

# IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMIENTOS Y MUROS PARA LA CIUDAD DE CUENCA

PRESENTADO POR

PAMELA CABRERA  
PATRICIO ILLISACA





# TABLA DE CONTENIDOS

01.

## DISPOSICIÓN DE DRENAJES

- Drenaje Perimetral. 2
- Drenaje Paralelo. 5
- Drenaje Espina de Pescado. 8

02.

## DRENAJE SUBTERRÁNEO

- Drenaje con Geotextil. 11

03.

## DRENAJE SUPERFICIAL

- Muro Pantalla 16
- Muro de Contención 20
- Muro Perforado. 24
- Zanja o Canal. 28

04.

## VALOR ECONÓMICO

- Drenaje Perimetral, Paralelo, Espina de Pescado y con Geotextil. 15  
19
- Muro Pantalla. 23
- Muro Perforado. 27
- Zanja o Canal. 31

05.

## AGREGADOS

- Drenaje Simple 32
- Tubería Lisa. 33
- Tubería Corrugada. 34
- Mortero Hidrofóbico. 35
- Impermeabilización con Láminas Plásticas 36
- Lámina Drenante. 37
- Impermeabilización con Brea. 38
- Impermeabilización con Pintura Asfáltica. 39



# INTENCIÓN DE LA GUÍA

El presente documento aborda las patologías relacionadas con la presencia de humedad en muros y cimientos de viviendas en Cuenca, Ecuador, debido al nivel freático provocado por los cuatro ríos que atraviesan la ciudad. Esta situación causa filtraciones de agua que comprometen la integridad de las edificaciones, generando desafíos significativos para su estabilidad y durabilidad. Los antecedentes revelan prácticas constructivas deficientes para manejar la humedad en esta región. Es por ello, que la investigación se justifica por la necesidad de implementar soluciones con sistemas de drenaje y geotextiles, esenciales para mitigar las patologías derivadas de los altos niveles freáticos. Estas soluciones buscan preservar el patrimonio arquitectónico de Cuenca y establecer estrategias replicables para otras regiones con problemas similares.



# DRENAJE PERIMETRAL

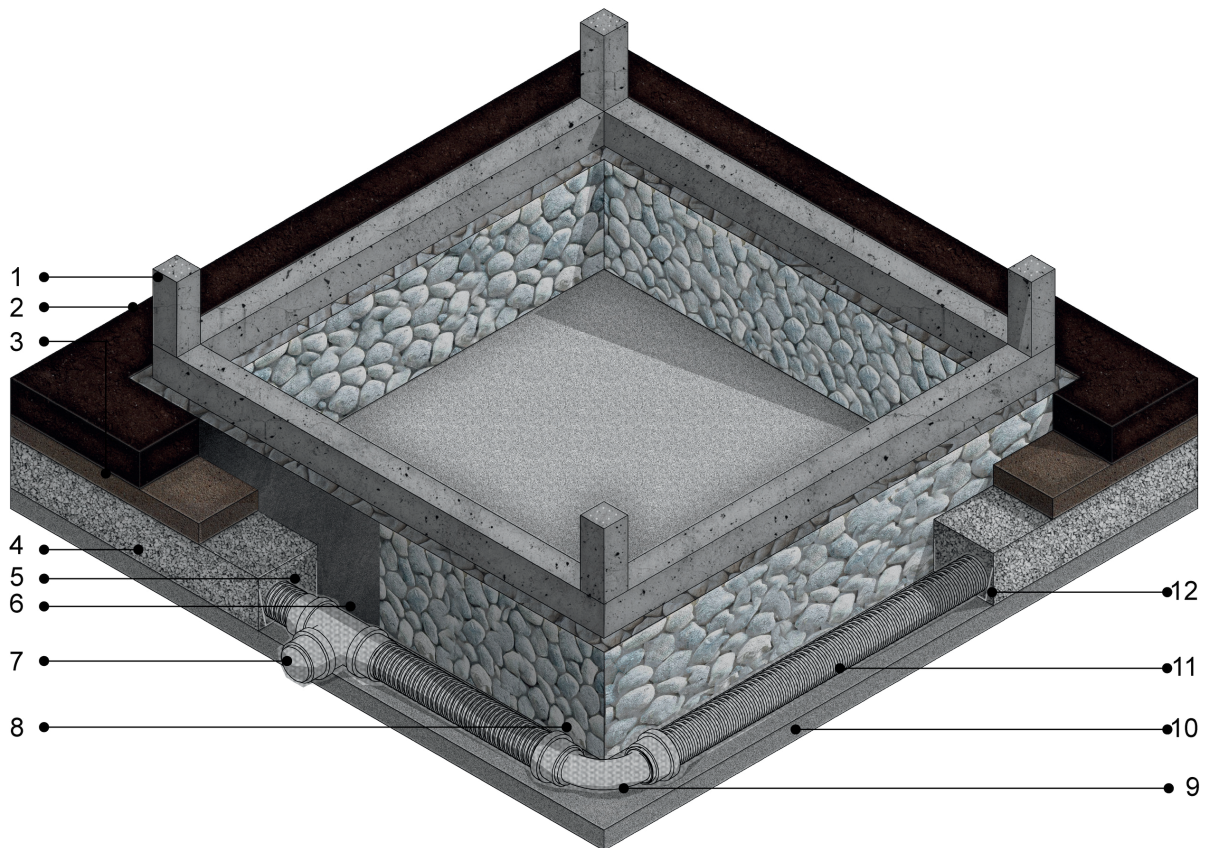
## Método Constructivo.

- Realizar el análisis topográfico del terreno, para posteriormente seleccionar las zonas con mayor porcentaje de humedad.
- Posteriormente considerando el diseño de la futura construcción, se lleva a cabo el replanteo de la vivienda para determinar la ubicación de la cimentación.
- Determinar la ubicación del drenaje. Este debe colocarse alrededor del perímetro del diseño, a una distancia de 0.50 m a 1.5 m del cimiento, dependiendo del tipo constructivo. Es importante considerar que la profundidad del dren varía entre 1 y 2 metros.
- Con la ubicación exacta del drenaje, se inicia la excavación de las zanjas. En esta etapa, se asegura un ancho adecuado según el diseño de canalización, condicionado por la saturación de agua existente en el terreno.
- Simultáneamente al paso anterior, se realiza el cálculo de la pendiente para el flujo adecuado del agua, donde generalmente es del 2% en las tuberías y se procede a establecer las conexiones con pozos de revisión o desfuegos necesarios.
- Compactar el fondo de la zanja para colocar una capa impermeabilizante ya sea líquida o plástica en toda la superficie de la obra que tenga contacto con la humedad del suelo.
- Una vez asegurado el impermeabilizante, se procede a agregar una capa de hormigón en la base, con un espesor de 5 a 10 cm. Cabe destacar que otra opción es utilizar arena, la cual crea un sistema de amortiguación para el drenaje.
- Sobre el hormigón seco se coloca una malla geotextil dejando un excedente en los bordes que sirve posteriormente para cubrir el material granular del sistema de drenaje.
- Cuando la malla se encuentre posicionada se coloca la tubería lisa o corrugada y se procede a crear la red de canalización de drenaje. La tubería puede ser nuevamente rodeada con malla geotextil para evitar posibles taponamientos en las perforaciones del dren. Por otra parte, se destaca que el diámetro de la tubería depende de la exposición a la humedad del terreno, pero generalmente se utilizan tuberías de 8 a 10 pulgadas de diámetro que cumplen con la norma AASHTO M 252-18 y de 12 a 60 pulgadas de diámetro que aplica en la norma AASHTO M 294-18 y la ASTM F2306/2306M-18.
- Después de crear el sistema de tuberías y colocar la malla geotextil, se añade una capa de relleno de grava con una mayor granulometría que la de la cama inicial, para crear una red de canalización y retención hasta el fondo de la zanja donde se encuentra el dren. Esta capa debe sobrepasar el dren en al menos 0.10 a 0.15 metros.
- Para el armado del material filtrante del drenaje, se coloca una capa de relleno de arena fina que sobrepasa la capa anterior de grava en 0.20 a 0.30 metros.
- Finalmente, se rellena la zanja con el material deseado o con tierra no arcillosa (Gavilanes, 2020).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

Es una solución aplicada antes de la construcción, ya sea como proceso definitivo o temporal, que resuelve problemas de humedad causados por el nivel freático en el terreno donde se realiza la futura instalación (Gavilanes, 2020).

## • ISOMETRÍA DRENAJE PERIMETRAL

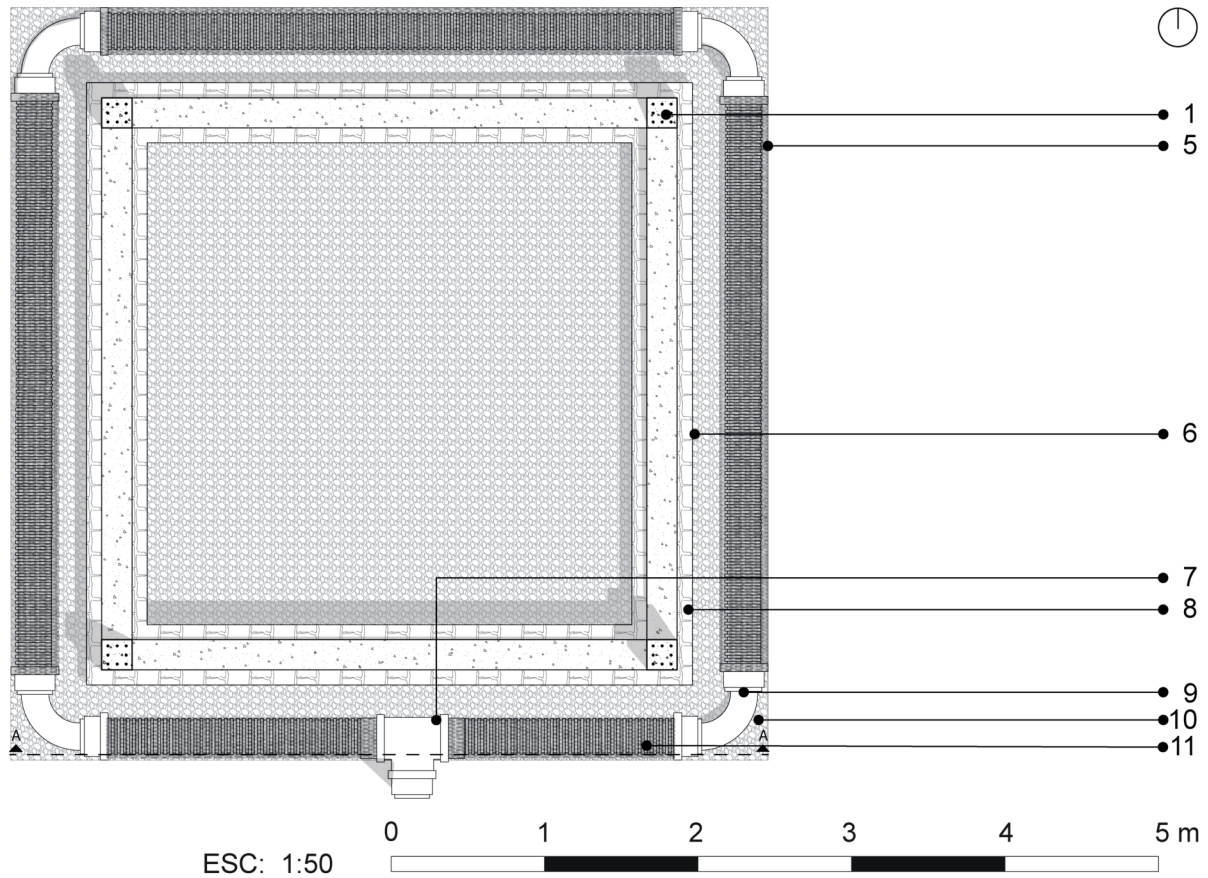


1. Hormigón de columnas y vigas de amarre 210 kgf/cm<sup>2</sup>.
2. Suelo natural filtrante.
3. Arena fina de granulometría pasante por malla No. 4 o de 4.75 mm.
4. Grava granulometría 3/4, d= 19 mm.
5. Malla geotextil de polipropileno con secciones de mm=0,2.
6. Impermeabilizante de pintura asfáltica.
7. Conexión tubería triple bifurcación de PVC - policloruro de vinilo.
8. Muro corrido de piedra - canto rodado d= 15-20cm.
9. Codo PUSH de PVC - policloruro de vinilo 90°, e= 5 mm, presión nominal de 150 psi (N. ASTM).
10. Replantillo de hormigón e= 10cm.
11. Tubería corrugada de PVC d= 331 mm.
12. Capa de concreto de 2-3 cm, forma trapezoidal.

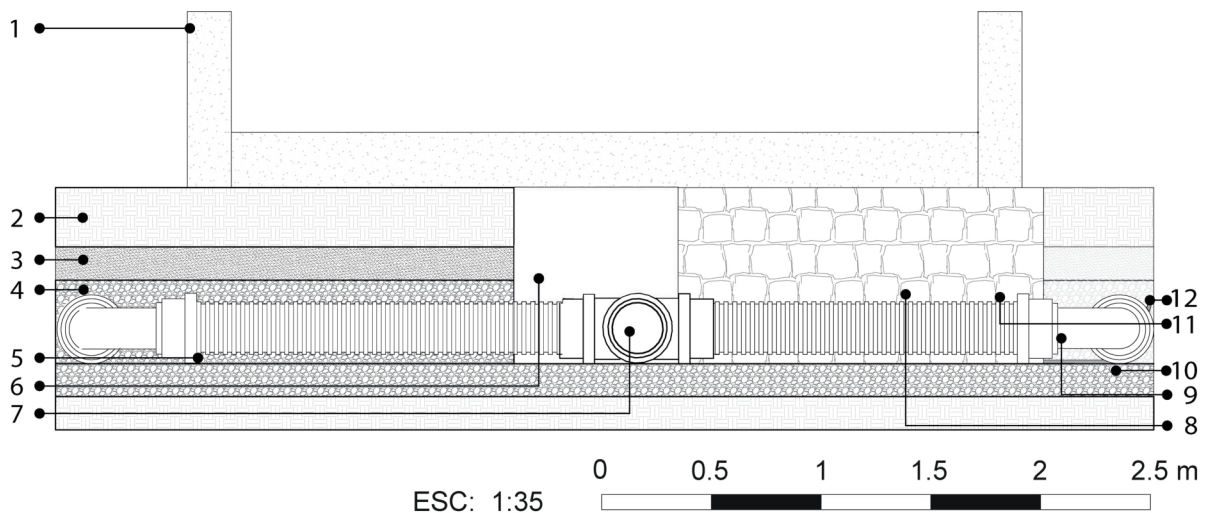
## • CONSIDERACIONES

Es una solución aplicada antes de la construcción, ya sea como proceso definitivo o temporal, que resuelve problemas de humedad causados por el nivel freático en el terreno donde se implanta la futura instalación.

## • PLANTA DRENAJE PERIMETRAL



## • SECCIÓN A-A DRENAJE PERIMETRAL



# DRENAJE PARALELO

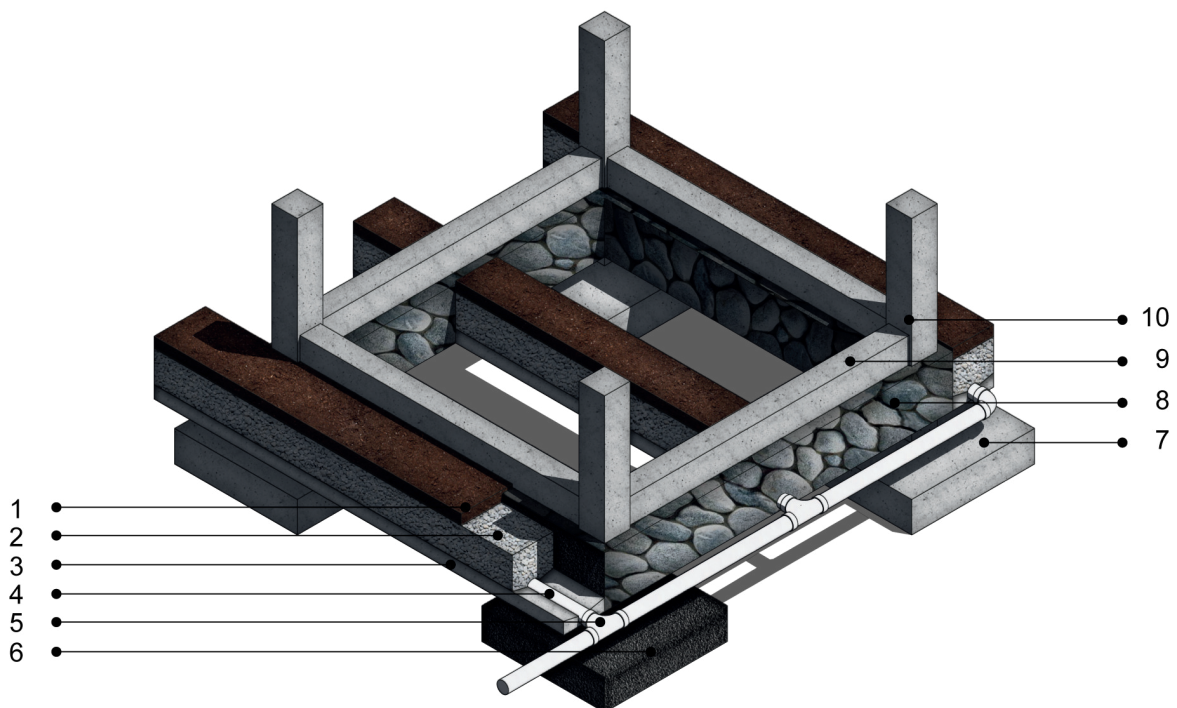
## Método Constructivo.

