PRODUCTOS SELLANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS

IMPERMEABILIZACIÓN DEL ESPACIO ANULAR EN SONDEOS Y PIEZÓMETROS

pesa well engineering

Productos sellantes usados en la construcción de sondeos

Información general

En la realización de sondeos para la obtención, observación y exploración de yacimientos de aguas subterráneas se perforan también, por regla general, capas arcillosas impermeables que actúan como barreras hidráulicas entre diferentes estratos. Estas capas separan acuíferos de diferente calidad y mineralización e impiden la penetración de aguas superficiales contaminadas o de diferente mineralización en acuíferos más profundos. Por este motivo es necesario reconstruir de forma efectiva las capas arcillosas previamente perforadas, utilizando para ello impermeabilizantes adecuados.

Como fabricante y proveedor líder de materiales para la construcción de sondeos, el grupo PWE dispone de una amplia gama de impermeabilizantes muy eficaces, compuestos de arcillas expansivas y masillas plásticas aptas para bombas de inyección.

Los **pellets de arcilla** se diferencian por su forma, expansividad, estabilidad estructural, densidad y detectabilidad geofísica. Su introducción en el sondeo se realiza normalmente por vertido en el lodo de perforación o en el agua del espacio anular. Mediante mediciones de control se comprueba la correcta colocación del impermeabilizante. Su límite de utilización viene determinado por la profundidad de la perforación y la geometría del espacio anular entre el revestimiento y el pozo.

Asimismo se utilizan **masillas sellantes** a base de arcilla-cemento. Mezclándolas con agua se preparan suspensiones estables que mediante inyección con varillaje permiten su colocación de forma segura a gran profundidad.

Requisitos

Los requisitos principales de los productos sellantes en la construcción de sondeos son:

- Sellado eficaz una vez aplicado- **Impermeabilidad del sistema.**
- Inocuo para su uso con agua potable.
- Aplicación segura y precisa.
- Detectable mediante prospección geofísica.

Pellets de arcilla

Los pellets de arcilla de alta expansividad han demostrado su excelente utilidad como impermeabilizantes en la construcción de sondeos y piezómetros. Su base principal son arcillas bentoníticas.

Su gran ventaja frente a los materiales de poca expansividad (arcillas caoliníticas/ilíticas) consiste en su capacidad para aumentar de volumen, creando una presión en el espacio anular existente entre el tubo y la pared de la perforación, impidiendo infiltraciones laterales y logrando una excelente impermeabilidad del sistema.

Zona de aplicación: Espacio anular del sondeo

Las cargas verticales debidas al peso propio del material de relleno (grava o arena) son transmitidas por rozamiento a las paredes del espacio anular (superficie de los tubos rígidos roscados/pared de la perforación).

Ya a pocos metros por debajo de la superficie del terreno actúa, sobre todo en perforaciones de menor diámetro, una carga vertical constante relativamente baja, de tal forma que los pellets de arcilla previamente vertidos no sufren prácticamente ninguna compactación.

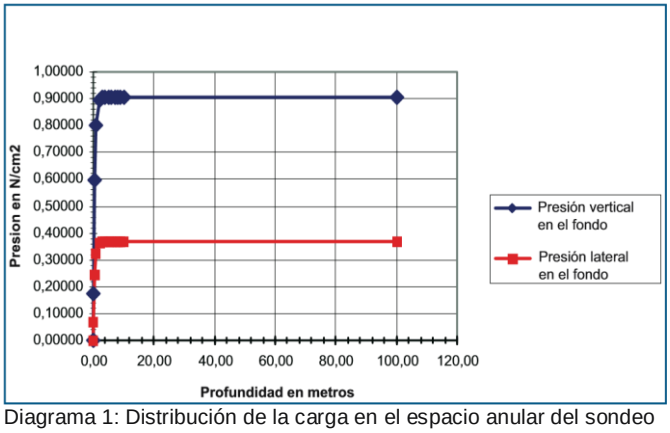


Diagrama 1: Distribución de la carga en el espacio anular del sondeo relleno de grava.
Ø perforación 150 mm / Ø tubo rígido roscado NORIP DN 65.

Este efecto debe tenerse en cuenta en la determinación de los parámetros de ensayo para la comprobación de la eficacia de los pellets de arcilla en la impermeabilización de sondeos. Con el fin de obtener valores de ensayo próximos a la realidad, se debe aplicar sobre las probetas una carga vertical máxima de 1 N/cm² (diagrama 1).

