



ZTV-W

Condiciones técnicas contractuales complementarias para obras de
ingeniería hidráulica

Protección de taludes y soleras **Rango de prestaciones 210**

Versión de julio de 2024

Notificación UE n.º XXX

Nota:

Se han cumplido las obligaciones de información de conformidad con la Directiva (UE) 2015/1535 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015, por la que se establece un procedimiento de información en materia de reglamentaciones técnicas y de reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información (DO L 241, de 17.9.2015, p 1).

ZTV-W

Condiciones técnicas contractuales complementarias para obras de ingeniería hidráulica

Publicado por el Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Transporte (BMDV, por su versión en alemán), Departamento de Vías Navegables y Transporte Acuático.

Producción y distribución por parte del Instituto Federal de Ingeniería Hidráulica (BAW, por su versión en alemán).

Elaborado por grupos de trabajo del grupo de trabajo «Descripciones de prestaciones estándar en ingeniería hidráulica» con la participación significativa de expertos de la Administración Federal de Vías Navegables y Transporte Acuático, así como del Instituto Federal de Ingeniería Hidráulica, el Instituto Federal de Ciencias del Agua, representantes de los ministerios estatales y sus departamentos subordinados para puertos interiores y marítimos, gestión del agua, protección costera, protección del medio ambiente, oficinas de ingeniería y planificadores especializados de ingeniería hidráulica, cooperativas de drenaje, asociaciones de presas y agua, así como institutos de ensayos de materiales.

La traducción y la reimpresión, íntegra o parcial, solo están permitidas con autorización del editor.

Índice

1	Ámbito de aplicación (en relación con el punto 1).....	1
2	Materiales, componentes (en relación con el punto 2).....	1
2.0	Información general.....	1
2.1	Productos, materiales y componentes de construcción a base de plantas.....	1
2.2	Materiales para lechada hidráulica y bituminosa.....	2
2.3	Geotextiles y geocompuestos.....	2
2.4	Filtros de áridos.....	2
2.5	Componentes hidráulicos y otros materiales a granel.....	3
2.6	Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón.....	3
2.7	Cajas de alambres.....	3
2.8	Sellos.....	3
2.9	Garantía de calidad para productos, materiales y componentes de construcción.....	4
2.9.0	Información general.....	4
2.9.1	Materiales y componentes de construcción de plantas.....	5
2.9.2	Materiales para lechada hidráulica y bituminosa.....	5
2.9.3	Geotextiles y geocompuestos.....	5
2.9.4	Filtros de áridos.....	5
2.9.5	Componentes hidráulicos y otros materiales a granel.....	5
2.9.6	Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón.....	5
2.9.7	Cajas de alambres.....	5
2.9.8	Sellos.....	5
3	Ejecución (en relación con el punto 3).....	6
3.0	Información general.....	6
3.1	Materiales y componentes de construcción de plantas.....	6
3.2	Materiales para lechada hidráulica y bituminosa.....	6
3.3	Geotextiles y geocompuestos.....	8
3.3.1	Geotextiles y geocompuestos biodegradables.....	8
3.3.2	Geotextiles biodegradables.....	9
3.4	Filtros de áridos.....	9
3.5	Componentes hidráulicos y otros materiales a granel.....	9
3.6	Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón.....	10
3.7	Cajas de alambres.....	10
3.8	Sellos.....	10
3.9	Garantía de calidad para la aplicación.....	11
3.9.0	Información general.....	11
3.9.1	Materiales y componentes de construcción de plantas.....	11
3.9.2	Materiales para lechada hidráulica y bituminosa.....	11
3.9.3	Geotextiles y geocompuestos.....	12
3.9.4	Filtros de áridos.....	13
3.9.5	Componentes hidráulicos y otros materiales a granel.....	13
3.9.6	Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón.....	13
3.9.7	Cajas de alambres.....	13
3.9.8	Sellos.....	13
4	Servicios adicionales, servicios especiales (en relación con el punto 4).....	14
4.1	Servicios adicionales.....	14

5	Facturación (en relación con el punto 5).....	14
Anexo: Lista de normas citadas, condiciones de entrega y condiciones contractuales, directrices y recomendaciones.....		
		23
Fuentes		25

Lista de cuadros

Cuadro 1:	Garantía de calidad para productos de construcción, materiales, componentes y métodos de construcción (sin verificación del comportamiento medioambiental).....	16
Cuadro 2:	Requisitos de materiales y valores límite para la garantía de calidad de los materiales de lechada ligados hidráulicamente para lechada de piedras hidráulicas.....	17
Cuadro 3:	Requisitos de materiales y valores límite para la garantía de calidad en la construcción de filtros a partir de áridos.....	18
Cuadro 4:	Visión general de los ensayos individuales que deben realizarse para el material de lechada hidráulica.....	19
Cuadro 5:	Resumen de los ensayos individuales que deben realizarse para los sellos hechos de arcilla natural.....	21
Cuadro 6:	Requisitos de materiales y valores límite para la garantía de calidad en la construcción de sellos de arcilla natural.....	22

Observaciones preliminares

Los números que figuran entre paréntesis después de los encabezamientos de las secciones se refieren a las «Condiciones técnicas contractuales generales para las obras de construcción (ATV, por su versión en alemán). Normas generales para las obras de construcción de todo tipo: DIN 18299».

Los productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de Turquía, así como las mercancías originarias de un Estado miembro de la AELC que sea parte en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, que no se ajusten a estas condiciones técnicas contractuales complementarias, se considerarán conformes, incluidos los ensayos, las inspecciones y las certificaciones realizados en el país de fabricación, si el nivel de protección requerido (en materia de salud, seguridad y aptitud para los fines) se alcanza de manera igualmente permanente.

1 **Ámbito de aplicación (en relación con el punto 1)**

(1) Estas «Condiciones técnicas contractuales complementarias para obras de ingeniería hidráulica (ZTV-W) para la protección de taludes y soleras» se aplican a las salvaguardias estructurales de las masas de agua y sus presas y diques. Establecen los requisitos para las características del material, la construcción, la aplicación y la garantía de calidad.

2 **Materiales, componentes (en relación con el punto 2)**

2.0 **Información general**

(2) Todos los productos, materiales y componentes de construcción deben ser respetuosos con el medio ambiente. Los recursos naturales utilizados deben utilizarse de manera sostenible para que todos los productos, materiales y componentes de construcción puedan ser reutilizados o reciclados después de la demolición.

(3) Los productos, tejidos y componentes de construcción deben ser tan resistentes a largo plazo que cumplan plenamente su función durante la vida útil prevista del talud y la solera.

(4) Los productos, las sustancias y los componentes de construcción no vegetales deben ser resistentes a la intemperie para su uso en los rangos de cambio de agua y sobre el agua hasta 1 m por debajo del nivel de agua de referencia. Si no puede prevenirse un estrés temporal procedente de las heladas duras o la luz solar fuerte, esto también se aplicará a los productos de construcción, materiales y componentes para su uso subacuático.

2.1 **Productos, materiales y componentes de construcción a base de plantas**

(5) En el caso de materiales de construcción a base de plantas o componentes como ramas, malezas, madera en rollo o madera aserrada, se aplica la norma DIN 19657. Debe utilizarse madera no tratada.

(6) No se permiten ramas y malezas de álamos y maderas espinosas.

(7) No obstante lo dispuesto en la norma DIN 18916, los materiales de fijación (por ejemplo, pilas de madera) deben ser duraderos durante al menos 3 años.

(8) Según la norma DIN EN 10244-2, para atar y sujetar cables se debe utilizar alambre galvanizado grueso. Su resistencia a la tracción según la norma DIN EN ISO 6892-1 debe ser de al menos 450 N/mm². El alambre de acero recocido sin galvanización solo puede utilizarse para fijaciones temporales como parte de la aplicación de métodos de construcción de la ingeniería biológica.

