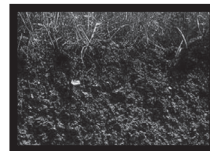
- **Suelos Limosos:** Granos escasamente visibles, muy pequeños. Poca plasticidad, pueden tener cohesión; el moldeo con las manos es fácilmente aplastado. Suelos estables en estado seco; sus propiedades físicas cambian según la cantidad de agua. Son muy susceptible a las heladas (periodos fríos). Son relativamente impermeables y difíciles de compactar. Se puede usar como material impermeable y de unión.



- **Suelos arcillosos:** Partículas invisibles más finas que el limo, cohesivo y de alta plasticidad cuando esta mojado. Al ser moldeado con las manos forma cintas largas delgada y flexible. El alto contenido de arcilla les da una textura pesada, pero homogéneo. Sufren grandes cambios de volumen cuando están secos. Tiene mal drenaje y es propenso a inundaciones y deslizamientos.



- **Suelos orgánicos:** Materia orgánica descompuesta. Usualmente de color oscuro o negro. Tiene mal olor y es pegajoso. No debe construirse sobre este tipo de suelo, ni usarse como material de construcción.



## 3.1.2 TEXTURAS DEL SUELO

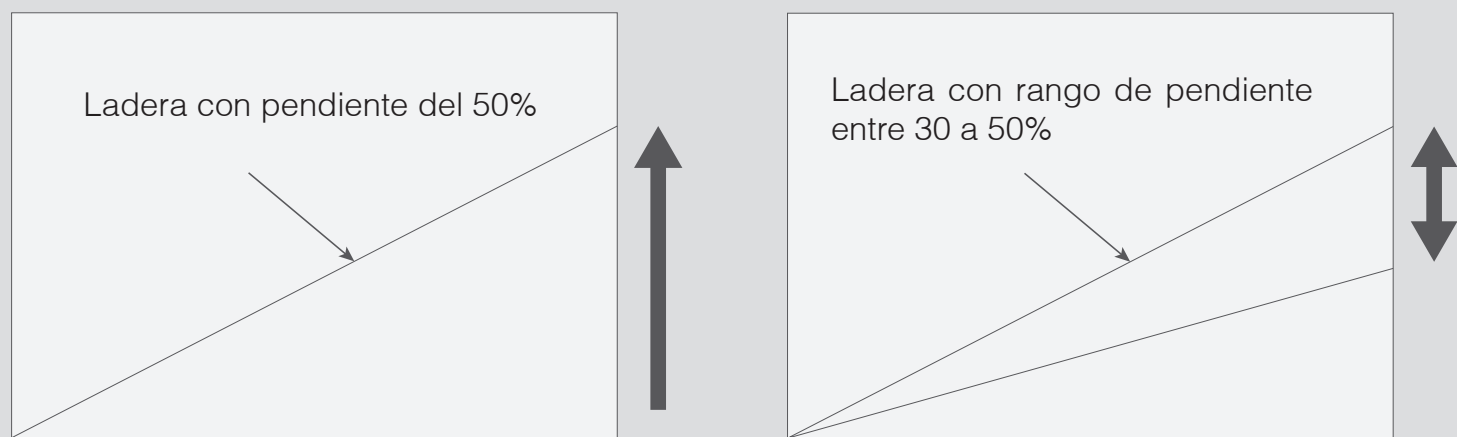
La textura del suelo es fundamental, pues a simple vista se pueden identificar suelos propensos a exceso de agua. Se pueden identificar 4 tipos de texturas COPECO (2011):

- **Textura gruesa:** se divide en pedazos de piedra y arenas. El suelo es áspero al tacto y suelto (Arenas) y empolva los dedos; si se humedece forma masas que se desintegran fácilmente.
- **Textura moderadamente gruesa:** el suelo es moderadamente áspero y tiene más materia orgánica, si se comprime en seco forma una masa que se desintegran fácilmente; en húmedo al formar bolas en la mano y amasándolo entre los dedos se sienten las arenas dentro de la masa de suelo.
- **Textura media y moderadamente fina:** ni muy áspero, ni muy suave. Las masas secas se desintegran con cierta facilidad; en húmedo al formar bolas y amasarlo entre los dedos, no se pega ni mancha los dedos. Cuando está seco forma masas que se desintegran con facilidad y al pulverizarlo entre los dedos es suave y harinoso; en húmedo, al formar bolas y amasarlo entre los dedos es similar al talco. Cuando está seco forma masas suaves; al humedecerlo y amasarlo es pegajoso y mancha los dedos, es plástico y forma rollitos que se rompen fácilmente.
- **Textura Fina y Muy Fina:** se dividen en arcillas y gravas o la combinación de ambos. En seco forma masas duras, difíciles de romper con los dedos; en húmedo es muy pegajoso, mancha y forma rollitos delgados y resistentes, de varios centímetros de largo que se puede formar una rosquilla sin romperse. (Arcilloso pesado) barro, es pegajosos y duro, no se rompen con los dedos ni en seco ni en húmedo.

## 3.1.3 PENDIENTES DEL TERRENO

La pendiente del terreno es un factor fundamental que se interrelaciona con casi todas las amenazas (inundaciones, deslizamientos y caídas de roca) y generalmente su inclinación se mide por porcentaje. Las gráficas a continuación, explican las formas de las pendientes, en los distintos terreno (MCB-GOAL, 2016):

Tabla 1. Formas de pendiente en terrenos



Fuente: elaboración propia en base a MCB-GOAL(2016)

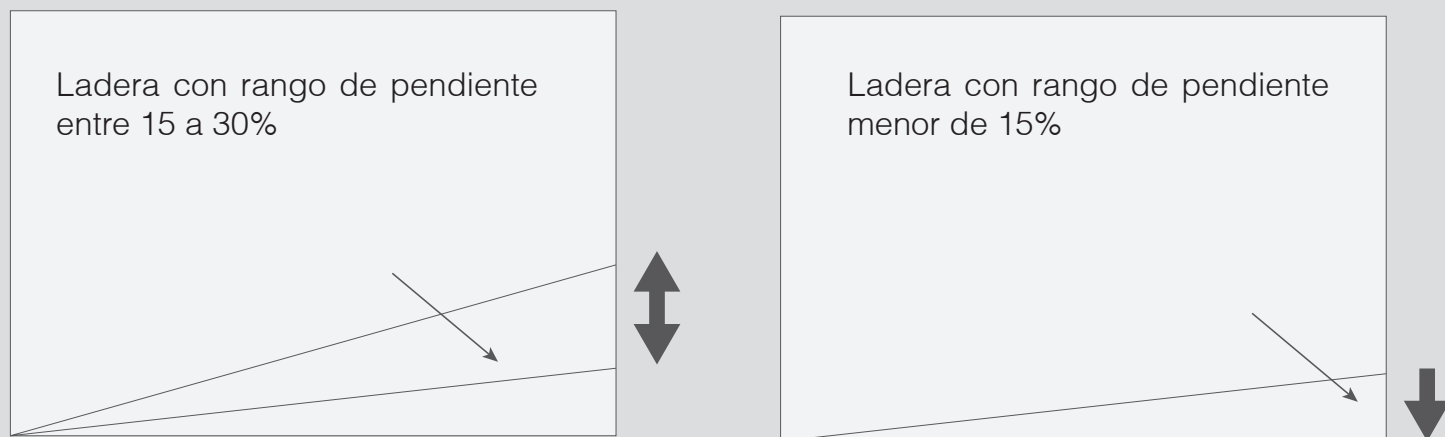
Las laderas no suelen ser rectilíneas, sino irregulares. Los movimientos terrestre como la erosión, los deslizamientos, los fallas tectónicas, entre otros, modifican la forma de las laderas. Teniendo en cuenta el cuadro anterior, no debe construirse sobre una ladera con más de 50% de pendiente.

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de los suelos para fines de construcción de muros de llanta en función a las propiedades y componentes del suelo:

CARACTERÍSTICAS	SUELOS ADECUADOS PARA CONSTRUIR	SUELOS NO ADECUADOS PARA CONSTRUIR
Granulometría /Textura	Gruesas	Finas
Color del suelo	Gris	Rojo, amarillo, blanco
Forma de partículas	Angulosas	Redondeadas
Peso	Pesado	Liviano
Pre-consolidación	Compacto y firme	Blando o suelto
Nivel freático	Sin agua o profundo	Superficial
Plasticidad	No plástico	Plástico
Expansión	No expansivo	Expansivo
Dispersión	No disperso	Disperso
Colapsable	Estable	Inestable
Material orgánico	Sin material orgánico	Con material orgánico

Fuente: [http://es.slideshare.net/ carlosjcamacho/criterios-para-calificar-los-suelos-con-fines-urbanos](http://es.slideshare.net/carlosjcamacho/criterios-para-calificar-los-suelos-con-fines-urbanos)

**Consideraciones:** Es muy importante la identificación del tipo de suelo para determinar el tipo de cimentación adecuada para el muro.



## 3.2 RESTRICCIONES EN ALTURAS

Antes de diseñar un muro de contención, se debe tener una idea exacta de las condiciones del suelo, para determinar el tipo de cimentación y los tipos de drenajes. Todo relacionado con la altura, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 03. Restricciones en base a la altura del muro**

ALTURA DE MURO (M)	CIMENTACIÓN		REFUERZO (SUELO CEMENTO)	DRENAJE	
	SIMPLE	COMPLEJA		SUPERFICIAL	INTERNA
1.00 - 2.50	✓	X	X	✓	X
2.50 - 4.00	X	✓	✓	✓	✓
4.00 - 6.00	X	✓	✓	✓	✓

**Fuente:** elaboración propia

#### ■ Cimentación:

- **Simple:** se puede armar la cimentación con las mismas llantas.
- **Compleja:** se necesita cimiento corrido armado o de mampostería.

#### ■ Refuerzo (suelo cemento):

Si el muro es de 2.5 a 4 m se puede usar suelo cemento a cada 4 o 6 hiladas dependiendo de la complejidad del suelo.

#### ■ Drenaje:

- **Superficial:** significa que se debe hacer un trabajo en la parte superficial del muro.
- **Interno:** necesita un drenaje francés.

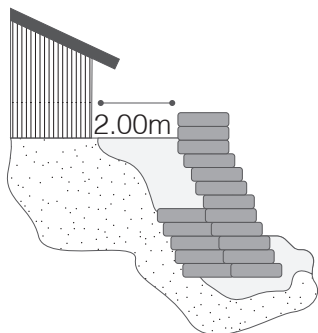
## 3.3 FORMAS DE INSERCIÓN EN EL TERRENO

En la siguiente tabla se presentan 6 formas comunes de inserción y aplicación de un muro de llantas:

Tabla 1. Construcción de muro de llantas

#### Aplicación 1

##### Muros al pie de viviendas

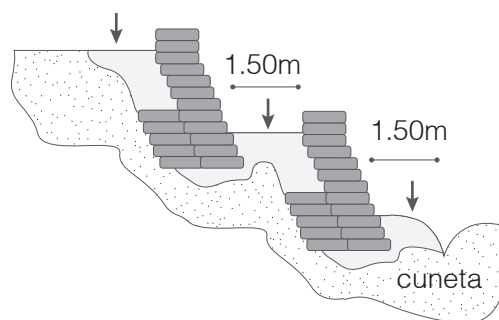


#### Observación

- Entre el muro y la vivienda debe existir por lo menos 2m de distancia.