- Realizar un estudio del terreno, en el cual se evalúa el tipo de suelo y el nivel freático.
- Seguido se procede al diseño del sistema de drenaje que incluye cálculos detallados para garantizar la adecuada eliminación de la humedad del suelo, considerando aspectos como la capacidad de infiltración, la permeabilidad del suelo y el caudal de agua a drenar.
- Una vez finalizado el diseño, el proceso constructivo en obra comienza con la limpieza del terreno. Esta etapa implica la remoción de maleza, basura y cualquier otro tipo de desecho que pueda interferir con la construcción.
- Seguidamente, se realiza el replanteo del terreno, marcando las guías que definen el trazado del drenaje paralelo. Estas guías son fundamentales para asegurar la precisión en la excavación posterior.
- La excavación se lleva a cabo hasta alcanzar la profundidad especificada en el diseño. Al concluir la excavación, se procede a la compactación del suelo, utilizando maquinaria adecuada para garantizar una base estable y homogénea para el sistema de drenaje.
- Sobre la superficie compactada, se coloca un geotextil, dejando un excedente en los bordes que sirve posteriormente para cubrir el material granular del sistema de drenaje.
- A continuación, se vierte una capa de hormigón simple que sirve como base para la tubería de drenaje. Esta capa de hormigón proporciona una superficie sólida y uniforme para la instalación de la tubería, además de ayudar a distribuir las cargas de manera uniforme.
- La instalación de la tubería de drenaje se realiza siguiendo el diseño previamente establecido, asegurando que todas las conexiones estén perfectamente selladas para evitar fugas. Además, se verifica que las tuberías tengan la pendiente adecuada para permitir un flujo eficiente del agua.
- Una vez instalada la tubería, se añade material granular, generalmente grava de  $\frac{3}{4}$ ", sobre la misma.
- El excedente del geotextil se utiliza para cubrir la grava, evitando que la tierra y los escombros penetren en el sistema de drenaje y lo obstruyan.
- Posteriormente, se procede a rellenar con tierra sobre el geotextil hasta alcanzar el nivel del suelo circundante.
- Finalmente, el sistema de drenaje se conecta a un sistema de desagüe, que puede incluir zanjas, colectores o sistemas de bombeo, según las necesidades del proyecto. Se verifica la correcta evacuación del agua, asegurando que el sistema funcione eficientemente y cumpla con los requerimientos de diseño (Gavilanes, 2020).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

El drenaje paralelo subsuperficial es una solución implementada antes de la construcción para gestionar el agua subterránea y mantener la integridad de los cimientos. Se instala de manera sencilla entre los cimientos mediante uniones ortogonales o rectas, y es común en zapatas aisladas, dados de cimentación y plintos

## • ISOMETRÍA DRENAJE PARALELO.



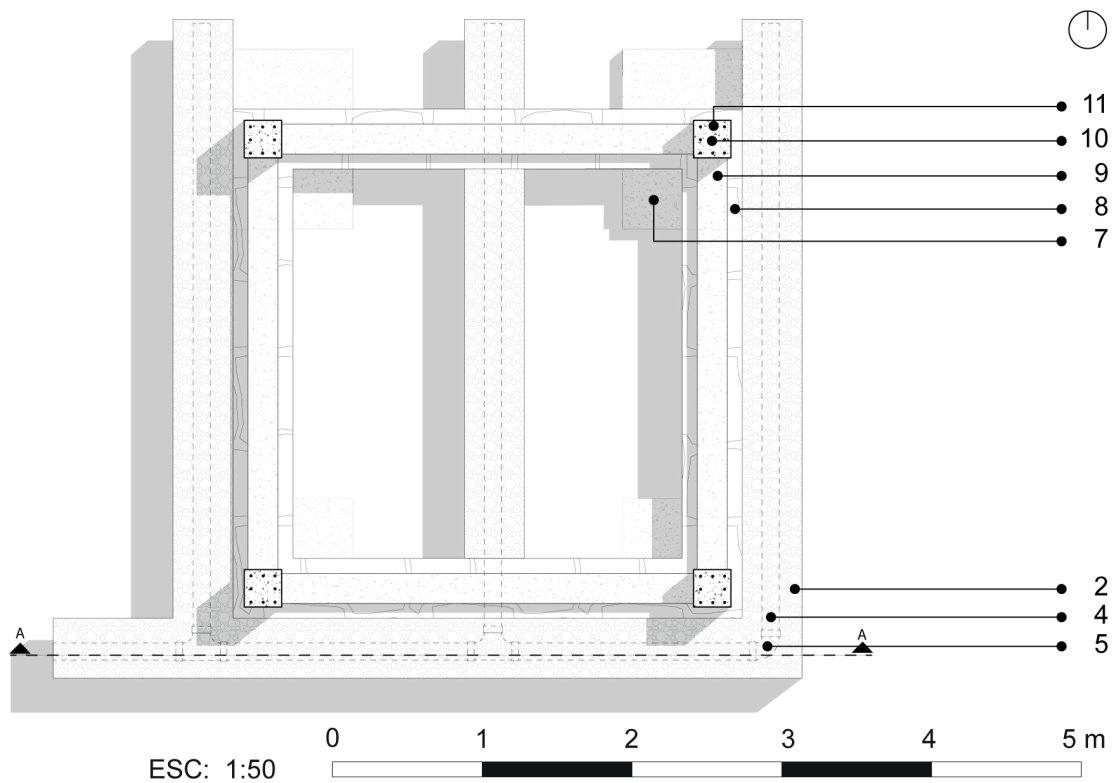
1. Tierra natural.
2. Material filtrantes grava  $\frac{3}{4}$ .
3. Base de tubería, hormigón 180 kgf.
4. Tubería PVC.
5. Conexión PVC.
6. Material impermeabilizante, lona asfáltica.
7. Fundición zapata, hormigón 210 kgf.
8. Muro corrido de piedra -  $b=0.40$ :  $h=0.50$ .
9. Fundición de viga de amarre, hormigón 210 kgf.
10. Fundición de columna, hormigón 210 kgf.
11. Armadura de columna, hierro corrugado  $e=12$  mm.



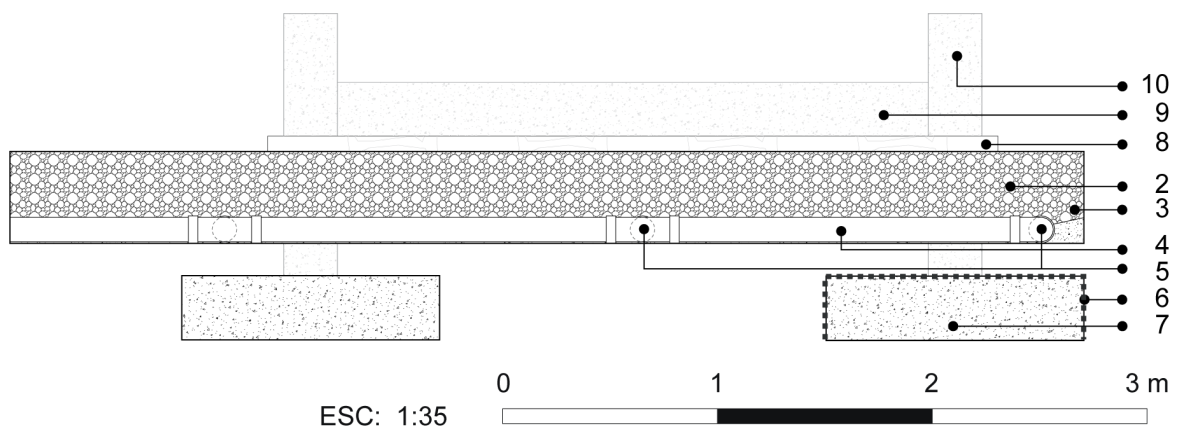
• **CONSIDERACIONES**

Es una solución aplicada antes de la construcción, ya sea como proceso definitivo o temporal, que resuelve problemas de humedad causados por el nivel freático y la filtración de agua en el terreno donde se realizará la futura instalación, de igual forma este sistema previene los problemas por capilaridad..

• **PLANTA DRENAJE PARALELO**



• **SECCIÓN A-A, DRENAJE PARALELO**



# DRENAJE ESPINA DE PESCADO

## Método Constructivo.

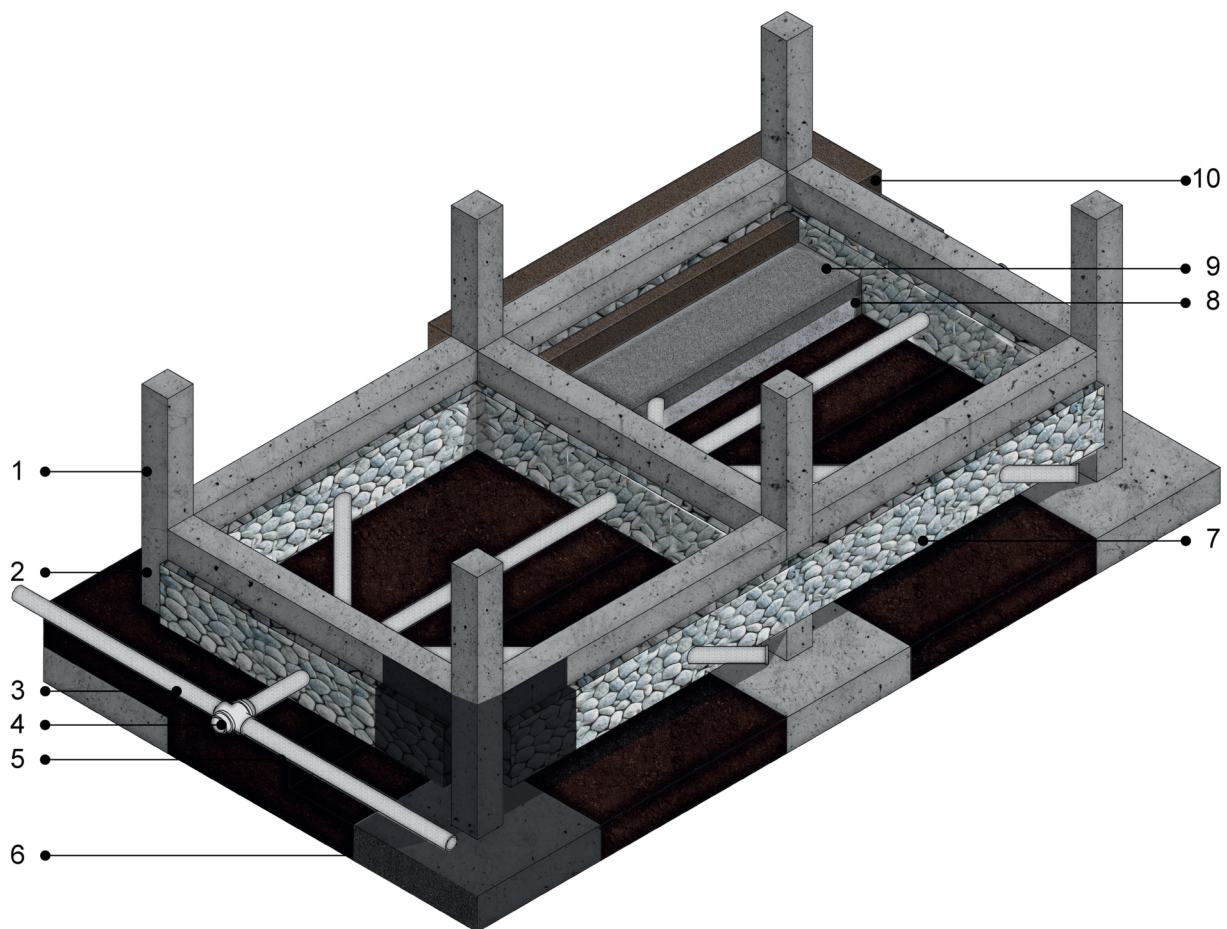
- Realizar el análisis topográfico del terreno, para seleccionar las zonas con mayor porcentaje de humedad fuera y dentro de la construcción.
- Posteriormente, se realiza el replanteo para determinar la ubicación del sistema de drenaje, el cual se coloca entre los espacios de los cimientos. Este sistema de drenaje se compone de tres categorías de tuberías: una red principal que se ubica fuera del perímetro de los cimientos, una red secundaria que va entre los cimientos y una terciaria que consiste en drenes a 45 grados intercalados entre los espacios horizontales de la cimentación.
- Una vez que se ha dibujado la ubicación del sistema de drenaje, se procede a iniciar la excavación de las zanjas. Durante este proceso, se asegura un ancho adecuado según el diseño de captación y se considera la pendiente necesaria para el flujo hacia los puntos de revisión y desfogue.
- Luego de la excavación, se compacta el fondo de la zanja para colocar una capa impermeabilizante ya sea líquida o plástica en toda la superficie de la construcción que tenga contacto directo con la humedad del suelo.
- Con el impermeabilizante asegurado agregar una capa de hormigón en la base, con un espesor de 5 a 10 cm. Cabe destacar que otra opción es utilizar arena, la cual crea un sistema de amortiguación para el drenaje.
- Con el hormigón seco, se coloca la malla geotextil dejando un excedente en los bordes que sirve posteriormente para cubrir el material granular del sistema de drenaje.
- Colocar la tubería lisa o corrugada y crear la red de canalización de drenaje. Por otra parte, se destaca que el diámetro de la tubería en este tipo de sistema es de 8 a 10 pulgadas
- Después de crear el sistema de tuberías y colocar la malla geotextil, se añade una capa de relleno de grava con una mayor granulometría que la de la cama inicial. Esta capa debe sobrepasar el dren en al menos 0.10 a 0.15 metros.
- Para el armado del material filtrante del drenaje, se coloca una capa de relleno de arena fina que sobrepasa la capa anterior de grava en 0.20 a 0.30 metros.
- Finalmente, se rellena la zanja con el material deseado para construir los cimientos, incluyendo las vigas de amarre necesarias. Posteriormente, se procede a la construcción del entrepiso del proyecto sobre esta base sólida (Gavilanes, 2020).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

Es una solución aplicada antes de la construcción, se destaca por ser considerado un proceso definitivo que va entre los cimientos (Navarro, 2017). Es comúnmente utilizado en zapatas aisladas, dados y plintos, se encarga de canalizar el agua subterránea cercana a la estructura de la construcción disminuyendo la posibilidad de erosión en los materiales constructivos, su principal característica es contar con tres conexiones de redes siendo estas las siguientes:

- Red principal: Es la conexión principal para el desfogue de agua canalizada.
- Red secundaria: Es aquella tubería de disposición centralizada entre los espacios de los cimientos, normalmente es colocada en el lado más largo de la obra.
- Red terciaria: Son las distribuciones con tuberías a 45°, su trabajo principal es canalizar el agua para llevarla a la red secundaria y finalizar en la red principal (Gavilanes, 2020).

## • ISOMETRÍA DRENAJE ESPINA DE PESCADO

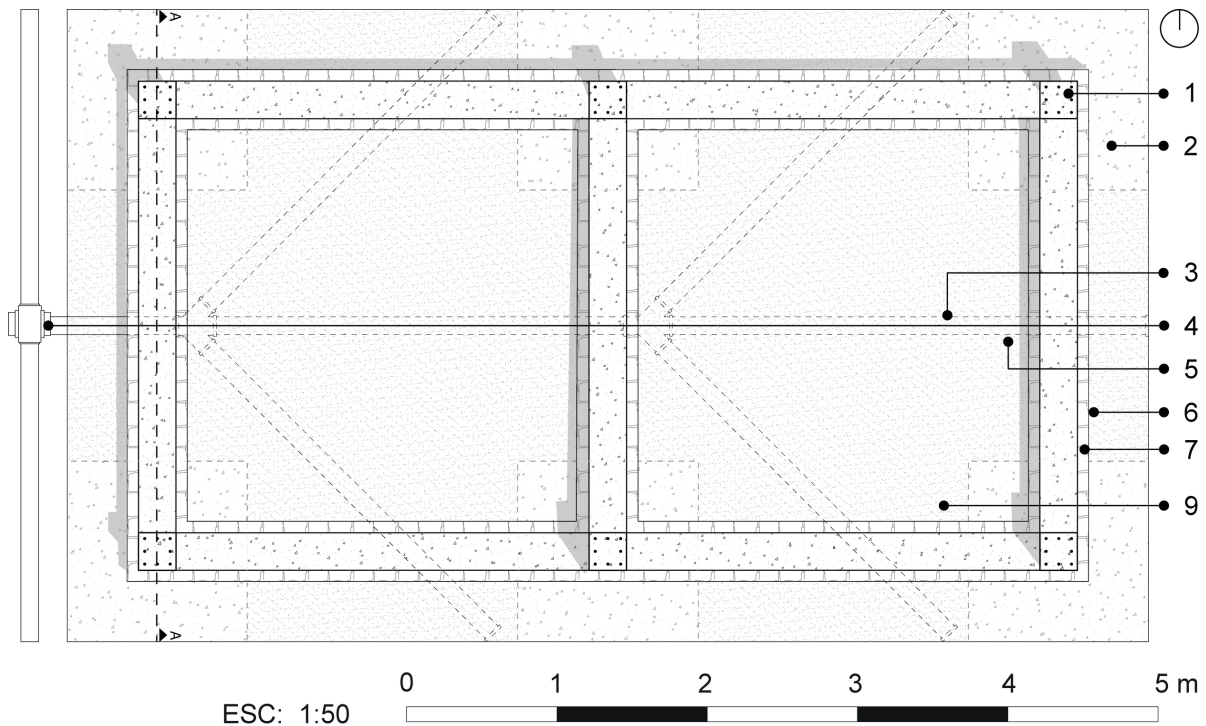


1. Hormigón en columnas y vigas de amarre de 210 kgf/cm<sup>2</sup>.
2. Suelo natural filtrante.
3. Tubería lisa de PVC - policloruro de vinilo, con perforaciones de diámetro 2 mm, d= de tubería 24 cm, e= 5 mm.
4. Conexión de PVC - policloruro de vinilo 90°, 4 empalmes.
5. Malla geotextil de polipropileno con secciones de mm=0,2.
6. Impermeabilizante de pintura asfáltica.
7. Muro corrido de piedra - canto rodado d= 15-20 cm.
8. Replanteo de hormigón simple de 140 kg/cm<sup>2</sup>.
9. Grava granulometría 3/4, d= 19 mm.
10. Arena fina de granulometría pasante por malla No. 4 o de 4.75 mm.