2.2 Materiales para lechada hidráulica y bituminosa

- (9) Todas las materias primas para **materiales para lechada hidráulica** debe cumplir la norma DIN 1045-2/DIN EN 206-1.
- (10) Solo podrán utilizarse cementos que cumplan las normas DIN EN 197-1 y DIN 1164-10. No se autoriza el uso de cementos CEM IV y CEM V.
- (11) Solo podrán utilizarse los áridos de acuerdo con DIN EN 206-1 en relación con las normas DIN EN 12620 y DIN EN 13055-1 que hayan sido aprobados para la certificación de conformidad (sistema «2+») del control de producción en fábrica (WPK, por su versión en alemán).
- (12) No está permitido el uso de áridos producidos o reciclados industrialmente.
- (13) La inocuidad de las partículas finas de los áridos finos deberá demostrarse de conformidad con la norma DIN EN 12620 y presentarse ocho semanas antes del inicio de la instalación con el certificado de conformidad del WPK del contratista (véase el cuadro 4).
- (14) El agua de adición no debe contener ningún componente nocivo para el mortero o el hormigón.
- (15) La consistencia del material para lechada hidráulica solo puede ajustarse con superplastificantes después de la fabricación. Deberá cumplirse el valor de agua/aglutinante o el valor agua/cemento con arreglo al ensayo de idoneidad.
- (16) Los materiales de fundición deberán cumplir los requisitos establecidos en el cuadro 2, dependiendo de la zona de instalación del material de lechada.
- (17) Los requisitos obligatorios para **lechadas bituminosas** y sus materias primas contienen las «Recomendaciones para la ejecución de obras de asfalto en ingeniería hidráulica» (EAAW, por su versión en alemán).

2.3 Geotextiles y geocompuestos

- (18) Los geotextiles y geocompuestos según la norma DIN EN ISO 10318-1 deben cumplir las «Condiciones técnicas de entrega de geotextiles y productos relacionados con geotextiles para vías navegables» (TLG, por su versión en alemán).
- (19) Las TLG no se aplican a los geotextiles biodegradables cuando se utilizan en sistemas de seguridad técnico-biológica en tierra.
- (20) Para los geotextiles fabricados con fibras naturales, se aplica la norma DIN 19657.

2.4 Filtros de áridos

- (21) Solo están permitidos los áridos y las mezclas de áridos aprobados de acuerdo con las «Condiciones técnicas de entrega de áridos en la construcción de carreteras» (TL Gestein-StB, por su versión en alemán) en combinación con la norma DIN EN 13043 y DIN EN 13242, cuya certificación de conformidad (sistema «2+») del WPK ha sido probada.
- (22) No está permitido el uso de áridos producidos o reciclados industrialmente.
- (23) Para los áridos, las propiedades del material se demostrarán en el cuadro 3. Se omiten los requisitos para la absorción de agua y la resistencia a las heladas si se permite el uso de material no resistente a heladas.
- (24) La distribución de la granulometría de los filtros sin consolidar de los áridos no ligados debe clasificarse uniformemente. No deberá contener ninguna granulometría discontinua.
- (25) Los filtros unidos deben ser resistentes a los impactos en el sentido de las «Directrices

para el ensayo de geosintéticos en la ingeniería del transporte acuático» (RPG, por su versión en alemán) si los componentes hidráulicos deben aplicarse directamente.

2.5 Componentes hidráulicos y otros materiales a granel

(26) Solo los componentes hidráulicos están homologados de acuerdo con las «Condiciones técnicas de entrega de componentes hidráulicos» (TLW, por su versión en alemán) con arreglo a la norma DIN EN 13383-1.

(27) Para otros materiales a granel, se aplican las TL Gestein-StB.

2.6 Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón

(28) Solo se aprueban los adoquines de piedra según las normas DIN EN 1338, DIN EN 1342 y DIN EN 1344.

(29) En el caso de los sistemas de piedra de hormigón, cuando se conecten piedras individuales, cada conexión deberá ser capaz de absorber las fuerzas de tracción perpendiculares al plano de colocación correspondiente al peso de al menos 3 piedras individuales. La conexión entre elementos debe ser tan flexible que los elementos pueden seguir deformaciones con una inclinación de hasta 1:10 contra el plano objetivo sin pérdida de unión. La unión debe seguir siendo totalmente eficaz incluso con una dilatación de la junta de hasta 2 cm. La profundidad de bloqueo restante deberá ser como mínimo del 25 % de la profundidad inicial. La conexión debe estar asegurada en puntos de pendiente.

(30) Los bordes de una piedra que tienen contacto con un geotextil deben romperse.

2.7 Cajas de alambres

(31) Los gaviones estarán hechos de alambres de al menos 4,5 mm de espesor y se llenarán con componentes hidráulicos de acuerdo con las TLW.

(32) Debe utilizarse alambre galvanizado con una resistencia a la tracción según la norma DIN EN ISO 6892-1 de al menos 450 N/mm según la norma DIN EN 10244-2². La protección contra la corrosión debe corresponder al menos a una aleación de zinc-aluminio Zn95Al5.

(33) Los apartados 31 y 32 no se aplican a sistemas de seguridad técnico-biológica en tierra.

(34) Otras cajas de alambre, como rodillos de descenso de alambre, esteras de piedra, gaviones de vegetación, etc., se llenarán con componentes hidráulicos de acuerdo con las TLW o con áridos de acuerdo con las TL Gestein-StB. No podrán utilizarse materiales de construcción reciclados del grupo de materiales de hormigón.

2.8 Sellos

(35) Para **sellos hechos de arcilla natural** solo pueden utilizarse arcillas con un ensayo básico de acuerdo con el apartado 39.

(36) Para **sellos de otros materiales de tierra natural** como arcilla marina, etc., se aplican los valores establecidos en las «Recomendaciones del Comité para la ejecución de obras de protección costera» (EAK, por su versión en alemán).

(37) Para **sellos hechos de componentes hidráulicos con lechada totalmente hidráulica** se cumplirán los requisitos de materiales para los componentes hidráulicos de acuerdo con las TLW y para el material de lechada a que se refiere el apartado 2.2.

(38) Para **sellos de asfalto** se aplican los requisitos para materiales de las EAAW.

2.9 Garantía de calidad para productos, materiales y componentes de construcción

2.9.0 Información general

Inspecciones básicas

(39) Para los productos, las sustancias o los componentes de construcción, para los que se requiere un ensayo de idoneidad básica en el cuadro 1, esto debe proporcionarse al cliente en la zona de negocios de la Administración Federal de Aguas y Envíos (WSV, por su versión en alemán) mediante un informe de ensayo válido del Instituto Federal de Ingeniería Hidráulica (BAW). En otras zonas de negocios, también puede aportarse esta prueba por un organismo de auditoría reconocido a tal efecto por la máxima autoridad supervisora de la construcción del Estado federado. Se pondrá a disposición del cliente previa solicitud.

Ensayos de aptitud

(40) Los ensayos de aptitud son ensayos realizados por el contratista para demostrar la idoneidad de los productos, las sustancias o los componentes de construcción para taludes y soleras para el uso previsto en las condiciones límite del sitio de construcción de conformidad con los requisitos contractuales. Los resultados de los ensayos de aptitud se comunicarán al cliente con suficiente antelación para que la evaluación de los resultados y, en su caso, la realización de ensayos de comparación por parte del cliente sea posible antes del inicio del trabajo.

Supervisión por parte del contratista (supervisión interna)

(41) El contratista deberá determinar y demostrar continuamente al cliente que los productos, tejidos o componentes de construcción para taludes y soleras cumplen los requisitos contractuales.

(42) En caso de que no existan requisitos sobre el tipo y el alcance de la supervisión por parte del contratista en los siguientes reglamentos o en los reglamentos a los que se hace referencia, el contratista elaborará un concepto adecuado para ello bajo su propia responsabilidad y lo presentará al cliente antes de la instalación. Los resultados de la supervisión por parte del contratista se presentarán inmediatamente al cliente.

Ensayos de control

(43) Los ensayos de inspección son auditorías realizadas por el cliente para determinar si los productos, materiales o componentes de construcción para taludes y soleras cumplen los requisitos contractuales. El cliente realizará el muestreo de las muestras, así como los ensayos que se realizan en el sitio de construcción, en presencia del contratista; también tendrán lugar en ausencia del contratista si este no se presenta en la fecha anunciada.

(44) El cliente se reserva el derecho de realizar más ensayos de inspección sobre sistemas mejorados de taludes y soleras.

