

Geotextiles utilizados en la impermeabilización de balsas¹

MANUEL BLANCO (*), ÁNGEL LEIRO (*) y ENRIQUE SANTARRUFINA (**)

RESUMEN El sistema de impermeabilización de una balsa está formado no solo por la barrera geosintética polimérica (GBR-P) sino por una serie de geosintéticos, entre los que cabe destacar al geotextil.

En este trabajo se pretende dar a conocer las características de los geotextiles utilizados en la impermeabilización de balsas en los últimos años y que forma parte del convenio establecido entre el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX y la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Las pruebas llevadas a cabo hacen referencia a masa por unidad de área, resistencia a la tracción, alargamiento en rotura, perforación dinámica y punzonamiento estático.

GEOTEXTILES USED IN RESERVOIRS WATERPROOFING

ABSTRACT A reservoir waterproofing system is formed not only by the geosynthetic polymeric barrier (GBR-P), but by a series of geosynthetics, which include to the geotextil.

This work is intended to give to know the characteristics of the geotextils used in waterproofing of reservoirs in recent years and that is part of the agreement established between Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (CEDEX) and Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Tests carried out reference mass per unit area, resistance to tensile, elongation at break, dynamic perforation and static puncture.

Palabras clave: Geotextiles, Impermeabilización, Balsas.

Keywords: Geotextils, Waterproofing, Reservoirs.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1977 se celebró en París el Coloquio Internacional sobre el empleo de textiles en Geotecnia; ahí es donde Giroud propone el nombre de geotextiles para designar a estos materiales orgánicos. Posteriormente, la International Geosynthetics Society (IGS) organizó sucesivas conferencias internacionales sobre el tema en Las Vegas, Viena, Singapur, Atlanta, Niza, Yokohama y Guarujá (1-2). A nivel nacional, los capítulos correspondientes celebran, a su vez, eventos locales varias veces al año, así los últimos celebrados tuvieron lugar en Santa Cruz de Tenerife, Valencia y Sevilla (3-5).

Los geotextiles, en la casi totalidad de las balsas construidas en España, se sitúan entre el soporte y la geomembrana sinté-

tica, (6-7) aunque, en ocasiones, su colocación puede ocurrir entre dos geomembranas por que así lo requiera el diseño del sistema, es el caso de Los Cabezos, en Villena (Alicante) o en reimpermeabilizaciones para evitar incompatibilidades posibles entre las láminas, como podría ser una migración de plastificantes entre un poli(cloruro de vinilo) plastificado y otra membrana de distinta naturaleza. En el caso concreto de las presas, es frecuente hacer uso de geomembranas que llevan incorporado por el lado que va a estar en contacto con el paramento un geotextil; este es el caso de las impermeabilizaciones de las presas portuguesas de Coviao do Ferro y Pracana (8).

La utilización de geosintéticos como drenes es, en la actualidad, de uso común. Su finalidad básica es la captación de agua y conducirla de modo que no de lugar a arrastres, además de disminuir la presión intersticial. Aparte de su función esencial en la estabilidad de la obra, es muy de tener en cuenta los dispuestos para localizar, y en su caso medir, las eventuales filtraciones (9-11).

Aunque a nivel general estos materiales pueden estar constituidos por poliamidas e incluso por fibras de materiales compuestos, en nuestro país, se suelen fabricar a partir de polipropileno, polietileno y poliéster (12). Los dos primeros productos son poliolefinas que en su polimerización han perdido el enlace "pi" y solo en su estructura aparecen enlaces

(*) Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (CEDEX).

(**) Dirección General del Agua. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

(1).- Parte de este artículo constituyó una comunicación al III Simposio Nacional sobre Proyecto, Construcción e Impermeabilización de Balsas celebrado en el ámbito del III Congreso Nacional de Impermeabilización (Barcelona, 2010).



FIGURA 1. Geotextiles utilizados en el sistema de impermeabilización en la balsa de Capdepera.