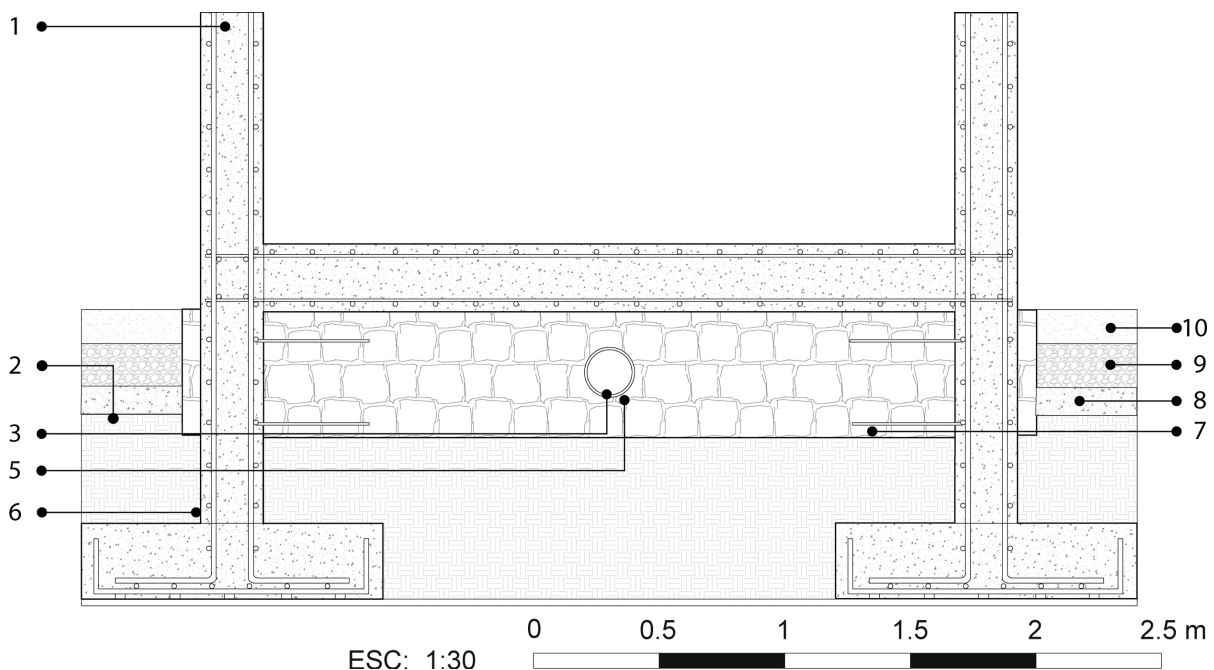
## • CONSIDERACIONES

La disposición de este sistema suele utilizarse en terrenos de construcción pareada, siendo una de las más eficaces para recolectar agua de distintos espacios. Ubicado entre los cimientos, puede instalarse a nivel de la base de la cadena de amarre. Aunque es posible que atraviese el muro de piedra, se recomienda evitarlo para asegurar su efectividad y durabilidad.

## • PLANTA DRENAJE ESPINA DE PESCADO



## • SECCIÓN A-A DRENAJE ESPINA DE PESCADO



# DRENAJE CON GEOTEXTIL

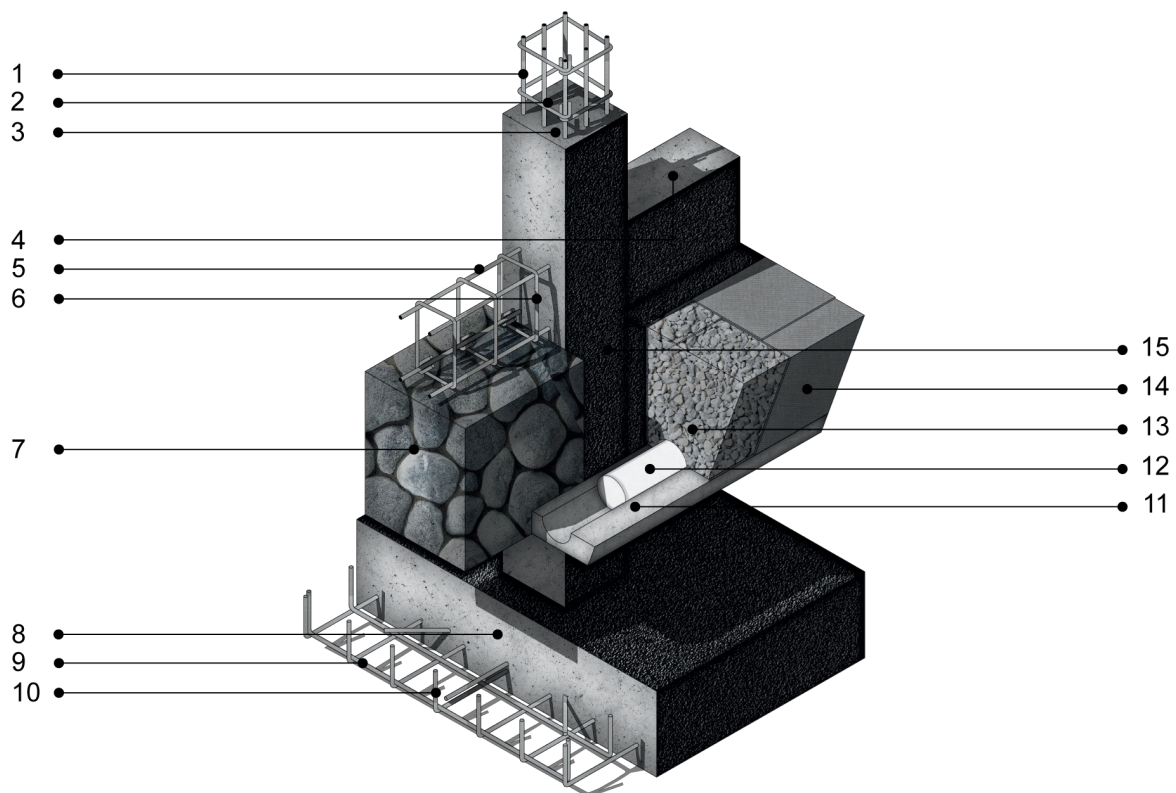
## Método Constructivo.

- El proceso constructivo del sistema de drenaje en terrenos con niveles freáticos elevados comienza con la evaluación detallada del terreno. Se lleva a cabo un estudio geotécnico para determinar las características del suelo, el nivel freático y la topografía del sitio. Este análisis permite identificar áreas con mayor retención de agua y potenciales problemas de infiltración, obteniendo información sobre la permeabilidad del suelo, la capacidad de drenaje y las características hidrogeológicas.
- En base a los resultados del estudio, se diseña el sistema de drenaje, seleccionando el tipo adecuado de geotextil y otros materiales, como tuberías perforadas y agregados granulares. Se calculan las dimensiones de las zanjas, la pendiente necesaria y la capacidad de las tuberías para manejar el volumen de agua.
- La preparación del terreno implica limpiar el área de trabajo, eliminando materiales sueltos, escombros y vegetación que puedan interferir con la construcción del sistema de drenaje. Luego, se excavan zanjas conforme al diseño establecido, garantizando que tengan la profundidad y pendiente adecuadas para facilitar el flujo de agua hacia los puntos de desagüe.
- En el fondo de la zanja se coloca una base de agregado granular de  $\frac{3}{8}$ " o una capa de hormigón de limpieza, que proporciona una superficie estable para la instalación de las tuberías de drenaje. Se verifica que la pendiente de la base sea correcta para facilitar el flujo de agua, conectando las tuberías a un sistema de desagüe o sumidero adecuado.
- A continuación, se despliega el geotextil en el fondo y los lados de las zanjas, extendiéndolo más allá de los bordes para permitir su posterior pliegue y cubrimiento. Las uniones del geotextil se solapan al menos 30 cm para asegurar la continuidad y evitar la entrada de partículas finas. Se coloca una capa de material granular, como grava o piedra triturada, sobre el geotextil y las tuberías de drenaje. Este material se compacta adecuadamente para mantener su posición y funcionalidad. El geotextil se pliega sobre la capa superior de material granular, creando una barrera que previene la entrada de tierra y escombros en el sistema de drenaje.
- Posteriormente, se rellena la zanja con el material de excavación o un material adecuado, compactándolo correctamente para evitar asentamientos futuros y asegurar la estabilidad del terreno coincidiendo con el nivel del suelo circundante, garantizando una superficie uniforme.
- Finalmente, es necesario realizar una limpieza final del área de trabajo, asegurando que el sitio quede ordenado y retirando cualquier material sobrante. Se inspecciona el sistema de drenaje para asegurar que todas las conexiones estén correctamente selladas y que el flujo de agua sea eficiente, sin obstrucciones ni puntos de acumulación. Este proceso detallado garantiza que el sistema de drenaje funcione de manera eficiente, protegiendo las estructuras futuras de problemas de humedad y asegurando la estabilidad del terreno en áreas con niveles freáticos elevados (Gavilanes, 2020).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

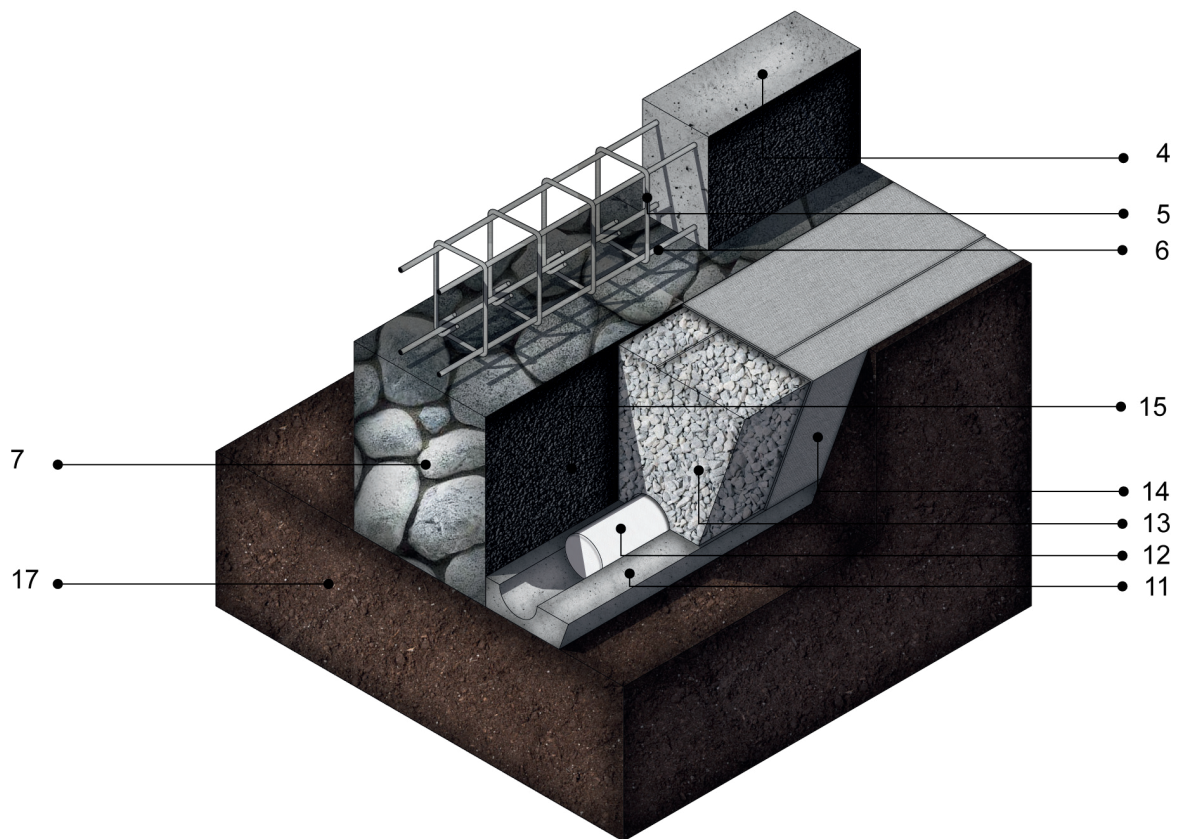
El drenaje con geotextil se utiliza tanto en la fase de construcción como en la fase posterior a la construcción para mejorar la gestión del agua en el suelo. Este sistema ayuda a reducir el porcentaje de humedad del suelo y la cantidad de agua en el sustrato producidos por el nivel freático o filtraciones, lo que permite resguardar la integridad de la construcción.

## • ISOMETRÍA DRENAJE CON GEOTEXTIL EN ZAPATA AISLADA



- |   |  |
|---|--|
| 1. Armado de columna, hierro corrugado, e=12mm.               | 15. Material impermeabilizante, lona asfáltica.              |
| 2. Armado de columna, hierro corrugado, e=10mm.               | 16. Hormigón de limpieza 180 kgf, e=5cm.                     |
| 3. Fundición de columna, hormigón armado 210 kgf.             | 17. Tierra natural.  |
| 4. Fundición de viga de cimentación, hormigón armado 210 kgf. | 18. Fundición de suelo exterior, e=10cm.                     |
| 5. Armado de viga de cimentación, hierro corrugado, e=12mm.   | 19. Agregado fino.   |
| 6. Armado de viga de cimentación, hierro corrugado, e=10mm.   | 20. Mortero para piso.                                       |
| 7. Muro corrido de piedra, b=0.40: h=0.50.                    | 21. Armado de contrapiso superior, hierro corrugado, e=12mm. |
| 8. Fundición de zapata, hormigón armado 210 kgf.              | 22. Armado de contrapiso inferior, hierro corrugado, e=12mm. |
| 9. Armado de zapata superior, hierro corrugado, e=12 mm.      | 23. Fundición de contrapiso.                                 |
| 10. Armado de zapata inferior, hierro corrugado, e=12 mm.     | 24. Impermeabilizante.                                       |
| 11. Base de tubería, hormigón 180 kgf.                        | 25. Relleno de material granular, ripio de 3/4.              |
| 12. Tubería PVC.  | 26. Relleno de material granular, piedra canto rodado.       |
| 13. Grava ¾.  | 27. Acabado interior de muro.                                |
| 14. Geotextil.  | 28. Muro de ladrillo.  |
|   | 29. Acabado exterior de muro.                                |

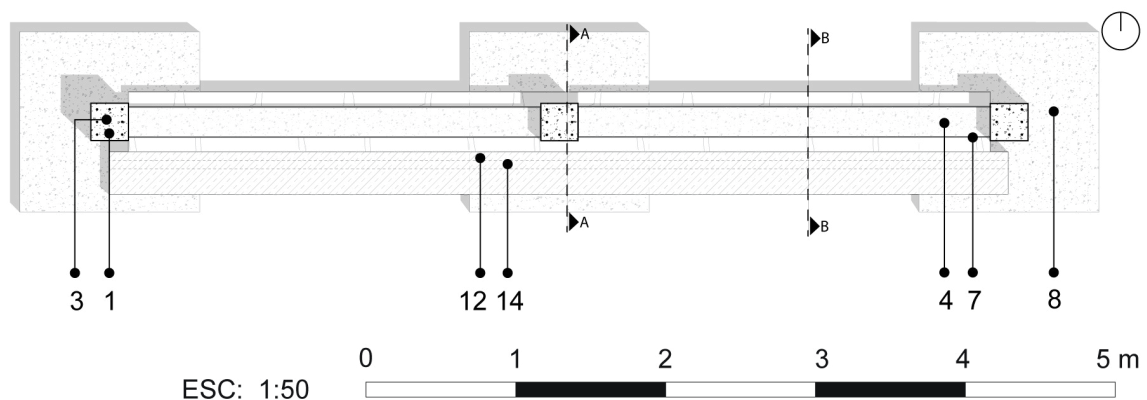
• ISOMETRÍA DRENAJE CON GEOTEXTIL EN CIMENTACIÓN CORRIDA



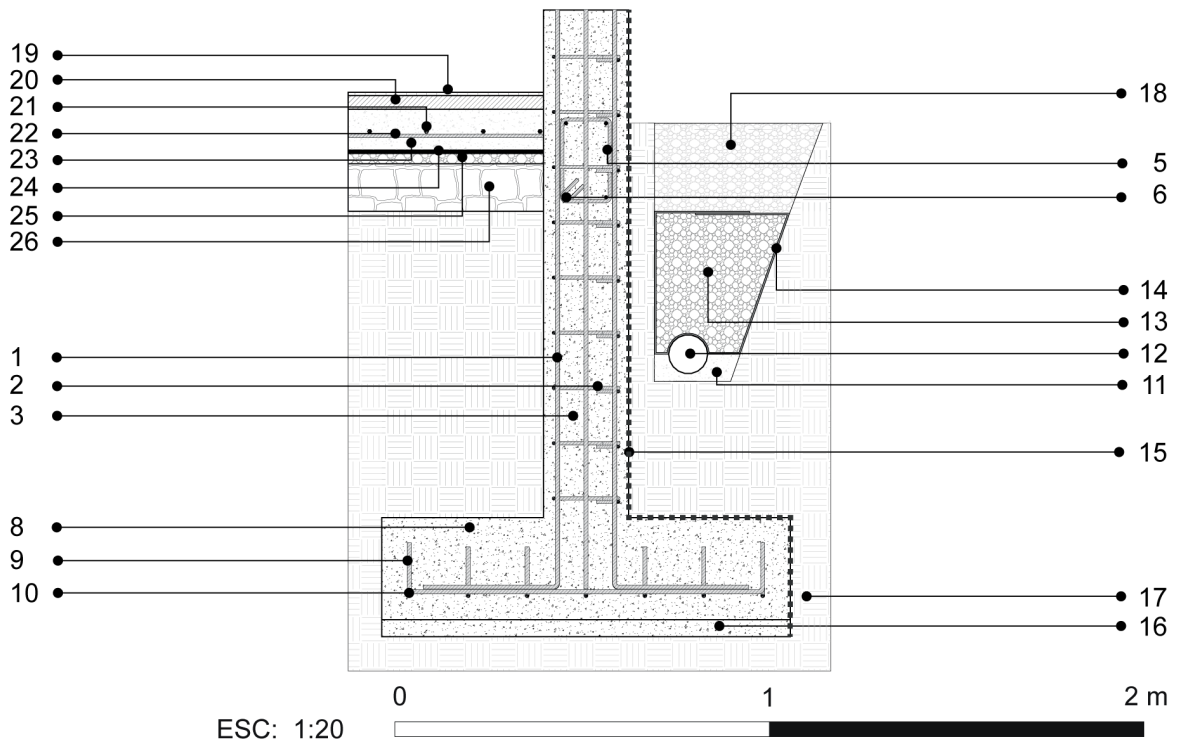
• CONSIDERACIONES

Es una solución implementada antes de la construcción que envuelve la cimentación, impidiendo las afecciones causadas por la humedad proveniente del suelo. Este sistema puede variar según los materiales utilizados, lo que permite ajustar tanto los costos como la efectividad.