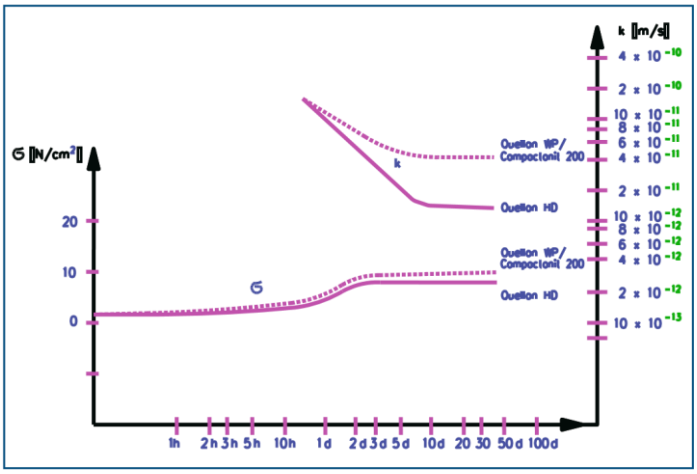
Productos sellantes usados en la construcción de sondeos

Características de los materiales

Teniendo en cuenta las condiciones particulares de instalación en cada caso, existen dos métodos de ensayo que han dado buenos resultados en la obtención de las propiedades de las arcillas:

1. Ensayo con volumen constante.

El cuerpo de la probeta se rellena con agua y pellets, no permitiéndose su expansión. Una vez que se haya producido el hinchamiento de la arcilla y se hayan cerrado los poros de los pellets, se mide la **tensión expansiva σ** y el **coeficiente de permeabilidad k_f** según Darcy.

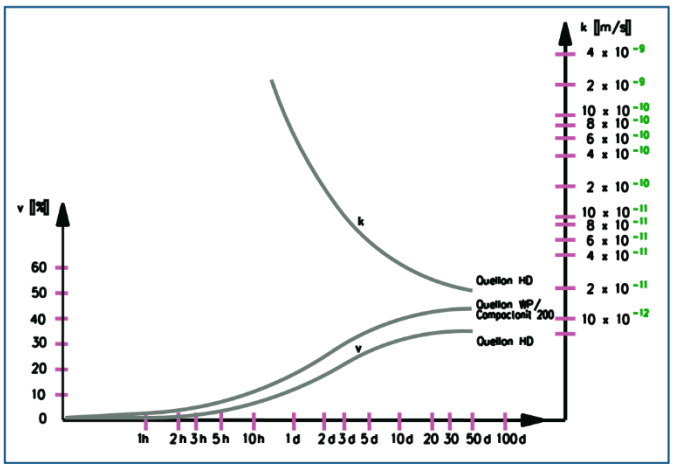


2. Ensayo con una presión baja y constante.

En caso de que existan cavidades no rellenas por razones geométricas, como puede ser en el caso de sondeos de mayor diámetro, una carga vertical baja (1 N/cm²) permite, según la capacidad expansiva, un aumento de volumen V en las cavidades. En paralelo se determina el coeficiente de permeabilidad k_f.
(Véase el siguiente gráfico)

Valores típicos para pellets de arcilla de alta expansividad:

Tensión expansiva σ Ensayo 1:	Hasta 10,0 N/cm²
Expansión volumétrica Ensayo 2:	20 – 40 %
Coeficiente de permeabilidad k_f Ensayo 1+2:	< 10^{-10} m/s



Eficacia en agua salada

La capacidad expansiva de los pellets de arcilla bentonítica se reduce en aguas mineralizadas. Varios estudios con aguas ricas en cloruro sódico y SBF Quellon WP en el Instituto de Cimentaciones y Mecánica del Suelo de la Universidad Técnica de Braunschweig mostraron el siguiente comportamiento:

Serie de ensayos 1:

- Activación con agua del grifo.
- Inundación con agua salada.

Si la activación de los pellets de arcilla de alta expansividad se realiza primero en agua dulce, se puede demostrar la eficacia del sellado en aguas de cloruro sódico con una concentración de 30 g/l.
Valor límite 30 g NaCl/l.