#### Aplicación 2

##### En terracería

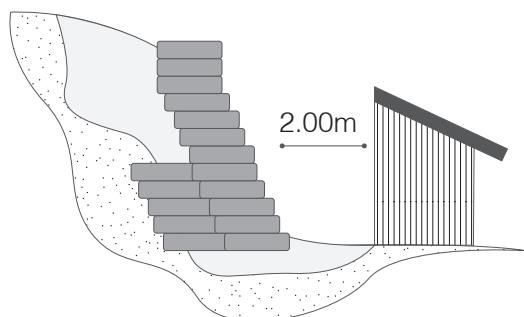


#### Observación

- Se recomienda construir de abajo hacia arriba.
- No se recomienda usar alturas mayores de 1.50m
- Los cortes en el talud de deben de ser muy pronunciados.

### Aplicación 3

#### Muros atrás de viviendas

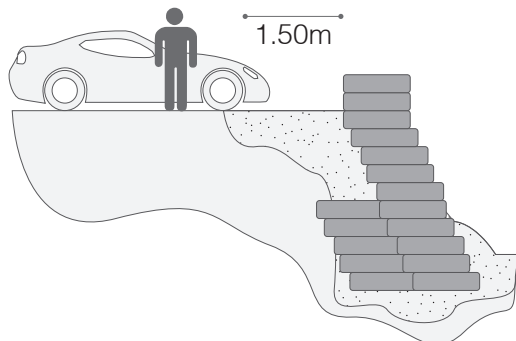


#### Observación

- Entre el muro y la vivienda debe existir por lo menos 1 a 2m de distancia.

### Aplicación 4

#### Para estacionamiento

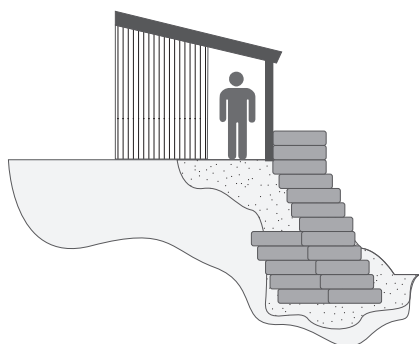


#### Observación

- Entre el muro y el bordillo donde descansan las llantas del vehiculó debe haber mínimo 1.50m de distancia.
- Independientemente de la altura se recomienda usar refuerzo a cada 4 hiladas de llantas.

### Aplicación 5

#### Espacios habitables sobre el muro



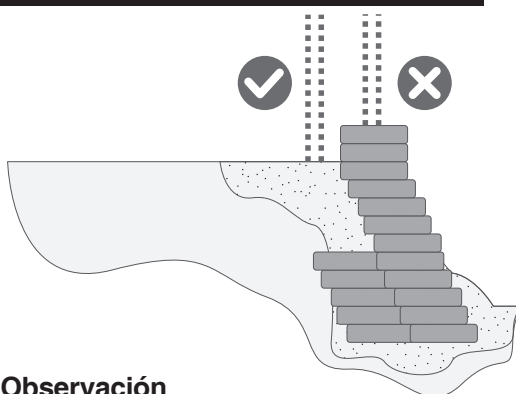
#### Observación

- Espacios Habitables como cocinas, salas, etc.
- Se debe de reforzar el muro, independientemente de la altura como en el caso #04.

**Fuente:** elaboración propia

### Aplicación 6

#### ¿Cercos o muros sobre el muro?



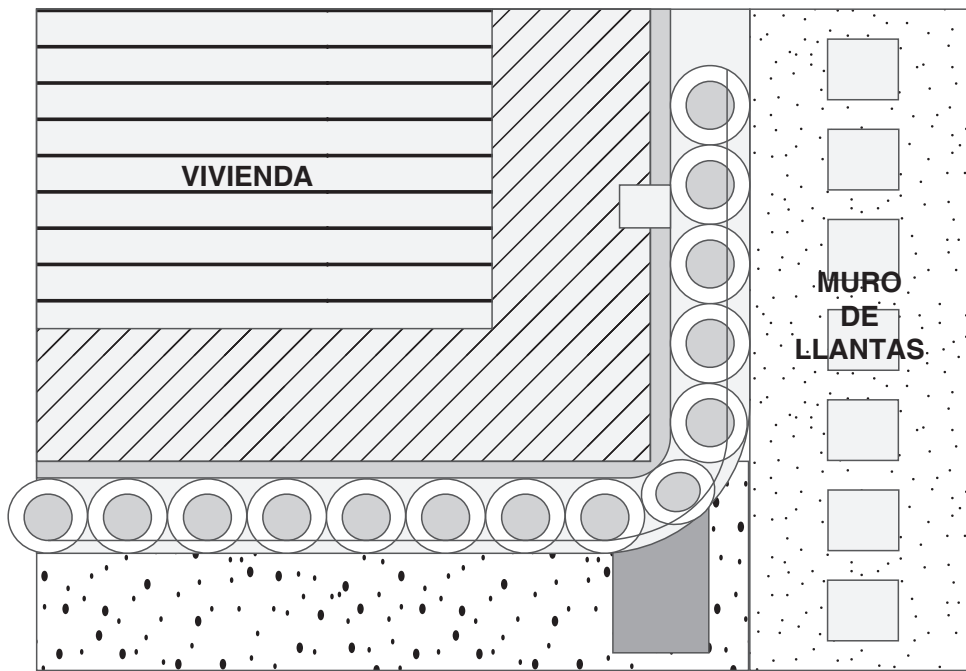
#### Observación

- No hacer muros de material como ladrillo o bloque sobre el muro.
- Recuerda el muro de llantas se va adaptando al terreno, por lo que no se debe imponer peso sobre este.
- Si es necesario, la construcción de un cerco, se recomienda hacerlo detrás del muro y de madera.

## 3.4 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Después de analizar los tipos de suelo, textura y altura máxima, se detallarán las especificaciones para un muro de llantas de 9 m de largo por 3 m de altura:

Figura 2. Plano arquitectónico de Muro



Fuente: elaboración propia

### 3.4.1 CIMENTACIÓN

Para la cimentación es preciso tener claros estos dos términos:

■ **Suelo Estable (Bueno):**

Es aquel tipo de suelos de contextura firme, que no se desmorona y no es propenso a deslizamiento. Tienen mayor capacidad de carga.



**Suelo Inestable (Malo):**

Es aquel tipo de suelo con mucho contenido de humedad, con tendencia a desmoronarse y con propensión a deslizamientos. Tiene menor capacidad de carga.

**Consideraciones:** Cada cimentación debe plantearse de manera específica teniendo en cuenta el tipo de suelo.





*Fotografía*

*Construcción de Cimiento corrido para muro en Parque Comunitario Col. José Arturo Duarte*

## 3.4.2 FILAS DE LLANTAS

Las dimensiones de la llanta pueden variar, por lo tanto, para construir un muro rígido y homogéneo se recomienda el uso de llantas que tengan el mismo diámetro. En este caso se usaran llantas No.16 con un diámetro de 75 cm. (ver figura 2, pág. 36)

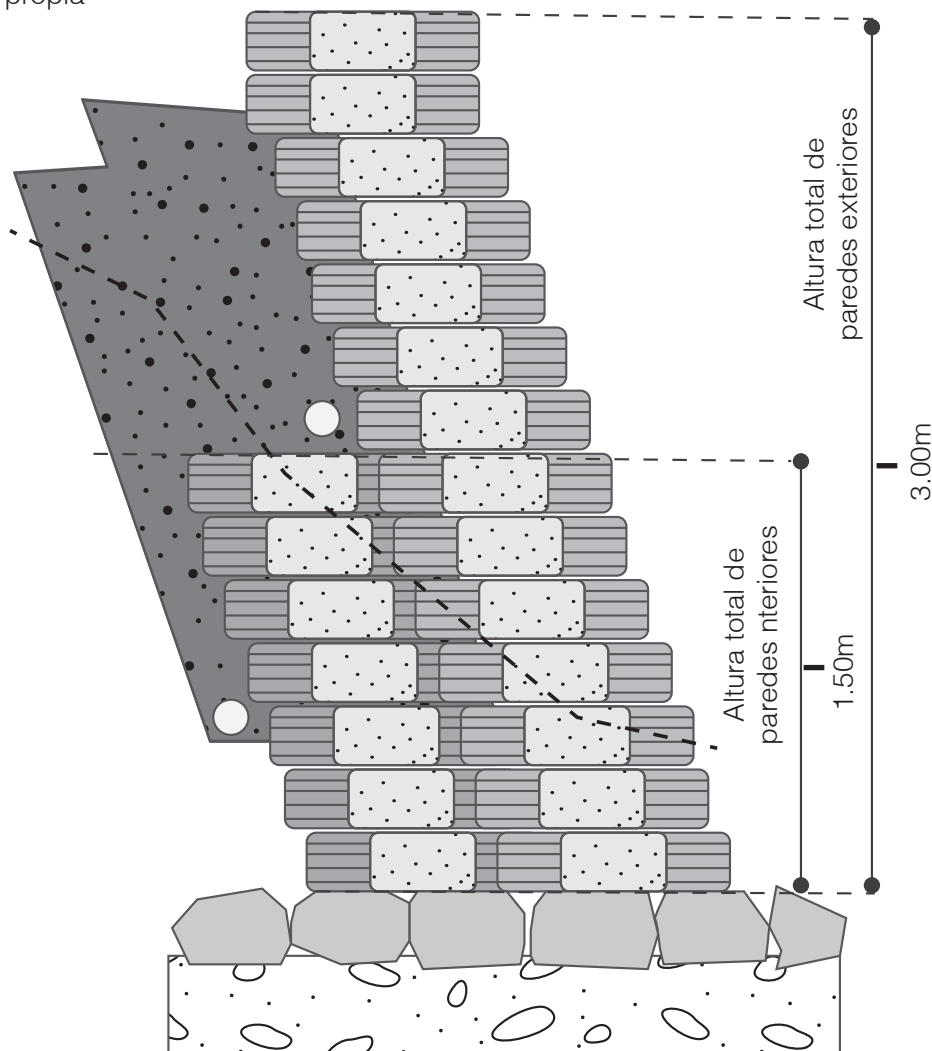
Primero se debe construir las paredes interiores del muro, para calcular esta altura se divide la altura total del muro entre dos. Las paredes internas ayudan a la base del muro a ser más firme y a la vez retener la parte inferior de las paredes de exteriores.

