



Rely on it.

Impermeabilización de balsas y similares

RENOLIT ALKORGEO

Obras
hidráulicas

RENOLIT ALKORGEO

Obras hidráulicas



RENOLIT Belgium N.V.
Industriepark de Bruwaan 9
9700 Oudenaarde | Belgium
Phone BELGIUM: +32.55.33.98.24
Phone NETHERLANDS: +32.55.33.98.31
Fax: +32.55.318658
E-Mail: renolit.belgium@renolit.com

RENOLIT Polska Sp.z.o.o
ul.Szeligowska 46 | Szeligi
05-850 Ozarow Mazowiecki | Poland
Phone: +48.22.722.30.87
Fax: +48.22.722.47.20
E-Mail: renolit.polska@renolit.com

RENOLIT France SASU
5 rue de la Haye BP10943
95733 Roissy CDG Cedex | France
Phone: +33.141.84.30.28
Fax: +33.149.47.07.39
E-Mail: renolitFrance-genicivil@renolit.com

RENOLIT Hungary Kft.
Hegyalja út 7-13
1016 Budapest | Hungary
Phone: +36.1.457.81.62
Fax: +36.1.457.81.60
E-Mail: renolit.hungary@renolit.com

RENOLIT India PVT. Ltd
9, Vatika Business Centre, Vatika Atrium, III Floor
Block- B, Sector 53, Golf Course Road
Gurgaon 122002 | India
Phone: +91.124.4311267
Fax: +91.124.4311100
E-Mail: renolit.india@renolit.com

RENOLIT Italia S.r.L
Via Uruguay 85
35127 Padova | Italy
Phone: +39.049.099.47.00
Fax: +39.049.870.0550
E-Mail: renolit.italia@renolit.com

RENOLIT Portugal Ltda.
Parque Industrial dos Salgados da Póvoa
Apartados 101
2626-909 Póvoa de Santa Iria | Portugal
Phone: +351.219.568.306
Fax: +351.219.568.315
E-Mail: renolit.portugal@renolit.com

RENOLIT Iberica S.A.
Ctra. del Montnegre, s/n
08470 Sant Celoni | Spain
Phone: +34.93.848.4013
Fax: +34.93.867.5517
E-Mail: renolit.iberica@renolit.com

OOO RENOLIT-Rus
BP "Rumyantsevo" bld.2, block V, office 414 V
142784 Moscow region, Leninskiy district | Russia
Phone: +7.495.995.1404
Fax: +7.495.995.1614
E-Mail: renolit.russia@renolit.com

RENOLIT Nordic K/S
Naverland 31
2600 Glostrup | Denmark
Phone: +45.43.64.46.33
Fax: +45.43.64.46.39
E-Mail: renolit.nordic@renolit.com

RENOLIT Export department
Ctra. del Montnegre, s/n
08470 Sant Celoni | Spain
Phone: +34.93.848.4272
Fax: +34.93.867.5517
E-Mail: tiefbau@renolit.com

RENOLIT SE
Horchheimer Str. 50
67547 Worms | Germany
Phone: +34.93.848.4272
Fax: +34.93.867.5517
E-Mail: tiefbau@renolit.com



Geomembrana recomendada

El Grupo RENOLIT tiene diferentes tipos de geomembranas, es decir que para cada aplicación existe el producto adecuado. Las membranas de los embalses pueden ser de PVC-P, LDPE y PP - con refuerzo, o con geotextiles de PES (poliéster) o PP (polipropileno).

La experiencia del pasado ha demostrado que el PVC-P es el producto más adecuado con referencia a las características mecánicas, la manipulación, la resistencia contra la radiación UV, la conformidad al agua potable y su durabilidad.

RENOLIT ALKORPLAN 35054 35254 son geomembranas especiales creadas por RENOLIT para la impermeabilización de embalses. Se tratan de geomembranas de PVC-P, que son altamente resistentes a la radiación UV y a los microorganismos debido a su formulación especial.

Si fuera necesario, la geomembrana también se puede fabricar con una formulación especial apta para uso alimentario: RENOLIT ALKORPLAN 35052-35152.

Instalación de la membrana

Concepción del Sistema de Impermeabilización

El sistema de impermeabilización se compone de:

- Soporte
 - capa de drenaje
 - capa de protección
 - capa de filtro
- Capa impermeable
- Protección
 - protección sintética
 - protección mineral
 - combinación

Es necesario estudiar las condiciones exactas en las que el sistema de impermeabilización tiene que ser instalado y como debe funcionar. Diferentes parámetros pueden conducir a un mal funcionamiento del sistema. Por lo tanto, las condiciones geológicas y geotécnicas tienen que ser investigadas in situ.

Preparación del soporte

Calidad del terreno

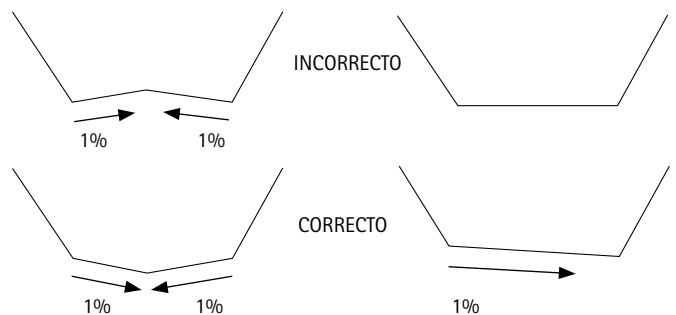
La calidad del suelo es muy importante. Las investigaciones deben realizarse sobre la existencia de gas y de materia orgánica en el terreno.

Podría ser necesario instalar drenajes para evacuar los gases que se desarrollan debajo del sistema de impermeabilización. Hay múltiples razones para que la sub-presión en el sistema de impermeabilización pueda provocar un fallo en el sistema de estanqueidad:

Geometría

Fondo

Con el fin de tener un buen funcionamiento del drenaje y para simplificar la limpieza de la balsa después de vaciarla, se debería construir con una inclinación mínima del 1%.