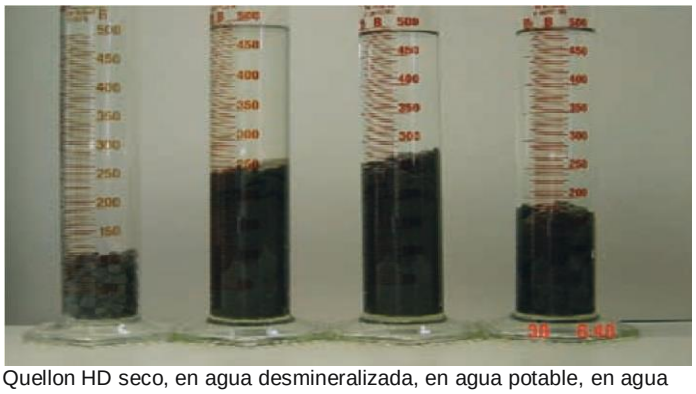
Serie de ensayos 2:

- Activación e inundación con agua salada.

Con una aplicación directa de Quellon WP en agua salada, las características del sellado se mantienen estables hasta una concentración de 5 g NaCl/l. Con 10 g/l, el coeficiente de permeabilidad se multiplica por 10. Una mayor salinidad provoca un descenso masivo de la expansividad y un gran aumento del coeficiente de permeabilidad.
Valor límite 10 g NaCl/l

Productos sellantes usados en la construcción de sondeos

Expansividad en agua dulce y salada



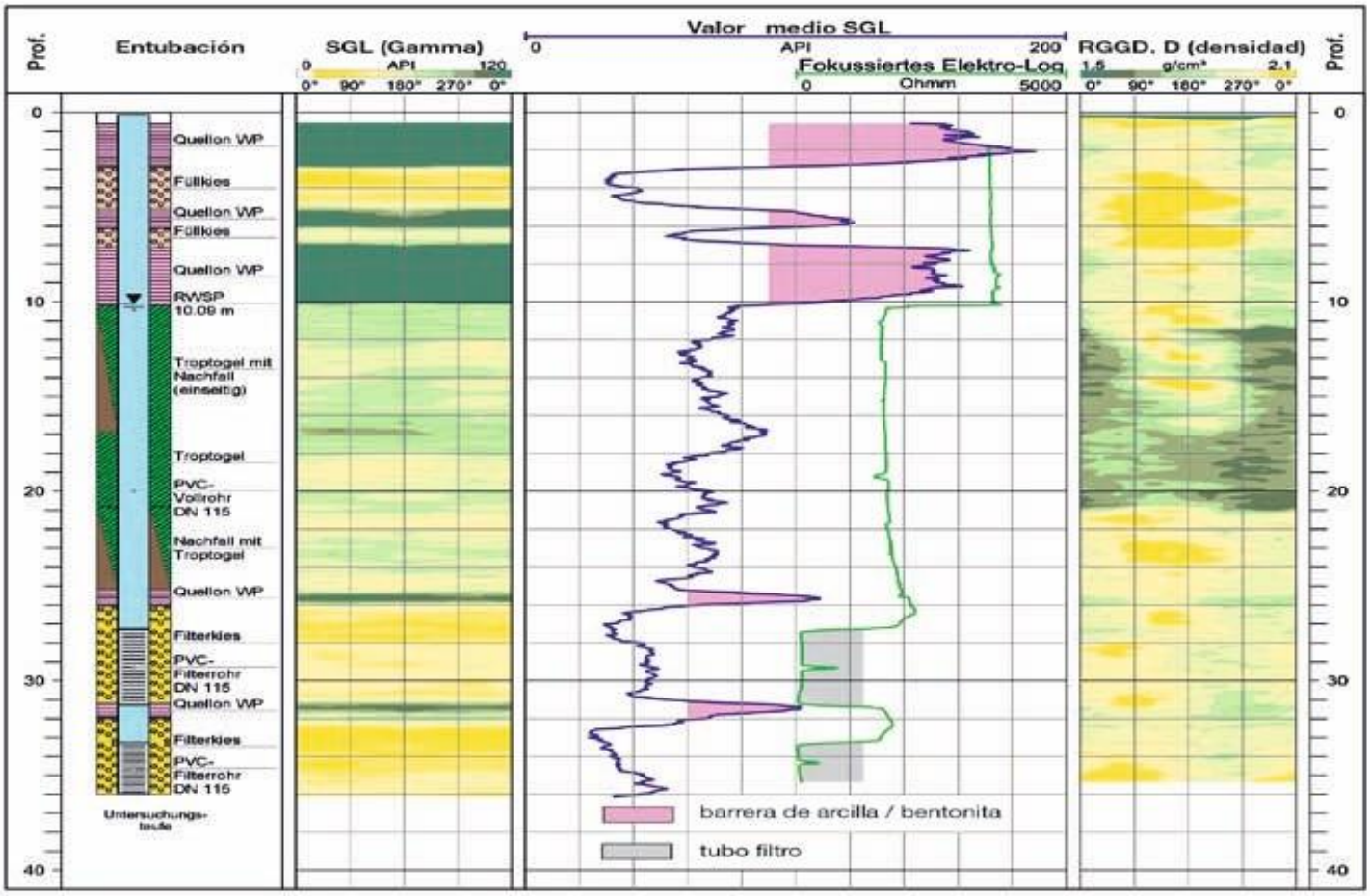
Quellon HD seco, en agua desmineralizada, en agua potable, en agua salada (10 g NaCl/l).