“sigma”, mientras que el poliéster es un policondensado que en su reacción de polimerización no pierde la estructura “éster” del monómero de partida. Como resultado de este tipo de estructura de la macromolécula, el polipropileno y el polietileno presentan una gran inercia química y sólo serán atacados en reacciones homolíticas o radicálicas que pueden ser provocadas por su exposición a las radiaciones UV procedentes del sol (13), por lo que deben mantenerse en obra debidamente protegidos. En cambio los poliésteres, reaccionan, perfectamente, en reacciones heterolíticas o iónicas, como es el caso de su hidrólisis en presencia de pH muy ácidos o muy básicos; la reacción de un éster con una base es la conocida formación de jabones o saponificación (14-15). Teniendo en cuenta el soporte y el medio, donde van a instalarse, se elegirá el geotextil adecuado y por ello se hace uso de los mismos en los paramentos de presas así como en las de hormigón compactado con rodillo (16-17).

Este trabajo tiene por finalidad presentar los resultados experimentales obtenidos a nivel de laboratorio con una serie de geotextiles, que se emplearon en la impermeabilización de balsas en los últimos años en nuestro país. En la Figura 1 se puede observar los rollos de geotextiles a colocar en la balsa de Capdepera, en la isla de Mallorca.

2. NORMATIVA

2.1. NORMAS ARMONIZADAS

La Directiva de Productos de Construcción (DPC) (89/106/CEE), relativa a las disposiciones legales reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción, parcialmente modificado por la Directiva 93/68/CEE, transpuestas a la Legislación Nacional por los Reales Decretos 1630/1992 y 1328/1995, en la que se dictan las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, tiene por objetivo la supresión de las barreras técnicas, en el sector de los mencionados productos de construcción, a fin de impulsar su libre circulación en el mercado interno de los países de la Unión.

La Directiva 89/106/CEE, prevé el establecimiento de normas armonizadas para los citados productos de construcción y

la adición de documentos de Idoneidad Técnica Europea, para aquellos productos que por su innovación y poca experiencia no disponen de normas. En la Directiva, se prescribe que a todos los materiales utilizados en la construcción sea obligatorio el marcado CE, para poder ser comercializados legalmente en los países de la Unión.

Dentro del marco de la DPC, la Comisión encargó al Comité CEN TC 189 Geotextiles y Productos relacionados mediante el Mandato M-107, la realización de una serie de Normas Armonizadas para las diferentes aplicaciones de estos productos.

Se aprobaron por transposición de las correspondientes normas armonizadas europeas, diez normas UNE-EN referentes a las distintas aplicaciones de los geotextiles y productos relacionados, que recogen los requisitos esenciales para cada una de las aplicaciones.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS NORMAS ARMONIZADAS

En estas normas se especifican las características y funciones que deben cumplir los geotextiles y productos relacionados para ser utilizados en una aplicación concreta.

Las normas UNE EN armonizadas de las diferentes aplicaciones, permiten a los fabricantes describir los productos en función de los valores declarados para las características esenciales de un uso previsto, determinadas mediante ensayos conforme a unos métodos normalizados EN (18-19). Incluyen también los procedimientos para la evaluación de la conformidad y el control de producción en fábrica.

En las normas armonizadas se incluyen una serie de anexos a tener en cuenta:

El anexo A, que es normativo, es decir, que forma parte de la norma, establece como realizar y documentar el control de la producción en fábrica. Incluye apartados sobre el diseño del producto, la producción y el producto acabado.

En el anexo B, también normativo, se describen los aspectos de durabilidad relativos a la resistencia a la intemperie, vida de servicio y ensayos específicos de los diferentes materiales.

El anexo C, que no es normativo pero sí informativo, contiene las guías para la selección de la norma apropiada en una aplicación específica.

El anexo D, asimismo informativo, consiste en un diagrama de flujo para el proceso de evaluación de la durabilidad.

