

[www.ediliziairete.it](http://www.ediliziairete.it)

**Directory**  
**2025/2026**

# Geosynthetics



Geosynthetics Directory 2025/2026

Edited by: Daniele Cazzuffi

**T**he geosynthetic products family includes various products of the textile, rubber and plastics industries as well as bitumen-polymer membranes and bentonite industries.

All these products have the following characteristics in common:

- they are prefabricated;
- they come in rolls (height generally included between 1 and 6 meters) or sometimes in panels;
- they are used in Geotechnical Engineering works (roads, railways, retaining structures, reinforced embankments, drainage systems, tunnels, dams, reservoirs, canals, landfills and sludges containments). Below, the different polymers commonly used for the manufacturing process of geosynthetics are briefly introduced.

## Polymers

The main types of polymers used in the production of geosynthetics are as following:

**PE:** polyethylene

**PP:** polypropylene

**PET:** polyester (polyethylene terephthalate)

**PVA:** polyvinil alcohol

**PVC:** polyvinil chloride

**PA:** polyammide

**EPDM:** ethylene propylene diene monomer

These polymers could also be used as a mixture, for example to obtain:

**FPO:** thermoplastic flexible polyolefin

Finally you will find the symbols that identify the different products followed by the definitions for the following types of geosynthetics: geotextiles, geogrids, biotextiles and biomats, geomats, geocells, geonets, geosynthetics for drainage, geosynthetic clay liners, synthetic geomembranes, bituminous geomembranes.

**Geosynthetics symbols** (suggested by IGS - International Geosynthetics Society)

**GT:** geotextile

**GG:** geogrid

**BT:** biotextile and biomat

**GA:** geomat

**GL:** geocell

**GN:** geonet

**GCD:** geosynthetic for drainage

**GCL:** geosynthetic clay liner

**GM:** geomembrane

**GMS:** synthetic geomembrane

**GMB:** bituminous geomembrane

**GCCM:** Geosynthetic Cementitious Composite Mat

A cura di: Daniele Cazzuffi

**N**ella famiglia dei geosintetici rientrano vari tipi di prodotti dell'industria tessile, dell'industria della gomma e delle materie plastiche, nonché di quella delle membrane bitume-polimero e della bentonite.

Tali prodotti hanno in comune le seguenti caratteristiche:

- sono prefabbricati;
- sono disponibili in rotoli (di altezza in genere compresa tra 1 e 6 metri) o talvolta in pannelli;
- sono impiegati in opere di Ingegneria Geotecnica (strade, ferrovie, opere di sostegno, rilevati rinforzati, sistemi di drenaggio, gallerie, dighe, bacini, canali, discariche controllate e opere di contenimento reflui). Di seguito viene introdotta brevemente la gamma di polimeri per la produzione di geosintetici.

## Polimeri

I principali tipi di polimeri impiegati per la produzione dei geosintetici sono i seguenti:

**PE:** polietilene

**PP:** polipropilene

**PET:** poliestere (polietilentereftalato)

**PVA:** polivinilalcol

**PVC:** polivinilcloruro

**PA:** poliammide

**EPDM:** etilene propilene diene monomero

Tali polimeri possono essere anche utilizzati in miscela, ad esempio per ottenere:

**FPO:** poliolefina flessibile termoplastica

In fine vengono riportate le simbologie e, scuccessivamente, le definizioni per i seguenti tipi di geosintetici: geotessili, geogriglie, biotessili e biostuoie, geostuoie, geocelle, georeti, geosintetici per drenaggio, geocompositi bentonici, geomembrane sintetiche, geomembrane bituminose.

**Simbologie dei geosintetici** (suggerite da IGS - International Geosynthetics Society)

**GT:** geotessile

**GG:** geogriglia

**BT:** biotessile e biostuoia

**GA:** geostuoia

**GL:** geocella

**GN:** georete

**GCD:** geosintetico per drenaggio

**GCL:** geocomposito bentonitico

**GM:** geomembrana

**GMS:** geomembrana sintetica

**GMB:** geomembrana bituminosa

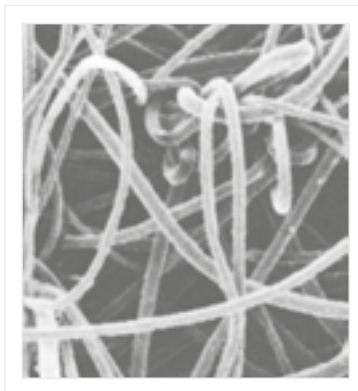
**GCCM:** Geosynthetic Cementitious Composite Mat

## Geotextiles (GT)

They may be subdivided in the two great families of non-woven geotextiles and woven geotextiles.