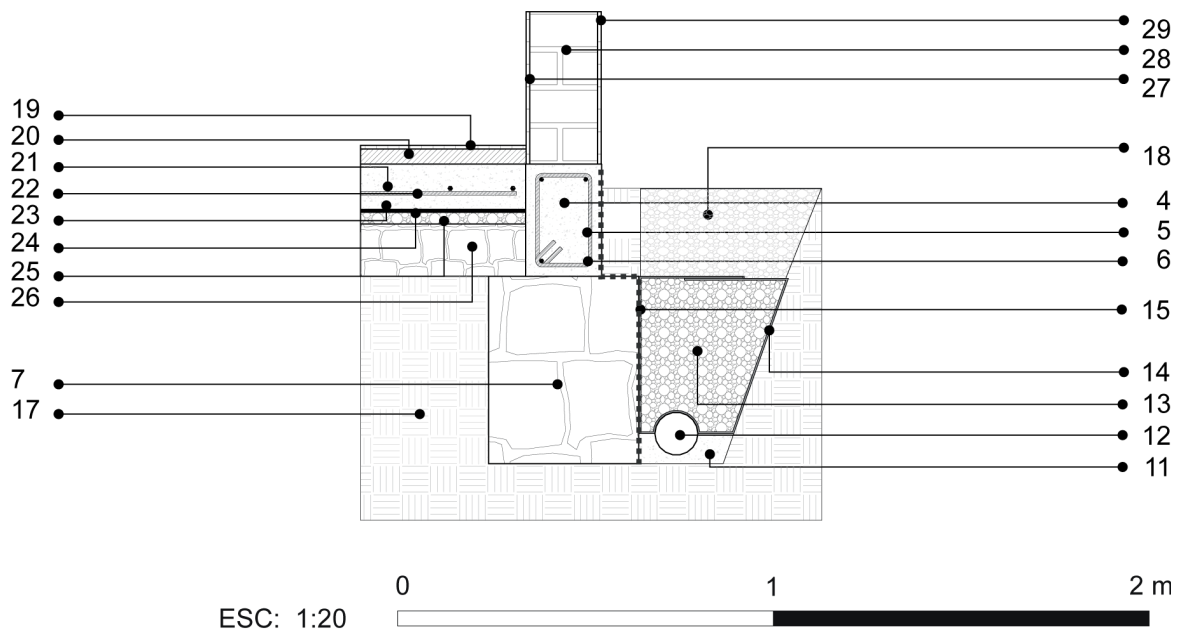
• PLANTA



• SECCIÓN A-A



• SECCIÓN B-B



Para los cálculos, se toma como referencia una cimentación con el nivel freático a 1.10 m de profundidad, con un ancho de zanja para el dren de 0,40 m y un largo de 1 m.

Especificación de espesores de materiales:

- Replanteo de hormigón simple  $e = 0.10\text{m}$ .
- Cama de grava  $3/4$   $e = 0.50\text{m}$ .
- Cama de arena espesor  $e = 0.20\text{ m}$

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DRENAJE PERIMETRAL, PARALELO, ESPINA DE PESCADO Y DRENAJE CON GEOTEXTIL					
ITEM.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Desbroce y limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	0.6	6.33	3.8
2	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	0.6	3.4	2.04
3	Excavación de zanjas	m <sup>3</sup>	0.44	4.45	1.96
4	Compactación y nivelación	m <sup>2</sup>	0.4	0.72	0.29
5	Impermeabilizante en lámina	m <sup>2</sup>	1.6	4.64	7.42
6	Replanteo de hormigón simple 140 kg/cm <sup>2</sup>	H/m <sup>3</sup>	0.04	116.29	4.65
7	Tubería corrugada 331 mm	Ml	1	13.32	13.32
8	Geotextil	m <sup>2</sup>	2.3	6.72	15.45
9	Cama de grava $3/4$	m <sup>3</sup>	0.2	27.91	5.58
10	Cama de arena fina	m <sup>3</sup>	0.08	13.75	1.1
11	Relleno de zanja	m <sup>3</sup>	0.12	6.38	0.77
12	Desalojo de materiales hasta 8km, incluye transporte y cargado manual	m <sup>3</sup>	0.44	9.61	4.23
1	Desbroce y limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	0.6	6.33	3.8
PRECIO					60.61
VALORES Y ACCESORIOS VARIABLES				20%	12.121
VALOR TOTAL POR M <sup>2</sup>					\$72.73

• **NOTA:**

Todos los valores económicos incluyen mano de obra y material, el costo total puede variar con los distintos agregados descritos en la sección 2 de este capítulo y con la profundidad a la que se encuentre el nivel freático.

# MURO PANTALLA

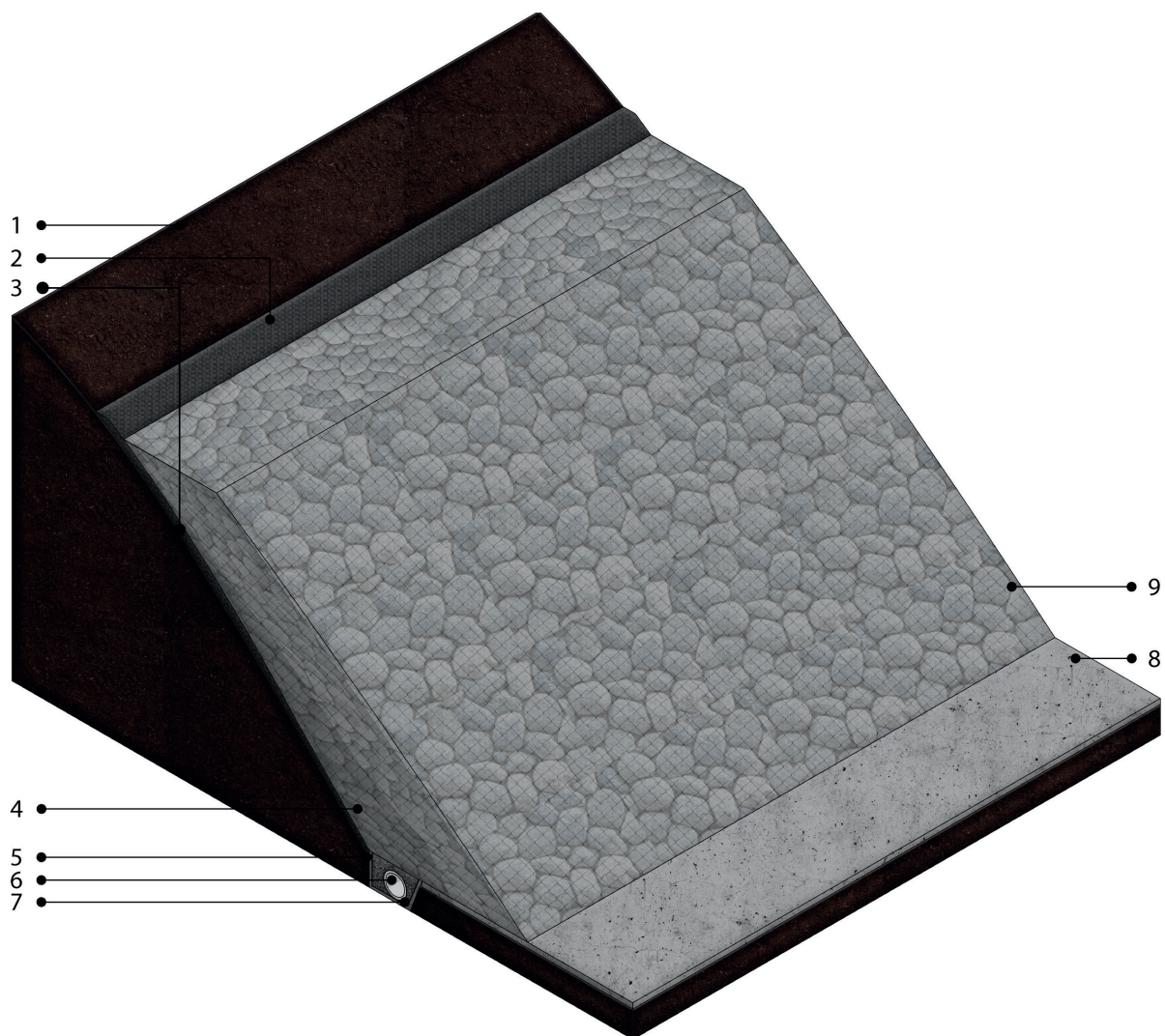
## Método Constructivo.

- Para iniciar se debe compactar y nivelar la superficie a cubrir.
- Una vez realizada la compactación y limpieza de la superficie se procede a generar el canal que se encontrará bajo el muro pantalla, ubicado en la parte baja de la pendiente o en el medio de la excavación. La zanja suele ser de forma trapezoidal para facilitar una recolección canalizada hacia el drenaje, y generalmente tiene una profundidad de 0.25 a 0.40 m. Este canal puede ser revestido con concreto para formar una carcasa resistente (puede incluir malla de refuerzo o no).
- Para crear una capa protectora se coloca una capa de geotextil en toda la superficie que estará en contacto con el muro pantalla, suele estar sujeta con clavos en la superficie como método preventivo.
- Una vez asegurada la malla, se procede a colocar una capa de grava gruesa con granulometría entre 20 a 40 mm y un grosor de 10 cm, siendo esta la base para colocar el dren futuro, evitando así el contacto directo con el suelo, ya que este puede erosionar y taponar la tubería perforada.
- Se procede a colocar la tubería perforada en el canal. Esta puede ir envuelta con una malla geotextil para evitar taponamientos en las perforaciones o puede instalarse sin la malla, pero con la condición de que la capa de relleno o recubrimiento tenga una granulometría mayor a las perforaciones de la tubería.
- Posteriormente, se tapa el canal con grava de granulometría más gruesa que las perforaciones del tubo hasta el nivel 0 o de cadena de amarre..
- Una vez realizado el drenaje, se coloca una capa de piedra de canto rodado combinado con aristas vivas y una malla hexagonal, simulando un muro de gaviones.
- Como proceso preventivo se sugiere instalar armaduras de refuerzo verticalmente en la excavación, vinculadas con el refuerzo horizontal en la parte superior del muro, sin embargo este puede ser retenido con amarres de alambre número 18 entre cada canastilla que conforma la estructura del muro pantalla.
- En este tipo de estructura no es recomendable generar una capa de concreto entre los espacios, ya que se busca una filtración completa evitando el desplazamiento superficial del agua hacia la parte baja del muro, ya que este podría crear una saturación del espacio posterior de la construcción a proteger.
- Por último, para proteger el muro contra la erosión y agentes externos, se pueden aplicar recubrimientos especiales o sistemas de impermeabilización según las necesidades del proyecto, sin embargo es recomendable dejarlo descubierto para un desfogue total al interior del muro donde se ubica el sistema de canalización (Peck et al, 2009).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

Esta solución se aplica tanto antes como después de la construcción, y se considera de carácter superficial y como método definitivo. Se utiliza especialmente en topografías con grandes pendientes o taludes. Su propósito consiste en evitar que la humedad, proveniente del nivel freático y la gravedad en la topografía, llegue a la base de la zona de construcción. De este modo, su función principal es prevenir problemas de humedad por capilaridad y nivel freático, contribuyendo a la integridad y durabilidad de la estructura (Peck et al, 2009).

## • ISOMETRÍA MURO PANTALLA

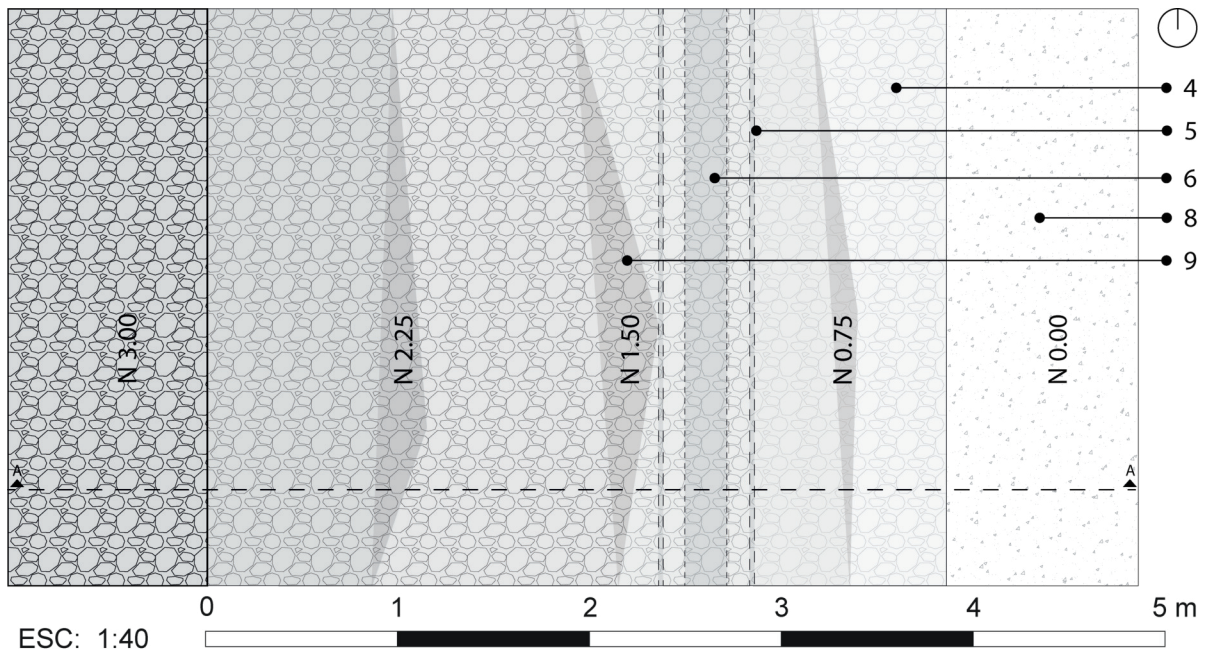


1. Suelo natural filtrante.
2. Capa de concreto fino  $e=2$  cm.
3. Doble malla geotextil de polipropileno. con secciones de  $mm=0,2$ .
4. Muro de gaviones con canto rodado y aristas vivas con granulometría de 15 a 20 cm.
5. Canal de hormigón  $140$  kgf/cm<sup>2</sup>,  $e=5$  cm.
6. Tubería lisa de PVC - policloruro de vinilo, con perforaciones de diámetro  $2$  mm,  $d=$  de tubería  $24$  cm,  $e=5$  mm.
7. Replanteo de hormigón  $140$  kg/cm<sup>2</sup>.
8. Vereda de concreto  $e=5$  cm.
9. Malla hexagonal galvanizada de alambre No. 18.

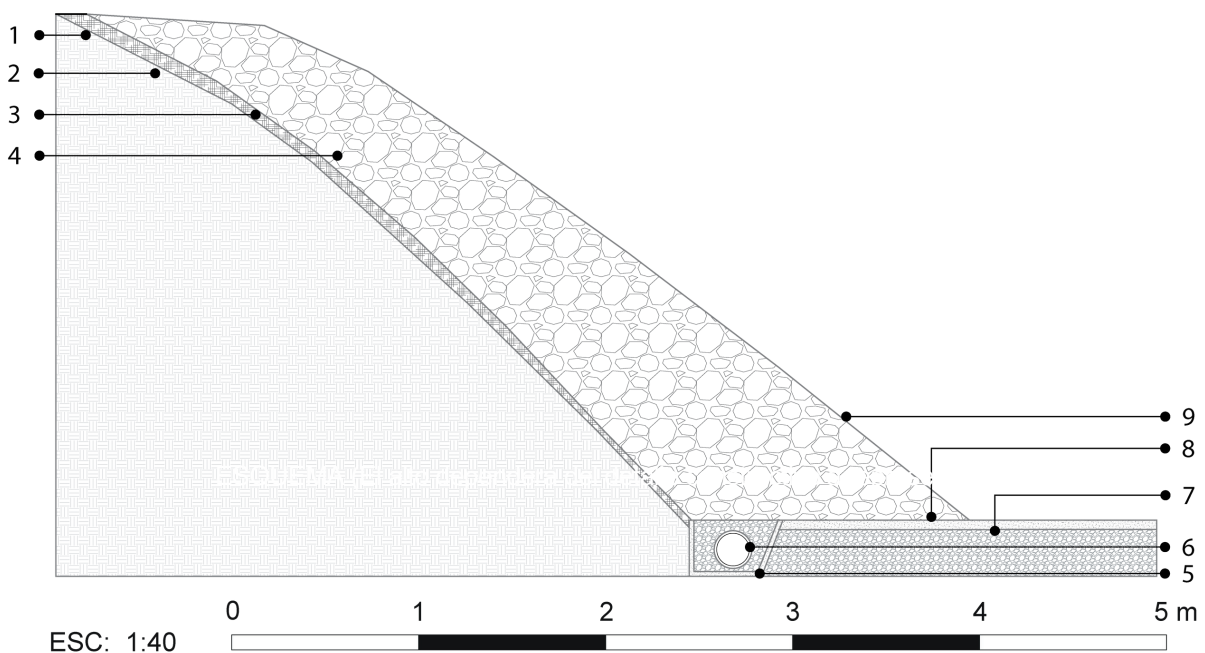
## • CONSIDERACIONES

Esta estrategia se utiliza comúnmente para evitar deslizamientos de tierra provocados por la saturación en el terreno o talud. Sirve como método drenante, siempre y cuando cuente con un canal de recolección y desfogue del agua acumulada desde la superficie. Es importante destacar que, al ser similar a la construcción de muros de gaviones, este sistema tiende a ocupar mucho espacio en el terreno.