Derechos de supervisión y acceso

(45) El contratista se asegurará de que los derechos de supervisión y acceso concedidos al cliente en virtud del artículo 4, apartado 1, punto 2, del Reglamento de adquisiciones y contratos para trabajos de construcción (VOB/B, por su versión en alemán) se extiendan también a los puestos de trabajo, los talleres y las zonas de almacenamiento de los subcontratistas y a las plantas de fabricación o suministro.

(46) El contratista velará por que el derecho del cliente a inspeccionar los documentos de conformidad con el artículo 4, apartado 1, punto 2, del VOB/B también incluya a los subcontratistas, así como a los fabricantes y proveedores.

2.9.1 Materiales y componentes de construcción de plantas

(47) Se aplicará la garantía de calidad mencionada en la columna 6 del cuadro 1. Los requisitos de la norma DIN 19657 se aplican a los materiales y componentes de construcción de plantas. La norma DIN 18916 se aplica *mutatis mutandis*.

2.9.2 Materiales para lechada hidráulica y bituminosa

(48) Se aplicará la garantía de calidad mencionada en la columna 7 del cuadro 1. El ensayo deberá realizarse de conformidad con el cuadro 4. Los requisitos se establecen en el cuadro 2.

(49) Las pruebas sobre los materiales de partida y las composiciones de mezclas enumerados en el cuadro 2 se presentarán por separado al Grupo de Trabajo para su instalación bajo el agua, en la zona de cambio de agua y sobre el agua como parte del ensayo de idoneidad, a más tardar ocho semanas antes del inicio de los trabajos de lechada.

2.9.3 Geotextiles y geocompuestos

(50) Se aplicará la garantía de calidad mencionada en la columna 2 del cuadro 1 y en las TLG.

(51) El apartado 50 no se aplica a los geotextiles biodegradables cuando se utilizan en sistemas de seguridad técnico-biológica en tierra. Antes de la instalación, el contratista deberá presentar pruebas de las propiedades requeridas.

2.9.4 Filtros de áridos

(52) Se aplicará la garantía de calidad mencionada en la columna 3 del cuadro 1.

(53) En el marco de los **ensayos de control** antes de la instalación, al menos para cada superficie de filtro iniciada de 10 000 m², la densidad seca bruta se someterá a ensayo de acuerdo con el anexo A de la norma DIN EN 1097-6 (requisito, véase el cuadro 3) en tres muestras, y el cumplimiento de la distribución de la granulometría requerida de acuerdo con la norma DIN EN 933-1 se someterá a ensayo en 3 muestras.

2.9.5 Componentes hidráulicos y otros materiales a granel

(54) En el caso de los componentes hidráulicos, se aplicará la garantía de calidad mencionada en el cuadro 1, columna 4 y las TLW.

2.9.6 Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón

(55) Se aplicará la garantía de calidad mencionada en las columnas 5 y 8 del cuadro 1.

(56) Podrán realizarse ensayos de inspección de las características especificadas en las normas DIN EN 1338, DIN EN 1342 y DIN EN 1344.

2.9.7 Cajas de alambres

(57) Para el llenado, se aplicará la garantía de calidad mencionada en el cuadro 1, columna 4 y las TLW.

2.9.8 Sellos

(58) Se aplicará la garantía de calidad mencionada en las columnas 7 y 9 del cuadro 1.

(59) Para **sellos hechos de arcilla natural** los ensayos se llevarán a cabo de conformidad con el cuadro 5. Los requisitos se establecen en el cuadro 6. Para la realización y evaluación de los ensayos, se aplicarán las «Directrices para el ensayo de sellos blandos minerales» (RPW, por su versión en alemán).

(60) Para **sellos hechos de otros materiales de tierra natural** como arcilla marina, etc., se aplicarán los requisitos para la garantía de calidad de las EAK.

(61) Para **sellos hechos de componentes hidráulicos con lechada totalmente hidráulica** los ensayos se llevarán a cabo de conformidad con el cuadro 4. Los requisitos se establecen en el cuadro 2.

(62) Para **sellos de asfalto** se aplicarán los requisitos para la garantía de calidad de las EAAW.

3 Ejecución (en relación con el punto 3)

3.0 Información general

(63) La producción contractual del subsuelo o de la capa incorporada deberá ser probada por el contratista de acuerdo con la descripción del edificio y confirmada por el cliente. Solo se instalará una capa siguiente.

(64) Las juntas de trabajo, las costuras, las conexiones a las estructuras, las superficies mejoradas (por ejemplo, carriles, canales de erosión) y los puntos de muestreo deben tener las propiedades requeridas para la capa correspondiente.

(65) Las capas de filtro deben estar aseguradas por la capa superior inmediatamente después de la instalación. Se permiten excepciones si se verifica mediante los ensayos de verificación de supervisión internas inmediatamente antes de la instalación de la siguiente capa que no se han producido cambios negativos (por ejemplo, erosión de las capas de filtro o cambio en la capa).

3.1 Materiales y componentes de construcción de plantas

(66) Los requisitos de la norma DIN 19657 se aplican a los materiales y componentes de construcción de plantas. La norma DIN 18916 se aplica *mutatis mutandis*.

(67) Por razones de estabilidad, las fajinas consistirán en carriles de al menos 1,5 m de longitud, que deberán distribuirse en dirección longitudinal.

(68) La instalación de esteras de plantación, gaviones de vegetación, capas de esparcimiento de sauces, estacas y barreras vivas, así como de arbustos setos, solo tendrá lugar durante el período de descanso de la vegetación en días libres de heladas y, en el caso de suelos no congelados, con un período transitorio hasta finales de abril. Los setos también pueden instalarse en primavera u otoño, es decir, al principio o al final de la temporada de crecimiento.

(69) Las inspecciones en el curso de la finalización del mantenimiento deben ser notificadas al cliente una semana antes de la ejecución.

3.2 Materiales para lechada hidráulica y bituminosa

(70) Las impurezas de la superficie de piedra y los depósitos en las estructuras de piedra (por ejemplo, lodos y algas) deben eliminarse inmediatamente antes de verter el agua.

(71) Antes del vertido, se requiere la aprobación por parte del cliente. El material de lechada debe colocarse inmediatamente después de limpiar la capa superior. Es posible desviarse de eso si se demuestra, por la dirección de control y el buzo que no se ha producido ningún cambio adverso en la capa superior (por ejemplo, cambio en la posición de los componentes

hidráulicos, lodo).

(72) La lechada parcial y completa en la zona de niveles de agua fluctuantes y por encima de ella se llevará a cabo de manera que se mantenga la mayor rugosidad superficial posible, es decir, la piedra blindada no debe estar completamente cubierta por la lechada.

(73) En caso de lechada completa por debajo de la zona de cambio de agua, el espesor de instalación del material de fundición corresponderá al espesor de la capa superior, teniendo en cuenta la rugosidad de la superficie a que se refiere el apartado 72, a fin de no proporcionar superficies de contacto en caso de lanzamiento de ancla y aproximación del buque. Se permiten excepciones si es con franjas de borde totalmente recubiertas en la transición de un curso de superficie de la parte inferior a un mamparo ascendente en la orilla.

(74) En el caso de la lechada completa, el material de lechada y el proceso de instalación se combinarán de manera que la estructura de piedra, excepto la rugosidad de la superficie, quede completamente rellena en todo su espesor.

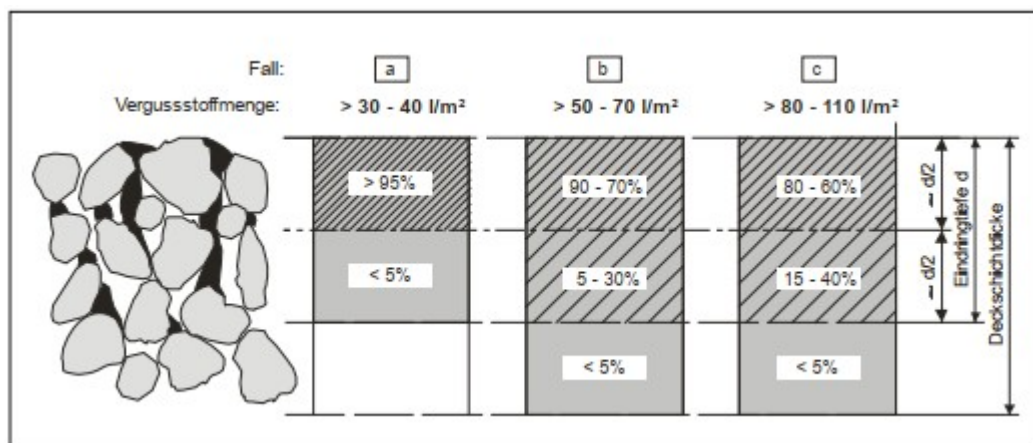
(75) La cantidad acordada de material de lechada por metro cuadrado no podrá superarse en más del 10 % sobre una base de intervalos. La cantidad media de material de lechada no será inferior a la cantidad acordada de material de lechada.