El anexo ZA de carácter informativo, se refiere a los capítulos de las normas armonizadas relativos a los requisitos (características) esenciales de la Directiva 89/106/CEE “Productos de Construcción”. Comprende tres apartados: ZA.1. Objeto, campo de aplicación y características correspondientes. ZA.2. Procedimiento de verificación de la conformidad de los geotextiles y productos relacionados. ZA.3. Marcado y etiquetado CE.

Desde octubre de 2002, fecha de la entrada en vigor del marcado de CE de los geotextiles y productos relacionados, no pueden ser comercializados ni por tanto, utilizados en obra estos materiales sin el marcado CE. Asimismo, el marcado CE, obliga a los fabricantes a la declaración de los valores y sus tolerancias correspondientes a los requisitos esenciales para cada una de las aplicaciones previstas.

Esta información recogida en la documentación de acompañamiento del marcado CE, debe estar a disposición de los clientes, y no debe ser confundida con la información comercial (o ficha técnica) del fabricante. La diferencia es notoria, los valores que cita el fabricante en su ficha técnica, no son vinculantes para él. A veces, incluyen información de cómo se han verificado las propiedades, pero siempre se reservan la potestad de hacer cambios sin previo aviso.

Por el contrario, los valores declarados por el fabricante en la documentación de acompañamiento al marcado CE, son vinculantes para el fabricante, y por tanto, obligatorios. La Figura 2 muestra el geotextil empleado en la balsa de Torrealta-2.



FIGURA 2. Rollo de geotextil empleado en la balsa de Torrealta-2. (La Murada-Orihuela. Alicante).

3. EXPERIMENTAL

3.1. BALSAS

Las balsas consideradas son las que figuran en la Tabla 1, donde se indica su ubicación. La geomembranas utilizadas sobre el geotextil han sido de polietileno de alta densidad, a excepción de la pequeña presa de Acanabre donde se utilizó poli(cloruro de vinilo) plastificado y las balsas de agua potable pertenecientes a la Mancomunidad de los Canales del Taibilla que se hizo uso de caucho terpolímero de etileno-propileno-monomero diénico. La Figura 3 presenta al aspecto de la Balsa de Inca impermeabilizada con polietileno de alta densidad y cuyo geotextil es objeto de este estudio.

3.2. PRUEBAS REALIZADAS

En este caso, los geotextiles se utilizaron para la función de protección de la geomembrana, por tanto, y según las características esenciales y las respectivas normas de aplicación para esta función los ensayos realizados fueron los siguientes:

- Masa por unidad de superficie UNE-EN ISO 9864
- Resistencia a tracción UNE-EN ISO 10319
- Alargamiento en la carga máxima UNE-EN ISO 10319
- Eficacia de protección (Punzonamiento estático CBR) UNE-EN ISO 12236
- Resistencia a la perforación dinámica (Caída de cono) UNE-EN ISO 13433

Una vez efectuados los ensayos, se comparan los valores de los resultados obtenidos con los valores declarados por el fabricante en la documentación de acompañamiento al marcado CE para la función de protección en esta aplicación, cuando

Balsa	Provincia	Municipio
Acanabre	Tenerife (La Gomera)	Alajeró
Alfondons	Alicante	Villajoyosa
Alisarejos	Cáceres	El Torno
Artá	Baleares (Mallorca)	Artá
Bonales	Cáceres	El Torno
Capdepera	Baleares (Mallorca)	Capdepera
Covachas	Cáceres	El Torno
El Toscar	Alicante	Monóvar
Es Mercadal	Baleares (Menoría)	Es Mercadal
Inca	Baleares (Mallorca)	Inca
Lomos	Cáceres	El Torno
Montaña del Tesoro	Tenerife (El Hierro)	Valverde
Parejas	Cáceres	El Torno
Peguera	Baleares (Mallorca)	Calviá
Quebrás	Cáceres	Gargantilla
Robles	Cáceres	El Torno
Torrealta-2	Alicante	Orihuela
Zacillo	Cáceres	Gargantilla

TABLA 1. Balsas de nueva construcción cuyos geotextiles fueron evaluados.