## • PLANTA MURO PANTALLA



## • SECCIÓN A-A MURO PANTALLA



Para los cálculos, se toma como referencia un muro pantalla ubicado en un talud de 1.40 m de profundidad, con un ancho de zanja para el dren de 0,40 m y un largo de 1 m.

Especificación de espesores de materiales:

- Capa de mortero e= 0.05m.
- Capa replantillo de hormigón 140 kg/cm<sup>2</sup> e= 10 cm.
- Cama de grava 3/4 e= 0.30m.
- Cama de arena espesor e= 0.20 m

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MURO PANTALLA					
ITEM.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Desbroce y limpieza del terreno	m <sup>2</sup>	1	6.33	6.33
2	Replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	1	3.4	3.4
3	Excavación de talud y zanja	m <sup>3</sup>	1.4	4.45	6.23
4	Compactación y nivelación	m <sup>2</sup>	1	0.72	0.72
5	Tubería corrugada 331 mm	Ml	1	13.32	13.32
6	Geotextil	m <sup>2</sup>	2.4	6.72	16.13
7	Mortero cemento: cementina : arena 1:1:4	m <sup>3</sup>	0.08	124.33	9.95
8	Replanteo de hormigón 140 kg/cm <sup>2</sup>	H/m <sup>3</sup>	0.04	116.29	4.65
9	Relleno de grava 3/4	m <sup>3</sup>	0.12	27.91	3.35
10	Muro de canto rodado con malla hexagonal	m <sup>3</sup>	0.5	53.52	26.76
PRECIO					86.1836
VALORES Y ACCESORIOS VARIABLES				20%	17.23672
VALOR TOTAL POR M2 DE INSTALACIÓN					103.42

• **NOTA:**

Todos los valores económicos incluyen mano de obra y material, el costo total puede variar con los distintos agregados descritos en la sección 2 de este capítulo y con la profundidad a la que se encuentre el nivel freático.

# MURO DE CONTENCIÓN

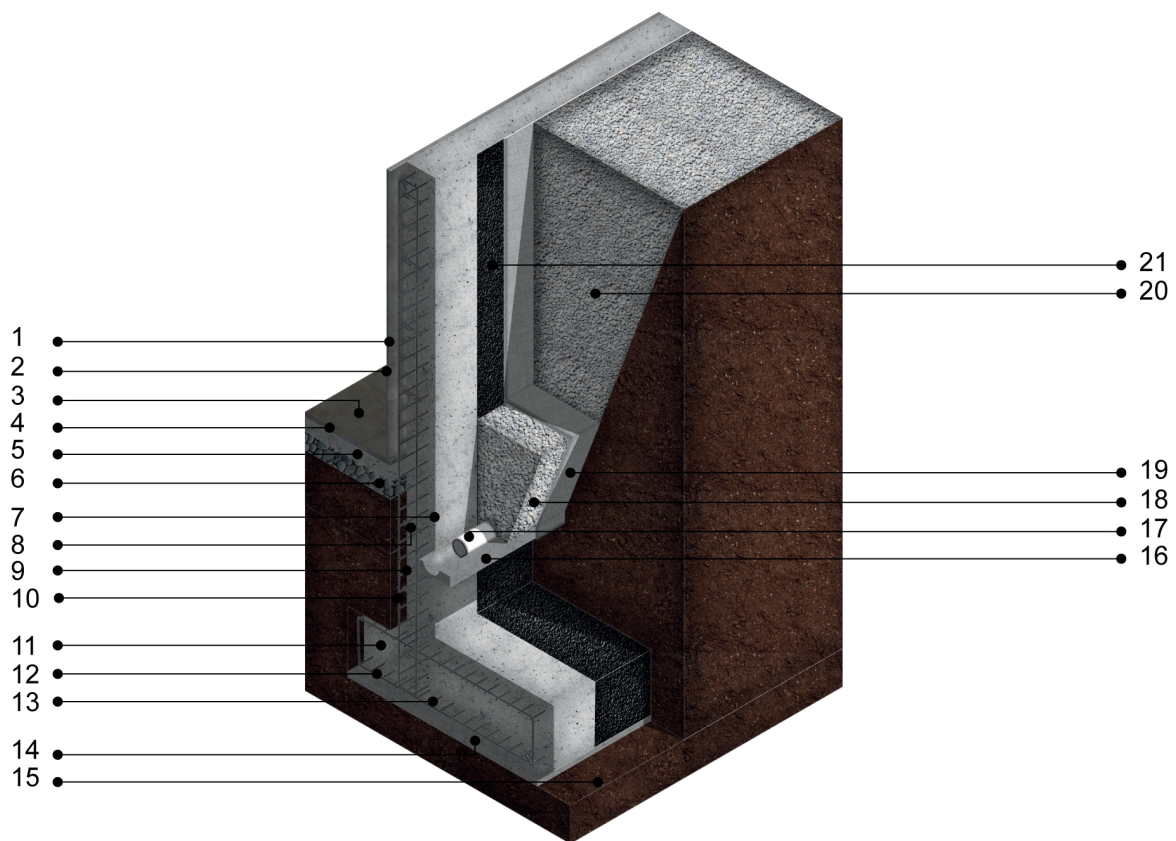
## Método Constructivo.

- En la parte posterior del muro de contención se dispone un material impermeabilizante con el objetivo de proteger la estructura del contacto directo con el suelo. En ocasiones, se utiliza una combinación de materiales impermeabilizantes para incrementar la protección y la durabilidad del muro frente a las filtraciones y la humedad del terreno circundante.
- Una vez que el muro de contención está adecuadamente protegido, se procede a la creación de un sistema de drenaje en su parte posterior. Este sistema tiene como propósito evacuar el agua acumulada detrás del muro, evitando la acumulación de presión hidrostática. Para ello, se coloca una capa de tierra natural de aproximadamente 40 cm de altura sobre la base del muro. No obstante, esta altura puede variar según los cálculos estructurales y las especificaciones del diseño.
- Sobre la capa de tierra natural se vierte una capa de hormigón, la cual actúa como soporte estructural para la tubería de PVC que se instala posteriormente. Este hormigón asegura la estabilidad de la tubería y garantiza que esta permanezca en su posición correcta durante el funcionamiento del sistema de drenaje.
- Una vez instalada la tubería de PVC, se procede a cubrirla con una malla de geotextil. Esta malla no solo envuelve la tubería, sino también la base de hormigón y los laterales de la zanja en la que se ubica el sistema de drenaje.
- Encima del geotextil, se deposita material granular gruesa, como grava de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, que mejora la capacidad de filtrado del sistema. Este material es luego envuelto con el excedente de la malla de geotextil, lo que asegura que se mantenga en su lugar y continúe protegiendo el sistema de drenaje.
- A continuación, se vierte sobre el geotextil una capa de material granular más fino, o bien, una mezcla de materiales con diferentes granulometrías. Esta disposición crea un sistema de filtrado eficiente.
- En el nivel superior, a ras del suelo, es recomendable aplicar una capa final que puede consistir en material sintético o material granulométrico. Esta capa ofrece un acabado estético. Paralelamente, ayuda a prevenir la erosión y garantiza un mejor rendimiento del drenaje a largo plazo
- Es esencial considerar la forma trapezoidal del drenaje, ya que esta configuración geométrica optimiza la capacidad del sistema para captar y dirigir una mayor cantidad de agua hacia la tubería. De esta manera, se minimiza el riesgo de que el agua se filtre por otros espacios hacia el muro de contención.

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

Se utiliza en la construcción de espacios deprimidos, o de contacto directo con suelo elevado, se realiza en la fase de construcción, para contrarrestar las fuerzas de empuje del suelo. Dado a que el nivel superior del suelo y la profundidad de la excavación para los cimientos, el nivel freático es elevado por lo que es necesario el uso de un sistema de drenaje que permita la correcta evacuación del agua subsuperficial.

## • ISOMETRÍA MURO DE CONTENCIÓN



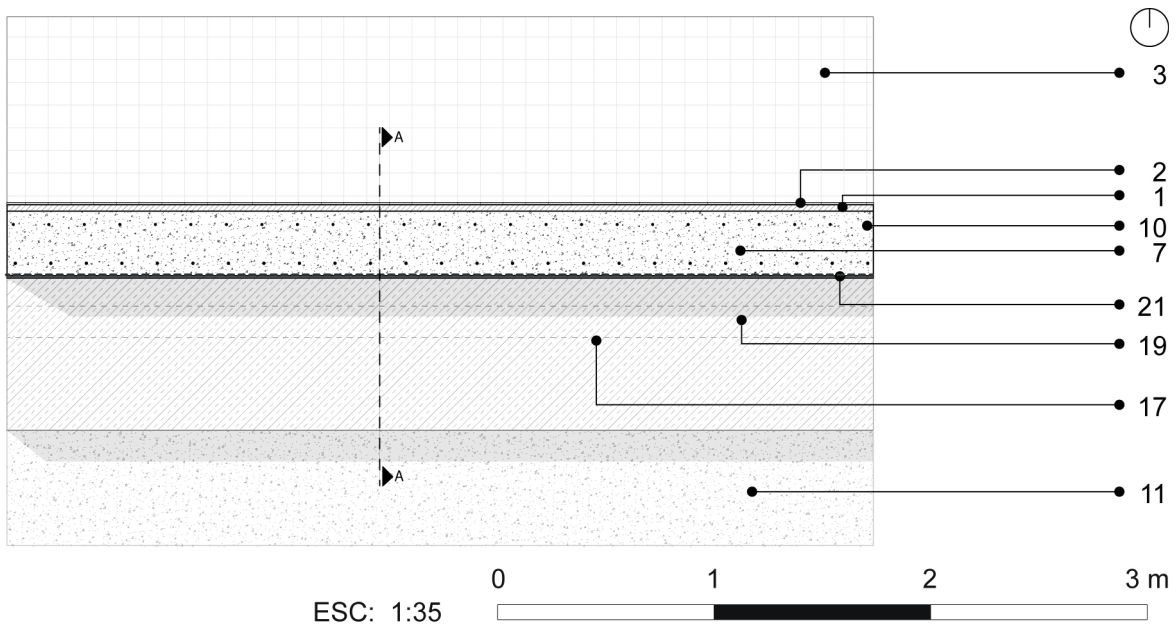
1. Mortero vertical, e=1.5cm.
2. Acabado de pared.
3. Acabado de piso.
4. Mortero para piso, e=1.5cm.
5. Fundición de contrapiso.
6. Relleno de material granular.
7. Fundición de muro corrido de hormigón armado 240 kgf.
8. Armado de muro corrido, hierro corrugado, e=10 mm.
9. Armado de muro corrido, hierro corrugado, e=12 mm.
10. Armado de muro corrido, hierro corrugado, e=14 mm.
11. Fundición base de muro corrido de hormigón armado 240 kgf.
12. Armado de base, inferior hierro corrugado, e=12 mm.

13. Armado de base, superior hierro corrugado, e=12 mm.
14. Hormigón de limpieza 180 kgf, e=5cm.
15. Tierra natural.
16. Base de tubería, hormigón simple 180 kgf.
17. Tubería PVC.
18. Grava  $\frac{3}{4}$ .
19. Geotextil.
20. Grava de menor tamaño.
21. Lamina asfáltica.
22. Fundición de cadena, hormigón de 240 kgf.
23. Armado de cadena, hierro corrugado, e=10mm.
24. Armado de cadena, hierro corrugado, e=10mm.
25. Muro corrido de piedra, b=0.40: h=0.50.

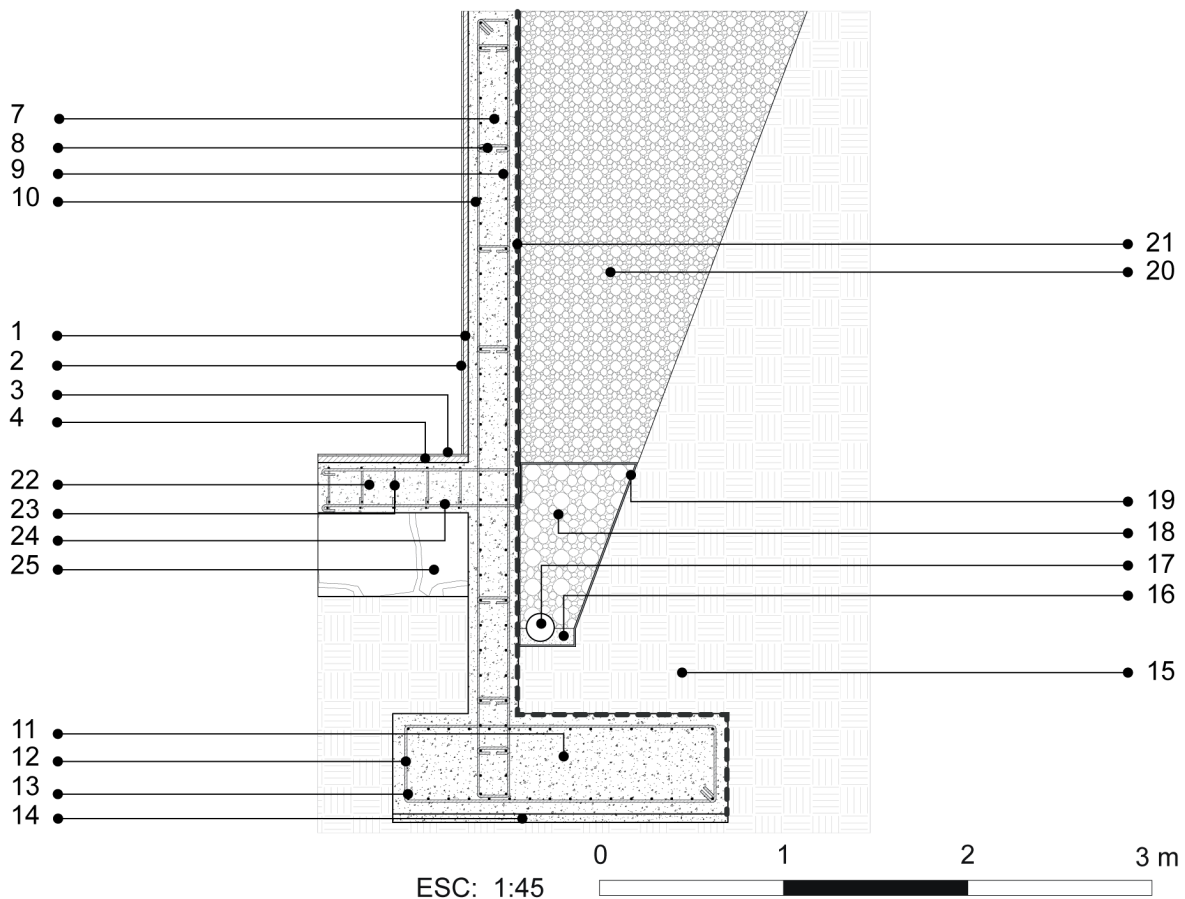
## • CONSIDERACIONES

El sistema de drenaje es una solución que se implementa conjuntamente con la construcción del muro de contención durante la fase inicial del proyecto. Esta solución debe llevarse a cabo considerando todas las especificaciones necesarias. Es imprescindible impermeabilizar la superficie donde se ubica el drenaje para prevenir problemas de humedad causados por la capilaridad de los materiales.

## • PLANTA MURO DE CONTENCIÓN



## • SECCIÓN A-A, MURO DE CONTENCIÓN



Para los cálculos se toma como referencia una cimentación con el nivel freático a 4.2 m de profundidad, con un ancho de base de 0.40 para la zanja, con un ancho de 1m en la parte superior un largo de 1 m.

Especificación de espesores de materiales:

- Relleno de material natural e=0.40m.
- Replanteo de hormigón simple e= 0.10m.
- Cama de grava 3/4 e= 1.20m.
- Cama de arena espesor e= 2.40m.
- Relleno de Zanja e=0.10m.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN					
ITEM.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Impermeabilizante en lámina	m2	6,60	4,64	30,62
2	Relleno de tierra natural	m3	0,16	6,38	10,208
3	Replanteo de hormigón simple 140 kg/cm2	H/m3	0,04	116,29	4,65
4	Tubería corrugada 331 mm	Ml	1,00	13,32	13,32
5	Geotextil	m2	6,15	6,72	41,33
6	Cama de grava 3/4	m3	0,60	27,91	16,75
7	Cama de arena fina	m3	1,92	13,75	26,40
8	Relleno de zanja	m3	0,09	6,38	0,57
9	Desalojo de materiales hasta 8km, incluye transporte y cargado manual	m3	3,20	9,61	30,75
PRECIO					165,4166
VALORES Y ACCESORIOS VARIABLES				20%	33,08332
VALOR TOTAL POR M2					198,50

• **NOTA:**

Todos los valores económicos incluyen mano de obra y material, el costo total puede variar con los distintos agregados descritos en la sección 2 de este capítulo y con la profundidad a la que se encuentre el nivel freático.