Pendiente o talud

Las pendientes tienen que ser construidas de tal manera, que deberán ser estables por sí mismas. El sistema de impermeabilización puede no tener ninguna función estabilizadora. En la mayoría de casos la inclinación de la pendiente tiene que estar por debajo de los 45° (1/1) por las siguientes razones:

- El alargamiento de la geomembrana debido a su peso, podría llegar a fluir y deslizarse.
- La inestabilidad de la capa de drenaje y / o la capa de protección, compuestas por soportes de grava o hormigón
- El vaciado rápido de la balsa puede conducir a la inestabilidad de los taludes.
- El trabajo en los taludes de grandes pendientes.

Parte Superior / Coronamiento

La dimensión de la parte superior tiene que ser lo suficientemente grande como para permitir:

- La fijación correcta del sistema de impermeabilización
- La circulación del tráfico durante y después de la instalación del sistema de impermeabilización.
- El radio entre la pendiente y el fondo tiene que ser lo suficientemente grande como para evitar la tensión local de la geomembrana.



Drenaje

El drenaje tiene que garantizar la liberación de líquidos y gas de debajo de la geomembrana.

Se recomienda proyectar con una ligera inclinación (1% min.) con el fin de evacuar el aire y gas atrapado en el primer llenado de la balsa.

Antes de iniciar el proyecto se debería hacer un estudio sobre el drenaje, ya que cualquier error durante la obra puede conducir a serias deficiencias del sistema de impermeabilización.

Se debería tener en cuenta el drenaje bajo las siguientes circunstancias:

- Cuando los líquidos o sólidos almacenados son contaminantes o tóxicos
- Cuando los líquidos almacenados contienen materia orgánica
- Cuando el suelo debajo del sistema impermeable contiene materia orgánica
- Cuando el suelo es susceptible a la erosión interna
- Cuando la balsa está sujeta a una rápida subida del nivel
- Cuando el agua subterránea temporal puede desarrollarse bajo la geomembrana
- Para evitar que se levante la geomembrana a causa del viento

Drenaje de gas (en caso de que sea necesario)

En general se usan tuberías perforadas de 60 a 80 mm, colocadas aproximadamente cada 20 m (reducido a 10 m, si el suelo subyacente es relativamente impermeable y si hay la posibilidad de una emisión de gas significativa).

Las tuberías no se colocan directamente en contacto con la geomembrana, se colocan en una capa de gas permeable (capa de drenaje o zanja de drenaje), que consiste de granulados con arena (al menos 60%) o de un geotextil transmisivo.

Estos tubos se pueden reemplazar por tiras de geo-separadores colocados directamente sobre el soporte.

Las salidas de los desagües de gas están instaladas en los puntos más altos y están equipadas con chimeneas protegidas. La pieza de salida tiene que estar horizontal, y nunca de cara al viento.

En cada caso, es necesario diseñar el drenaje de los gases de tal manera que los desagües mencionados nunca se llenen de agua: por lo tanto, deben de estar asociados con los drenajes de los líquidos. Adicionalmente la forma del fondo de la balsa debería permitir la evacuación del aire atrapado bajo la geomembrana durante su instalación (la pendiente permite la ventilación hacia el exterior).

Drenaje de agua

El drenaje de agua se tiene que realizar de la siguiente forma:

- Una capa de material drenante con un espesor de 10 cm y un mínimo del 60% de arena. Se debe colocar una capa sintética de separación (filtro) entre el suelo y la capa de drenaje.
- Debe ser instalada una red de zanjas de drenaje con el fin de recoger los líquidos que surgen. Los tubos de drenaje están cubiertos con un geotextil para evitar la colmatación de los mismos debido a las partículas finas.
- Drenaje geosintético en combinación con los tubos de drenaje.

Colectores y salidas

Todos los líquidos serán conducidos hasta los colectores, llevándolos a los puntos en donde se evacuan por gravedad. Si la evacuación por medio de la gravedad no es posible, se realizará mediante la ayuda de una bomba. En este caso, se construirá un pozo en el punto más bajo, y se instalará una bomba automática con sistema de alerta, la cual deberá ser controlada con frecuencia.

También nos servirá como control para el funcionamiento del sistema de impermeabilización.

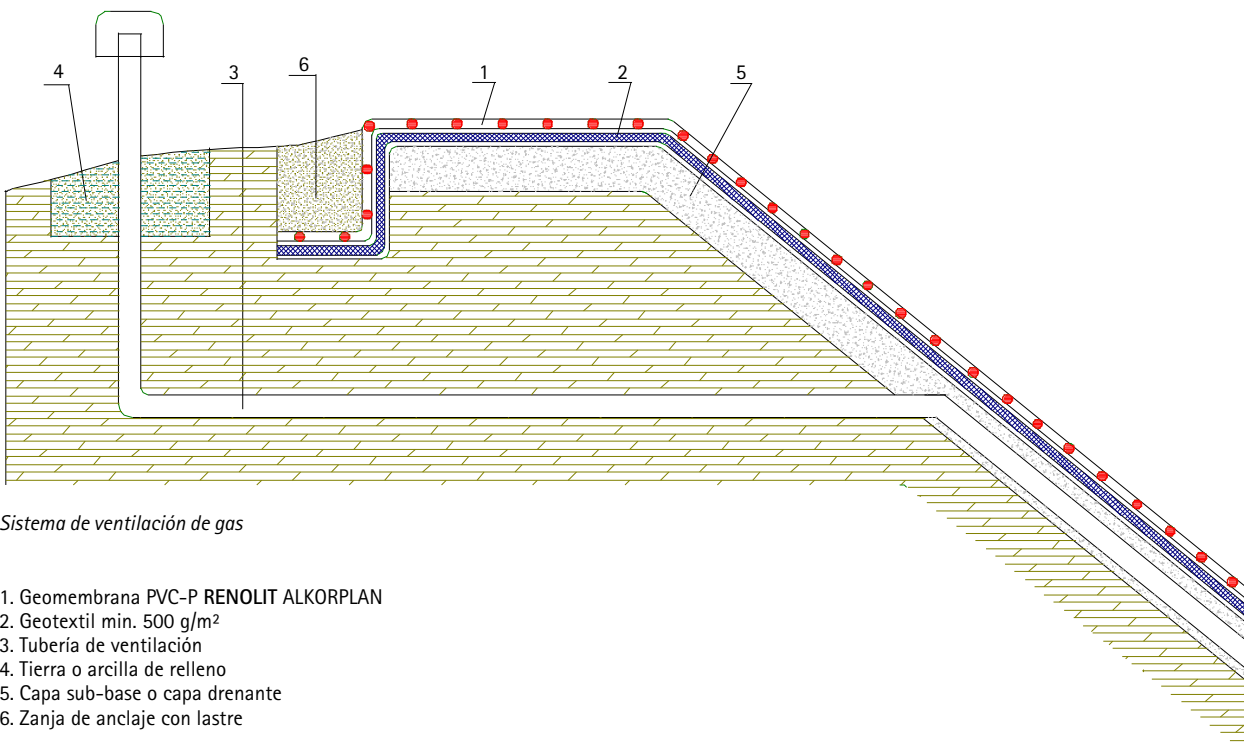
Se recomienda la construcción de un pozo de control en el caso de que los líquidos almacenados tengan efectos contaminantes.