Los pellets de bentonita que sumergidos en agua no aumenten su volumen en más de un 30% pueden dejar espacios libre entre ellos, por lo que deberían utilizarse de forma restringida en la impermeabilización de sondeos.

No se pueden excluir en este caso poros continuos residuales en el relleno del espacio anular, sobre todo en las superficies de contacto (pared de la perforación/superficie del tubo), que traen como resultado una permeabilidad elevada. El importante gradiente hidráulico que se produce en este caso provoca la erosión y el colapso total de la barrera impermeable.

Sólo es posible conseguir un sellado de suficiente calidad con arcillas de baja expansividad en diámetros superiores a 400 mm, debido a las grandes cargas verticales del material de relleno. Para perforaciones inferiores a 400 mm recomendamos, por las razones mencionadas, solamente la utilización de impermeabilizantes que contienen bentonita.

Comprobación del relleno anular mediante prospección geofísica.



Fuente: Bohrlochmessung-Storkow GmbH

Otras características de calidad de los pellets de arcilla son:

- Capacidad de sedimentación / Instalación segura.
- Conformación.
- Estabilidad estructural.
- Detección mediante prospección geofísica.

En cuanto a la seguridad en la aplicación y estabilidad estructural, los pellets de arcilla prensados al vacío han dado mejores resultados frente a los productos granulados. Sus superficies lisas y compactas hacen que se retrase el hinchamiento durante su descenso en el sondeo, reduciéndose así el riesgo de formación de puentes o conglomerados.

Mediante la adición de agregados minerales especiales se pueden suministrar productos con características particulares, como una mayor densidad/velocidad de sedimentación con propiedades magnéticas y una radiación elevada, para una detección segura durante las mediciones de control en los sondeos. (Véase el gráfico de Bohrlochmessung – Storkow GmbH).
Con mucho gusto nuestro departamento técnico le asesorará en la elección del producto adecuado.

Masillas sellantes

Aparte de los productos de arcilla para el sellado de sondeos y piezómetros, las mezclas preparadas para la elaboración de suspensiones impermeabilizantes bombeables en forma de lechada han probado su eficacia en la práctica. Dichas mezclas se componen principalmente de:

- Conglomerante hidráulico.
- Arcilla de poca expansividad (caolinita).
- Arcilla de alta expansividad (bentonita).
- Aditivos minerales especiales para aplicaciones adicionales.

En principio, las suspensiones de arcilla-cemento pueden utilizarse para todo tipo de impermeabilización en la construcción de sondeos, tanto para reconstrucciones sencillas de sondeos como para el sellado de espacios anulares en piezómetros. Gracias al empleo de técnicas de aplicación comprobadas, se pueden conseguir sellados a mucha profundidad de forma segura.

Igual que en los productos de arcilla, para estos impermeabilizantes bombeables existen mezclas minerales especiales que poseen una mayor actividad gamma natural, por lo que se consigue una mejor detección en las prospecciones geofísicas. En particular, en la compactación posterior de los espacios anulares, las mediciones geofísicas significativas son una base importante para la valoración cualitativa del sellado realizado. Para tales trabajos le ofrecemos nuestro producto “SBF-Troptogel C”.

Las masillas sellantes bombeables muestran sus ventajas también en la entubación de perforaciones para la obtención de energía geotérmica. Su consistencia fluida permite un completo recubrimiento de los tubos sonda, codos y centradores, reconstruyendo simultáneamente las barreras hidráulicas perforadas. Según los casos, se emplean suspensiones impermeabilizantes sencillas o masillas de relleno con mayor conductividad térmica.