# MURO PERFORADO

## Método Constructivo.

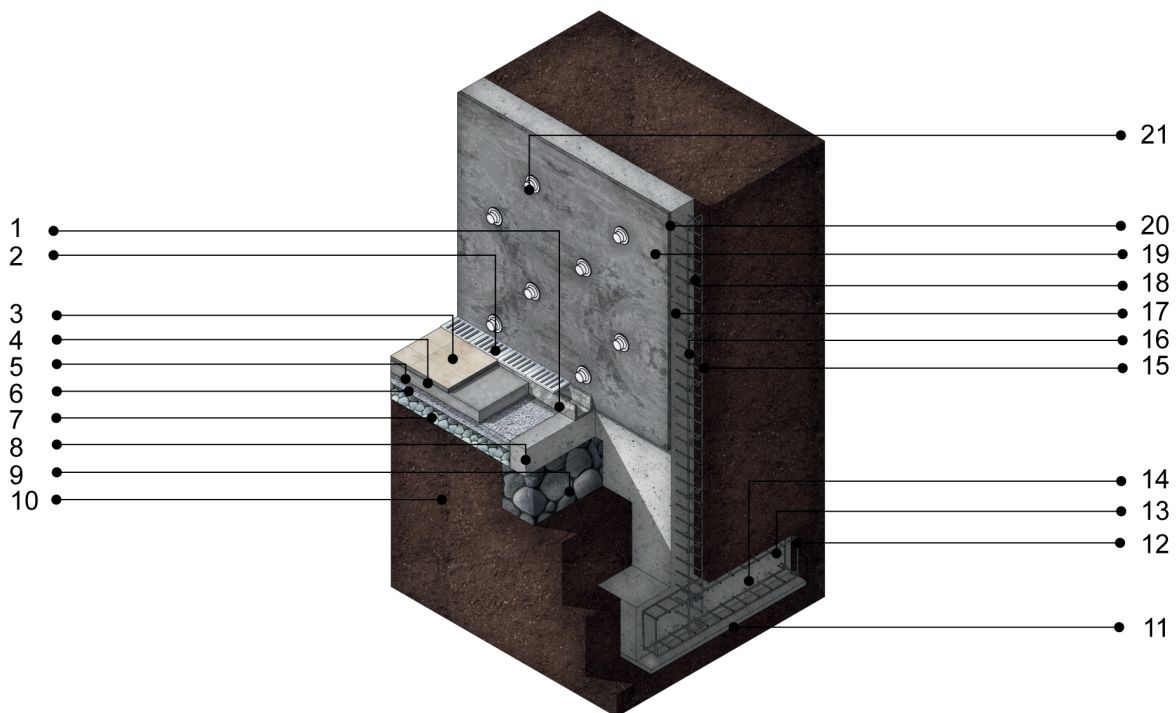
Este proceso consiste en colocar tuberías que atraviesan muros de contención, ya sea de hormigón armado o de piedra, durante la fase de construcción.

- En el caso de los muros de hormigón armado, tras la colocación del armado de hierro del muro de contención, se fijan las tuberías de manera transversal, asegurando una pendiente adecuada que facilite el drenaje por gravedad, de acuerdo con el diseño y cálculo estructural. Posteriormente, se asegura la hermeticidad de las tuberías y se protegen contra posibles obstrucciones durante el vertido del hormigón.
- El hormigón se vierte en capas sucesivas alrededor de la armadura y las tuberías de drenaje, compactando adecuadamente cada capa para evitar vacíos y garantizar la integridad estructural. La construcción se realiza en etapas, permitiendo que cada capa se cure antes de añadir la siguiente, hasta alcanzar la altura proyectada.
- En el lado interior del muro, se coloca un material filtrante, como grava, alrededor de los tubos de drenaje para evitar la obstrucción por partículas del suelo. Luego, se rellena el área detrás del muro con material de excavación o adecuado, compactándolo en capas para evitar asentamientos y garantizar la estabilidad del muro.
- Se aplica un acabado impermeabilizante en el lado exterior del muro para protegerlo de la infiltración de agua, prolongando su vida útil y manteniendo su integridad estructural. Todas las aberturas de drenaje deben ser visibles y accesibles para facilitar el mantenimiento y la inspección periódica del sistema.
- En el caso de los muros de contención de piedra, el proceso es similar, aunque las tuberías se instalan en cada capa durante la construcción, prestando especial atención a las fuerzas de presión que podrían afectarlas. Una vez finalizado el muro, se aplican las mismas consideraciones técnicas mencionadas en el caso del muro de hormigón armado.
- Esta estrategia también se emplea como una solución parcial en casos donde un muro se encuentra en contacto directo con el suelo y no cuenta con un sistema de drenaje previo. Para esto, se realiza un estudio preliminar para evaluar la viabilidad de perforar sin comprometer la resistencia del muro ni su armadura estructural.
- Utilizando equipos adecuados, se perfora el muro y se instalan tuberías en los orificios, asegurando su correcta instalación y sellado para permitir un drenaje efectivo del suelo. Se verifican las perforaciones para asegurar que no afecten la integridad estructural del muro, realizando ajustes si es necesario para mantener su estabilidad.
- Como medida complementaria se coloca en la base del muro una zanja o canal que permite la captación del agua que caen de las perforaciones (Yáñez, 2008).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

Es una solución aplicada generalmente después de una construcción al presentar problemas de acumulación de agua en patios o internamente, es considerado una solución permanente y debe ser diseñada para soportar cargas en la mayoría de casos, ya que suele estar ubicada en accesos de alto tráfico o parqueaderos. Se caracteriza por resolver problemas de capilaridad, filtración y acumulación.

## • ISOMETRÍA MURO PERFORADO

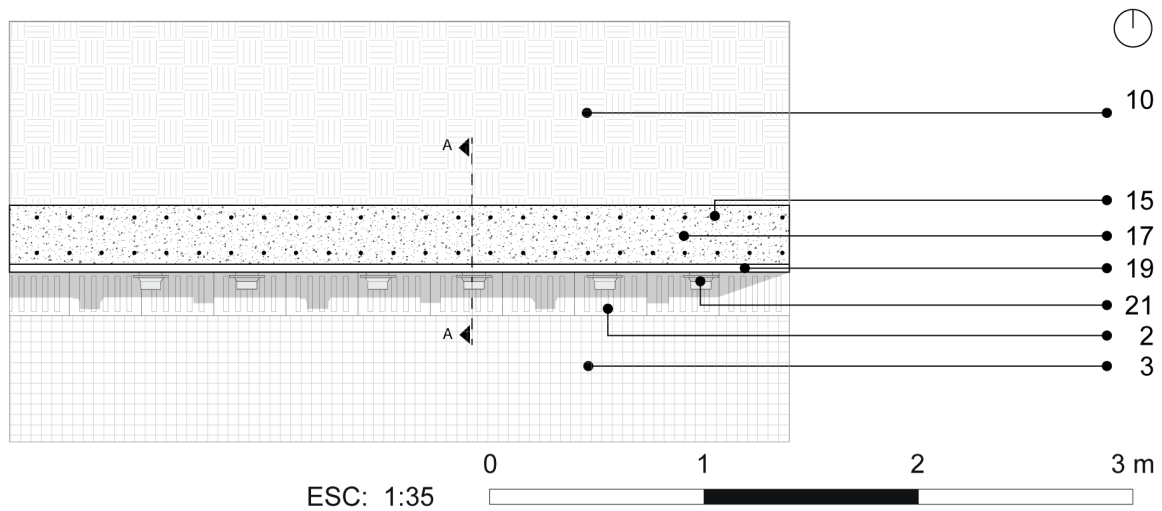


- |  |  |
|--|--|
| 1. Canal de concreto para alto tráfico, e= 5 cm.               | 15. Armado de muro corrido, hierro corrugado, e= 12 mm.        |
| 2. Rejilla de hierro fundido, e= 2 cm.                         | 16. Armado de muro corrido, hierro corrugado, e= 14 mm.        |
| 3. Acabado de piso.  | 17. Fundición de muro corrido de hormigón armado 240 kgf.      |
| 4. Mortero para piso.  | 18. Armado de muro corrido, amarre hierro corrugado, e= 12 mm. |
| 5. Fundición de contrapiso.                                    | 19. Acabado de muro.   |
| 6. Relleno granular 3/4.                                       | 20. Mortero de muro.   |
| 7. Relleno granular de canto rodado.                           | 21. Tapón PVC.   |
| 8. Fundición de viga de cimentación.                           | 22. Tubería lisa PVC.  |
| 9. Muro corrido de piedra, b=0.40: h=0.50.                     | 23. Armado de viga de cimentación, hierro corrugado, e= 10 mm. |
| 10. Tierra natural.  | 24. Armado de viga de cimentación, hierro corrugado, e= 12 mm. |
| 11. Hormigón de limpieza 180 kgf, e=5 cm.                      |  |
| 12. Armado de base, inferior hierro corrugado, e= 12 mm.       |  |
| 13. Armado de base, superior hierro corrugado, e= 12 mm.       |  |
| 14. Fundición base de muro corrido de hormigón armado 240 kgf. |  |

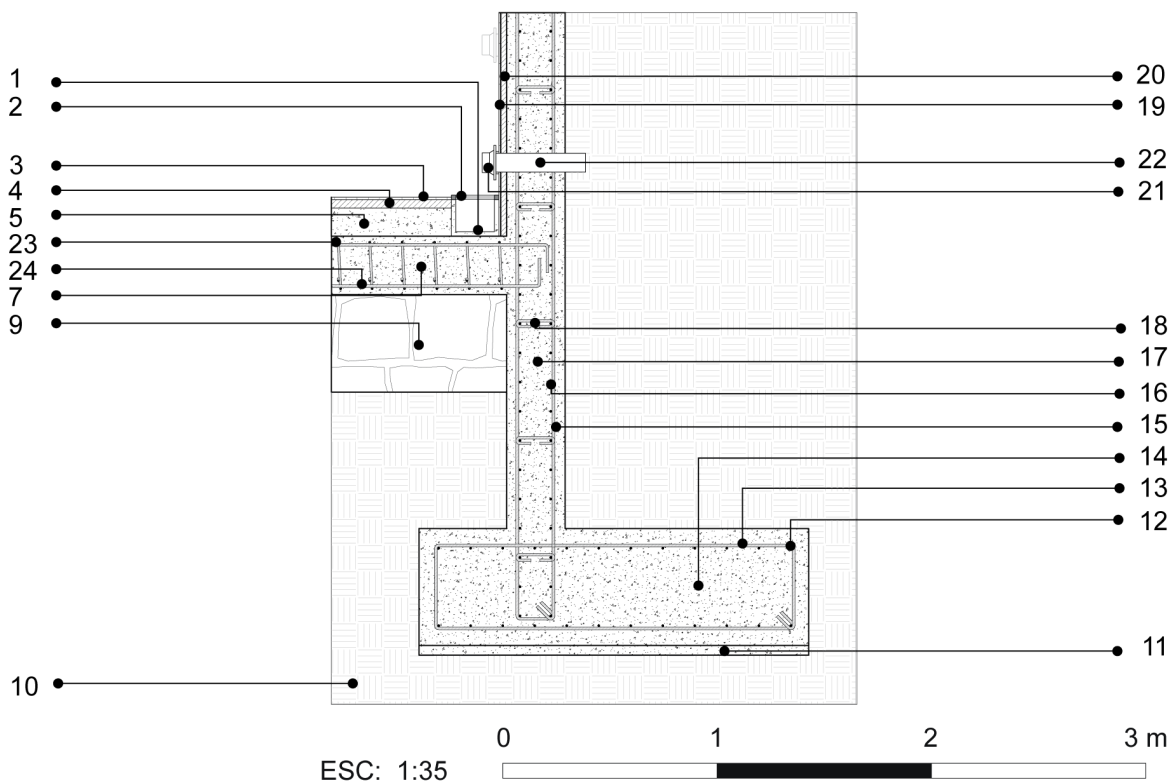
• **CONSIDERACIONES**

Es una solución que se aplica en el proceso de construcción del muro de contención, no obstante también puede ser aplicada como una medida correctiva para drenar el exceso del agua del sustrato, para ello se necesita realizar un estudio para ubicar de manera correcta los tubos sin que afecten la resistencia del muro.

• **PLANTA MURO PERFORADO**



• **SECCIÓN A-A MURO PERFORADO**



Para los cálculos se toma como referencia una el nivel freático que se encuentra tras un muro construido de 3m de alto y tomando una sección longitudinal de 3m. Paralelamente se calcula la implantación de una zanja de recolección de agua ubicada a lo largo de la base del muro.

Especificación de espesores de materiales:

- Ancho de muro 0.30m.
- Profundidad del canal 0.15m.
- Ancho del Canal 0.15m.
- Tuberías de PVC de 100mm.
- 

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MURO PERFORADO					
ITEM.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Picado de muro	m3	0.32	1.5	0.48
2	Tubería	Ml	3.2	6.28	20.1
3	Resane	m2	0.08	0.8	0.06
4	Picado de suelo	m3	0.68	13.32	8.99
5	Canal de hormigón	m3	0.03	6.72	0.18
6	Impermeabilizante	m2	2.1	4.54	9.53
7	Rejilla de hierro fundido 3*0.15*0.02 m	Uni	1	130	130
8	Desalojo de residuos	m3	1	20	20
PRECIO					189.3464
VALORES Y ACCESORIOS VARIABLES				20%	37.8692
VALOR TOTAL POR M2					227.21

• **NOTA:**

Todos los valores económicos incluyen mano de obra y material, el costo total puede variar con los distintos agregados descritos en la sección 2 de este capítulo y con las especificaciones técnicas de los muros.

# ZANJA O CANAL

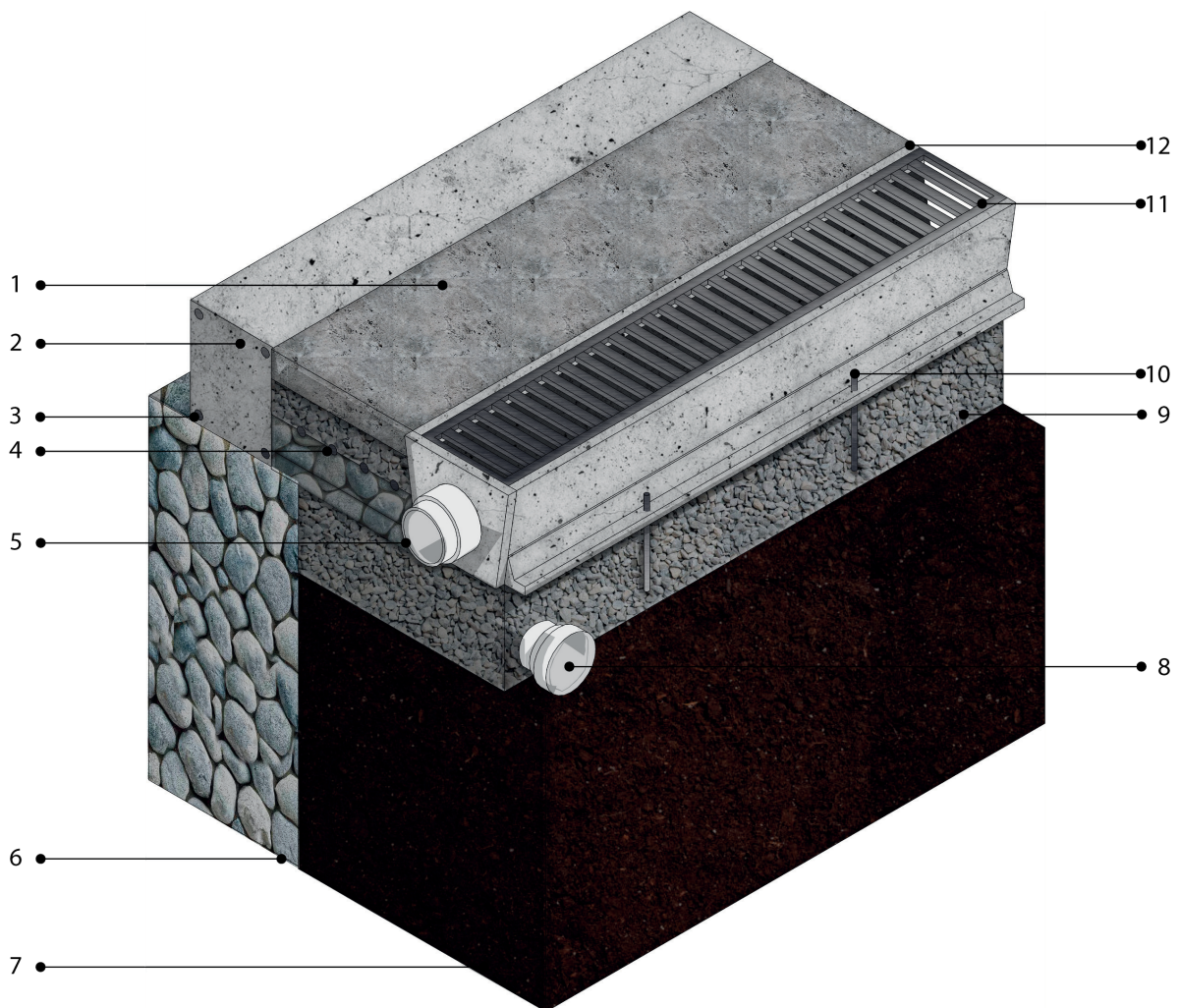
## Método Constructivo.