Para grandes proyectos, se recomienda compartimentar el sistema de drenaje con desagües individuales por cada área para poder localizar las fugas.

Dimensionamiento del drenaje

Para medir la dimensión del drenaje se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- cantidad de líquidos detrás de la geomembrana
 - cantidad de líquido en caso de un fallo de la geomembrana
 - la presión máxima negativa en caso de vaciado rápido de la balsa o un fallo del sistema de impermeabilización.
- Dependiendo del contexto hidrogeológico, un sistema de drenaje adicional fuera de la obra podría ser indispensable.
- En obras pequeñas se usan en general conductos semi perforados con un diámetro de 125 mm en combinación con bandas de geospaciadores entre 0.2 m a 0.5 m de ancho. Para grandes proyectos el sistema de drenaje tiene que ser estudiado.



Sistema de ventilación de gas

1. Geomembrana PVC-P RENOLIT ALKORPLAN
2. Geotextil min. 500 g/m²
3. Tubería de ventilación
4. Tierra o arcilla de relleno
5. Capa sub-base o capa drenante
6. Zanja de anclaje con lastre



Canalización de drenaje debajo del sistema de impermeabilización

Sustrato

La superficie debe ser lisa, sin piedras afiladas, ni vegetación y bien compactada para evitar asentamientos. Debe ser capaz de proporcionar un drenaje en el sistema de impermeabilización para evitar la presión negativa.

Esto también puede lograrse efectivamente con la ayuda de tubos de drenaje que se incrustan en el Sustrato.

La imagen muestra las diferentes capas en el sistema de impermeabilización:

Instalación del geotextil

El geotextil se puede fabricar en diferentes anchos. Dependiendo de la obra el ancho puede ser importante. Para grandes superficies se debe usar un ancho máximo de hasta 8 m. También puede ser útil combinar dos anchos diferentes, para cubrir la totalidad del proyecto. Es difícil de cortar el geotextil, por lo tanto, algunos rollos más estrechos pueden simplificar el trabajo.

Instalación de la capa de impermeabilización

Sistema de impermeabilización

Después de determinar exactamente los parámetros del suelo y del sustrato se podrá escoger el sistema de impermeabilización.

En general el sistema de impermeabilización consiste en:

→ Una separación y/o una capa de protección: Geotextil de 500 g/m² min. se colocara encima del soporte (capas de drenaje).

Su tarea es la de proteger y separar a la geomembrana del sustrato.

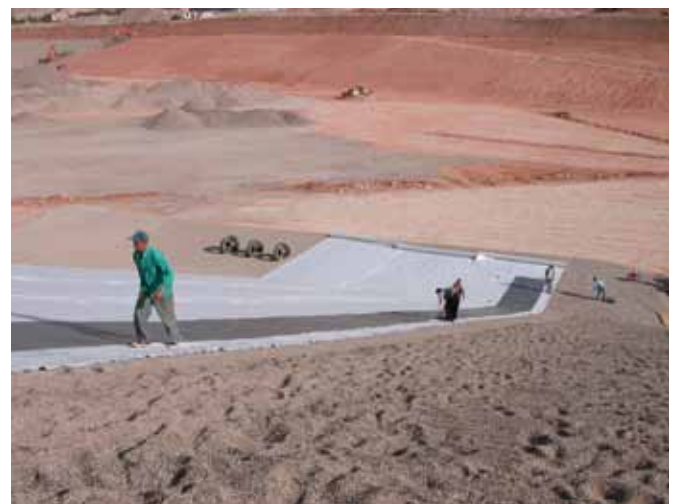
En el caso de que la capa que se encuentra debajo de la geomembrana sea de arena, se tendrán que tomar las medidas de precaución oportunas durante las soldaduras de las geomembranas para evitar la contaminación de las zonas soldadas.

→ Geomembrana:

La elección de la geomembrana se debe hacer de acuerdo con la función que deba cumplir el embalse (PVC-P, PP o PE)

→ Capa de protección:

Se recomienda proteger el sistema de impermeabilización. Hay diferentes factores, que pueden dañar el sistema como: las olas, el vaciado rápido del agua, la radiación UV en las zonas expuestas, el vandalismo, etc. Dependiendo de la inclinación de la pendiente de esta capa protectora, la misma puede estar compuesta en su mayoría por una combinación de geotextil y una capa de protección sólida como gravas (Rip Rap), arena, hormigón, etc. (a veces no existe una protección exterior, en este caso la geomembrana tiene que ser especialmente fabricada para resistir con garantía las influencias existentes).