Requisitos

Las masillas sellantes bombeables para la impermeabilización profesional en sondeos y piezómetros deben ofrecer las siguientes características:

- Absoluta estabilidad de volumen.
- Valores k_f < 10-10 m/s.
- Alta impermeabilidad del sistema.
- Ningún aumento de temperatura durante el fraguado.
- Estable a la sedimentación.
- Alta resistencia frente a aguas agresivas al hormigón.
- Mantener su capacidad filtrante en las superficiesde contacto con la grava.
- Localizable mediante prospección geofísica
- No deben contaminar el agua potable.

Elaboración

Para la elaboración de masillas sellantes han dado buen resultado las instalaciones mezcladoras de alta velocidad que disuelven de forma coloidal el conglomerante/mezcla de arcilla, de manera que se forman suspensiones estables sin grumos, haciendo al mismo tiempo un uso eficiente de los materiales. Debe adaptarse la capacidad de los mezcladores al volumen de los trabajos de sellado, para poder elaborar la suficiente cantidad de suspensiones en el intervalo de tiempo disponible.

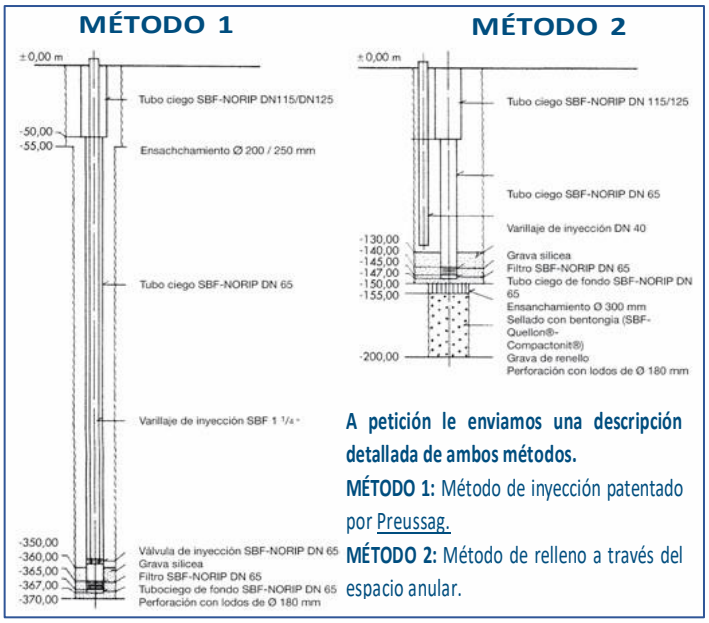
Es necesario tener en cuenta y documentar los valores de los parámetros de la suspensión, tales como los tiempos de vaciado en el ensayo del embudo de Marsh, la densidad y los tiempos de elaboración.

Inyección

Para una correcta realización del sellado anular en sondeos profundos o piezómetros se recomienda el empleo del método de inyección (método de entubación 1) desarrollado por Preussag y registrado bajo el número de patente DE 3 84 1316 C2.

Haciendo uso del sistema de tubería SBF-NORIP, adaptado particularmente a este método, se inyecta masilla sellante por el interior del sondeo en el espacio anular. Para ello se integra en el tramo de tubo de PVC-U situado por encima de la zona filtrada un tubo de inyección, por el cual se bombea la solución. Las ventajas de este método en comparación con las técnicas de aplicación convencionales son considerables:

- Diámetro de perforación reducido.
- Uso eficiente de materiales.
- Tiempos de inyección reducidos.
- Relleno uniforme y homogéneo del espacio anular.
- Sellados hasta una profundidad de 1500 metros.



Conforme al método 2, también se puede inyectar la suspensión impermeabilizante de forma convencional directamente en el espacio anular. La profundidad de aplicación con este método está limitada. Por un lado aumenta la perdida de carga durante la inyección y por otro es necesario aumentar la sección de la perforación, lo que representa un aumento de coste importante.

El proceso de inyección ha terminado cuando los parámetros (densidad/viscosidad) de la masilla que salga por la boca del sondeo correspondan a los de la masilla sellante inyectada.