Ejemplo: En este caso el muro tiene una altura de 3 metros, entonces  $3.00/2 = 1.5\text{m}$ .

**Figura 3. Colocación de pared interior**

**Fuente:** elaboración propia

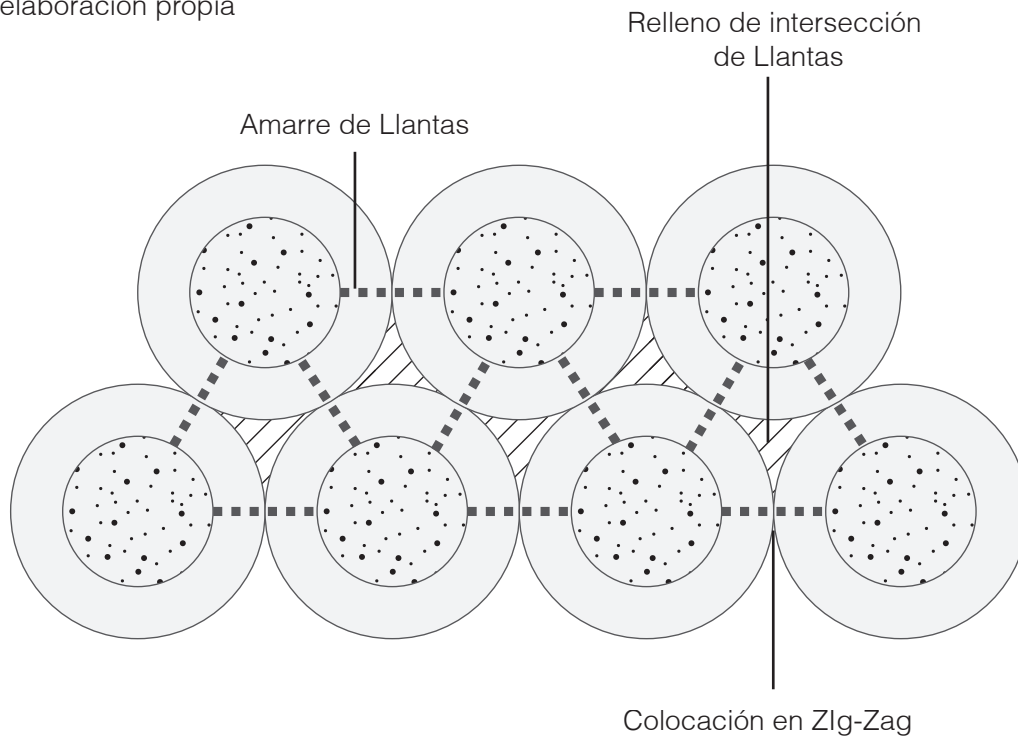
m=metro



## 3.4.3 ALINEAMIENTO Y AMARRE

**Figura 4. Esquema de colocación de Llantas**

**Fuente:** elaboración propia



Se hace la alineación de cada llanta, se amarra una llanta con la otra usando cuerda de polipropileno:

■ Cuerda de diámetro de 3/16" (en las hiladas inferiores)

■ Cuerda de diámetro 1/4" (en las hiladas superiores)

*Fotografía 15*

*Comunitario Batiendo Suelo Cemento  
Colonia José Arturo Duarte.*





## 3.4.4 RELLENO INTERNO

El relleno de la llanta se clasifica en dos tipos:

**1 Relleno con tierra** que se debe compactar con fuerza, se recomienda el uso de un compactador (pisón) manual.

**2 Relleno con cemento** (depende de la altura del muro (ver tabla 03, pág. 33). Es una mezcla de tierra y cemento, que se usa como relleno de refuerzo para las llantas. A continuación se detalla una metodología simple para la preparación del suelo cemento (JICA, 2010) :

- **Composición:** Se deben mezclar tierra, cemento y agua, en una proporción de 5:1 respectivamente. Esta mezcla se llamará “BATCH”.
- **Mezcla:** Se mezclan el cemento y la tierra hasta que quede una mezcla homogénea y no se distinga el polvo del cemento. A la mezcla se le debe agregar agua con cuidado, teniendo en cuenta que si se le agrega poca agua, el cemento no se adhiere y si se agrega mucha agua la mezcla es difícil de compactar.
- **Manejo correcto del agua:** Se debe revisar que la cantidad de agua que se ha agregado a la mezcla sea correcta. Para estar saber el estado de la mezcla, se debe agarrar y apretar firmemente con la mano un poco de la mezcla. Si la figura de los dedos queda marcada y escurre agua, entonces la mezcla tiene demasiada agua. Si al apretar la mezcla se desmorona, entonces tiene poca agua. Si la mezcla no se desmorona y no derrama agua, entonces tiene la cantidad de agua correcta y puede ser usada.



*Fotografía*

*Colocación y Amarre de Llantas, Muro Comunitario, Col. José Arturo Duarte*

## **3.4.5 CONTINUACIÓN EN HILERAS**

Se repiten los pasos anteriores en las siguientes hileras hacia arriba que deben ir ordenadas con inclinación hacia atrás del talud, hasta alcanzar la altura requerida. La altura es proporcional a la relación entre el largo y alto del talud (ver pág. 33, tabla 03).

## **3.4.6 DRENAJE**

Consta de un filtro que se construye con grava 3/4", al cual se le introduce una tubería de 4" de PVC perforada en una de sus caras con agujeros de diámetro de 1/2". Este filtro debe estar envuelto en una manta geotextil, para mejorar su funcionamiento. Se aconseja utilizar este filtro y usarlo en muros que tengan 2.5 m de altura en adelante.

## **3.4.7 CORONA DEL MURO**

La corona del muro es la que se ubica en la parte superior.

En caso de considerar la altura del muro como insegura, se pueden enterrar varillas de acero 3/8". Para que las varillas no se oxiden al momento de enterrarlas, se pueden rellenar las últimas llantas con 10 cm de concreto.

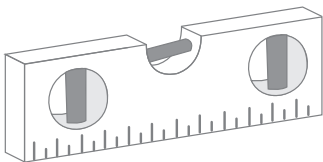
## 3.4.8 VEGETACIÓN

El muro permite sembrar en los huecos vacíos de las llantas. Este tipo de acciones puede ayudar a la protección de la estructura especialmente por la lluvia. Se recomienda el uso de plantas enredaderas que tapen el hueco de la llanta. No se recomienda dejar crecer maleza dentro del vacío pues sus raíces agresivas al crecer tienden a sacar la tierra dentro de las llantas y pueden debilitar el muro.

## 3.4.9 PINTURA

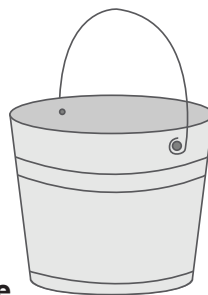
La pintura de las llantas solo tiene fines estéticos, y no implica que reste calidad a la obra realizada. Se debe utilizar pintura de aceite, y se deben aplicar dos manos para que se adhiera mejor al neumático. En caso de querer pintar las llantas, se recomienda hacerlo antes de sembrar las matas.

## 3.4.10 LAS HERRAMIENTAS



### Nivel de mano

Sirve para nivelar el objeto (horizontal o verticalmente).



### Balde

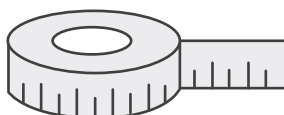
Se utiliza para acarrear agua o sacar tierra. Pero, no se debe utilizar un solo balde para las realizar las 2 actividades.

**Pala**

Se usa para en la excavación para penetrar el terreno y para mezclar el concreto manualmente.

**Taladro**

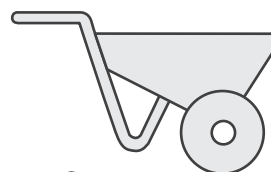
Se utilizará para hacer los agujeros en una de las caras del tubo de PVC.

**Cinta métrica**

Se usa para medir longitudes.

**Plomada**

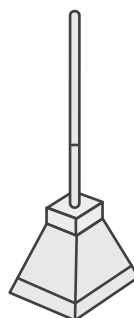
Se usa para nivelar en conjunto con las estacas y el hilo para marcar puntos.

**Carreta**

Se usa para acarrear el material.

**Piocha**

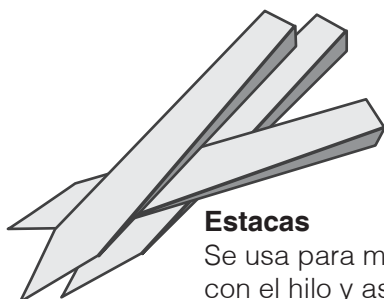
Se usa para excavar terrenos duros y semiduros de manera manual.

**Pisón**

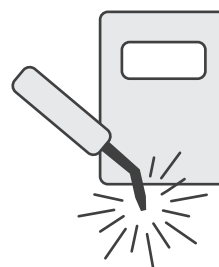
Se usa para compactar el material de relleno.

**Hilo o cuerda**

Se usa para marcar en conjunto con las estacas.

**Estacas**

Se usa para marcar junto con el hilo y así tener las líneas por dónde trabajar.

**Soldadora**

Se utiliza para soldar los pasamanos.