Colocación del geotextil



Instalación de las geomembranas

Prefabricación de paneles

Para grandes superficies se recomienda prefabricar paneles de gran tamaño o mantas. Esto se refiere especialmente a las láminas de PVC-P que se producen en anchos de hasta 2,15 m. En la fase de prefabricación, se pueden generar paneles de todo tipo de dimensiones.

Las ventajas de la prefabricación son las siguientes:

- La calidad de la soldadura es muy alta ya que las condiciones en la prefabricación no cambian.
- Reducción de costes en comparación con la soldadura in situ.
- Reducción del tiempo de trabajo ya que la prefabricación puede comenzar antes de la instalación a pie de obra.
- Reducción de las soldaduras in situ, por lo tanto, se reducen los fallos de soldadura a pie de obra.
- Reducción del tiempo de pruebas.

Para ser capaz de producir una prefabricación de paneles es necesario:

- El diseño de un plan de montaje preciso siguiendo las condiciones del lugar.
 - La soldadura tiene que ser llevada a cabo con máquinas automáticas de aire caliente. Se recomienda utilizar máquinas que realicen doble soldadura con canal de comprobación, con el fin de controlar las soldaduras mediante aire a presión. En el caso de una soldadura simple (estándar), se recomienda el control mediante un tubo de hierro (la apertura de 3,0 mm) con presión de aire.
- Los paneles se podrán doblar en el caso de que la geomembrana tenga el espesor mínimo según la normativa, o enrollados en un mandril para espesores importantes. Para evitar la destrucción de los paneles, estos tienen que ser embalados para ser transportados a pie de obra.

Montaje de los paneles prefabricados

El montaje se lleva a cabo siguiendo el plan de instalación. Los paneles prefabricados se enumeran para ayudar en la instalación y también para esclarecer la identificación de los mismos.

En general, el tamaño de los paneles será de 200 m² a 1.000 m² en función de:

- Espesor de la geomembrana
- Medios de manipulación en la prefabricación, en el taller o en la obra.
- La accesibilidad y la configuración del lugar
- La forma en que se plieguen los paneles

En la mayoría de los casos de PP y PE no es necesario prefabricar paneles ya que el ancho de fabricación puede ser superior a 5 m. Es necesario colocar lastre en la geomembrana instalada durante el período de trabajo, ya que se tiene que tener en cuenta la influencia del viento.

Instalación a pie de obra

a. Colocación de la geomembrana

- La instalación de la geomembrana con paneles prefabricados o mantas sólo pueden ser ejecutados si todos los trabajos relacionados con la calidad del sustrato (grava, capa de separación, drenaje) están completamente terminados y aprobados por el ingeniero responsable de la obra.
- Las geomembranas se desenrollan sin tensión y deben estar superpuestas. El solape depende de la máquina de soldadura que se utilizará (4 cm a 10 cm). Las máquinas que crean un canal para el control exigen un solapamiento entre 8 cm y 10 cm. Para la soldadura por extrusión la superposición límite es de 4 cm.



- Se deberá tener en cuenta la temperatura exterior. Durante los períodos de altas temperaturas, el alargamiento de la geomembrana puede ser importante. En climas cálidos por lo tanto, se recomienda llevar a cabo la operación de soldadura a primera hora de la mañana cuando la geomembrana se ha enfriado durante la noche anterior.

La dilatación térmica de diferentes materiales

PVC-P: 1.0 10⁻⁴ cm/cm/°C (Desplazamiento: 48 cm para 100 m en 50°C de diferencia)
HDPE: 2.4 10⁻⁴ cm/cm/°C (Desplazamiento: 120 cm para 100 m en 50°C de diferencia)
 Referencia_Congdon, 1998

b. Soldadura in situ o a pie de obra

La calidad de la soldadura depende de los siguientes parámetros:

- Limpieza del área de soldadura (con un paño seco y limpio)
- Buen ajuste de la máquina (temperatura, velocidad y presión)
- Capacitación del personal.

Las máquinas utilizadas son de cuña caliente o máquinas de aire caliente. Este tipo de maquinaria es conveniente para todo tipo de materiales (PVC-P, PP, PE). Se utilizara la soldadura manual a base de aire caliente solo para los láminas de PVC-P y PP para la ejecución de los detalles constructivos, las conexiones al final de los paneles, etc. La soldadura por extrusión, con aporte de material es la única técnica para la ejecución de los detalles constructivos de las geomembranas de PE

c. Acción del viento

La geomembrana debe ser lastrada después de la instalación. El viento puede desplazar y levantar los paneles. En general se utilizan como material de lastre sacos de arena o neumáticos viejos. En el caso de un sistema de protección, se recomienda de un control completo de las secciones instaladas.

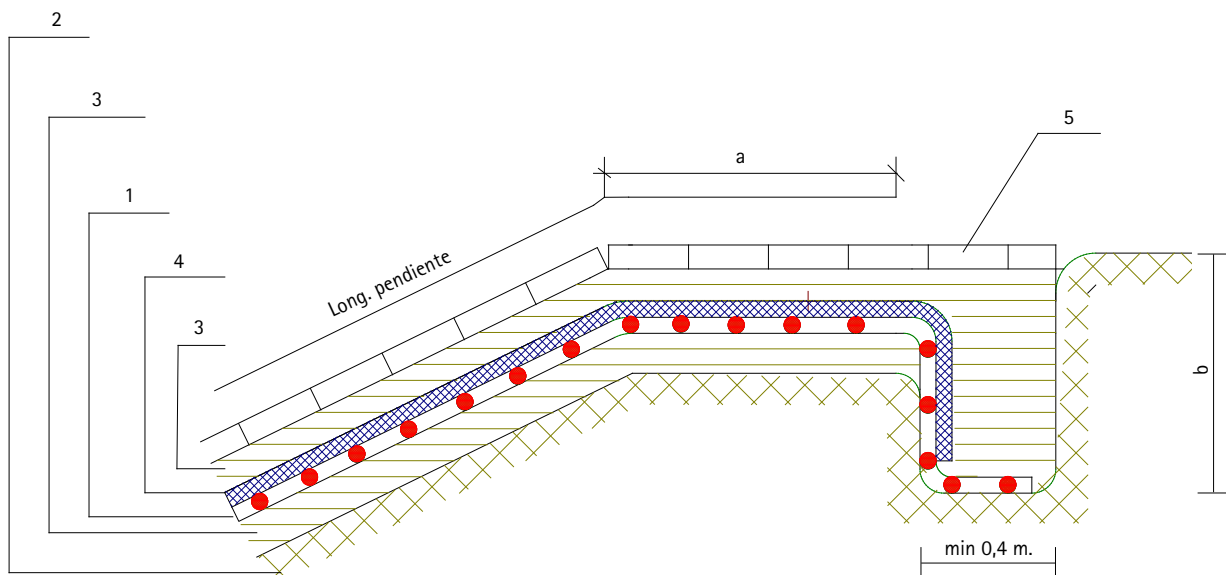
Anclaje del sistema de impermeabilización en el coronamiento de la construcción