Características de calidad de los pellets de arcilla – Recomendaciones de aplicación

	Quellon HD	Mikolit 300 300 M	Quellon WP	Compactonit 10/200	Compactonit 10/80	Compactonit TT 20	Mikolit 00
Características de los productos	De alta expansividad/ Pellet Alta densidad	De media expansividad/ Pellet	De alta expansividad/ Pellet	De alta expansividad/ Pellet	De media expansividad/ Pellet	De poca expansividad/ Pellet	De poca expansividad/ Pellet
Estanqueidad en el espacio anular	+++	0	+++	+++	0	-	-
Capacidad de sedimentación durante la aplicación	+++	0	0	0	0	0	0
Medición mediante prospección geofísica	+++	0	+++	0	0	0	0
Recomendaciones de aplicación	Sellado de espacios anulares profundos > 100m Alta sensibilidad de detección con el magnetómetro	Sellados en perforaciones de diámetro constante (perforaciones en seco) con sensibilidad moderada en el magnetómetro (300 M)	Sellado de espacios anulares en perforaciones con lodo/ Detección segura en el registro gamma	Sellado seguro de espacios anulares en perforaciones con lodo	Sellado de espacios anulares en perforaciones de diámetro constante	Relleno posterior de perforaciones de gran diámetro	Relleno posterior de perforaciones de gran diámetro

Criterios de valoración: +++ muy bien / 0 regular / - mal

Pesa Well Engineering, S.L.
Tel: +34 917 920 330
www.comercial-pwe.com
comercial@grupo-pwe.com
Calle Laguna Dalga 12, nave A5.
28021 Madrid.

Ficha técnica

Pellets de bentonita con alta capacidad de hinchamiento ideal para sellar espacios anulares. Adecuada para aplicar en sondeos, pozos y piezómetros construidos mediante cualquier técnica de perforación.

La excelente expansividad asegura la unión del sellante entre la pared de la perforación y la tubería, sin sellado adicional desde el exterior.
Los sellados de Mikolit® 300 poseen un alto margen de seguridad.
Su capacidad de hinchamiento asegura un sellado seguro también en perforaciones de geometría complicada.

Las superficies lisas y la alta estabilidad estructural de los pellets retrasan el hinchamiento e impiden que se rompan durante el descenso. En las mediciones de control durante prospecciones geofísicas, los sellados de espacios anulares de Mikolit® 300 son detectados mediante registro gamma-gamma (registro de densidad).

Características del producto

Nombre del producto:	**Mikolit® 300**
Color:	**Marrón/gris**
Tamaño del pellet:	**Ø: 8 mm, Largo: 7 – 12 mm**
Velocidad de sedimentación en agua:	**21 m/min**
Densidad saturada en agua:	**1,8 t/ m^3**
Peso específico de material:	**1,1 t/m^3**
Inicio capacidad de hinchamiento:	**15 min**
Capacidad de hinchamiento:	**50 – 70%**
Coeficiente de permeabilidad k_f:	**< 10^{-11} m/s**
Tensión de compresión:	**9 KN/m^2**
Determinación mediante prospección geofísica:	**80 – 105 AP (rayos gamma)**
Estabilidad estructural:	**Clase 2**
Embalaje:	**Sacos de 25 y 1000 kg**

Determinación de cantidades mediante fórmulas o tablas según diámetro de tubería y diámetro de perforación.

Perforación:
$Ø^2$ de perforación (dm) x 7,85 → Mikolit 300 (kg/m).
Espacio anular:
[$Ø^2$ de perforación (dm) - $Ø^2$ de tubería (dm)] x 7,85 → Mikolit 300 (kg/m).

Cantidad necesaria (kg/m)

Diámetro exterior tubería (mm) \ Diámetro de perforación (mm)	300	100	125	150	200	250	300	400	500	600
0		9	13	19	34	54	77	137	215	309
50		6	11	17	32	51	75	135	212	307
100			5	11	26	45	69	129	206	300
125				6	21	40	64	124	201	295
160					12	32	55	115	193	287
200						19	43	103	180	175
250							24	84	161	255
315								52	129	224
400									77	172
500										94

Pellets de Bentonita

Sacos de 1000 kg

Sacos de 25 kg

Capacidad de hinchamiento
50% – 70%

Ficha técnica

Pellets de bentonita y magnetita con alta capacidad de hinchamiento ideal para sellar espacios anulares. Adecuada para aplicar en sondeos, pozos y piezómetros construidos mediante cualquier técnica de perforación.
Su alta densidad hace que los pellets desciendan de forma rápida en el agua/lodo de perforación, por lo que se consigue en posicionamiento seguro y exacto de los pellets en sondeos, pozos y piezómetros profundos.

Las superficies lisas y la alta estabilidad estructural de los pellets retrasan el hinchamiento e impiden que se rompan durante el descenso. La excelente expansividad asegura la unión del sellante entre la pared de la perforación y la tubería, sin sellado adicional desde el exterior.