**4.1** Forma de la pendiente

**4.2** Conformación y nivel  
del terreno

**4.3** Preparación de  
cimientos



**4.4** Colocación, amarre  
y relleno

**4.5** Drenaje (filtro francés)

**4.6** Cierre o fijación  
de altura



**4.7** Pintura

**4.8** Vegetación



---

# PROCESO DE CONSTRUCCIÓN (EJECUCIÓN)



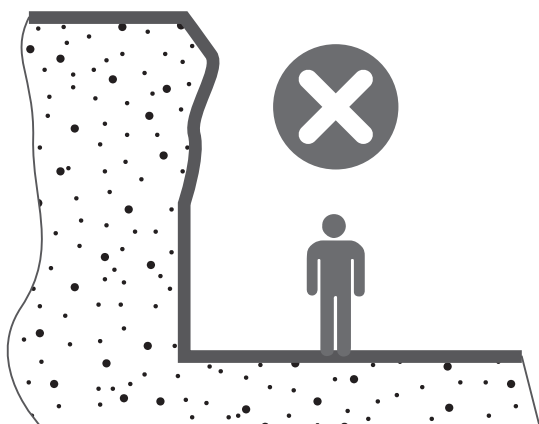
# 4.1 CORTE DE LA PENDIENTE

Fotografía

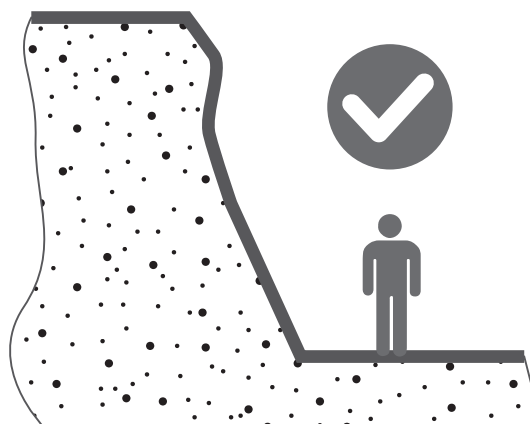
Construcción de Muro#3,  
Parque Comunitario Col.  
José Arturo Duarte



Talud perpendicular

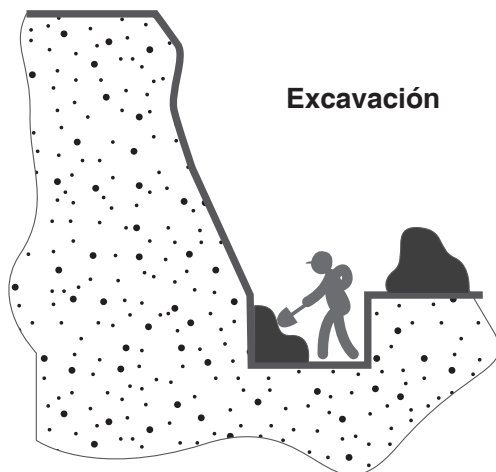


Talud con pendiente



**Amoldamiento.** El muro a construir deberá tener más o menos la forma de la pendiente que se va a proteger. El talud en el que se esté trabajando no debe estar cortado perpendicular al suelo ( $90^\circ$ ), pues se corre el riesgo de deslizamiento de la tierra. Es indispensable mantener el talud con una pendiente de por lo menos  $120^\circ$ .

## 4.2 EXCAVACIÓN



Después de tratar el talud, realice la excavación para la construcción de la cimentación, (ver tabla 05, pág. 49), después de llegar hasta la profundidad adecuada, debe nivelar el terreno con la ayuda de un nivel manual; este paso, es muy importante ya que nos permite tener una superficie plana. Esta es una actividad clave para la estabilidad de la estructura.

### Fotografía

Construcción de Muro#2, Parque Comunitario Col. José Arturo Duarte



## 4.3 PREPARACIÓN DE LOS CIMIENTOS

Luego de realizada la excavación se debe empezar la construcción de la cimentación, dividida en “cimentación simple” y “cimentación compleja” (ver tabla 03, pág. 33).

■ **Cimentación simple:** Si después de excavar aproximadamente 80 cm de profundidad se encuentra suelo duro (roca), puede concluirse que es un suelo estable. Al llegar a este estado (suelo estable), se debe compactar la superficie con un compresor manual y nivelar el terreno con ayuda del nivel. Después se debe esparcir uniformemente una capa de 5 cm de grava, y nuevamente compactarla con el compresor manual. Encima de esta capa de grava se deben ubicar las primeras 2 o 3 hiladas de llantas, que constituyen la cimentación para este tipo de suelo. La primera hilada que se ponga sobre esta cimentación deberá estar rellena de cemento.

■ **Cimentación compleja:** Si después de excavar aproximadamente 80 cm de profundidad no se encuentra suelo duro (roca), puede concluirse que es un suelo inestable. Para determinar esta postura se debe realizar la siguiente prueba:

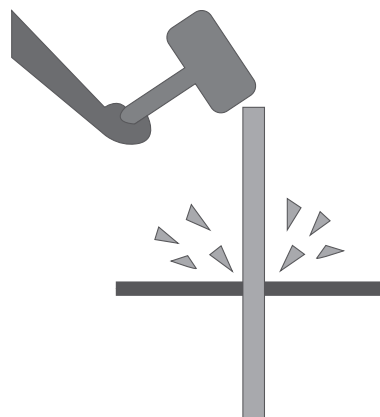
Utilizar una varilla de 1/2" de 60 cm de largo, ubicada en posición perpendicular al suelo y con un martillo golpear 10 veces. La varilla puede reaccionar de diferentes formas:

**1** Si la varilla entra en el terreno con facilidad, podría ser un suelo arcilloso; se debe excavar 30cms más de profundidad y se recomienda realizar la ampliación de la base, 30cms de cada lado. Se recomienda consultar a un ingeniero estructural.

**2** Si al golpear la varilla se dificulta su introducción en la tierra, retire la varilla y tome medidas de profundidad (medir la parte de la varilla con tierra), luego excavar a esa profundidad.

**Importante:** Es necesario realizar esta prueba en varios puntos a lo largo de la base para reconocer el terreno.

Revisar las condiciones teniendo en cuenta la altura para muros de llanta (Ver tabla 03, pág. 33), antes de considerar el tipo de cimentación que se va a realizar.





Después de realizar la prueba y determinar la profundidad, se puede empezar la construcción. Como se explicó en cimentación simple:

**1**

Compactar y nivelar el suelo.

---

**2**

Esparcir uniformemente 5 cm de grava y compactar nuevamente.

---

**3**

Construir una cama de mampostería como se indica en la tabla 05.

---

**4**

Humedecer toda la superficie y fundir una losa de 5cms de espesor reforzada con varilla de 3/8" a cada 25 cm, en ambos sentidos como indica la tabla.

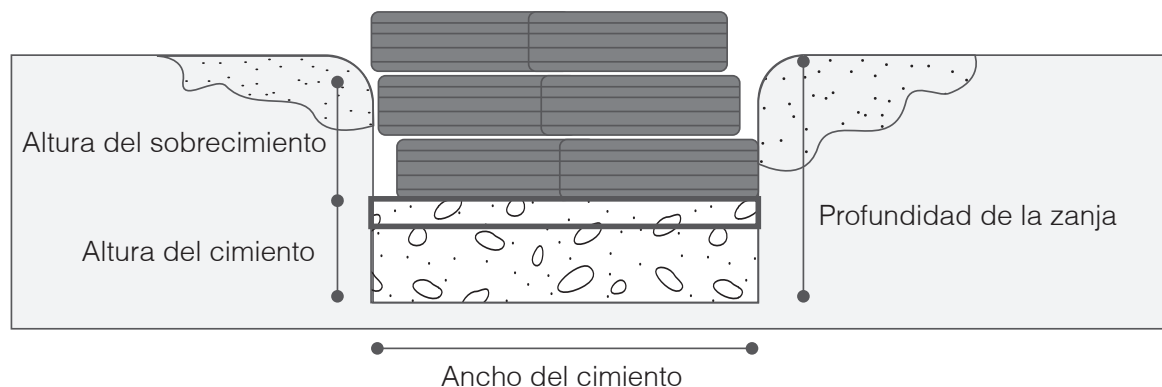
---

**5**

Dejar secar la base por lo menos 7 días hasta que el concreto obtenga su mayor resistencia. Durante este tiempo se debe realizar el proceso de curado de la losa (humedecer la losa).

**Tabla 5. Recomendaciones de prueba para cimentación compleja**

**Fuente:** Sacado de (<http://www.acerosarequipa.com/>)



**Tabla 05. Recomendaciones de prueba para cimentación compleja**  
**Fuente:** <http://www.acerosarequipa.com/>

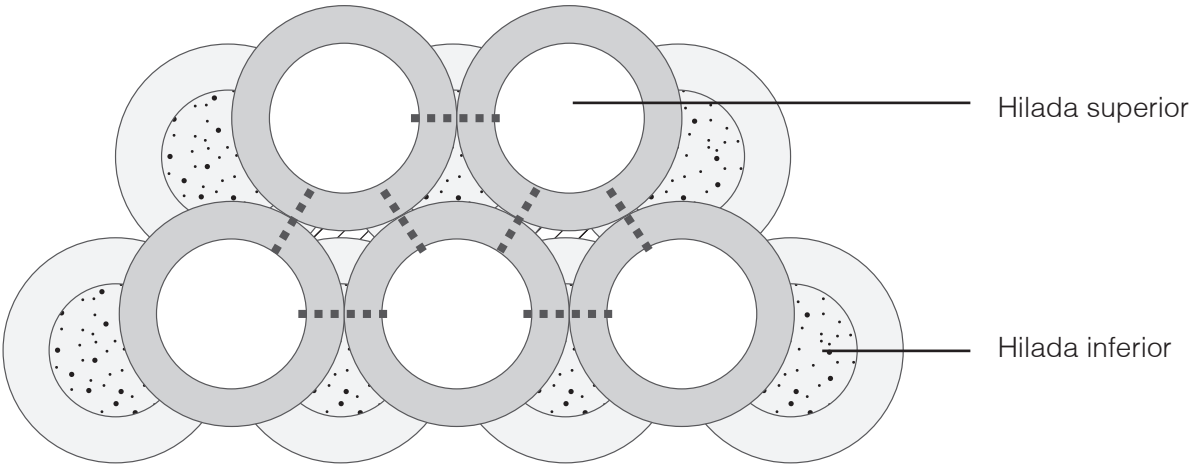
VARILLA	FACIL DE CLAVAR	NO SE CLAVA CON FACILIDAD
Profundidad de la zanja	80 cm + 30 cm	80 cm + lo que se determine
Altura de cimiento	50 cm	20 cm
Constan de	- 5cm de cama de grava - 40cm de cama de mampostería - 5cm de losa con varilla de 3/8" a cada 20cm	- 5cm de cama de grava - 40cm de cama de mampostería - 5cm de losa con varilla de 3/8" cada 20cm
Altura del Sobrecimiento	Depende del alto de la llanta	Depende del alto de la llanta
Ancho del cimiento	2m + 60cm (30cm de cada lado)	2m

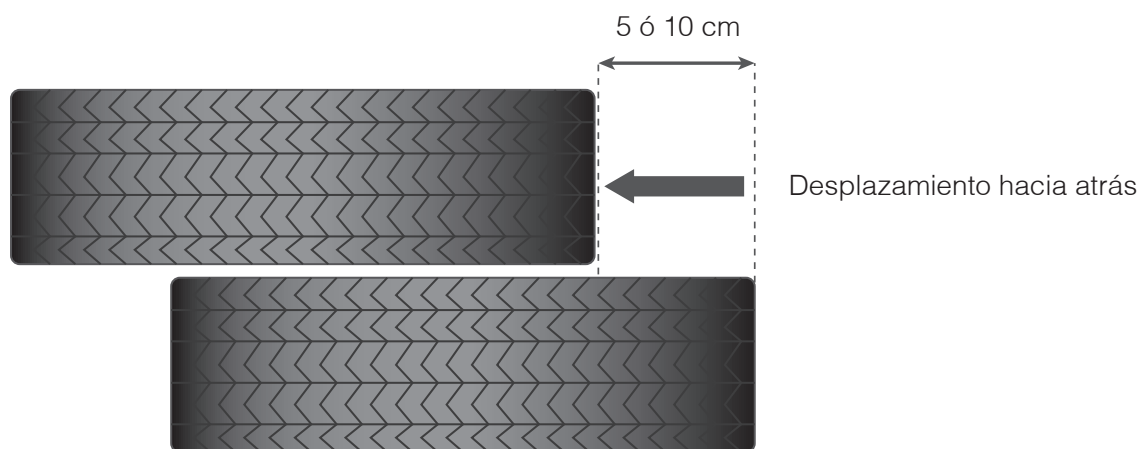
## 4.4 COLOCACIÓN, AMARRE Y RELLENO

Una Hilada en un muro de llantas, es la secuencia de llantas en fila que se extienden de manera horizontal a lo largo del muro.