FIGURA 3. Balsa de Inca (Isla de Mallorca).

los responsables de la obra lo facilitaron. En la Figura 4 se muestra la balsa de Peguera donde se instaló un geotextil que fue objeto de estudio y cuyos resultados se presentan en este trabajo.

3.3. RESULTADOS

Los valores de las pruebas llevadas a cabo con las muestras de geotextiles empleadas en las balsas, antes de su puesta en obra, pueden resumirse en la Tabla 2.

4. CONCLUSIONES

1. La casi totalidad de los geotextiles ensayados venían sin la adecuada identificación y sin los correspondientes certificados para el marcado CE, por lo cual no fue posible contrastar los valores obtenidos con

los declarados por el fabricante en los mencionados certificados.

2. Los geotextiles procedentes de las balsas de Alfondons y Montaña del Tesoro traían la declaración CE de conformidad del fabricante.
3. En cuanto al geotextil de Alfondons, no cumple el valor de la resistencia a la tracción, en sentido transversal, pues se obtiene un valor de 18, cuando la declaración del fabricante indicaba que debía estar comprendido entre 20 y 22 kN/m; asimismo, el valor medio alcanzado para la perforación dinámica (caída de cono) es de 9 mm fuera del intervalo declarado que era 5-7 mm.
4. Los valores obtenidos en el geotextil proveniente de la balsa de Montaña del Tesoro coinciden con los declarados por el fabricante en su documentación de acompañamiento al marcado CE.



FIGURA 4. Balsa de Peguera (Calviá. Isla de Mallorca).

BALSAS	CARACTERÍSTICAS						
	Masa por unidad de superficie, g/m ²	Resistencia a la tracción, kN/m		Alargamiento, %		Perforación dinámica (Caída de cono) Diámetro de cono, mm	Punzonamiento estático (Ensayo CBR). Resistencia al punzonado, kN
		Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal		
Acanabre	441	35	33	45	53	9	5,8
Alfondons	387	25	18	86	93	9	3,7
Artá	437	22	22	52	71	9	3,0
Bonales (1)	394	30	30	85	109	10	—
Capdepera	425	19	19	56	56	9	3,2
El Toscar	428	34	32	90	98	14	4,4
Es Mercadal	417	30	19	66	71	12	4,0
Inca	395	17	11	79	93	15	2,2
Montaña del Tesoro	278	21	21	94	109	20	2,9
Quebrás (2)	198	16	16	51	59	17	2,6
Torrealta-2	311	28	23	75	95	11	3,8

TABLA 2. Características de los geotextiles evaluados.

(1) El geotextil procedente de Bonales es el mismo que se empleó en Los Robles y Alisarejos.