(76) La temperatura superficial de los componentes hidráulicos no deberá ser inferior a 5 °C ni superior a 40 °C cuando se utilicen materiales de lechada hidráulica. La temperatura de instalación del material de lechada hidráulica debe corresponder a la norma DIN 1045-3, pero en ningún caso superará los 30 °C.

(77) Cuando se instala en condiciones secas, el depósito de roca debe estar «húmedo mate» cuando se utilizan lechadas hidráulicas. El tratamiento posterior de la lechada hidráulica instalada en condiciones secas debe realizarse de acuerdo con la norma DIN 1045-3. El endurecimiento comenzará inmediatamente después de la instalación de la lechada; si esto no es posible, debe iniciarse con la prontitud suficiente para evitar que el color de la superficie de la lechada cambie de oscuro a claro debido al secado en cualquier momento.

(78) Cuando se instale a mano, el diámetro de la manguera en la abertura de salida no excederá de 60 mm. Se permite el uso de un distribuidor en dos mangueras.

(79) La distribución del material de lechada en profundidad corresponderá a la distribución indicada de acuerdo con la siguiente figura, dependiendo de la cantidad de material de lechada introducido. La distribución por cantidades de lechada que no estén cubiertas en los casos a) a c) se interpolará. Para los tamaños de partícula CP_{90/250} y LMB_{5/40} debe suponerse una profundidad de penetración del material de lechada $d = 40$ cm, para la clase LMB_{10/60} $D = 50$ cm si no se ha definido ninguna otra profundidad de penetración del material de lechada en los documentos del contrato. Se introducirá un máximo del 5 % de la cantidad de lechada en las zonas inferiores. Se permiten piedras sueltas individuales en la superficie.



Fall:	Caso:
Vergussstoffmenge:	Cantidad de material de lechada:

Eindringtiefe d	Profundidad de la entrada d
Deckschichtdicke	Espesor de la superficie

(80) Cuando se aplica parcialmente lechada, no puede crearse una capa de barrera densa en ninguna parte de la capa de cobertura. Para garantizar una permeabilidad suficiente al agua de la capa de cobertura, el contenido de huecos restantes por cada 5 cm de altura de la capa de cobertura no debe ser inferior al 10 % en volumen en cualquier capa.

(81) Las EAAW se aplican a la ejecución de trabajos con materiales de construcción bituminosos.

3.3 Geotextiles y geocompuestos

(82) Al colocar geotextiles y geocompuestos, el subsuelo debe estar libre de raíces, piedras, lodos u otros objetos extraños. Lo mismo se aplica a las áreas superpuestas de geotextiles y geocompuestos.

(83) Los geotextiles y geocompuestos deben instalarse sin arrugas.

(84) La integridad de los geotextiles y geocompuestos y la ubicación correcta de la parte superior de los geocompuestos deben verificarse y documentarse visualmente antes de la instalación.

(85) Las láminas solo podrán dibujarse sobre bordes redondeados. El borde superior de los taludes no se fijará al subsuelo (por ejemplo, mediante clavos), sino que deberá permanecer en condiciones de desplazarse (por ejemplo, con una cubierta de tierra ligera).

3.3.1 Geotextiles y geocompuestos biodegradables

(86) Todas las entregas deben registrarse en el sitio de construcción con la indicación de la instalación de producción, los números de los rollos y la fecha de recepción. Los registros se presentarán al cliente antes de la instalación con la declaración de prestaciones, el marcado CE y el albarán de entrega. Las etiquetas en rollo deben conservarse hasta su aceptación. Si se proporcionan diferentes productos de construcción para la instalación, se garantizará el orden correcto en el lugar de la instalación.

(87) Los geotextiles y geocompuestos deben almacenarse protegidos de la radiación UV y la humedad. En el caso de temperaturas del aire o del agua por debajo de + 5 °C, las capas superiores en el agua y las zonas de cambio de agua solo podrán instalarse si se demuestra que es posible, por ejemplo, mediante un ensayo de vertido en el sitio de construcción, sin dañar el geotextil o el geocompuesto.

(88) La conexión entre láminas se establecerá cosiendo o solapando. Las costuras y los solapamientos generalmente deben estar en la dirección de la pendiente. En el caso de un solapamiento requerido para la dirección de la pendiente, la lámina inferior debe superponerse a la superior. La anchura de solapamiento será de 0,5 m como mínimo cuando la capa superior esté instalada en tierra seca, y de al menos 1 m cuando se instale bajo el agua. Para las costuras de obras de construcción, los requisitos de las TLG se aplican *mutatis mutandis*.

(89) En el caso de instalación subacuática, el geotextil o el geocompuesto se aplicarán directamente al subsuelo y se asegurarán contra la flotación con medidas adecuadas. Se descartará el «estiramiento excesivo» en la zona de transición desde el talud hasta el fondo mediante una colocación adecuada. Las uniones alzadas deben instalarse con los extremos de la lámina hacia arriba para evitar cambios.

(90) Las esteras de hundimiento se harán sobre suelo plano (denominado «banco») y se asegurarán contra inundaciones hasta su instalación. Los elementos de hundimiento terminados deben retirarse del banco y sumergirse en el agua utilizando una base no

absorbente. Durante el transporte y durante el proceso de descenso, la pieza de hundimiento debe mantenerse tensada mediante vigas de sujeción abatibles y, en caso necesario, estabilizarse en dirección longitudinal mediante cuerpos flotantes. El llenado con componentes hidráulicos se realizará repartiendo la carga en grandes secciones.

3.3.2 Geotextiles biodegradables

(91) Todas las entregas deben registrarse en el sitio de construcción con indicación de la instalación de producción, los números de los rollos y la fecha de recepción. Los registros deben entregarse al cliente con el albarán de entrega antes de la instalación. Las etiquetas en rollo deben conservarse hasta su aceptación. Si se proporcionan diferentes productos de construcción para la instalación, se garantizará el orden correcto en el lugar de la instalación.

(92) La conexión de las láminas debe establecerse por superposición. Los solapamientos generalmente deben ir en la dirección de la pendiente. Cuando se requiera que el solapamiento sea perpendicular a la pendiente en casos excepcionales, la lámina inferior debe superponerse a la superior. La anchura de solapamiento será de 0,3 m como mínimo.

3.4 Filtros de áridos

(93) Todas las entregas deben registrarse en el sitio de construcción con indicación de la instalación de producción y la fecha de recepción. Los registros se presentarán al cliente antes de la instalación con la declaración de prestaciones, el marcado CE y el albarán de entrega.

(94) El espesor de la capa definido contractualmente no debe ser inferior al establecido.

(95) En el caso de filtros multicapa (filtros de etapa), las capas individuales deben instalarse inmediatamente sucesivamente en operaciones separadas. Cuando se instalen con un estructuras masivas, las juntas de trabajo de las capas individuales deben estar desplazadas al menos 2,0 m.

(96) Los filtros con desnivel $U > 5$ deben instalarse de tal manera que no puedan desmezclarse. No se permite una caída libre a través del agua.

3.5 Componentes hidráulicos y otros materiales a granel

(97) Todas las entregas deben registrarse en el sitio de construcción con indicación de la instalación de producción y la fecha de recepción. Los registros se presentarán al cliente antes de la instalación con la declaración de prestaciones, el marcado CE y el albarán de entrega.

(98) Las escolleras se prepararán con una tolerancia de acuerdo con el cuadro que figura a continuación. La tolerancia se refiere al lado superior definido contractualmente de la escollera. El espesor medio de la instalación no será inferior al espesor de capa definido contractualmente de la escollera.