Las llantas se deben ubicar en forma de zigzag. Las hiladas superiores se van ubicando encima y se deben de ir desplazando hacia la pendiente existente (atrás) de 5 cm a 10 cm con respecto a la fila anterior.

**Figura 3. Colocación de pared interior**  
**Fuente:** elaboración propia





### **Amarre de las llantas:**

Con una cuerda de polipropileno se amarran las llantas. El nudo se debe esconder y ser enterrado en los extremos de una de las llantas.

### **Relleno de las llantas:**

Existen dos tipos de relleno para las llantas, con tierra o con suelo cemento.

### *Fotografía*

*Hilada de Suelo Cemento en construcción  
Colonia José Arturo Duarte.*



## Relleno con tierra

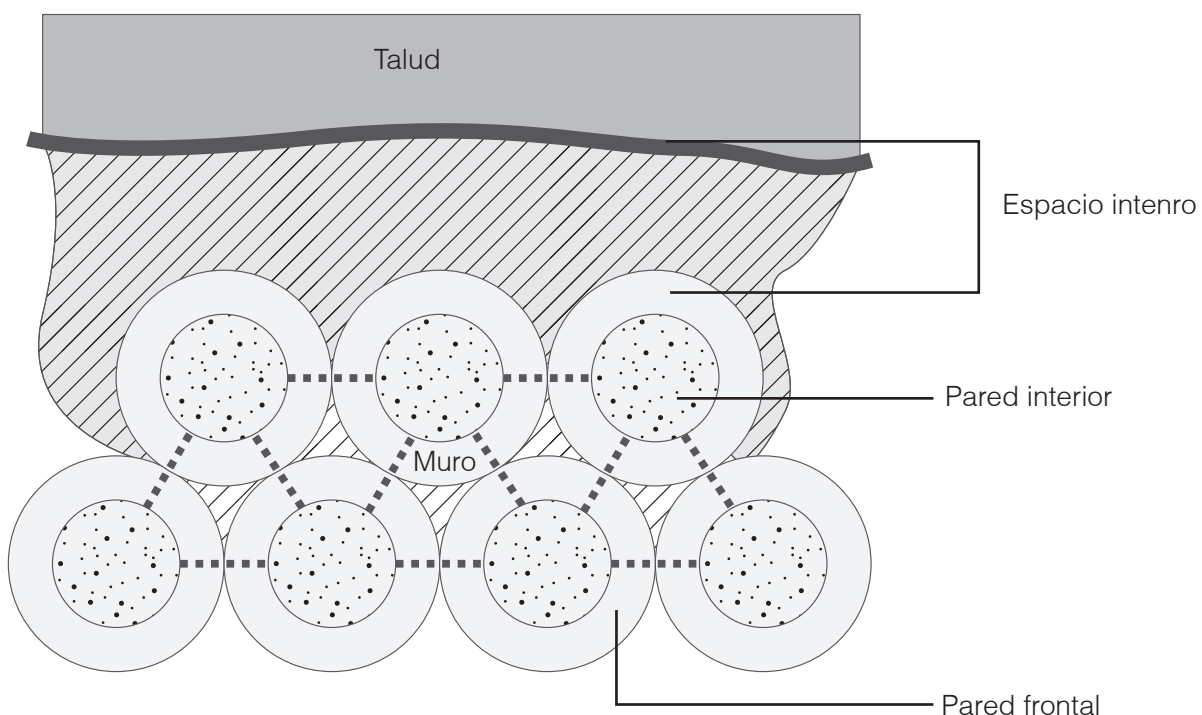
- 1** Las llantas no se deben rellenar con piedras grandes.
- 2** La tierra que se utilice para rellenar las llantas no debe tener raíces, pues el 40% de los volcamientos ocurre por el crecimiento de raíces en los muros.
- 3** No se debe mezclar basura en las llantas, pues durante su descomposición, la materia tiende a perder densidad, cosa que le quita peso al muro y puede atraer insectos.
- 4** El trabajo de relleno de las llantas con tierra puede realizarse con las manos, pero se recomienda usar las herramientas como el pizon, picos y palos para alcanzar zonas difíciles y garantizar que el relleno esté bien compactado.

### Importante

- Cada vez que se rellene una llanta se debe compactar.
- Se recomienda compactar el relleno de cada llanta por lo menos 5 veces.
- El peso ideal de cada llanta rellena debe ser de aproximadamente 10 kg.
- Los espacios que quedan entre las llantas y el espacio interior entre el muro y el talud pueden ser rellenos con piedras o tierra. Nivelar el relleno con la altura de las llantas antes de construir la siguiente hilada.

### Ilustración.

**Fuente:** elaboración propia





## Relleno con suelo cemento

La mezcla de suelo cemento sirve como amarre para el muro de llantas, y no es necesario rellenar todas las hileras de llantas. Por ejemplo, si el muro es de 2.5m a 4m se puede usar suelo cemento cada 4 o 6 hiladas dependiendo la complejidad del suelo. (ver restricciones en base a la altura, tabla 03, pág. 33) Deben rellenarse muy bien los brazos de la llanta con tierra, dejando el hueco (donde se coloca el rin) vacío para después rellenar con el batch: (mezcla de tierra, cemento y agua). Cuando la mezcla esté medio seca en el interior se debe poner un poco de tierra encima y compactar.

### Importante

- Este procedimiento puede hacer la obra más costosa.
- Cuando se haga la mezcla para el batch se deben realizar pruebas de solidez (si es resistente).

## 4.5 DRENAJE (FILTRO FRANCÉS)

El drenaje francés es un tubo de PVC 4" colocado a lo largo de la longitud del muro, para captar las aguas lluvias desde la parte de superior para evacuarlas hacia el exterior del muro. El drenaje se construye paralelo a la instalación de las hiladas de llantas ya que se sitúa al interior de la estructura del muro.

Para la tubería deben seguirse estos pasos:

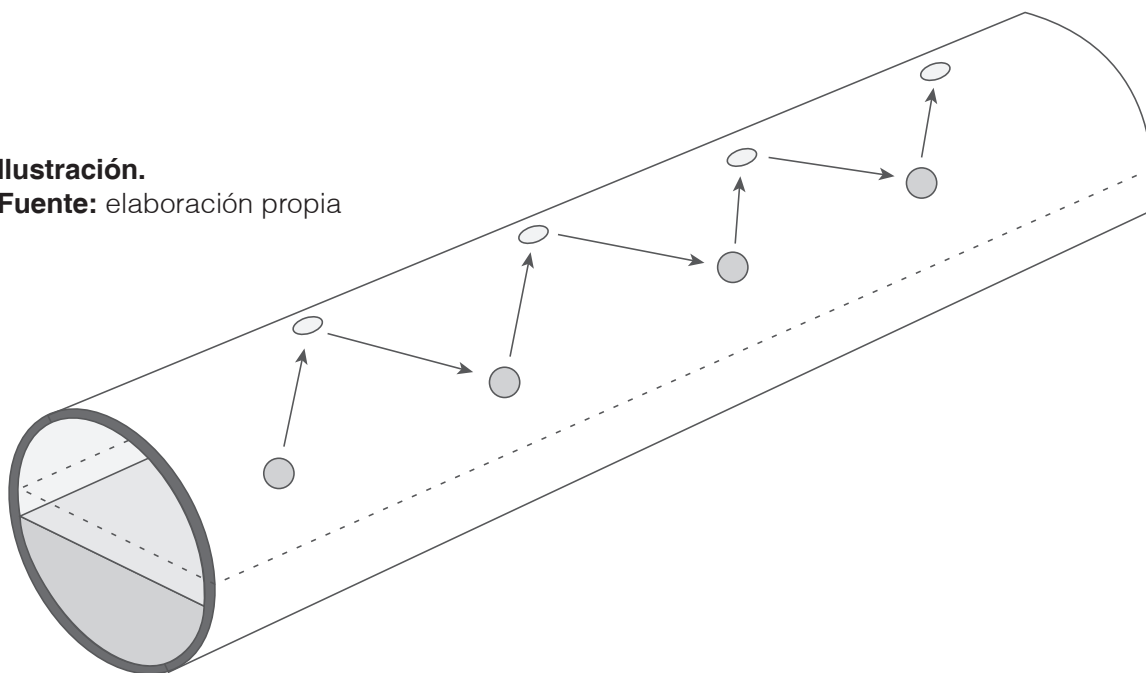
- 1 Con un metro se debe marcar la mitad de la tubería
- 2 Después debe marcar agujeros a lo largo del muro, en forma de zigzag, aproximadamente con 8cm de distancia entre cada uno.
- 3 Utilizando un taladro manual con broca de 3/8" para metal se debe perforar los agujeros marcados.

### Importante

Los agujeros solamente deben hacerse en una de las caras de la tubería, ya que la otra mitad sirve para retener el agua y poder evacuarla.

**Ilustración.**

**Fuente:** elaboración propia



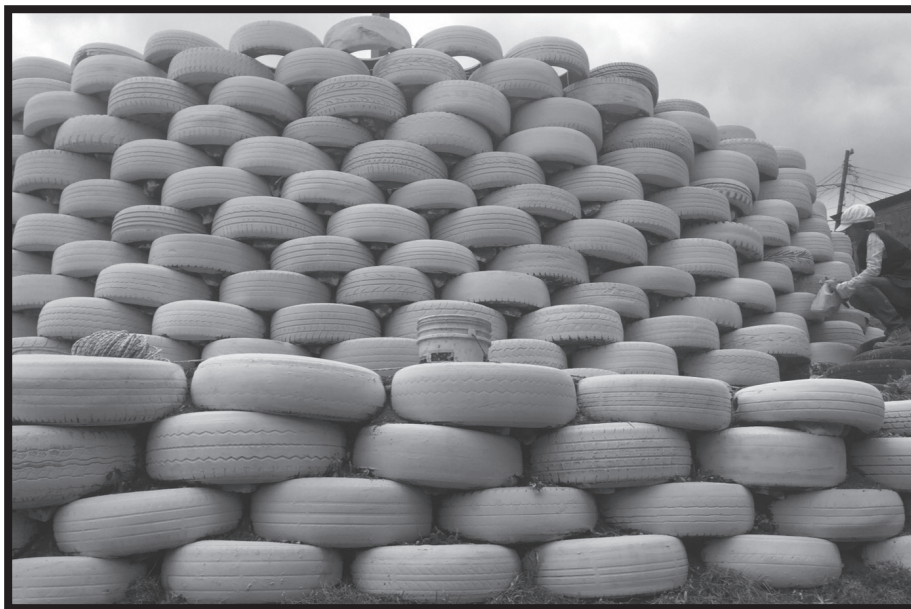
Después debe ubicarse la tubería con un 2% de inclinación y con un codo de 90° de PVC. Luego, debe añadirse otra extensión de tubería sin agujeros para evacuar el agua hacia el exterior del muro.