En general, el sistema de impermeabilización estará anclado en una zanja. La zanja debe ser rellenada inmediatamente a medida que se introduce el sistema dentro de la misma. La dimensión de la zanja depende de la longitud de la pendiente.

Otras fijaciones son posibles (ejemplo placas de acero inoxidable en relación con las estructuras de hormigón, etc)



Doble soldadura con aire caliente



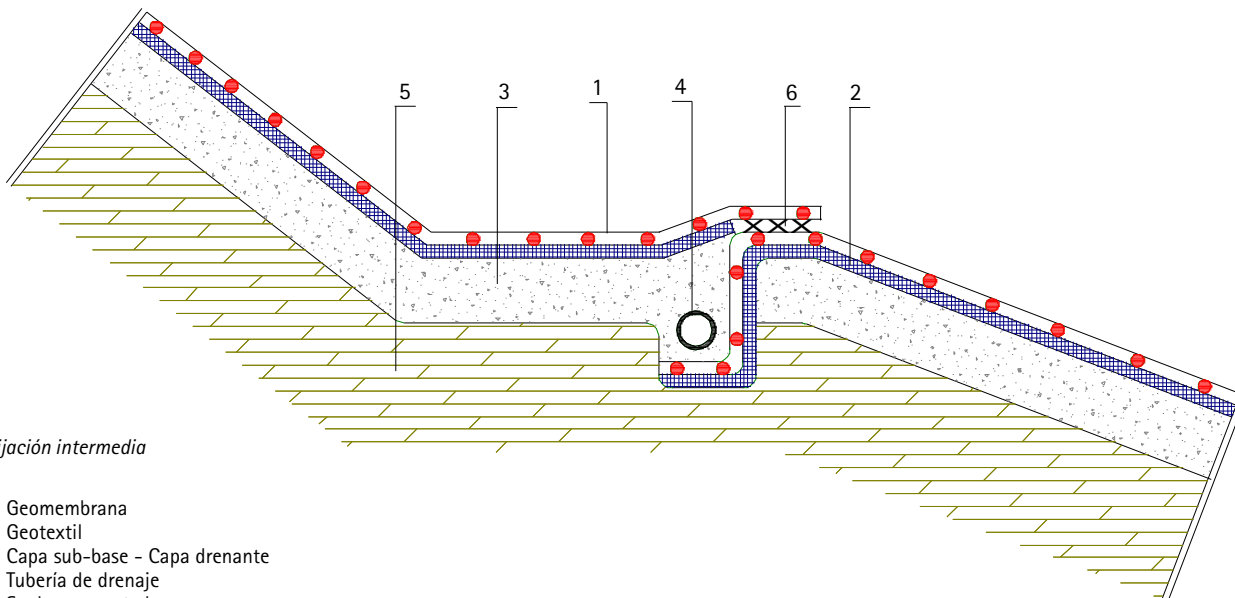
Dimensión del anclaje en la Zanja

1. Geomembrana RENOLIT ALKORPLAN
2. Suelo compactado
3. Arena y capa protectora
4. Geotextil
5. Losas de Hormigón

Long. pendiente	a	b
< 10 m	> 0,5 m	> 0,5 m
10 - 40 m	> 0,8 m	> 0,6 m
> 40 m	> 1,0 m	> 0,8 m

Fijación intermedia del sistema de estanqueidad

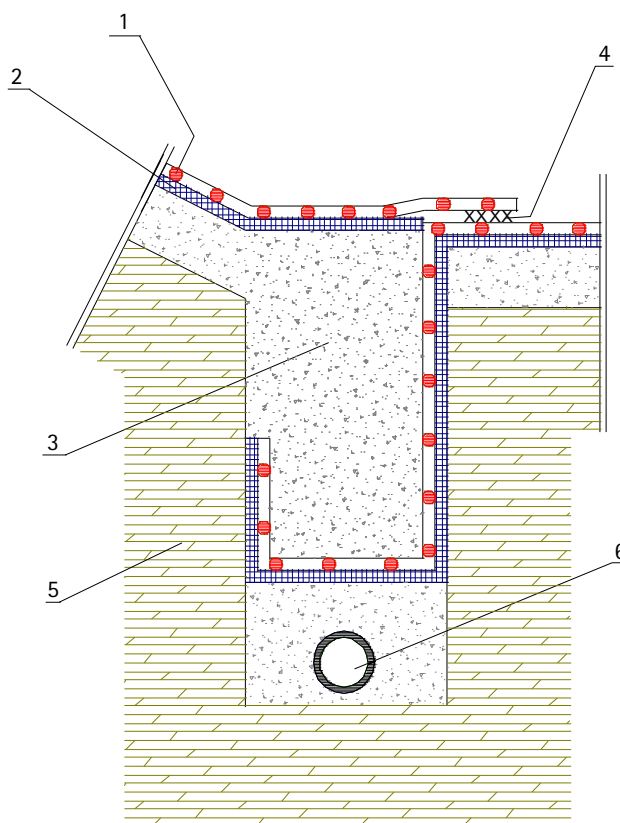
Las fijaciones intermedias podrían ser necesarias dependiendo de la construcción de la balsa. En el caso de pendientes muy largas, se recomienda prever una fijación con el fin de reducir la presión sobre la membrana debido a la fuerza del viento.