Clase de piedra	CP 45/125	CP 63/180	CP 90/250	LMB 5/40	LMB 10/60	LMB 40/200	LMB 60/300	HMB 300/1000
tolerancia admisible	+/- 10 cm	+/- 10 cm	+/- 10 cm	+/- 10 cm	+/- 10 cm	+/- 15 cm	+/- 20 cm	+/- 30 cm

(99) Los componentes hidráulicos deben instalarse en pendientes desde la parte inferior hasta la parte superior.

(100) El material residual que permanezca en contenedores de carga y, en su caso, en almacenamiento intermedio, que sea inferior al límite inferior nominal de la clase de piedra, solo podrá utilizarse en otra parte del sitio de construcción con el consentimiento y según las instrucciones del cliente. No se permite su uso en la capa de cubierta.

3.6 Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón

(101) Todas las entregas deben registrarse en el sitio de construcción con indicación de la instalación de producción y la fecha de recepción. Los registros se presentarán al cliente antes de la instalación con la declaración de prestaciones, el marcado CE y el albarán de entrega.

(102) Durante la colocación, el ancho de la junta solo debe ser lo suficientemente grande como para garantizar que se mantenga la estabilidad del filtro con respecto a la subestructura y que las piedras individuales no puedan desprenderse del compuesto.

(103) En el caso de adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón con uniones verticales y horizontales, debe garantizarse que la unión se conserve cuando se destruyen piedras individuales.

3.7 Cajas de alambres

(104) Se colocarán gaviones y esteras de piedra sin juntas abiertas en la unión.

3.8 Sellos

(105) Los sellos deben diseñarse de tal manera que no se supere la cantidad de infiltración de $q_s = 2.5 \cdot 10^8 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$. Este valor es decisivo para las muestras del sello aún no colocado. Con muestras que se toman de los sellos aplicados, la cantidad de agua de drenaje puede ser mayor en un factor de 10. Esto tendrá en cuenta las posibles influencias negativas de los materiales de sellado durante la instalación y el muestreo.

(106) La cubierta de sellado estará cerrada, libre de grietas y será estable en su posición.

(107) Las superficies de contacto de otros componentes (por ejemplo, paredes de tablestacas) con la superficie de sellado deben limpiarse de sustancias extrañas adheridas inmediatamente antes de la construcción.

(108) Los sellos hechos de **arcilla natural** deben ser homogéneos durante la instalación.

(109) Los sellos hechos de **arcilla natural** se producirán con una tolerancia máxima del $\pm 10 \%$. La tolerancia se refiere al espesor de capa del revestimiento de sellado especificado contractualmente. El espesor medio de aislamiento deberá ajustarse a los espesores de capa definidos contractualmente del revestimiento de sellado.

(110) Las capas de sellado hechas de **arcilla natural** tienen que asegurarse en el plazo de 48 horas mediante la capa de filtro o capa de separación y la capa superior. Se permiten excepciones si se verifica mediante los ensayos de verificación de supervisión internas inmediatamente antes de la instalación de la siguiente capa, que no se han producido cambios negativos (por ejemplo, excepciones en la capa de sellado). Para este propósito, se demostrará una resistencia al corte no drenado de $c_u > 15 \text{ kN/m}^2$ en muestras de la capa de sellado instalada. Las RPW se aplicarán a la realización del ensayo.

(111) Los sellos de **arcilla natural** instalados en condiciones secas deben protegerse contra la desecación y las heladas hasta que se inunde la sección de construcción.

(112) En la zona de conexión de las paredes de tablestacas, la capa superior sobre el sello solo puede colocarse después de la inundación completa.

(113) Los sellos hechos de **arcilla marina** en diques y presas se llevarán a cabo de conformidad con las EAK.

(114) Para sellos hechos de **componentes hidráulicos con lechada totalmente hidráulica o bituminosa** se aplica el apartado 3.2.

(115) Los sellos hechos de **asfalto** deben ser fabricados de acuerdo con las EAAW.

3.9 Garantía de calidad para la aplicación

3.9.0 Información general

(116) El apartado 2.9.0 se aplica igualmente a la ejecución.

(117) Para los procesos de construcción en los que se requiera un ensayo de idoneidad básica (examen básico) en el cuadro 1, fila 4, esta deberá facilitarse al cliente en la zona de negocios de la WSV mediante un informe de auditoría válido del BAW. En otras zonas de negocios, también puede aportarse esta prueba por un organismo de auditoría reconocido a tal efecto por la máxima autoridad supervisora de la construcción del Estado federado. Se pondrá a disposición del cliente previa solicitud.

(118) Los ensayos de aptitud deben realizarse en presencia del cliente. Debe concederse al cliente la posibilidad de controles de verificación paralelos. Durante los ensayos de aptitud, también debe verificarse que las cargas del equipo de construcción no conducen a ningún daño en la protección de taludes y soleras.

(119) La ejecución solo puede iniciarse si ha sido aprobada por el cliente después de los ensayos de aptitud.

(120) El contratista documentará los lugares de ensayo y los puntos de muestreo de las muestras en la estructura en términos de ubicación y altura, especificando el número de muestra y la fecha de recogida. La documentación se presentará al cliente inmediatamente después del muestreo respectivo.

(121) El cliente puede tomar muestras de reserva. El contratista conservará los contenedores adecuados a tal efecto. El cliente podrá utilizar el equipo disponible del sitio de construcción perteneciente al contratista para la realización de ensayos de verificación.

(122) Los ensayos destructivos en la estructura o en los componentes requieren la aprobación del cliente.

(123) En caso de que no existan requisitos sobre el tipo y el alcance de la supervisión por parte del contratista en los siguientes reglamentos o en los reglamentos a los que se hace referencia, el contratista elaborará un concepto adecuado para ello bajo su propia responsabilidad y lo presentará al cliente antes de la instalación. Los resultados de la supervisión por parte del contratista se presentarán inmediatamente al cliente.

3.9.1 Materiales y componentes de construcción de plantas

(124) Los **ensayos de control** de las propiedades requeridas contractualmente se llevan a cabo durante la construcción, al menos antes de la instalación, después de la finalización de la instalación y para su aceptación después de la finalización del mantenimiento.

(125) Para la aceptación de la medida, se aplicarán los requisitos de la norma DIN 18320 para las plantaciones de superficie.

3.9.2 Materiales para lechada hidráulica y bituminosa

Ensayos de aptitud

(126) A menos que se especifique lo contrario en las especificaciones, a partir de una superficie total de 500 m² que deba ser lechada, los parámetros de instalación de conformidad con el cuadro 4 se determinarán en el contexto de un ensayo de aptitud en el caso de la lechada parcial o completa de una escollera con materiales para lechada hidráulica y se determinarán de forma vinculante para la construcción. Los requisitos se establecen en el

cuadro 2. A tal fin, al menos una caja de ensayo, que se llena de bloques de agua, deberá colocarse en una superficie de al menos 50 m² que se determinará con el cliente y para ser lechada junto con la superficie con la cantidad acordada de material de lechada por tipo de cubierta y condición de instalación. Con una lechada parcial con una cantidad especificada de material de lechada de al menos 90 l/m², la distribución de la lechada de acuerdo con las RPV también se determinará mediante pesaje por inmersión.

(127) La toma de muestras deberá realizarse delante de la bomba y al final de la manguera. Los resultados de los ensayos correspondientes se determinarán y documentarán por separado.

(128) Las condiciones para la fabricación de muestras de ensayo deberán cumplir las condiciones de instalación. Por lo tanto, por ejemplo, durante la aplicación de material de lechada bajo el agua, las muestras de ensayo también se construirán bajo el agua.

(129) En el caso de las sustancias lechadas bituminosas, se llevarán a cabo los ensayos con arreglo a las EAAW.

(130) Si el tipo y las propiedades de los materiales de construcción y las mezclas de materiales de construcción o las condiciones de instalación cambian, se realizará un nuevo ensayo de idoneidad adaptado a los cambios y coordinado con el cliente. Esto también se aplica a un cambio del operador de manguera cuando se instala a mano.