## 4.6 CIERRE DE LA ALTURA DEL MURO

Cuando el muro ya tenga la altura necesaria, la última hilada debe rellenarse con 10 cm de batch (mezcla de tierra, cemento y agua) teniendo en cuenta que la proporción debe ser de 1:2:3.

## 4.7 PINTURA

Remover con una espátula la tierra que sobre por encima de la superficie de la llanta. Luego se deben lavar muy bien las llantas con un cepillo (con detergente y agua). La pintura debe ser a base de aceite y se deben aplicar por lo menos 2 manos de pintura por llanta. Cuando se aplique, no debe estar lloviendo pues la pintura no se adherirá a la llanta si está esta húmeda.



*Fotografía 36*

*Parque comunitario, Colonia José Arturo Duarte, terminado.*

## 4.8 VEGETACIÓN

Una vez concluido el muro se debe hacer un periodo de prueba para comprobar su resistencia. Se recomienda esperar a que llueva para determinar su sostenibilidad, en el que se incluya una lluvia fuerte. Una vez se haya revisado la estructura y realizado reparaciones pertinentes durante el periodo de prueba (3 semanas mínimo), se puede sembrar algunas plantas en la última hilada de llantas (esto depende del uso del muro y la estética final deseada). También puede sembrarse matas pequeñas en los espacios entre cada llanta.

**Nota: Consultar un ingeniero civil si ocurre lo siguiente:**

- Cuando se ha llegado a 1 m de profundidad el suelo sigue siendo blando.
- El lote en el que pretende se quiere construir el muro está en un montículo de arena.
- Si al excavar aparece agua.
- Si se evidencia que el suelo de la zona es de arcilla expansiva.

*Fotografía*

*Siembra en Muro de Llantas de Parque Comunitario Col. José Arturo Duarte*





## **5.1      Los materiales**

### **5.1.1    Llantas**

### **5.1.2    Tierra**



### **5.1.3    Lazo polipropileno**

### **5.1.4    Suelo cemento**

### **5.1.5    Tubería PVC y           acceso ríos**



### **5.1.6    Grava para filtro**

## **5.2      Resumen de cantidad           de materiales**

## **5.3      Presupuesto**

---

# CALCULO DE CANTIDAD DE MATERIALES



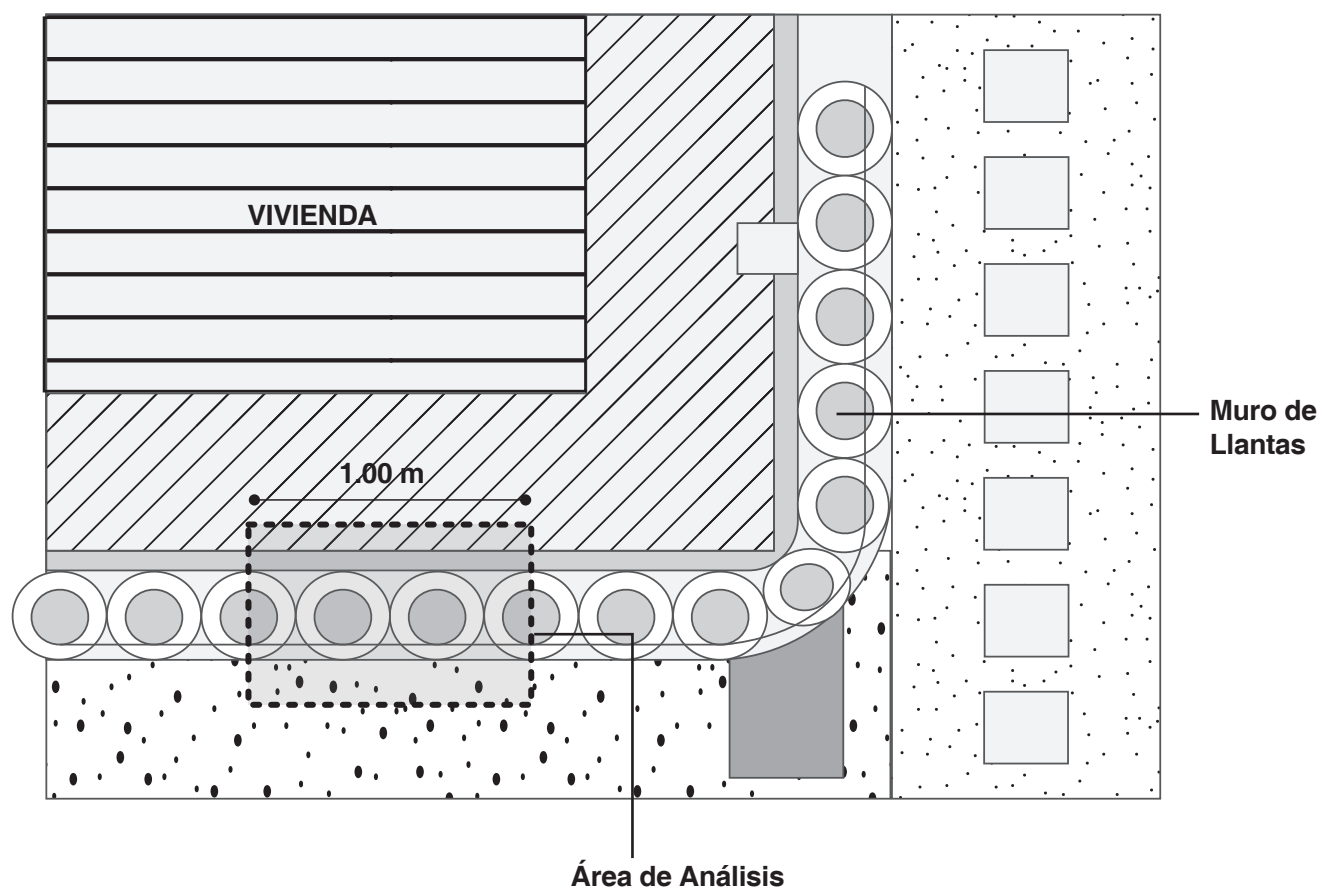
# 5.1 LOS MATERIALES

El presupuesto es la cantidad de dinero que se estima necesario para hacer frente a los gastos de la obra. Para entender el presupuestos para un muros de llantas, es preciso analizar el valor unitario de los componentes de un muro (materiales, mano de obra, etc), y hacer una revisión meticulosa de todos los planos y especificaciones técnicas. Se debe tener en cuenta en el presupuesto el lugar en cual se va a construir el muro, los proveedores y el transporte para realizar la construcción.

El presupuesto usa como referencia 1m lineal, de la totalidad del muro de llantas como se muestra en la figura 04.

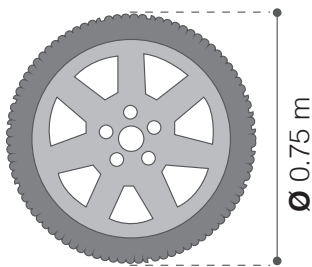
**Plano**

**Fuente:** elaboración propia

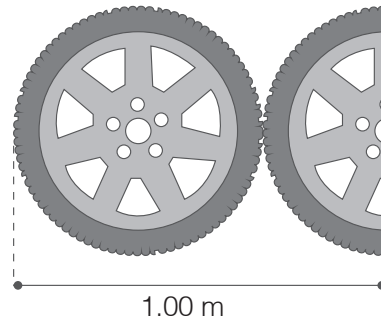


## 5.1.1 LLANTAS

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| ■ <b>m = metro lineal</b>               | ■ <b>A = área</b>                    |
| ■ <b>Ø = diámetro</b>                   | ■ <b>V = volumen</b>                 |
| ■ <b>m² = metro cuadrado</b>            | ■ <b>e = espesor de llanta</b>       |
| ■ <b>m³ = metro cúbico</b>              | ■ <b>Fa = factor de abundamiento</b> |
| ■ <b><math>\pi</math> (Pi) = 3.1416</b> |                                      |



Cálculo:  $1 \text{ m} - \text{Ø } 0.75 = 0.25$ ,  
entonces,  $0.73 + 0.25 = 1.00 \text{ m}$



### Cálculo

$$1 \text{ m} - \text{Ø } 0.75 = 0.25$$

$$0.73 + 0.25 = 1.00 \text{ m}$$

Las llantas se dividen según su numeración la cual determina su dimensión, en este caso se utilizaron llantas #16 las cuales tienen un diámetro de 0.75m.

Por cuestiones de presupuesto entenderemos que en un metro lineal de análisis se necesitan 1.5 llantas aproximadamente.

Para llevar a cabo el presupuesto se deben tener en cuenta los metros lineales, que equivalen a 1.5 llantas aproximadamente.



*Fotografía 22*

*Alineación de Llantas  
con la comunidad Col.  
José Arturo Duarte*





# 5.1.2 TIERRA

Para este cálculo es necesario conocer el Volumen (m<sup>3</sup>) útil de relleno de la llanta para poder calcular la cantidad de material necesario.

## Calculo del volumen util en una llanta

- Se calcula el Área (m<sup>2</sup>): ( $A = \pi r^2$ ), en este caso se usará ( $A = \pi \varnothing^2 / 4$ )
- $A = ((3.1416) * (0.75)^2) / 4 = 1.38 \text{ m}^2$ , aprox.  $1.40 \text{ m}^2$
- Se calcula el volumen(m<sup>3</sup>): ( $V \text{ llanta} = A * e$ ), y se sustituye
- $V \text{ llanta} = (1.40 * 0.20) = 0.28 \text{ m}^3$

## Calcula el Volumen útil en un metro lineal

Determinar el volumen total en 1m

$$V \text{ media llanta} = (V \text{ llantas} / 2)$$

$$V \text{ media llanta} = 0.28 \text{ m}^3 / 2 = 0.14 \text{ m}^3$$

$$V \text{ total} = (V \text{ llanta} + V \text{ media llanta})$$

$$V \text{ total} = 0.28 \text{ m}^3 + 0.14 \text{ m}^3 = 0.42 \text{ m}^3$$



Factor de abundamiento: se refiere al aumento de un material que ha sido acomodado de manera diferente.