- Antes de iniciar, se debe mencionar de la existencia de tres escenarios posibles en esta solución, siendo el primero donde ya exista una construcción, el segundo cuando apenas se comienza la construcción y el último caso cuando existe la construcción pero se puede generar la rejilla en un espacio lateral a la obra:
- En caso de que ya exista la construcción, se debe buscar la superficie horizontal afectada por acumulación de agua, procediendo a verificar no estar cerca de espacios que afecten a la estructura del objeto, ya que existe la chapa de compresión en la losa de contrapiso, es por ello que en este escenario se recomienda hacer una rejilla pequeña como sumidero en el centro de la acumulación para evitar la mayor afección posible, posteriormente se debe identificar la fuente más cercana para el desfogue o conexión de canalización. Una vez realizado el estudio se realiza un trazo perfecto para generar el corte liso.
- En el segundo escenario se genera la zanja antes del fundido de contrapiso, para generar las conexiones necesarias y buscar una complementación estructural entre la zanja y el contrapiso.
- En la última escena es posible la excavación y suele ser utilizada en entradas de casas con superficies de suelo natural o de grava.
- Para todas las escenas el punto principal es identificar el área o zona a instalar el canal para el trazado adecuado en el mismo.
- Se genera el canal que tendrá una profundidad de 25 a 40 cm por un ancho desde 25 a 50 cm, en casos de sumideros estos suelen tener medidas menores para colocar inicialmente la conexión con tuberías de desfogue.
- Una vez creadas las instalaciones se procede a verter una capa de grava que cubre a la tubería hasta dejar solo la superficie de conexión.
- Cuando la capa de grava esté nivelada se coloca una capa de geotextil en toda la superficie que estará en contacto con la grava y el canal de concreto a instalar.
- Una vez asegurada la malla, se procede a colocar una capa de concreto, este puede ser un canal prefabricado o generado con una malla interna para una correcta función y evitar desprendimientos futuros por la compresión del material.
- Cuando el canal esté liso y seco, como sugerencia se coloca una capa de pintura impermeabilizante para proteger la superficie del objeto.
- Por último, se tapa el canal con una rejilla de fácil acceso para futuros mantenimientos del canal, ya que materiales granulometría pueden tapan el canal.
- Se destaca que el canal puede tener una conexión de tubería o un desfogue por pendiente, para evitar acumulaciones superficiales (Echeverry, 2024).

## • TIPO DE HUMEDAD A RESOLVER

Es una solución aplicada generalmente después de una construcción al presentar problemas de acumulación de agua en patios o internamente, es considerado una solución permanente y debe ser diseñada para soportar cargas en la mayoría de casos, ya que suele estar ubicada en accesos de alto tráfico o parqueaderos. Se caracteriza por resolver problemas de capilaridad, filtración y acumulación (Cuadros & Vargas, 2022).

## • ISOMETRÍA ZANJA O CANAL

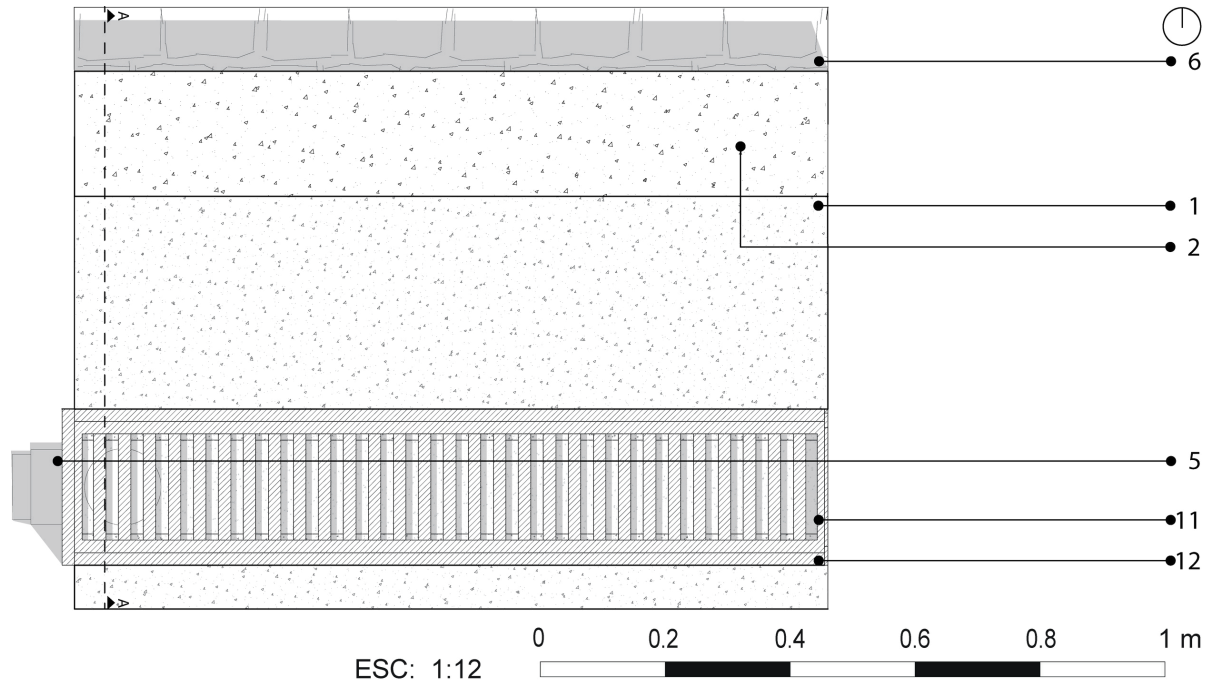


1. Hormigón de apoyo de entrada vehicular de 140 kgf/cm<sup>2</sup>.
2. Hormigón en columnas y vigas de amarre de 210 kgf/cm<sup>2</sup>.
3. Varillas de hierro d= 12 mm.
4. Malla de compresión 10 x 10 cm, g= 10-12 mm, apoyado en canto rodado de g= 10 a 15 cm.
5. Conexión de PVC - policloruro de vinilo 90°, 2 empalmes.
6. Muro corrido de piedra - canto rodado con granulometría de 15-20 cm.
7. Suelo natural.
8. Codo PUSH de PVC - policloruro de vinilo 90°, e= 5 mm.
9. Grava granulometría 3/4, d= 19 mm.
10. Varillas de anclaje de 12 mm.
11. Rejilla metálica e= 2 cm.
12. Canal de concreto para alto tráfico, e= 5 cm.

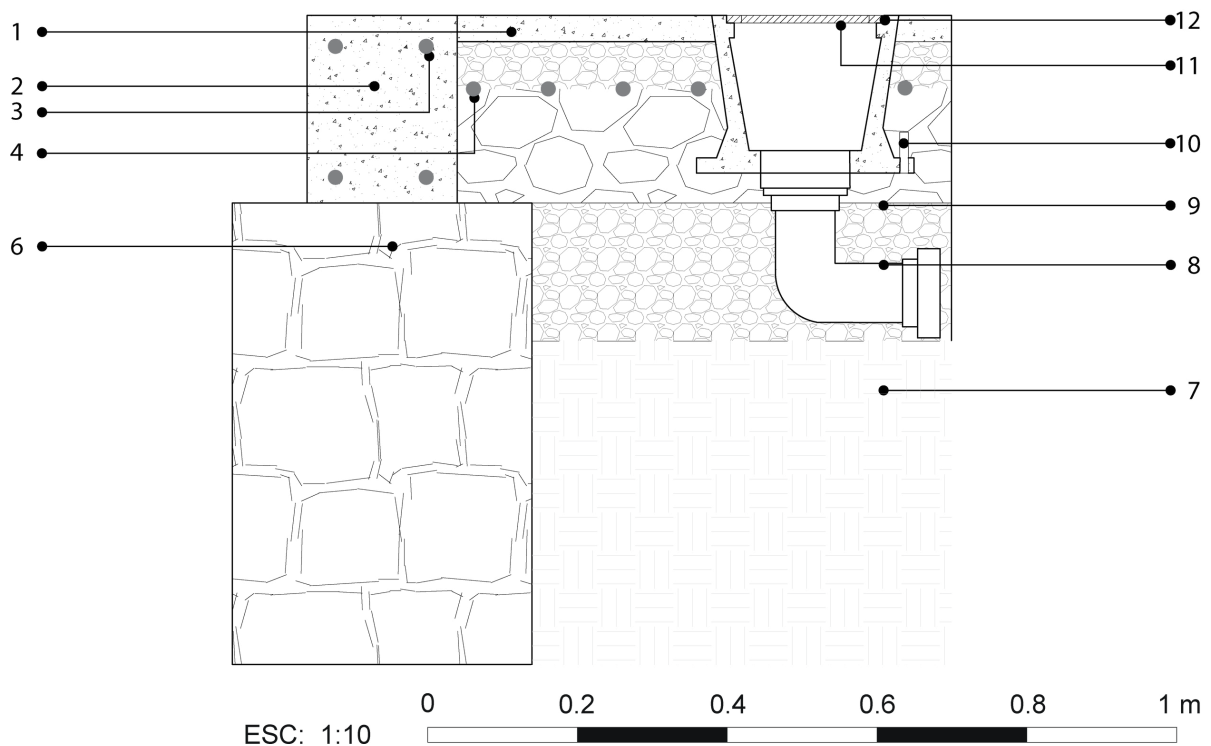
## • CONSIDERACIONES

Esta solución es la más utilizada en patios y accesos debido a su eficacia y versatilidad. En ella, se pueden emplear desde canales prefabricados hasta sistemas de goteo con grava. Actualmente, el sistema de drenaje se coloca a unos 30 cm de la superficie y se cubre con grava para proporcionar un toque estético, comúnmente integrado en el diseño de jardines.

## • PLANTA ZANJA O CANAL



## • SECCIÓN A-A ZANJA O CANAL



Para los cálculos, se toma como referencia una profundidad de 0.40 m de profundidad zanja y de 0,40 de profundidad de conexión de tuberías, con un ancho de zanja para el dren de 0,40 m y un largo de 1 m, constando con instalación de conexión.

Especificación de espesores de materiales:

- Replanteo de hormigón simple e= 0.10m.
- Relleno de grava 3/4 e= 0.40m.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ZANJA O CANAL					
ITEM.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Desbroce y Limpieza del Terreno	m2	1.00	6.33	6.33
2	Replanteo y Nivelación	m2	1.00	3.40	3.40
3	Excavación de Zanja	m3	0.50	4.45	2.23
4	Compactación y nivelación	m2	1.00	0.72	0.72
5	Canal de concreto 1:3	m	1.00	23.66	23.66
6	Conexión desfogue de PVC	u	1.00	7.05	13.32
7	Cama de grava 3/8	m3	0.50	27.91	13.96
8	Mortero cemento : cementina : arena 1:1:4	m3	0.5	124.33	62.16
9	Relleno de zanja	m3	0.25	6.38	1.60
10	Desalojo de materiales hasta 8km, incluye transporte y cargado manual	m3	0.20	9.61	1.92
PRECIO					129.292
VALORES Y ACCESORIOS VARIABLES				20%	25.8584
VALOR TOTAL POR M2					155.15

• **NOTA:**

Todos los valores económicos incluyen tanto la mano de obra como los materiales. El costo total puede variar en función de los distintos agregados descritos en la sección 2 de este capítulo, así como de la profundidad a la que se encuentre el nivel freático. Cabe destacar que, en esta metodología, es posible fabricar una rejilla utilizando varillas soldadas.

# DRENAJE SIMPLE

## Método Constructivo.



- El proceso inicia con una excavación de zanjas a la profundidad indicada por el técnico.
- Se realiza la compactación de su base.
- Se funde una capa de hormigón de limpieza.
- Colocación del geotextil antes de agregar el material granular.
- Verter el material granular, luego se cubre el material granular con el excedente del geotextil, envolviéndolo adecuadamente.
- Finalmente, se coloca el material común sobre el geotextil para completar el proceso (Gavilanes, 2020).

### • VENTAJAS

- Propiedad de resistencia a cargas y deformaciones.
- Capacidad de filtración y resistencia química.

### • DESVENTAJAS

- Impacto ambiental por material sintético de polipropileno.
- El precio varía según el tipo, siendo desde 1,50 dólares americanos el m<sup>2</sup>.

### • CONSIDERACIONES

- Puede ser instalado únicamente con el agregado sin la implementación de la tubería o el geotextil.
- Se puede implementar junto con el agregado el uso de tuberías.
- Se puede implementar junto el agregado el uso de geotextil (Gavilanes, 2020).

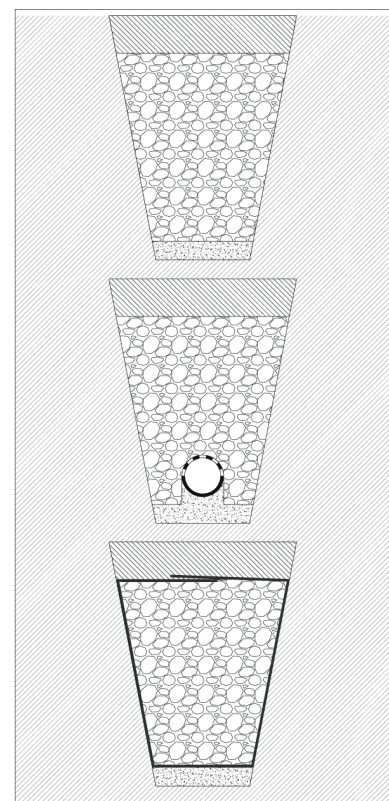
### • VALOR DEL MATERIAL

El costo de la instalación se ve afectado por el material adicional implementado en el drenaje al momento de rellenar la zanja. Si se utiliza únicamente ripio de 3/4 en una excavación de  $b = 0.4\text{m}$ ,  $h = 0.6\text{m}$  y un  $a = 1\text{m}$ , el valor promedio es de \$5.40. En caso de agregar únicamente una tubería, el valor añadido asciende a \$13.60.

Drenaje Simple

Drenaje Simple con Tubería

Drenaje Simple con Geotextil



ESC: 1:20 0 0.50 1 m

Por último, si el drenaje cuenta únicamente con ripio y la malla geotextil, el valor añadido es de \$6.72. El relleno con ripio y el uso de tubería tiene un valor de \$19.00, mientras que el relleno con ripio y uso de geotextil tiene un valor de \$12.12. Cabe señalar que estos precios referenciales no incluyen mano de obra ni transporte.

# TUBERÍA LISA

## Método Constructivo.



- El proceso inicia con una excavación de zanjas a la profundidad indicada.
- Se realiza la compactación de su base.
- Se funde una capa de hormigón de limpieza.
- Colocación del geotextil antes de agregar el material granular.
- Verter el material Granular.
- Luego, se cubre el material granular con el excedente del geotextil, envolviéndolo adecuadamente, para finalmente rellenar la zanja o canal.

### • VENTAJAS

- Propiedad de resistencia a cargas y deformaciones.
- Capacidad de filtración y resistencia química.

### • DESVENTAJAS

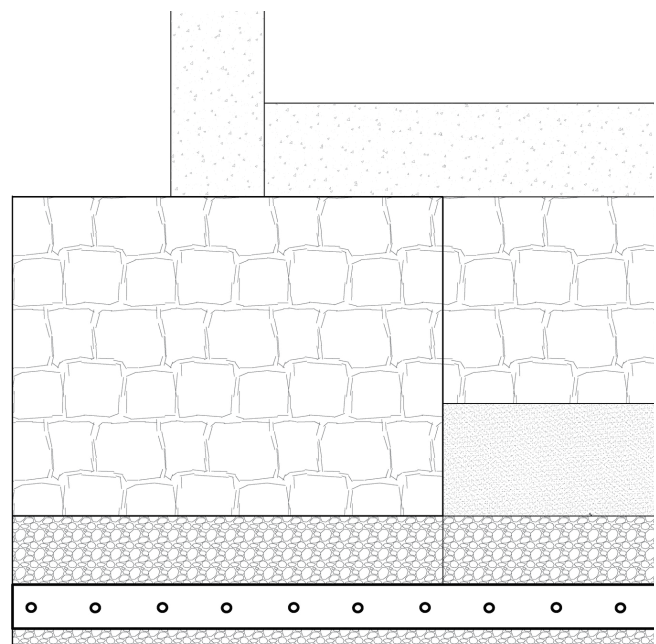
- Impacto ambiental por material sintético de polipropileno.
- El precio varía según el tipo, siendo desde 1,50 dólares americanos el m<sup>2</sup>.

### • CONSIDERACIONES

Puede ser instalado con agregados o cubriendo tuberías y superficies drenantes (Llorente, 2003).

### • VALOR DEL MATERIAL

El costo de la instalación se ve afectado por el material de la tubería. Si se utilizan tuberías de PVC o policloruro de vinilo, el tiempo estimado de utilidad es de 75 a 100 años, debido a su mayor resistencia. Sin embargo, considerando esto, el costo por metro lineal de tubería lisa en PVC es de \$13.60, destacando que la tubería normalmente se comercializa en secciones de 6 Ml, lo que resulta en un costo total de \$ 81.60. Precios referenciales no incluyen mano de obra ni transporte.



ESC: 1:20 0 0.50 1 m

Las tuberías lisas empleadas en sistemas de drenaje están generalmente fabricadas con PVC o policloruro de vinilo, polietileno, o polipropileno. El PVC es comúnmente utilizado para instalaciones subterráneas, mientras que el polipropileno es adecuado para cargas pesadas. Todos estos materiales tienen una base plástica, lo que les otorga una vida útil que puede superar los 500 años. Sin embargo, su durabilidad puede verse comprometida por la exposición a agentes químicos y las cargas durante la instalación (Pantigoso, 2021).

# TUBERÍA CORRUGADA



Tomado de Made in China, (2024)

## Método Constructivo.

- Excavación de zanjas a la profundidad correspondiente según el tipo de funcionalidad.
- Se genera la pendiente correspondiente al nivel de desfogue deseado.
- Se compacta el suelo para crear una cama de hormigón simple de 0.05m de espesor.
- Colocar la tubería sola o envuelta, se recomienda que el diámetro sea 110 mm.
- Una vez generado el sistema de tuberías se cubre con grava, para posteriormente crear una capa arenosa de 0.10 m a 0.20 m.
- Por último se procede a cubrir la zanja con tierra.

### • VENTAJAS

- Buena resistencia química.
- Ligera y de mejor filtración.
- Excelente resistencia mecánica.