Supervisión por parte del contratista (supervisión interna)

(131) Cuando se utiliza un dispositivo mecánico incorporado que distribuye el flujo a través de varias boquillas, el caudal de cada boquilla incorporada debe mostrarse continuamente mediante un dispositivo de medición de flujo calibrado, registrarse como parte del autocontrol y documentarse en un plan de instalación.

(132) En caso de instalación manual, debe comprobarse y documentarse en un plan de instalación la cantidad de material de lechada aplicada por unidad de superficie por 100 m², al menos para cada lote.

(133) Los parámetros del mortero de lechada fresca se examinarán de conformidad con el cuadro 4. Los requisitos se establecen en el cuadro 2. Las muestras deberán tomarse al final de la manguera. Se permite la extracción antes de la bomba después de la aprobación del cliente.

(134) En el caso de las lechadas bituminosas, los ensayos de las EAAW se llevarán a cabo una vez al día antes del inicio de la instalación. De cada mezcla que vaya a instalarse se presentarán al cliente 3 muestras de referencia.

Ensayos de control

(135) En el caso de los materiales para lechada hidráulica, el cliente se reserva el derecho de realizar ensayos de inspección de acuerdo con la naturaleza y el alcance del autocontrol de acuerdo con el cuadro 4. El muestreo se realizará de acuerdo con las especificaciones del cliente, en principio al final de la manguera o, alternativamente, inmediatamente antes de la bomba. Los requisitos se establecen en el cuadro 2.

(136) En el caso de las sustancias lechadas bituminosas, se llevarán a cabo los ensayos con arreglo a las EAAW.

3.9.3 Geotextiles y geocompuestos

(137) Al colocarse bajo el agua, el proceso de instalación debe demostrarse por medio de un **ensayo de aptitud**.

(138) En el marco del **autocontrol**, debe comprobarse que las tiras de superposición estén libres de piedras y que estén distribuidas por toda la superficie inmediatamente antes de colocar la lámina adyacente. Los anchos de solapamiento y las conexiones estructurales deben

verificarse visualmente antes de que los buzos instalen la siguiente capa bajo el agua y cuando se instalen sobre el agua. Se documentarán todos los resultados.

(139) Durante la colocación bajo el agua, el cliente por lo general llevará a cabo **ensayos de control** cada 5 000 m² a través de sus propios buzos. Si se realizan conexiones de costura en el sitio de construcción, se someterá a ensayo una visualización de muestra de acuerdo con las TLG antes del inicio de la instalación.

3.9.4 Filtros de áridos

(140) El proceso de instalación se demostrará mediante **ensayos de aptitud**. Para los primeros 1 000 m² debe verificarse la superficie total de la capa de filtro y el cumplimiento del espesor de instalación mediante mediciones en cuadrícula estrecha y toma de muestras. Al menos cinco muestras se tomarán uniformemente sobre la superficie. Se comprobarán las juntas de trabajo en dirección longitudinal y transversal de la estructura masiva. El resultado debe estar documentado.

(141) Mediante los **ensayos de control**, como regla general, se determina el cumplimiento del espesor de la capa y la distribución granulométrica requerida de acuerdo con la norma DIN EN 933-1 para cada capa de filtro por cada 10 000 m² de superficie de filtro instalada, tomando 3 muestras de cada una en el filtro incorporado. En el caso de un filtro adherido, por regla general, cada 10 000 m² se determina la permeabilidad del agua de acuerdo con la norma DIN EN ISO 17892-11 en 3 muestras con un diámetro mínimo de 10 cm.

3.9.5 Componentes hidráulicos y otros materiales a granel

(142) El proceso de instalación se demostrará mediante **ensayos de aptitud**. Para los primeros 1 000 m² debe verificarse toda la superficie de la capa superior y el cumplimiento del espesor y la tolerancia de instalación mediante mediciones en cuadrícula estrecha. Se comprobará la regularidad superficial de la instalación y de las juntas de trabajo. Se documentarán todos los resultados.

(143) El **ensayo de control** de la capa superior se lleva a cabo dentro del alcance del rodamiento de aceptación de acuerdo con las especificaciones del cliente.

3.9.6 Adoquines de piedra y sistemas de piedra de hormigón

(144) Los **ensayos de control** se realizan mediante grabación de perfil y visualmente.

3.9.7 Cajas de alambres

(145) Los **ensayos de control** se realizan mediante grabación de perfil y visualmente.

3.9.8 Sellos

Ensayos de aptitud

(146) En el caso de la instalación subacuática, la correcta ejecución se demostrará en un ensayo de idoneidad de conformidad con el cuadro 5. Los requisitos se establecen en el cuadro 6. Además, se evaluarán las tensiones derivadas de las siguientes etapas de construcción. El cliente acompañará el ensayo de aptitud a través de un grupo de buzos designados por él. Después de un ensayo de aptitud exitoso, el proceso de instalación será aprobado por el cliente. Si no puede concederse la aprobación, el ensayo de idoneidad se repetirá o sustituirá por un procedimiento de instalación diferente con un nuevo ensayo de

idoneidad.

Supervisión por parte del contratista (supervisión interna)

(147) En el caso de sellos hechos de **arcilla natural** los parámetros se examinarán de conformidad con el cuadro 5. Los requisitos se establecen en el cuadro 6.

(148) En el caso de sellos hechos de componentes hidráulicos con **lechada totalmente hidráulica o bituminosa** así como para **sellos de asfalto**, además del alcance de la garantía de calidad especificado en el apartado 3.9.2, la permeabilidad al agua de acuerdo con la norma DIN EN ISO 17892-11 se determinará en los núcleos de perforación tomados de acuerdo con el cuadro 4. Se aplicará el valor límite para la cantidad de agua de lixiviación a que se refiere el apartado 105.

Ensayos de control

(149) En el caso de sellos hechos de **arcilla natural** los parámetros se examinarán de conformidad con el cuadro 5. Los requisitos se establecen en el cuadro 6.

(150) En el caso de sellos hechos de componentes hidráulicos con **lechada totalmente hidráulica o bituminosa** así como para **sellos de asfalto**, el cliente se reserva el derecho de realizar inspecciones de acuerdo con la naturaleza y el alcance del autocontrol de conformidad con el cuadro 4.

4 Servicios adicionales, servicios especiales (en relación con el punto 4)

4.1 Servicios adicionales

(151) Los ensayos de aptitud son servicios adicionales.

(152) La supervisión por parte del contratista (autocontrol) es un servicio adicional.

(153) El muestreo para los ensayos de control de los apartados 2.9 y 3.9 serán servicios adicionales, en la medida en que su alcance corresponda al caso estándar antes mencionado. Estos incluyen:

- la utilización de las instalaciones existentes y del equipo de ensayo;
- el suministro de equipos y personal;
- posibles interrupciones del trabajo;
- muestreo, entrega de los contenedores correspondientes, marcado y documentación;
- sellado de los puntos de muestreo;
- el almacenamiento intermedio de las muestras; y
- el embalaje listo para el envío de las muestras.

(154) En caso de resultado negativo o de evaluación negativa de las verificaciones de control, el contratista asumirá todos los gastos en que hayan incurrido él y el cliente.

(155) El contratista asumirá todos los gastos en que incurran él y el cliente en caso de cambio de fabricante o proveedor.

(156) Las medidas de protección a que se refieren los apartados 85, 87 y 111 son servicios adicionales.

5 Facturación (en relación con el punto 5)

(157) Para la facturación de superficies que se encuentran con paredes de tablestacas, el eje tablestaca-pared se considera una línea límite. El eje de las tablestacas intermedias se aplicará como eje del mamparo con paredes combinadas. En el caso de los componentes

preconstruidos, el ángulo de tope será el límite calculado. Los valles de las tablestacas no se tienen en cuenta.

(158) Los componentes superpuestos se convierten en m² de superficie cubierta sin tener en cuenta el solapamiento.