**Tabla 6. Factor de abundamineto**

<b>Materiales</b>	<b>Fa</b>
Tierra (material tipo I o II), arcilla, limo.	130
Arena, grava	1.12
Concreto, piedra, mampostería, suelo (material tipo III)	1.5

Como el relleno de la llanta (tierra) debe compactarse, se debe multiplicar el valor del volumen por un coeficiente de abundamiento, Según la tabla 06, utilizando el Fa para materiales tipo I, el cual es 1.30, se debe calcular el Volumen Total, la fórmula es:

$$V_t = (V * Fa)$$

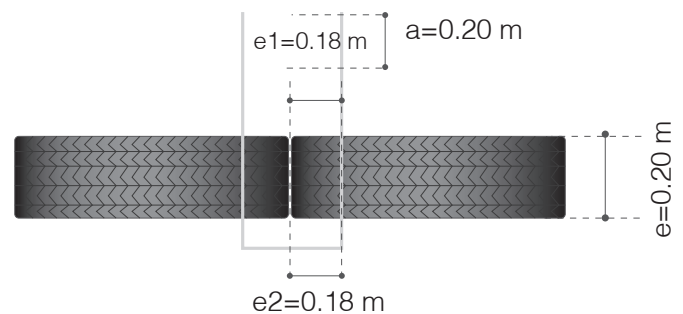
entonces se calcula:

$$V_t = (0.42 * 1.12) = 0.4704 \text{ m}^3 \text{ aproximadamente } 0.50 \text{ m}^3$$

Entonces, en un metro lineal de análisis se necesitan 0.50 m³ de tierra.

## 5.1.3 LAZO POLIPROPILENO

De acuerdo a las dimensiones de la llanta, se puede calcular las dimensiones del lazo.



Se deben sumar las dimensiones de las caras de las llantas que se van a amarrar para obtener la longitud del lazo,

- $LL = (a + e + e1 + e2)$
- $LL = (0.20 + 0.20 + 0.18 + 0.18) = 0.76 \text{ m}$   
longitud total del lazo se debe multiplicar por 2
- $LL \text{ total (m)} = (LL * 2) = (0.76 \text{ m} * 2) = 1.52 \text{ m}$

- **LL: Longitud del Lazo**
- **LL total (m): Longitud del Lazo total medida en metros lineales**
- **LL total (yd): Longitud del Lazo total en medida en yardas**

Se es necesario calcular este valor en yardas, se debe multiplicar el valor que se obtuvo por el valor de 1 metro lineal en yardas.

- $LL \text{ total (yd)} = (LL \text{ total (m)} * 1.0936 \text{ yd})$
- $LL \text{ total (yd)} = 1.52 \text{ m} * 1.0936 \text{ yarda} = 1.66 \text{ yd}$

Entonces, en un metro lineal necesitan 1.66 yardas de lazo de 3/8 diámetro.

## 5.1.4 SUELO CEMENTO

El suelo cemento se prepara usando: cemento y tierra con una proporción de 5:1. Se debe usar el dato extraído del volumen útil de una llanta en un metro lineal:

- $V \text{ total (m}^3) = 0.42 \text{ m}^3$

Seguir los siguientes pasos:

- 1 Dividir el volumen total, de acuerdo a la proporción 5:1:  
 $V \text{ total cemento} = (0.025 * 1) = 0.025 \text{ m}^3$   
 $V \text{ total tierra} = (0.125 * 5) = 0.125 \text{ m}^3$

- 2 Para materiales tipo III, el Factor de Abundamiento es 1.50  
 $V \text{ total tierra} = (0.125 \text{ m}^3 * 1.5) + (0.07) = 0.25 \text{ m}^3$

- 3 Para obtener la cantidad de cemento que se necesita en la obra se debe usar:  
 $\text{Cant cemento (bolsa)} = (V \text{ total cemento}) * (\%+1) * (1\text{m de análisis})$   
 $(0.025) * (0.03+1) * (1\text{m}) = 0.177 \text{ bolsas, aproximadamente } 0.2 \text{ bolsas.}$

En un metro lineal de análisis se necesitan 0.2 bolsas de cemento y 0.25 m<sup>3</sup> de tierra.

#### Proporción - Tierra 5 : 1 Cemento

Tabla 07. Desperdicio de materiales

Materiales	Desperdicio %
Cemento	0.03
Tierra	0.07

■ m<sup>3</sup>= metro cúbico

■ V = volumen

■ Fa = Factor de Abundamiento

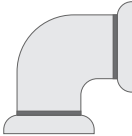
# 5.1.5 TUBERÍA DE PVC Y ACCESORIOS

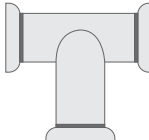
Para el cálculo de tubería, se necesita la medición en lances.  
Para esto se realiza la siguiente operación:


■ Tubería (lance) = 1 m / 9 lance= 0.11 lances. de tubería PVC 4".

\* Dependiendo del diseño también se necesitan accesorios para unir las tuberías.

Por ejemplo:

Para los cambio de dirección en ángulo recto: — 

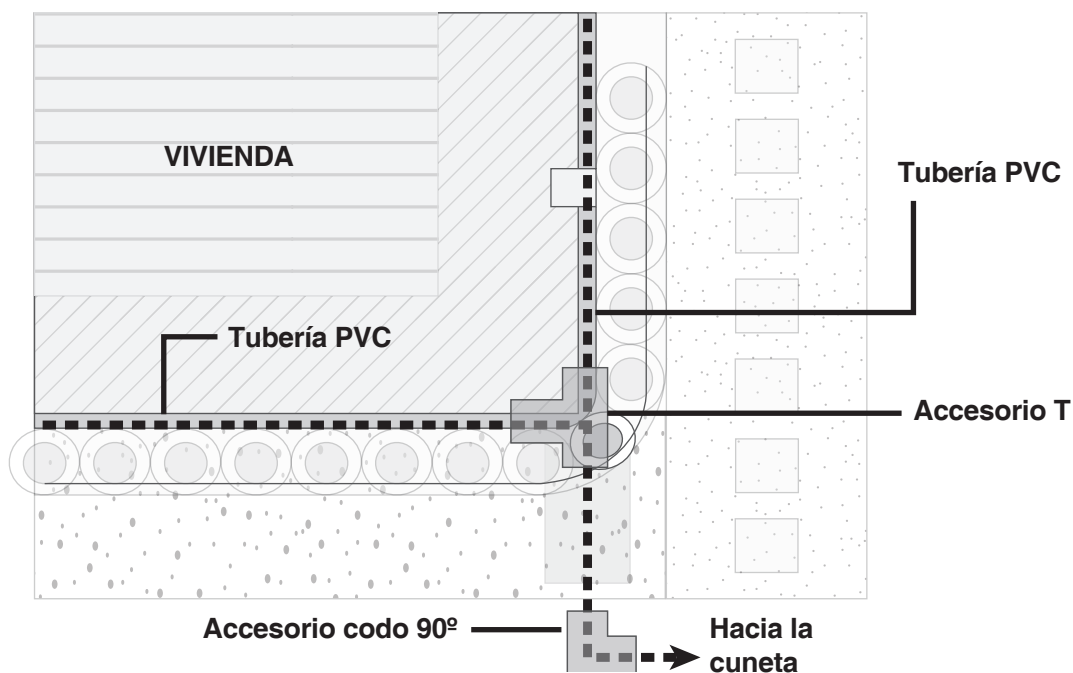
Para hacer una salida intermedia: — 

Para hacer una extensión de una tubería: — 

Para un caso como el de la figura 5, se necesitan una T y un codo 90° para tubería de PVC 4".

Plano

Fuente: elaboración propia





Fotografía 24

Replica de Muro,  
Col José Arturo Duarte

## 5.1.6 GRAVA PARA FILTRO

En cuanto a la grava se necesita tener claro los siguientes datos:

- Largo del muro (L)= 9.00 m
- Ancho del Filtro (A) = 0.40 m

Para obtener la cantidad de lo que se necesita en la obra se debe usar lo siguiente:

- **Cant grava (m³) = (L) \* (A)\* (P)\* (%+1) \* (factor abundamiento)**
- **Ejemplo: (9.00) \* (0.40)\* (0.07+1) \* (1.12) = 4.31 m³**  
(para el filtro francés se necesitan 4.4 m³)

Tabla 08. Desperdicio de materiales

Materiales	Desperdicio %
Grava	0.07



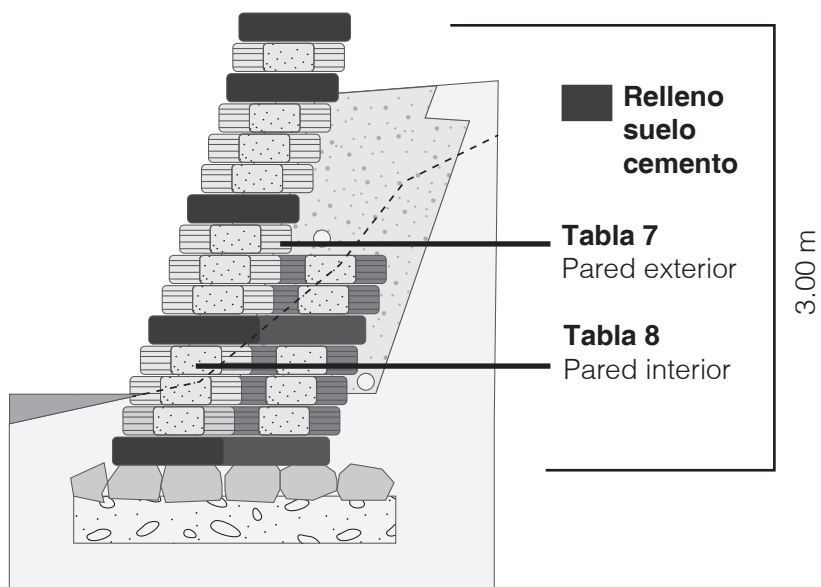
Fotografía 25

Replica de Muro,  
Col José Ángel Ulloa



## 5.2 RESUMEN DE CANTIDADES

**Figura 6. Corte de análisis**  
**Fuente:** elaboración propia



Luego de realizar los cálculos en 1 metro lineal de análisis, se calcula el total de materiales de un muro de llantas de

**Largo= 9.00m y Altura=3.00m**

La figura 06, muestra el número de llantas en las paredes exteriores (15 llantas en altura) e interiores (7 llantas en altura).