(2) El geotextil de Quebrás es el que se usó también en el sistema de impermeabilización de las balsas de Zacillo, Parejas, Lomos y Covachas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- LEIRO, A. - *Geosintéticos, geotextiles y productos relacionados*. Proc. Mesa Redonda sobre Normativa y Reglamentación en la Impermeabilización en Ingeniería Civil. Madrid, junio (2006).
- ABAD, P.; BLANCO, M. y LEIRO, A. - *Characteristics of Geosynthetics used in Waterponds in Spain*. 9th. International Conference on Geosynthetics. Guarujá (Brasil), mayo (2010).
- BLANCO, M. - *Geomembranas. Barreras geosintéticas poliméricas (GBR-P)*. Jornada Técnica sobre Aplicación de Geosintéticos en Obras Hidráulicas. Santa Cruz de Tenerife, febrero (2008).
- LEIRO, A. - *Geosintéticos. Introducción*. Jornada Técnica sobre Aplicación de Geosintéticos en Obras Hidráulicas. Valencia, diciembre (2008).
- ABAD, P. - *Impermeabilización con barreras geosintéticas de bentonita en Obras Lineales*. Jornada Técnica sobre Aplicación de Geosintéticos en Obras Lineales. Sevilla, abril (2009).
- LEIRO, A.; BLANCO, M. y ZARAGOZA, G. - *Performance of synthetic geomembranes used in waterproofing of spanish reservoirs* Geosynthetics 7th ICG, Delmas, Goure & Girard (Eds.) Editorial Balkema, pp. 979-982. Rotterdam (Holanda) (2002).
- AGUIAR, E. and BLANCO, M. - *Experience in Connection with the Performance of Plasticized poly(vinyl chloride) Sheeting in Tenerife Basin Sealing*. Proc. Symposium on Research and Development in the Field of Dams, pp. 361-375. Crans-Montana (Suiza) (1995).
- LIBERAL, O.; SILVA MATOS, A.; CAMELO, D.; SOARES DE PINHO, A.; TAVARES DE CASTRO, A. y MACHADO DO VALE, J. L. - *Observed behaviour and deterioration assessment of Pracana dam*. Proc. ICOLD 21st ICOLD International Congress, pp. 185-205. Montreal (Canadá). (2003).
- Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. Direcció General del Agua. *Guía para el proyecto y construcción de balsas de tierra*. Valencia (2007).
- FERRER, C.; FERRÁN, J. J.; SÁNCHEZ, F. J. y REDÓN, M. - *Pruebas del drenaje en balsas de materiales sueltos*. I Simposio nacional sobre proyecto, construcción e impermeabilización de balsas. Sevilla (2005).
- SANTAMARÍA, E.; ZAPATA, F.; TARÍN, A. y GÓMEZ, A. - *Experiencias en la construcción de drenes "chimenea" en balsas de materiales sueltos*. Proc. 2º Congreso Nacional de Impermeabilización: Edificación y Obra Pública y 2º Congreso Internacional sobre proyecto, construcción e impermeabilización de balsas, pp. 671-679. Palma de Mallorca (2008).
- LEIRO, A. y BLANCO, M. - *Los geotextiles como nuevos materiales orgánicos en la Obra Pública*. Monografías CEDEX, M-17. Madrid (1990).
- CARNEIRO, J. R. - *Resistência dos geotêstis à degradação química. Termodegradação e factores climáticos*. Proc. I Seminário Português sobre geossintéticos. Porto (Portugal), noviembre (2005).
- NAVARRO, A.; BLANCO, M. y RICO, G. - *Materiales Ópticos Orgánicos*. AAEUO. Madrid (1989).
- LEIRO, A. y BLANCO, M. - *Estudio de geosintéticos utilizados en tres sistemas de impermeabilización de embalses expuestos a medios básicos*. X Congreso Latinoamericano de Patología y XII Congreso de Calidad en la Construcción. Valparaíso (Chile), septiembre-octubre (2009).
- SCUERO, A. - *Waterproofing of Dams and Reservoirs all over the World with Synthetic Geomembranes*. Proc. Jornadas sobre impermeabilización con materiales sintéticos. La Palma (España), abril (2004).
- SCUERO, A. y VASCHETTI, G. - *How to Select a Geomembrane to Waterproof Hydraulic Structures*. Proc. 2º Congreso Nacional de Impermeabilización: Edificación y Obra Pública y 2º Congreso Internacional sobre proyecto, construcción e impermeabilización de balsas, pp. 189-202. Palma de Mallorca, abril (2008).
- LEIRO, A. - *Geosintéticos. Geotextiles y productos relacionados con geotextiles*. Rutas 132, II Época, 11-22. (2009).
- SANS, I. - *Estado actual de la normativa técnica UNE sobre impermeabilización con materiales impermeabilizantes: edificación y obra civil*. Proc. 2º Congreso Nacional de Impermeabilización: Edificación y Obra Pública y 2º Congreso Internacional sobre proyecto, construcción e impermeabilización de balsas, pp. 779-788. Palma de Mallorca, abril (2008).