Fijación intermedia

1. Geomembrana
2. Geotextil
3. Capa sub-base - Capa drenante
4. Tubería de drenaje
5. Suelo compactado
6. Soldadura

Anclaje del sistema de impermeabilización en la parte inferior de la balsa

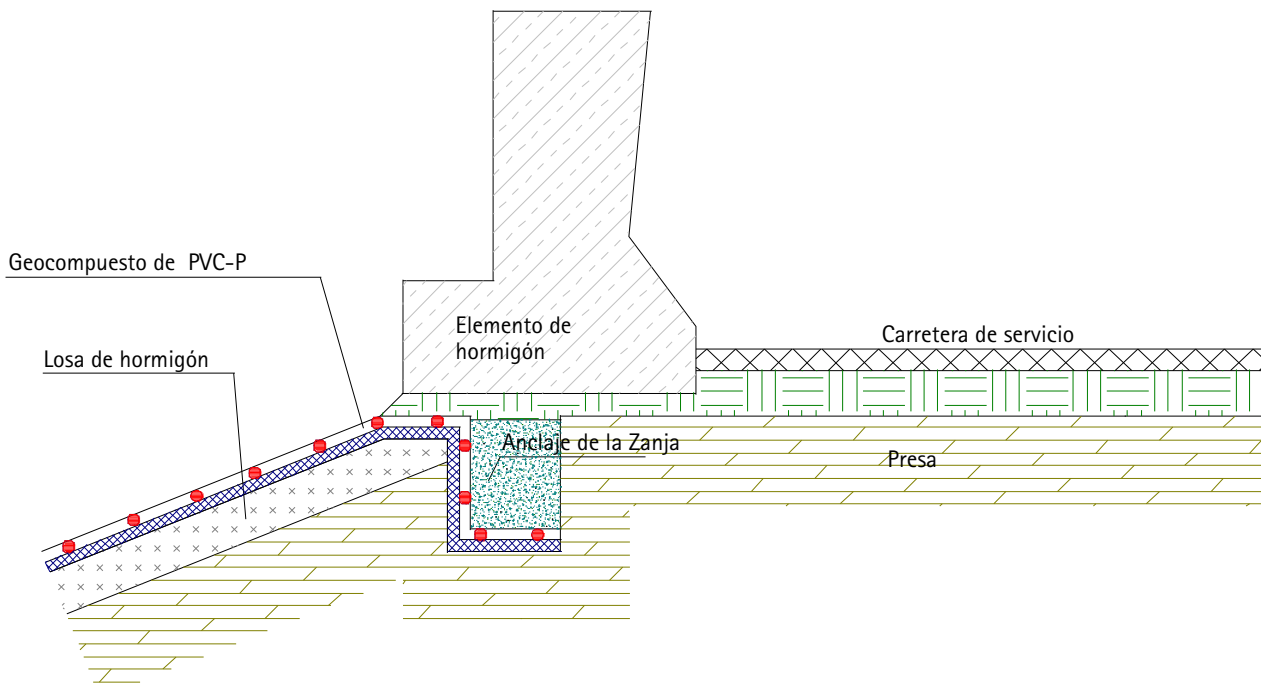


Fijación del fondo

1. Geomembrana
2. Geotextil
3. Capa drenante de arena o grava
4. Soldadura
5. Soporte compactado poco deformable
6. Tubería de drenaje

Anclaje en combinación con una superficie de hormigón

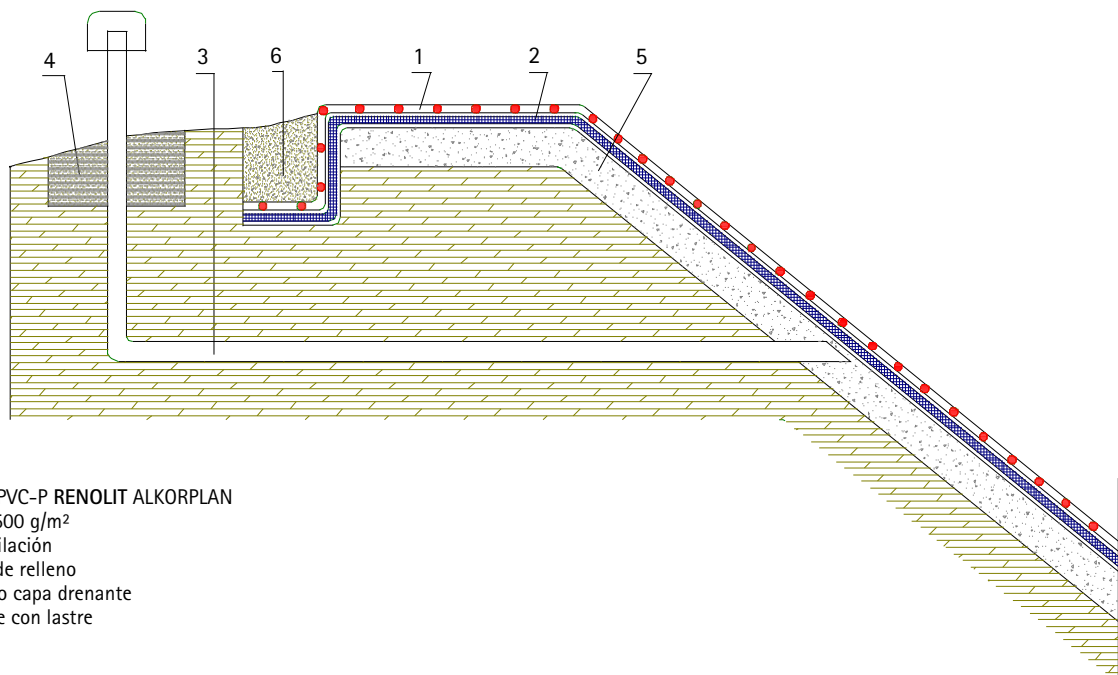
No es siempre posible encontrar un anclaje adecuado en una zanja. Si hay una carretera de servicio, las estructuras de hormigón son las de uso más frecuente. En tal caso, una posible terminación del sistema de impermeabilización puede realizarse como se muestra en el siguiente detalle:



Anclaje del coronamiento con un elemento de hormigón prefabricado

Sistema de ventilación

El viento tiene una influencia importante en un sistema de impermeabilización que se ha instalado con láminas (especialmente en balsas de riego donde el nivel del agua cambia muy a menudo), ya que la parte expuesta de la membrana podría sufrir bajo el viento. Por lo tanto, se recomienda instalar un sistema de ventilación:

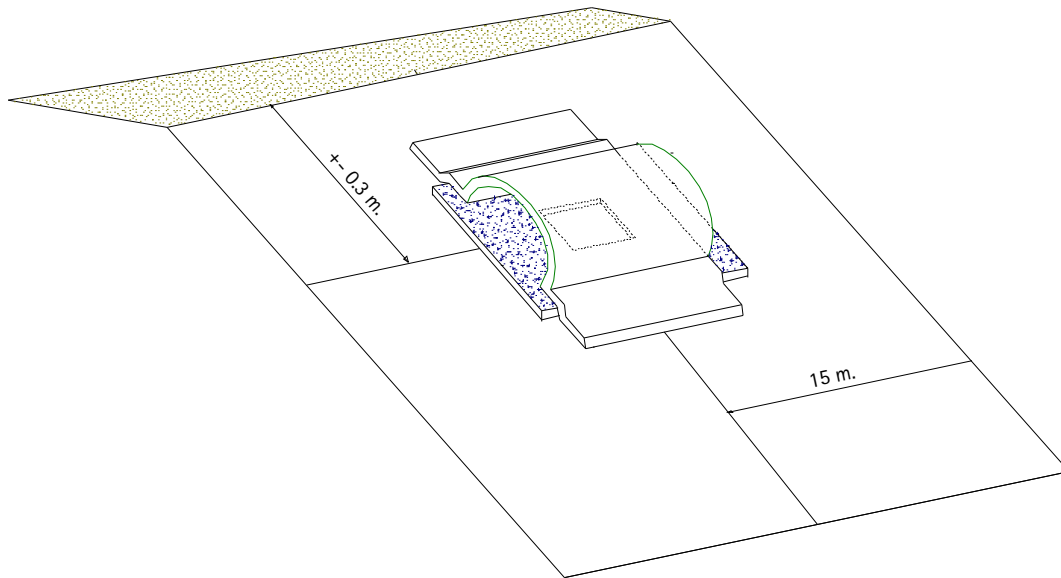


1. Geomembrana PVC-P RENOLIT ALKORPLAN
2. Geotextil min. 500 g/m²
3. Tubería de ventilación
4. Tierra o arcilla de relleno
5. Capa sub-base o capa drenante
6. Zanja de anclaje con lastre

12 Impermeabilización de balsas y similares

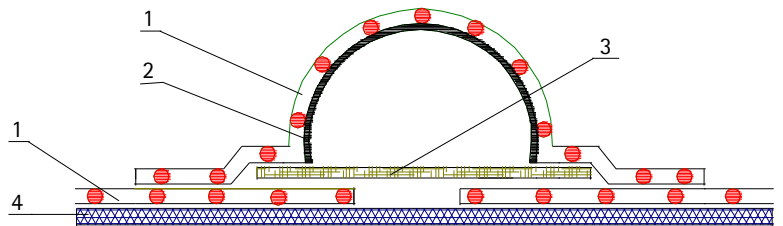
Tipología particular del sistema de ventilación:

No se necesita un sistema de ventilación si hay protección pesada sobre el sistema de impermeabilización.



Sistema de ventilación con media tubería de PVC

1. Geomembrana RENOLIT ALKORPLAN PVC-P
2. La mitad de tubo de PVC
3. Geomalla como protección
4. Geotextil de PP



Protección del sistema de impermeabilización

La protección contra influencias mecánicas es una garantía de un sistema de estanqueidad de larga duración. Por lo tanto, por las siguientes razones se debe instalar una protección en el sistema de impermeabilización:

- En canales con una velocidad del agua > 1 m/sec
- En áreas de la obra con una velocidad del agua > 1 m/sec
- Contra objetos flotantes
- En áreas con una rampa de acceso
- En las orillas de los lagos artificiales
- Contra viento, hielo, olas, etc
- En el fondo si se tiene intención de limpiar con maquinaria
- Contra el vandalismo
- Contra la influencia de la radiación UV en zonas expuestas