**Tabla 09. Cantidad de materiales**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD POR METRO LINEAL	DIMENSIÓN MURO		CANTIDAD MATERIAL SUBTOTAL
			LARGO (M)	ALTURA (HILADAS)	
PARED EXTERIOR					
Llantas no. 16	Und.	1.50	9.00	15	202.50
Tierra	m³	0.50	9.00	10	45.00
Lazo de polipropileno 3/8"	Yarda	1.66	9.00	15	224.10
RELLENO DE SUELO CEMENTO					
Tierra	m³	0.15	9.00	5	6.75
Cemento	Bolsa	0.20	9.00	5	9.00

Para obtener la cantidad de materiales: Cantidad/metro lineal x largo x altura



*Fotografía 26*

*Vista desde la Col.  
Nueva Providencia*

**Tabla 10. Cantidad de materiales para paredes interiores**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD POR METRO LINEAL	DIMENSIÓN MURO		CANTIDAD MATERIAL SUBTOTAL
			LARGO (M)	ALTURA (HILADAS)	
Llantas no. 16	Und.	1.50	9.00	5	67.50
Tierra	m³	0.42	9.00	5	18.90
Lazo de polipropileno 3/8"	Yarda	1.66	9.00	7	104.58
RELLENO DE SUELO CEMENTO					
Tierra	m³	0.15	9.00	2	2.70
Cemento	Bolsa	0.20	9.00	2	3.60
FILTRO FRANCÉS					
Tubería PVC 4"	Lance	0.11	9.00	—	1.00
Grava 3/8"	m³	0.83	9.00	3.00 (m)	22.41

**Importante:** Si el muro necesita cimentación compleja, es necesario consultar a un profesional, para asistencia con los costos.

**Tabla 11. Cantidad de materiales totales**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD TABLA 1	CANTIDAD TABLA 2	CANTIDAD MATERIAL TOTAL
Llantas no. 16	Und.	202.50	67.50	270.00
Tierra	m <sup>3</sup>	45.00	18.90	63.90
Lazo de polipropileno 3/8"	Yarda	224.10	104.58	328.60
RELLENO DE SUELO CEMENTO				
Tierra	m <sup>3</sup>	6.75	2.70	9.45
Cemento	Bolsa	9.00	3.60	12.60
FILTRO FRANCÉS				
Tubería PVC 4"	Lance	0.11	1.00	1.00
Grava 3/8"	m <sup>3</sup>	0.83	4.40	1.00
Codo 90°, PVC 4"	Und.	—	—	1.00
Accesorio T, PVC 4"	Und.	—	—	1.00



*Fotografía 27*

*Gradas con Llantas,  
Parque Comunitario Col.  
José Arturo Duarte*

■ **Cemento= 13 bolsas**

■ **Costo de 1 bolsa de cemento (2015): Lps 191.00 = \$US 8.02**

■ **13 bolsas de cemento x Lps 191.00= Lps 2483 = \$US 104.26**

*Los costos en Dólares y Lempiras usan el punto como nomenclatura decimal, respetando los estándares americanos. La tasa de cambio usada para el presupuesto fue de: **1Lps = US\$ 0.042***

PRESUPUESTO PARA 1M <sup>2</sup> DE MURO DE LLANTAS		
Detalle	Total (USD)	Total (Lps)
1 llanta de 16"	8.19	195.00
Albañil (30 min de trabajo)	0.78	18.75
1/2 Cubeta con agua	0.31	7.50
1/4 Saco de arena	0.42	10.00
1/4 Bolsa de cemento	2.12	50.00
1/4 Varilla	2.17	51.72
Lazo de polipropileno 3/8"		
Tubería PVC 4"		
Grava 3/8"		
Codo 90 grados, PVC 4"		
Accesorio T, PVC 4"		

**Nota:**

Los precios de los materiales dependen del mercado y el país en el cual se va a construir el muro de llantas, se debe tener en cuenta todos los artículos en el listado con sus valores respectivos y sus cantidades, para tener un cálculo más exacto del presupuesto final.

*Los costos en Dólares y Lempiras usan el punto como nomenclatura decimal, respetando los estándares americanos. La tasa de cambio usada para el presupuesto fue de: **1Lps = US\$ 0.042***



---

# MANTENIMIENTO





Una de los beneficios de un muro de llanta es su fácil mantenimiento. Cada año al finalizar la temporada de lluvia, se deben seguir las siguientes indicaciones de ser necesario darles el mantenimiento requerido.

- 1

Inspeccionar que las llantas no hayan cambiado de posición.
- 2

Revisar que los cimientos no tengan daños producidos por el agua.
- 3

Estudiar que el terreno encima de las llantas no presente abultamientos o hundimientos.
- 4

Revisar que el suelo cemento dentro de las llantas siga intacto.
- 5

Examinar que la grava del filtro francés no esté sucia. Si es así se debe remover 5cms de grava y lavarla con agua para cambiar la tierra.



*Fotografía 28*

*Casa Modelo para la campaña  
Logrando Juntos, Colonia José Ángel Ulloa.*

---

# BIBLIOGRAFÍA

**APP-GOAL (2015).** “Informe de Final de Obra”, para Proyecto OFDA Tegucigalpa, APP - GOAL 2015

**Archivos GOAL, (2014 - 2015 - 2016).** “Campaña Logrando Juntos Tegucigalpa”, Red en Oficinas GOAL, APP - GOAL 2015

**AREQUIPA,** “Manual de construcción para maestros de obra”, [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

**CESCCO (2013),** Informe de monitoreo de partículas en el aire de Tegucigalpa, ejecutado por el centro de estudios y control de contaminantes (CESCCO), presentado por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, marzo 2012 - 2013

**COPECO (2011),** “Manual Para La Evaluación De Riesgo Del Emplazamiento y del Medio Construido para Edificios, Viviendas y Lotificaciones”, COPECO, 2011

**EFEOTOR (2103).** <http://www.efemotor.com/consejo/un-neumatico-tarda-mil-anos-en-desaparecer-de-la-naturaleza/>

**HERALDO (2014),** Diario El Heraldito. On the web, “Honduras el país más vulnerables al cambio climático”. Tegucigalpa. Nota: [http:// www.elheraldo.hn/pais/378952-214/honduras-el-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico](http://www.elheraldo.hn/pais/378952-214/honduras-el-pais-mas-vulnerable-al-cambio-climatico). Honduras 2014.

**JICA (2010),** Shoshiro Horigome, Guía de la Construcción del muro de contención, con llantas usadas (Muro de Protección de Pendiente), Primera Edición, Escuela Primaria Emmanuel, Colonia “La Canaán” en Tegucigalpa, Honduras. Agosto de 2010

**MCB-GOAL (2016).** Parra Javier, “LIBRO NARANJA, Manual de configuración de barrio”, para barrios de Tegucigalpa. AMDC - GOAL, Diciembre 2016.

**PACC (2016),** “Principales resultados de la EPA Y TPA en las Colonias Los Pinos y Villanueva de Tegucigalpa”, Proyecto HO-X1027: “Planificación de adaptación de activos al cambio climático en Tegucigalpa Honduras”, FND, BID, Manchester, GOAL, AMDC, 2016

**RESILIENCIA (2015).** “Herramienta para Medir la Resiliencia Comunitaria: Guía Metodológica”, GOAL, Mayo 2015.

**SIMPOSIO (2001),** V SIMPOSIO NACIONAL SOBRE TALUDES Y LADERAS INESTABLES, 27 - 30 de noviembre/2001, Madrid. v. III p. 10611070

**Stein y Moser (2014).** Planificación de adaptación de activos al cambio climático: lecciones de Cartagena, Colombia Environment and Urbanization 26(1).

**S. Kreft, D. Eckstein, L. Junghans, C. Kerestan and U. Hagen (2014) Global Climate Risk Index 2015: Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2013 and 1994 to 2013** Germanwatch e.V.: Bonn, pg. 6.

**URBANO.** <http://es.slideshare.net/carlosjcamacho/criterios-para-calificar-los-suelos-con-fines-urbanos>

---

# **ANEXOS**

## **GLOSARIO**

**Concreto armado**

Concreto que tiene armadura de refuerzo en hierro para resistir esfuerzos (columnas, vigas, techo).

**Aguas Grises**

Son aguas que provienen de lavaderos, lavamanos y duchas. Estas aguas no son potables.

**Concreto**

Mezcla entre cemento, arena, grava y agua usada en diferentes proporciones.

**Cohesión**

Es una propiedad de las cosas cuyas partes están fuertemente unidas física.

**Dispersión**

Es la separación de ciertos elementos en distintas direcciones.

**Deslizamiento**

Movimiento de grandes masas de material de escombros o rocas sobre las laderas de una montaña.

**Estabilidad**

Que no experimenta variación o movimiento, un suelo estable es aquel que no se mueve.

**Elasticidad**

La capacidad de un cuerpo de presentar deformaciones.

**Expansión**

Acción y resultado de expandir o expandirse el aumento de población provocó la expansión de los límites de la ciudad.

**Encofrado**

Molde de madera, utilizado para contener ya sea concreto, suelo, etc.

**Fundición**

Proceso de colocación de la mezcla de concreto dentro del encofrado.

**Fraguado**

Es el proceso de secado o endurecimiento de la mezcla de concreto.

**Granulometría**

Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes en los tamaños del suelo.

**Mampostería**

Aparejo de un muro realizado con piedras de distintos tamaños sin labrar o poco labradas, colocadas sin orden establecido y unidas con argamasa, mortero, yeso, cal o cemento.

**Muro de Gaviones**

Consisten en una caja o cesta de forma rectangular, rellena de piedra, de malla metálica.

**Nivel freático**

Es una acumulación de agua subterránea que se encuentra a poca profundidad bajo el nivel del suelo.

**Resiliencia**

Es la habilidad de las comunidades y hogares para anticiparse y adaptarse a los riesgos y de absorber, responder y recuperarse de los choques y tensiones de manera oportuna y eficaz sin comprometer sus posibilidades a largo plazo (RESILIENCIA, 2015)

**Polución**

Se trata de la contaminación ambiental que provocan ciertas sustancias y desechos. La polución, en este sentido, genera múltiples

problemas para la naturaleza y para todos los seres vivos.

**Polipropileno (PP)**

Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno).

**Preconsolidación**

Es el peso semejante o mayor que el terreno deberá soportar una vez construida la obra.

**Plasticidad**

Propiedad de aquello que puede cambiar de forma y conservarla de modo permanente.

**Stock**

Término anglosajón el cual indica la cantidad de productos o materias primas que posee un comercio en su almacén a la espera de su venta o comercialización.

**Suelo Estable**

Es aquel tipo de suelos de textura firme, que no se desmorona y no está propenso a deslizamiento.

**Suelo Inestable**

Considerado como el suelo que fácilmente tiende a desmoronarse y es propenso a deslizamiento.

**Talud**

Es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca.

---

# MANUAL

## DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE MUROS DE LLANTAS

EN BARRIOS POPULARES  
DE TEGUCIGALPA