### • DESVENTAJAS

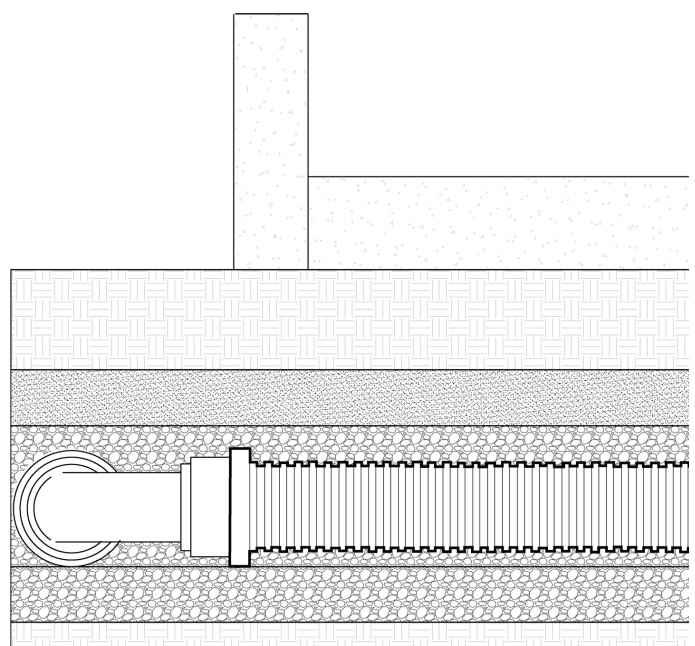
- La superficie corrugada reduce la capacidad de flujo.
- Susceptible a deformarse bajo carga.
- Su vida útil puede afectarse en suelos altamente abrasivos.

### • CONSIDERACIONES

- Determinar el material más adecuado según cargas a resistir (HDPE, PP, o PVC).
- Diseñar el sistema con una pendiente suficiente para asegurar un flujo adecuado (Pantigoso, 2021).

### • VALOR DEL MATERIAL

Si se utilizan tuberías de PVC o policloruro de vinilo, el tiempo estimado de utilidad es de 50 a 75 años para accesorios de superficie corrugada. Variando su costo desde \$27.84 hasta \$117.77 por 6 Ml.. Considerando esto, el costo por Ml de tubería corrugada en PVC es desde \$4.64 hasta \$19. 62. Estos precios referenciales no incluyen mano de obra ni transporte.



ESC: 1:20 0 0.50 1 m

Las tuberías corrugadas utilizadas en sistemas de drenaje están fabricadas generalmente con PVC o policloruro de vinilo, polietileno, o polipropileno. El PVC y el polietileno están diseñados para instalaciones subterráneas, mientras que el polipropileno es adecuado para cargas pesadas. La base de todos estos materiales es plástica, lo que les confiere una vida útil de 500 años (Llorente, 2003).

# MORTERO IMPERMEABILIZANTE

## Método Constructivo.



- Como paso inicial se excavan zanjas a la profundidad requerida, generalmente de 0.80 a 0.40 m de profundidad.
- Una vez realizada la zanja se compacta la base.
- Se vierte una capa de hormigón de limpieza.
- Con la capa de hormigón ya fraguada se aplica una capa de mortero impermeabilizante sobre la base y los lados donde se desea proteger de la humedad
- Una vez seca la capa de impermeabilizante se coloca una tubería de drenaje perforada en el centro de la zanja, esta puede ser rodeada por geotextil o material granular.
- Se agrega material granular alrededor y sobre la tubería de drenaje, esta puede ser grava con granulometría de 3/4 para evitar el taponamiento de los orificios de la tubería.
- Para asegurar una correcta filtración se coloca grava de mayor granulometría y después una capa de arena.
- Finalmente, se cubre con una capa de tierra o césped para completar el proceso.

### • VENTAJAS

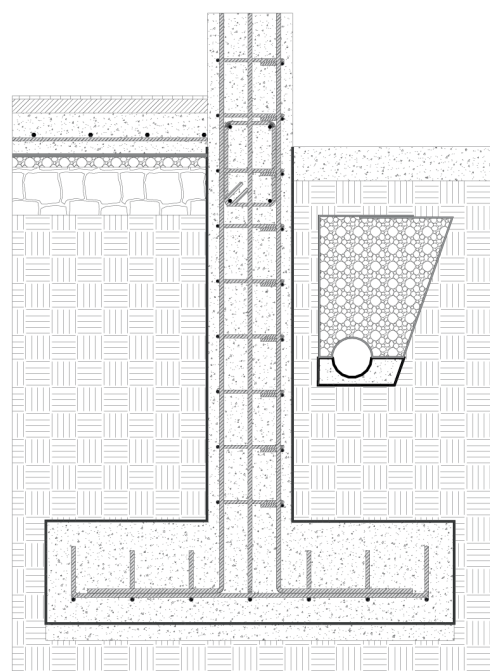
- El mortero hidrófugo proporciona una excelente barrera contra la humedad.
- Alta resistencia y durabilidad debido a las propiedades hidrófugas.
- Protege el sistema de drenaje contra la infiltración de agua.

### • DESVENTAJAS

- El uso de mortero hidrófugo puede incrementar significativamente el costo del proyecto.
- Requiere una aplicación cuidadosa y uniforme del mortero hidrófugo.

### • CONSIDERACIONES

- Mantenimiento: Generalmente, requiere menos mantenimiento debido a la impermeabilidad del mortero hidrófugo.
- Aplicaciones: Ideal para áreas con problemas graves de humedad y donde se necesita una solución de drenaje altamente eficaz (Morán, 2019).



ESC: 1:20

0 0.50 1 m

### • VALOR DEL MATERIAL

El mortero impermeabilizante se puede encontrar en el mercado en distintas presentaciones. Su precio referencial es de \$14.30 por m<sup>2</sup> en base al rendimiento promedio. Cabe señalar que estos precios referenciales no incluyen mano de obra ni transporte.

# LÁMINAS PLÁSTICAS



Tomado de Prometsa, (2024).

## Método Constructivo.

- Se procede a sellar fisuras y poros en cimentaciones o superficies a intervenir.
- Se limpia la superficie y se verifica que este lo más nivelada posible.
- Se aplica un pegamento compatible con el PVC y no alterable ante la presencia de agua.
- Se colocan las laminas con un traslape de 10 a 20 cm.
- Por ultimo se procede a llenar la zanja con el material deseado.

### • VENTAJAS

- Capacidad de adaptación por su flexibilidad.
- Facilidad de instalación.
- Puede usarse en espacios superficiales o subterráneos.

### • DESVENTAJAS

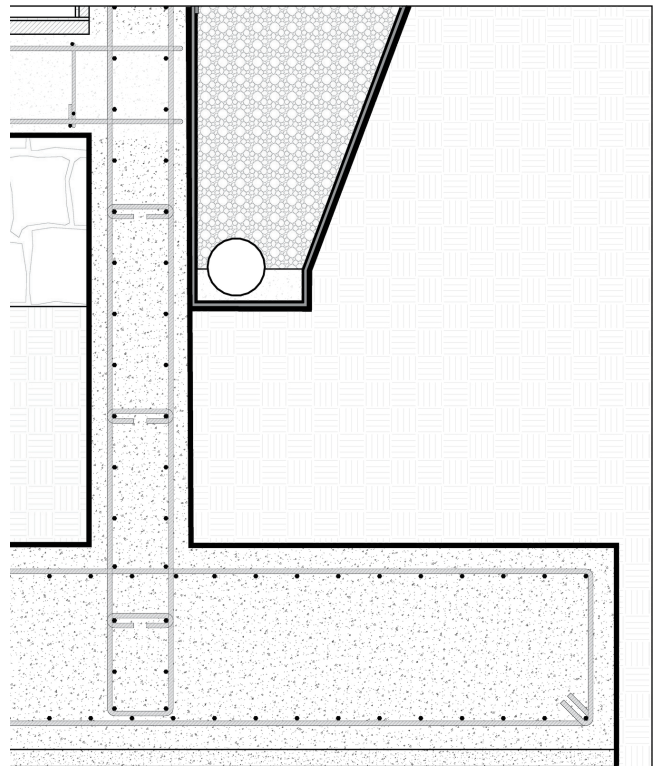
- El plástico con el tiempo se degrada y crea filtraciones.
- Precio más elevado que los métodos líquidos.
- La mala instalación crea filtraciones.

### • CONSIDERACIONES

Puede instalarse en cualquier superficie, pero se recomienda utilizar una capa de protección, como un geotextil, sobre las láminas de PVC para prevenir daños mecánicos durante el relleno (Morán, 2019).

### • VALOR DEL MATERIAL

El rollo de lámina plástica de 2 m de largo y 3 mm de espesor está a \$120, escogiendo el costo más alto por variables el costo por m<sup>2</sup> sería de \$60. Cabe señalar que estos precios referenciales no incluyen mano de obra ni transporte.



ESC: 1:20 0 0.50 1 m

Puede tener una cara adhesiva o colocarse con un pegamento a fin al mismo y a la superficie en la que se va a aplicar, viene en rollo con formatos desde 1 m de ancho x 2 a 10 m de largo (Morán, 2019).

# LÁMINA DRENANTE

## Método Constructivo.



- Para tener acceso a los cimientos se excavan zanjas a la profundidad requerida y se compacta la base.
- Una vez la base este nivelada se vierte una capa de hormigón de limpieza.
- Cuando el hormigón este seco y sin grietas se coloca la lámina drenante en el fondo y a los lados donde se desea proteger de la humedad.
- Se agrega material granular sobre la lámina drenante.
- Se coloca una tubería de drenaje perforada en el centro del material granular. Se cubre la tubería de drenaje con más material granular hasta el nivel del suelo.
- Finalmente, se cubre con una capa de tierra o césped para completar el proceso.

### • VENTAJAS

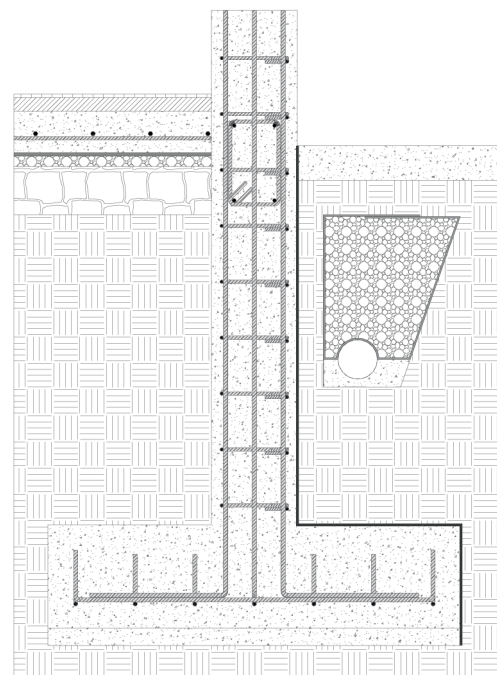
- Facilita un drenaje eficiente del agua.
- Protege la tubería de drenaje de obstrucciones por sedimentos.
- Mayor resistencia y durabilidad comparado con sistemas sin lámina drenante.

### • DESVENTAJAS

- El uso de láminas drenantes puede incrementar el costo inicial del proyecto.
- Requiere más precisión en la instalación para asegurar que esté adecuadamente colocada.

### • CONSIDERACIONES

- Requiere menos mantenimiento comparado con sistemas sin lámina drenante debido a su mayor eficiencia y protección contra obstrucciones.
- Ideal para áreas con alto riesgo de acumulación de agua y en proyectos donde se requiere una solución de drenaje de alta eficiencia (Navarro, 2017).



ESC: 1:20

### • VALOR DEL MATERIAL

La lámina drenante se vende en rollos de 2 m de ancho y 20 m de largo, lo que permite cubrir una superficie de 40 m<sup>2</sup>. El rollo tiene un valor promedio de \$290, lo que da como resultado un precio de \$7.25 por m<sup>2</sup>. Cabe señalar que estos precios referenciales no incluyen mano de obra ni transporte.

# IMPERMEABILIZACIÓN CON BREA

## Método Constructivo.



Hágalo. (n.d.). Brea en frío Adhecolod cubeta Zahori.

- Se excavan zanjas a la profundidad requerida.
- Se compacta la base posteriormente se vierte una capa de hormigón de limpieza.
- Se aplica una capa de brea en las paredes y el fondo de la zanja para impermeabilizar.
- Después se coloca una tubería de drenaje perforada en el centro de la zanja.
- Alrededor y sobre la tubería de drenaje se agrega material granular.
- Finalmente, se cubre con una capa de tierra o césped para completar el proceso.

### • VENTAJAS

- Proporciona una excelente barrera contra la humedad y la infiltración.
- Alta resistencia y durabilidad debido a las propiedades impermeabilizantes de la brea.
- Protege el sistema de drenaje contra la humedad y la penetración del agua.

### • DESVENTAJAS

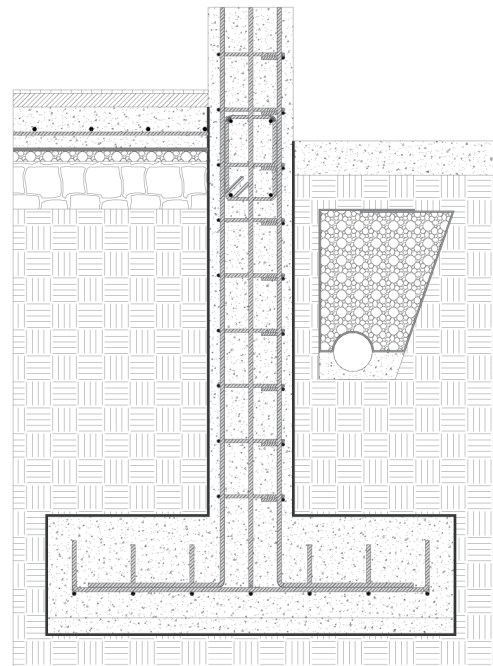
- El uso de brea puede incrementar significativamente el costo del proyecto.
- La aplicación de brea puede ser complicada y requiere precauciones especiales debido a su naturaleza pegajosa y tóxica.

### • CONSIDERACIONES

- Generalmente, requiere menos mantenimiento debido a la impermeabilidad de la brea.
- Ideal para áreas con problemas graves de humedad y donde se necesita una solución de drenaje altamente eficaz (Morán, 2019).

### • VALOR DEL MATERIAL

La brea se comercializa en varias presentaciones: galones, latas y tambores. El galón tiene un valor referencial de \$40 y un rendimiento de cobertura de 7.5 m<sup>2</sup>, lo que se traduce en un consumo aproximado de 0.5 litros por m<sup>2</sup>.



ESC: 1:20

La brea es un material derivado del alquitrán, que se obtiene principalmente por la destilación de la hulla o de la madera. Es conocida por su consistencia viscosa y su color oscuro, y se utiliza en varios sectores industriales y de construcción debido a sus propiedades impermeabilizantes y adhesivas (Morán, 2019).

# PINTURA ASFÁLTICA

## Método Constructivo.



Fornido de Megaflex, (2024).

- Limpiar la superficie a intervenir.
- Reparar grietas y dejar secar.
- Pasar la primera capa de pintura asfáltica según las recomendaciones del fabricante.
- Crear una segunda capa para una mayor cobertura de la superficie.
- Dejar secar y proceder a colocar una superficie protectora (láminas de PVC o la malla geotextil).

### • VENTAJAS

- Listo para usar.
- Alta adherencia en superficies con agua o humedad.
- Protege al hormigón de agentes agresivos de la atmósfera (CO<sub>2</sub>) y (sulfatos).

### • DESVENTAJAS

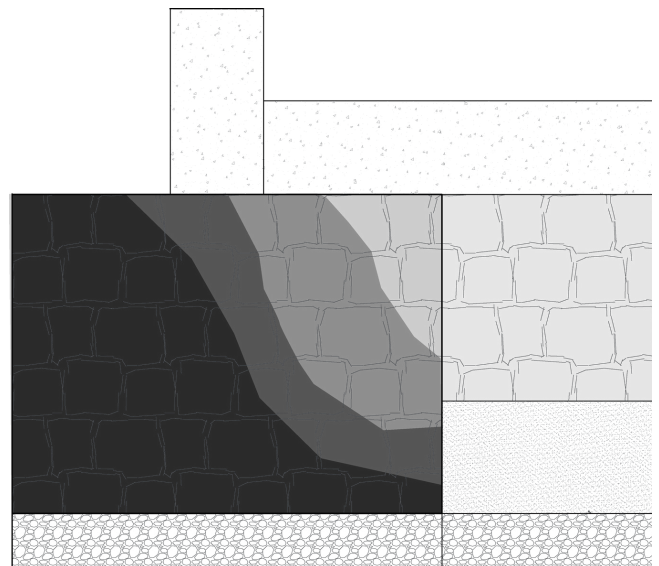
- El tiempo de secado puede ser prolongado.
- Requiere la aplicación de varias capas para asegurar una impermeabilización efectiva.
- Tiempo de utilidad corto.

### • CONSIDERACIONES

Se recomienda colocar malla entre las capas de pintura para brindar un mayor soporte (Alayo, 2021).

### • VALOR DEL MATERIAL

El costo es dado por el envase contenedor de la pintura, sin embargo, un bote promedio está entre \$16 a \$25 en marcas de gama media, mientras que en marcas de gama alta el valor económico se encuentra entre los \$69 a \$103. Se destaca que no se puede dar un valor por m<sup>2</sup> debido a la cantidad de capas necesarias a aplicar según el caso.



ESC: 1:20 0 0.50 1 m

La pintura asfáltica se emplea comúnmente en superficies de azoteas planas. Sin embargo, debido a la exposición solar, requiere mantenimiento anual. Este material se utiliza para impermeabilizar diversas superficies, aunque su costo puede ser elevado debido a la necesidad de aplicar varias capas. Es por ello, que es importante considerar su uso en cimentaciones, ya que estarán en constante erosión por el agua y los agentes químicos presentes en el suelo (Caprile, 2018).



Al evaluar las soluciones, se logró identificar tres fundamentos teórico-prácticos clave para la implementación de los sistemas de drenaje en relación a la etapa de construcción teniendo al inicio de la obra acciones preventivas de carácter definitivo, después de finalizada la obra como medidas correctivas permanentes, y por último las tácticas especiales que dan una solución parcial al problema. En consecuencia, se logró en base a las soluciones propuestas, definir una guía práctica de fácil comprensión para especialistas y público en general. que ofrezca soluciones efectivas a los problemas de humedad en construcción a través de un compendio de estrategias, que incorporan descripciones y detalles constructivos sobre la implementación de sistemas de drenaje e impermeabilización de cimientos y muros.