En las mediciones de control durante prospecciones geofísicas, los sellados de espacios anulares de Mikolit® 300 M son detectados por el magnómetro debido a su alta sensibilidad.

Pellets de Bentonita

Sacos de 1000 kg

Sacos de 25 kg

Capacidad de hinchamiento
50% – 60%

Características del producto

Nombre del producto:	Mikolit® 300 M
Color:	Negro/gris
Tamaño del pellet:	Ø: ± 8 mm, Largo: 7 – 12 mm
Velocidad de sedimentación en agua:	21 m/min
Densidad saturada en agua:	2,0 t/m^3
Peso específico de material:	1,3 t/m^3
Inicio capacidad de hinchamiento:	15 min
Capacidad de hinchamiento:	50 – 60%
Coeficiente de permeabilidad k_f:	< 10 $^{-11}$ m/s
Tensión de compresión:	6 – 8 KN/m²
Determinación mediante prospección geofísica:	Ca. 80 - 100 API (rayos gamma)
Estabilidad estructural:	Clase 2
Embalaje:	Sacos de 25 y 1000 kg

Determinación de cantidades mediante fórmulas o tablas según diámetro de tubería y diámetro de perforación.

Perforación:
Ø^2 de perforación (dm) x 10,2 → Mikolit 300 (kg/m).
Espacio anular:
[Ø^2 de perforación (dm) - Ø^2 de tubería (dm)] x 10,2 → Mikolit 300 (kg/m).

Diámetro exterior tubería (mm) \ Diámetro de perforación (mm)	300M	100	125	150	200	250	300	400	500	600
	0	10	16	23	41	63	91	162	254	365
	50	8	13	20	38	61	89	160	251	363
	100		6	13	30	53	81	152	243	355
	125			7	25	48	75	146	238	349
	160				15	37	65	136	228	339
	200					23	51	122	213	324
	250						28	99	190	302
	315							63	153	264
	400								91	203
	500									112

Ficha técnica

MIkilot® B, es un producto de gama alta. Se fabrica utilizando una mezcla de activadores de calcio y bentonita, alta capacidad de hinchamiento ideal para sellar espacios anulares, se puede usar en agua salada. Adecuada para aplicar en sondeos, pozos y piezómetros construidos mediante cualquier técnica de perforación.

La excelente expansividad asegura la unión del sellante entre la pared de la perforación y la tubería, sin sellado adicional desde el exterior.
Los sellados de Mikolit® B poseen un alto margen de seguridad.
Su capacidad de hinchamiento asegura un sellado seguro también en perforaciones de geometría complicada.

Las superficies lisas y la alta estabilidad estructural de los pellets retrasan el hinchamiento e impiden que se rompan durante el descenso.

Pellets de Bentonita

Sacos de 1000 kg

Sacos de 25 kg

Capacidad de hinchamiento
180% – 200%

Características del producto

Nombre del producto:	Mikolit® B
Color:	Gris/verde
Tamaño del pellet:	Ø: ±8 mm, Largo: 7 – 12 mm
Velocidad de sedimentación en agua:	21 m/min
Densidad saturada en agua:	1,8 g/cm^3
Peso específico de material:	1,1 g/cm^3
Inicio capacidad de hinchamiento:	12 min
Capacidad de hinchamiento:	180 – 200 %
Coeficiente de permeabilidad k_f:	< 10 a 12 m/s
Tensión de compresión:	12 - 15 KN/m²
Determinación mediante prospección geofísica	55 – 85 API (rayos gamma)
Embalaje:	Sacos de 25 y 1000 kg

Determinación de cantidades mediante fórmulas o tablas según diámetro de tubería y diámetro de perforación.

Perforación:
Ø² de perforación (dm) x 7,85 → Mikolit 300 (kg/m).
Espacio anular:
[Ø² de perforación (dm) - Ø² de tubería (dm)] x 7,85 → Mikolit 300 (kg/m).

Cantidad necesaria (kg/m)

Diametro exterior de tubería (mm)	Diametro exterior de perforación (mm)								
B	100	125	150	200	250	300	400	500	600
0	8	12	18	31	49	70	125	195	280
50	6	10	16	29	47	68	123	193	279
100		4	10	23	41	62	117	187	273
125			5	19	37	58	113	183	269
160				11	29	50	105	175	261
200					18	39	94	164	250
250						21	76	146	232
315							47	118	203
400								70	156
500									86

Ficha técnica

Pellets de bentonita con alta capacidad de hinchamiento ideal para sellar espacios anulares. Adecuada para aplicar en sondeos, pozos y piezómetros construidos mediante cualquier técnica de perforación siempre que el procuro quede sumergido

La excelente expansividad asegura la unión del sellante entre la pared de la perforación y la tubería, sin sellado adicional desde el exterior.
Los sellados de Compactonit® 10/200 poseen un alto margen de seguridad.
Su capacidad de hinchamiento asegura un sellado seguro también en perforaciones de geometría complicada.