Cuadro 1: Garantía de calidad para productos de construcción, materiales, componentes y métodos de construcción (sin verificación del comportamiento medioambiental)

Tipo de ensayo o certificado	Productos de construcción armonizados en la UE				Productos de construcción no armonizados en la UE				Método de construcción				
	Sistema 2+				Sistema 4				Sin disposiciones nacionales				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
certificación de conformidad con el control de producción en fábrica (WPK): Declaración de prestaciones del fabricante	X	X		X									
	X	X	X	X									
	X ¹⁾							X ²⁾					X ³⁾
									X	X	X	X	X
Verificación de la idoneidad básica (ensayos de tipo)													
Ensayo de aptitud													
Supervisión por parte del contratista (supervisión interna)													
Auditoría por parte del cliente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

¹⁾ para uso en vías navegables con requisitos según las RPG o TLG, además de la norma respectiva

²⁾ para su uso en la ingeniería tráfico de agua, se aplicarán las RPV

³⁾ para su uso en la ingeniería tráfico de agua, se aplicarán las RPW

Cuadro 2: Requisitos de materiales y valores límite para la garantía de calidad de los materiales de lechada ligados hidráulicamente para lechada de piedras hidráulicas

	Característica de prestaciones/propiedades	Valor característico/método de ensayo	Requisitos		
			sobre el agua	Zona de cambio de agua ¹⁾	subacuático
material de lechada fresca	Firmeza	Consistencia según la norma DIN EN 12350-5	Se determinará en el ensayo de idoneidad para la medida de construcción respectiva y la situación de instalación. En general, se aplica lo siguiente: En estado fresco, el material de lechada debe ser tan fluido que llene las cavidades de la estructura de piedra en la medida necesaria. Para garantizar esto, la diferencia sin y después de 15 impactos debe ser de al menos 12 cm. El material de lechada debe tener una buena cohesión. Se permiten desviaciones de los valores establecidos en el ensayo de idoneidad ± 2 cm para el seguimiento por parte del contratista		
	Contenido de cemento	---	> 350 kg/m³		
	Valor del cemento en agua	valor w/z con arreglo a las RPV	w/c ≤ 0,60 Cuando se utilicen cenizas volantes, se aplicará lo siguiente: (w/z) _{eq} = w/(z+0,7·f) < 0,60. F = masa de cenizas volantes [kg] por m³ de material de lechada. La cantidad más alta de cenizas volantes que puede calcularse sobre el valor w/z es f/z <0,33		
	Densidad	D ₁₀ de conformidad con la norma DIN EN 12350-6	>2,00 Mg/m³ (kg/dm³)		
	Temperatura de la lechada	Requisitos y especificaciones de acuerdo con la norma DIN 1045-3, apartado 8.3	No se superarán las temperaturas de hormigón fresco de + 30 °C.		
material de lechada endurecida	Resistencia a la erosión ²⁾	Pérdida máxima de masa en el ensayo de lavado según las RPV	—	<6,0 % en masa	<6,0 % en masa
	Estabilidad	Resistencia a la compresión f _c de conformidad con la norma DIN EN 12390-3 Resistencia a la tracción por fisión f _{SPZ} según la norma DIN EN 12390-6	Clase de resistencia según la norma DIN 1045-2 > C 20/25 Valor individual más pequeño > 2,0 MPa (N/mm²)		
	Resistencia a las heladas para la clase de exposición XF3 según la norma DIN EN 206-1	R _{un} y la intemperie del ensayo CIF con arreglo al documento de referencia del BAW «Ensayo de heladas»	R _{un} ≥ 0,75 y Intemperie ≤ 1 000 g/m² (valor medio de la serie de ensayos) y —		

Cuadro 3: Requisitos de materiales y valores límite para la garantía de calidad en la construcción de filtros a partir de áridos

Característica de prestaciones/propiedades	Valor característico/método de ensayo	Requisitos
Resistencia a la fragmentación de los áridos gruesos	Coficiente de Los Ángeles conforme a la norma DIN EN 1097-2	LA ≤ 25 y LA ≤ 30 (dependiendo de la roca) corresponde a categoría LA ²⁵ o LA ³⁰ de conformidad con las TL Gestein-StB
Resistencia a la tensión por heladas	Absorción de agua con arreglo a la norma DIN EN 1097-6	Absorción de agua $\leq 0,5$ % en masa corresponde a la categoría WA _{cm} 0,5 de conformidad con las TL Gestein-StB
	Resistencia a las heladas según la norma DIN EN 1367-1 (solo si WA _{cm} 0,5 no se cumple)	Pérdida de masa $\leq 1,0$ % en masa corresponde a la categoría F ₂ según las TL Gestein-StB
Riesgo de basalto «quemado por el sol» (<i>Sonnenbrand</i>)	Virutas con arreglo a la norma DIN EN 1367-3 después de ebullición	Pérdida de masa $\leq 1,0$ % en masa categoría SB _{LA} de conformidad con las TL Gestein-StB
	Aumento de los coeficientes de Los Ángeles con arreglo a la norma DIN EN 1097-2 después de la ebullición	Pérdida de masa $\leq 8,0$ % en masa
Proporción de superficies rotas en áridos gruesos (solo con áridos de grava triturada)	Proporción según la norma DIN EN 933-5	Proporción de partículas completamente redondeadas: de 0 a 3 % en masa Proporción de partículas completamente rotas y parcialmente rotas: de 90 a 100 % en masa corresponde a categoría C _{90/3} según las TL Gestein-StB
Contenido de impurezas orgánicas gruesas	Contenido conforme a la norma DIN EN 1744-1	Contenido $\leq 0,10$ % en masa corresponde a categoría m _{LPC} 0,1 de conformidad con las TL Gestein-StB
Densidad aparente	Densidad aparente seca con arreglo a la norma DIN EN 1097-6	$\geq 2,30$ mg/m ³

Cuadro 4: Visión general de los ensayos individuales que deben realizarse para el material de lechada hidráulica

Ensayos que deben realizarse	Ensayo de aptitud	Supervisión por parte del contratista (supervisión interna)	Ensayos de control
Momento:	antes del comienzo de la instalación ¹⁾ por el contratista	durante la construcción por el contratista	si es necesario por parte del cliente
Materia prima			
Áridos con arreglo a la norma DIN EN 12620	certificación de conformidad con el control de producción en fábrica (WPK)		El alcance mínimo de los ensayos de supervisión interna se fijará como valor estándar para el alcance de los ensayos.
Cementos según las normas DIN EN 197-1 y DIN 1164-10	Certificación de la conformidad con el WPK o certificado de conformidad y marca de conformidad		
Mezcla con arreglo a la norma DIN EN 206-1	certificación de conformidad con el control de producción en fábrica (WPK);		
Aditivos según la norma DIN EN 206-1	certificación de conformidad con el control de producción en fábrica (WPK);		
Composición del material de lechada	x	continuamente	
Ensayos sobre el material de lechada fresco			
Temperatura	x	1 x al día	véase más arriba
Consistencia según la norma DIN EN 12350-5 (sin y después de 15 impactos)	x	cada 8 m³	
Densidad según la norma DIN EN 12350-6	x	1 x al día	
Contenido de aire ocluido según la norma DIN EN 12350-7 (Método de compensación de presión)	x	1 x al día	
Valor de agua/cemento o valor de agua/aglutinante con arreglo a las RPV	x	1 x semanal	
Resistencia a la erosión con arreglo a las RPV	x	cada 16 m³	
Ensayos sobre el material de lechada endurecido			
Densidad según la norma DIN EN 12390-7	x	3 Especímenes de ensayo por cada 5 000 m² iniciados o 1 semana laboral	véase más arriba
Resistencia a la compresión con arreglo a la norma DIN EN 12390-3	x	3 Especímenes de ensayo por cada 5 000 m² iniciados o 1 semana laboral	
Resistencia a la tracción indirecta con arreglo a la norma DIN EN 12390-6	x	3 Especímenes de ensayo por cada 10 000 m² iniciados o 2 semanas laborables	
Resistencia a las heladas según el BAW «Ensayo de heladas»	x (debe estar disponible)	-	
Ensayos del sistema			
Cantidad de material de lechada según las RPV y evaluación visual de la distribución del material de lechada	con lechada parcial con cantidades de material de lechada <90 l/m² y lechada completa	por cada 20 000 m² iniciados (lechada parcial) ²⁾	véase más arriba
Cantidad de material de lechada y distribución de material de lechada con pesaje por inmersión con arreglo a las RPV	con lechada parcial con cantidades de material de lechada ≥ 90 l/m²	-	

Llenado del depósito de piedra por medio de 3 agujeros de núcleo por 100 mm $\varnothing$ (lechada completa)	-	Solera: por cada 10 000 m ² iniciados Talud: por cada 5 000 m ² iniciados	
--	---	--	--

- ¹⁾ El contratista deberá presentar la prueba de los materiales de inicio 8 semanas antes del inicio de la instalación.
- ²⁾ Las pruebas deberán presentarse en una caja de ensayo de acuerdo con las RPV y documentarse con un protocolo fotográfico.