Protección con granulados

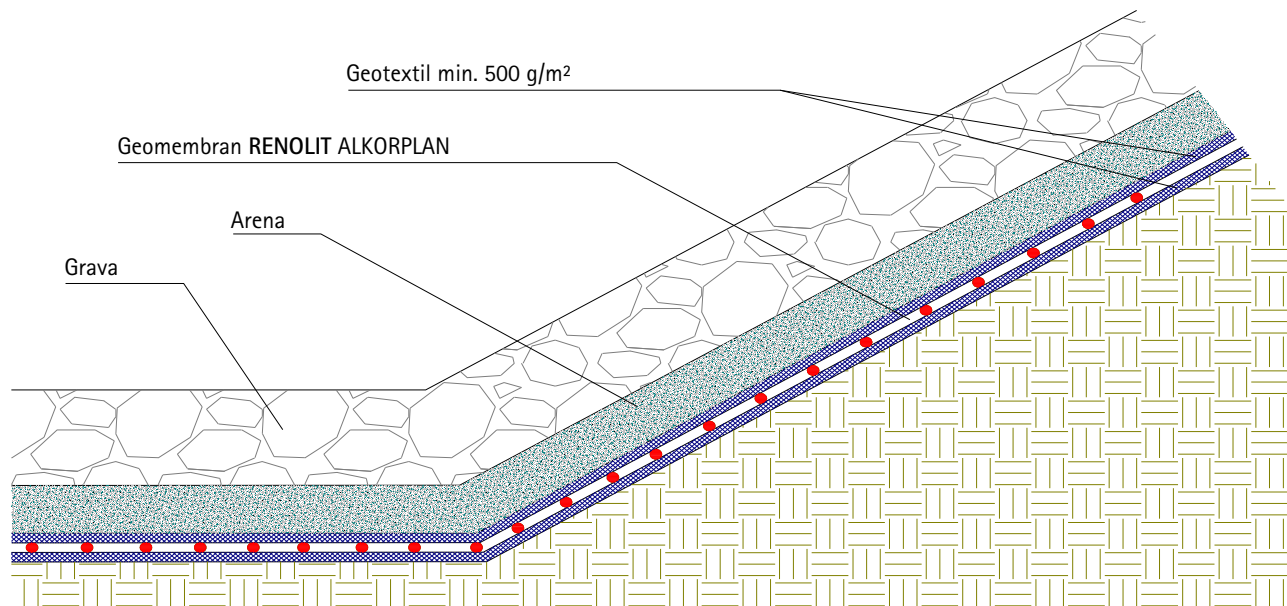
El estudio de la estabilidad de la protección depende del conocimiento completo de las características de todos los materiales utilizados, ya sean granulados o sintéticos. Sobre todo el ángulo de fricción entre las diferentes caras puede cambiar de manera importante el tipo de geomembrana, geotextil y granulación. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo ensayos a pie de obra para encontrar la mejor combinación.

El espesor de la geomembrana y el peso del geotextil dependen de:

- tipo de geomembrana
- granulación y ángulo del suelo
- granulación y ángulo del sustrato
- fuerzas creadas durante la ejecución de la capa de protección

Estas fuerzas dependen de:

- el espesor de la capa de protección colocada directamente sobre el sistema de estanqueidad
- el tipo de maquinaria que se utilizará para la colocación de la capa de protección.



Sistema de impermeabilización con grava como protección





Descarga del material de protección con camión



Distribución del material con una excavadora



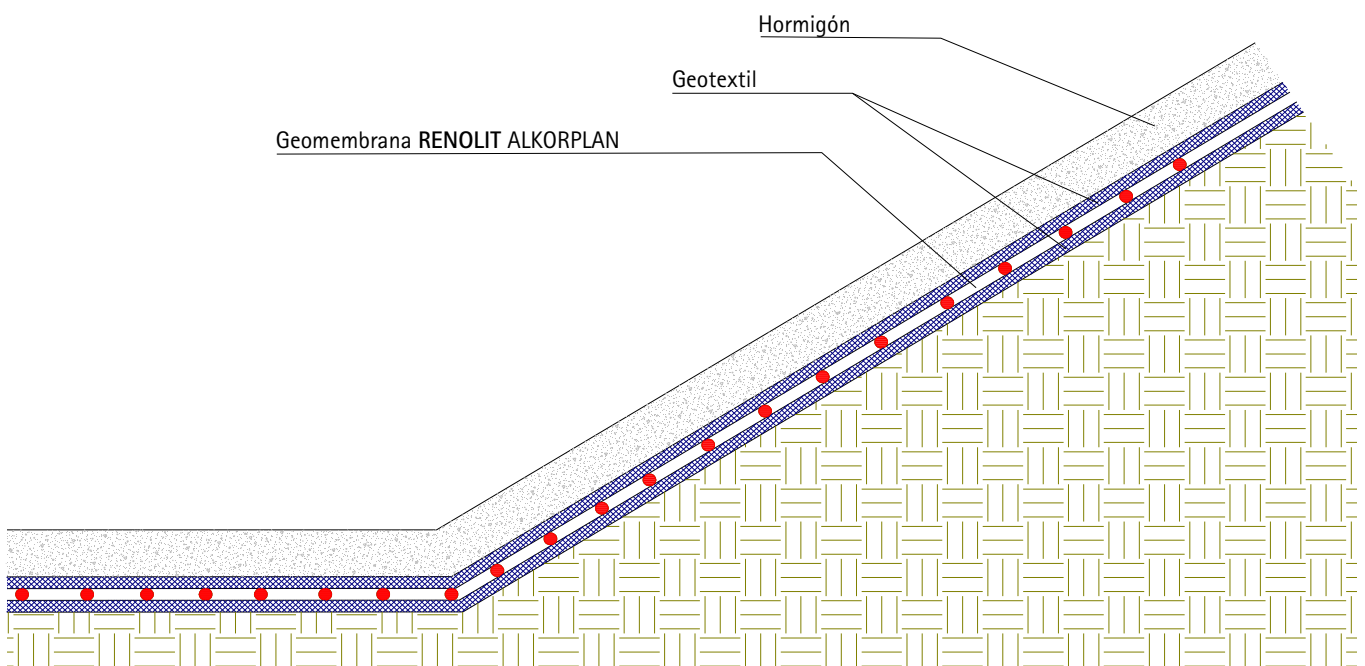
Distribución con maquinaria



Distribución con excavadora

Protección con hormigón:

En los taludes donde no se puede crear estabilidad con granulación (el ángulo de fricción es demasiado bajo) se tiene que hacer con una protección de hormigón.



Posible sistema con protección de hormigón





Rely on it.

RENOLIT Iberica, S.A.
Carretera del Montnegre, s/n
08470 Sant Celoni (Barcelona)
Spain
Phone: +34.93.848.4000
Fax: +34.93.867.5517
renolit.iberica@renolit.com
www.alkorgeo.com



RENOLIT ALKORGEO