Las superficies lisas y la alta estabilidad estructural de los pellets retrasan el hinchamiento e impiden que se rompan durante el descenso. En las mediciones de control durante prospecciones geofísicas, los sellados de espacios anulares de Compactonit® 10/200 son detectados mediante registro gamma-gamma (registro de densidad).

Pellets de Bentonita

Sacos de 25 kg

Características del producto

Nombre del producto:	Compactonit® 10/200
Color:	Marrón/gris
Tamaño del pellet:	Ø: 10 mm, Largo: 8 – 14 mm
Velocidad de sedimentación en agua:	25 m/min
Densidad aparente:	1,0 g/cm^3
Peso específico de material:	1,8 g/cm^3
Actividad:	Ca. 50 API
Contenido en esméctica:	45 %
Coeficiente de permeabilidad k_f:	< 1 x 10 $^{-11}$ m/s
Tensión de compresión:	8 N/cm²
Detección mediante prospección geofísica:	Gamma-Gamma Log
Estabilidad estructural:	Clase 4
Embalaje:	Sacos de 25 kg

Determinación de cantidades mediante fórmulas, teniendo en cuenta el diámetro de perforación y tubería.

Perforación:
Ø^2 de perforación (dm) x 7,85 → Compactonit 10/200 (kg/m).
Espacio anular:
[Ø^2 de perforación (dm) - Ø^2 de tubería (dm)] x 7,85 → Compactonit 10/200 (kg/m).

Ficha técnica

Mezcla preparada de minerales de arcilla y conglomerantes hidráulicos para la elaboración de suspensiones bombeables para el sellado del espacio anular en pozos, sondeos y piezómetros.

Campos de aplicación y características del producto:
Troptogel® B es un impermeabilizante natural con un alto rendimiento sellante. Es un producto adecuado para el sellado del espacio anular, construcción de pozos, sondeos y piezómetros.
Debido a los componentes del producto óptimamente adaptados no se produce un aumento de temperatura durante el proceso de relleno, lo que significa que el termoplástico podría dañar la tubería de extracción.

La densidad de la suspensión reduce significativamente la carga de presión externa sobre la tubería. No contamina el agua potable. Se utiliza exclusivamente en cementos con alta resistencia a los sulfatos según las normas DIN EN 197-1 o DIN 1164-10.
Para asegurar una desintegración óptima de la suspensión de lechada, recomendamos el uso de mezcladores coloidales.

Determinación de cantidades según formulas:

- 1m³ de suspensión de lechada = 520 Kg de Troptogel® B + 800 litros de agua.
- Por bolsa de 25 kg = 25 kg de Troptogel® B + 39 litros de agua.

- *Calculo de relleno espacio de perforación:*
  Ø² de perforación (dm) x 4,08 → Troptogel® B (kg/m).

- *Calculo de relleno espacio anular:*
  [Ø² de perforación (dm) – Ø² tubería (dm)] x 4,08 → Troptogel® B (kg/m).

Parámetros de la suspensión/pasta sellante		
Cantidad necesaria de SBF-Troptogel® B en kg por m³ de agua	**600**	**700**
Cantidad necesaria de SBF-Troptogel® B en kg por m³ de pasta sellante	**490**	**550**
Tiempo de vaciado en el ensayo del embudo de Marsh (Sek)	>45	>60
Viscosidad aparente (mPas)	>25	>45
Límite de fluencia (lbs/100sqft)	>30	>60
Filtrado API (ml)	<90	<80
Peso específico (kg/dm³)	1,33	1,35
Tiempo de manipulación (h)	5	5
Resistencia a compresión a los 7 días (N/mm²)	0,15	0,2
Coeficiente de permeabilidad K_f	5×10^{-11}	5×10^{-11}
Formulación: 650 kg/m³	= 1,24 m³	
525 kg/0,8 m³	= 1,00 m³	

Disponible en sacos de plástico/papel de 25 kg con un tiempo de almacenamiento de 6 a 24 meses, según condiciones ambientales.