Cuadro 5: Resumen de los ensayos individuales que deben realizarse para los sellos hechos de arcilla natural

Ensayo de aptitud	En el primer sello aplicado de 2 000 m²: Evaluación de la uniformidad, la resistencia a la erosión del sello de unión y ejecución de las conexiones estructurales. Inspección del espesor de la capa.
Ensayo de autocontrol	-distribución de partículas, -límites de consistencia, -coeficiente de permeabilidad al agua $k_{1.0}$ -contenido de agua w, -resistencia al corte no drenado c_u Inspecciones (en caso de instalación subacuática por buzos): -todas las conexiones estructurales cada 5 000 m² de sellado iniciados: Extracción de 3 muestras ($\varnothing_{min}= 10\text{ cm}$) del sello aplicado para determinar: - la distribución de partículas, - los límites de consistencia, - el contenido de agua w, - la resistencia al corte no drenado c_u, - el espesor de la capa. Inspecciones (en caso de instalación subacuática por buzos): - Cierre de uniones y uniformidad
Ensayo de control	todos los días laborables: Control de la resistencia al corte no drenado c_u en 3 muestras al inicio de la instalación y 4 horas después del tiempo de instalación Muestreo: con instalación en condiciones secas desde la aplicación del sello. en caso de instalación subacuática antes de la instalación. por cada 10 000 m² de sellado iniciados: Extracción de 3 muestras ($\varnothing_{min}= 10\text{ cm}$) del sello aplicado por los buzos del contratista para determinar: - la distribución de partículas, - los límites de consistencia, - el contenido de agua w, - la resistencia al corte no drenado c_u - el espesor de la capa. Inspecciones realizadas por los buzos del contratista - Cierre de uniones y uniformidad

Cuadro 6: Requisitos de materiales y valores límite para la garantía de calidad en la construcción de sellos de arcilla natural

Propiedad	Valor característico/método de ensayo	Requisitos
Distribución de partículas	Distribución de la granulometría según la norma DIN EN ISO 17892-4	Componente de partículas $d_{20} \leq 0,002 \text{ mm}$ (instalación seca) Componente de partículas $d_{30} \leq 0,002 \text{ mm}$ (instalación subacuática) Componente de partículas $d_{60} \leq 0,06 \text{ mm}$ Componente de partículas $d_{90} \leq 2 \text{ mm}$
Plasticidad	Límites de consistencia según la norma DIN EN ISO 17892-12	$w_L > 0,35$ y posición por encima de la línea A en el diagrama de plasticidad de la norma DIN 18196
Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad k_{10} según la norma DIN EN ISO 17892-11	$\leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}^{(2)}$
Estabilidad	resistencia al corte no drenado c_u de acuerdo con las RPW (penetrómetro de bolsillo, sonda de campo o de laboratorio)	$\leq 50 \text{ kPa}$ (instalación seca) 15 kPa a 25 kPa (instalación subacuática)
¹⁾ En el caso de las muestras tomadas del sello instalado, el valor k no podrá aumentarse en un factor superior a 10. ²⁾ k_{10} — decisivo para un espesor de capa de $d = 20 \text{ cm}$		

Anexo: Lista de normas citadas, condiciones de entrega y condiciones contractuales, directrices y recomendaciones

DIN EN 197-1	Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
DIN EN 206-1	Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad.
DIN EN 933-1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
DIN EN 933-5	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de partículas trituradas en áridos naturales gruesos y todo en uno.
DIN EN 1097-2	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
DIN EN 1097-6	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.
DIN EN 1338	Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.
DIN EN 1342	Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo.
DIN EN 1344	Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo.
DIN EN 1367-1	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 1: Determinación de la resistencia a ciclos de hielo y deshielo.
DIN EN 1367-3	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 3: Ensayos de ebullición para los basaltos «sonnenbrand».
DIN EN 1744-1	Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
DIN EN ISO 6892-1	Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.
DIN EN 10244-2	Alambre de acero y productos de alambre. Recubrimientos metálicos no ferrosos sobre alambre de acero. Parte 2: Recubrimientos de cinc o de aleaciones de cinc.
DIN EN ISO 10318-1	Geosintéticos. Parte 1: Términos y definiciones.
DIN EN 12350-5	Ensayos de hormigón fresco. Parte 5: Ensayo de la mesa de sacudidas.
DIN EN 12350-6	Ensayos de hormigón fresco. Parte 6: Densidad.
DIN EN 12350-7	Ensayos de hormigón fresco. Parte 7: Contenido de aire. Métodos de presión.
DIN EN 12390-3	Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
DIN EN 12390-6	Ensayos de hormigón endurecido. Parte 6: Resistencia a tracción indirecta de probetas.
DIN EN 12390-7	Ensayos de hormigón endurecido. Parte 7: Densidad del hormigón endurecido.
DIN EN 12620	Áridos para hormigón.
DIN EN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.

DIN EN 13055-1	Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.
DIN EN 13242	Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
DIN EN 13253	Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en obras para el control de la erosión (protección costera y revestimiento de taludes).
DIN EN 13383-1	Escolleras. Parte 1: Especificaciones.
DIN EN ISO 17892-4	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 4: Determinación de la distribución granulométrica.
DIN EN ISO 17892-11	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 11: Ensayos de permeabilidad.
DIN EN ISO 17892-12	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico.
DIN 1045-2	Estructuras de hormigón armado y pretensado. Parte 2: Hormigón. Determinación, propiedades, fabricación y conformidad. Normas de aplicación
DIN 1045-3	Estructuras de hormigón armado y pretensado. Parte 3: Ejecución de estructuras. Aplicación de la norma DIN EN 13670.
DIN 1164-10	Cemento especial. Parte 10: Composición, requisitos y certificado de conformidad para cemento con bajo contenido de álcali efectivo.
DIN 18196	Obras terrenas y terrestres; clasificación del suelo con fines técnicos de construcción.
DIN 18299	VOB/C: Reglamento de licitaciones y contratos de construcción. Parte C: Condiciones técnicas contractuales generales para obras de construcción (ATV). Disposiciones generales para todo tipo de obras de construcción.
DIN 18320	VOB/C: Reglamento de licitaciones y contratos de construcción. Parte C: Condiciones técnicas de entrega generales de obras de construcción (ATV); Obras de paisajismo.
DIN 18916	Tecnología de la vegetación en paisajismo. Plantas y cuidado de plantas.
DIN 19657	Salvaguardias de aguas, diques y dunas costeras; Directrices.
EAAW	Recomendaciones para la ejecución de obras de asfalto en ingeniería hidráulica 1)
EAK	Recomendaciones para la ejecución de obras de protección costera 2)
RPG	Directrices para el examen de geosintéticos en la ingeniería del transporte de agua 3)
RPV	Directrices para el examen de cemento y materiales bituminosos para lechada de piedras hidráulicas en vías navegables 3)
RPW	Directrices para el examen de los sellos blandos minerales 3)
TLG	Condiciones técnicas de entrega de geotextiles y productos relacionados con geotextiles en vías navegables 3)
TL Gestein-StB	Condiciones técnicas de entrega para los áridos en la construcción de carreteras 4)
TLW	Condiciones técnicas de entrega para componentes hidráulicos 3)

Fuentes

- 1) Sociedad Alemana de Geotecnología e.V., Gutenbergstraße 43, 45128 Essen
<https://www.dggt.de>
- 2) Consejo de Administración para la Investigación en Ingeniería Costera, Oficina en el Instituto Federal de Ingeniería Hidráulica, Wedeler Landstraße 157, 22559 Hamburgo
<https://izw.baw.de>
- 3) Instituto Federal de Ingeniería Hidráulica, Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe
<https://izw.baw.de>
- 4) FGSV Verlag GmbH, Wesselinger Str. 15-17, 50999 Colonia
<https://www.fgsv-verlag.de>