Figure 1: example of needle-punched nonwoven geotextile structure.

Figura 1: esempio di struttura di geotessile nontessuto, del tipo agugliato.

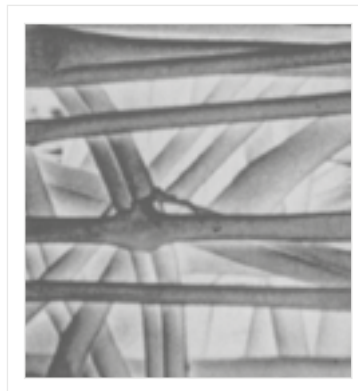


## Geotessili (GT)

Si possono suddividere nelle due grandi famiglie dei geotessili nontessuti e dei geotessili tessuti.

Figure 2: example of heat-bonded nonwoven geotextile structure.

Figura 2: esempio di struttura di geotessile nontessuto, del tipo termosaldato.



**Nonwoven geotextiles** are flat structures consisting of synthetic fibres casually arranged and made to adhere with mechanical (needle-punched, as shown in Figure 1) or thermal (heat-bonded, as shown in Figure 2) Nonwoven geotextiles have historically been the first type of materials produced by the textile industry to be widely used in Geotechnical Engineering works and still are the type of product that is quantitatively most used in Italy.

**Woven geotextiles** are flat and regular structures formed by the weaving of two or more series of synthetic fibre threads: warp yarns (parallel to the direction of production) and weft yarns (perpendicular to the warp yarns) that allow to get regular, small-sized openings.

Depending on the cross section of the fibre and the type of weaving, there are monofilament woven geotextiles, tape woven geotextiles (flattened ribbons) and DOS geotextiles ("directionally oriented structures"), i.e. warp knitting with weft insertion system, as shown in Figures 3, 4 and 5.

I **geotessili nontessuti** sono strutture piane composte da fibre sintetiche disposte casualmente e coesionate con metodi meccanici (agugliati, illustrati in Figura 1) o termici (termosaldati, illustrati in Figura 2).

I geotessili nontessuti sono stati storicamente i primi tipi di materiali prodotti dall'industria tessile che hanno avuto un largo impiego in opere di Ingegneria Geotecnica e rappresentano ancor oggi la tipologia quantitativamente più utilizzata in Italia.

I **geotessili tessuti** sono strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche: fili di ordito (paralleli al senso di produzione) e fili di trama (perpendicolari ai primi), che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra e alla tipologia di tessitura, possono essere suddivisi in geotessili tessuti monofilamento, geotessili tessuti a "bandelette" (nastri appiattiti) e geotessili DOS ("directionally oriented structures"), ossia con sistema maglieria in catena con inserzione di trama ("warp knitting with weft insertion"), come illustrato rispettivamente nelle Figure 3, 4 e 5.

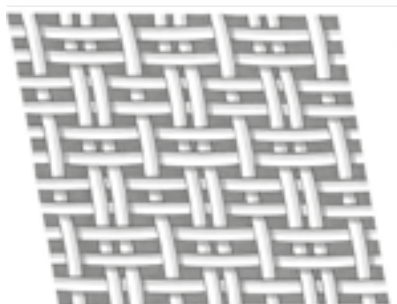


Figure 3: example of monofilament woven geotextile structure.

Figura 3: esempio di struttura di geotessile tessuto, del tipo monofilamento.

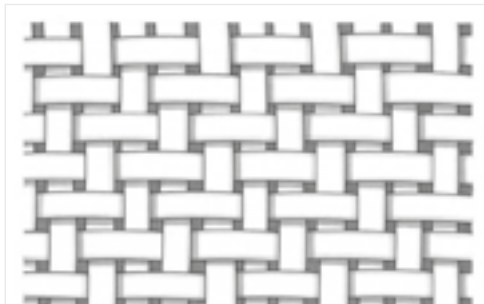


Figure 4: example of woven geotextile structure of the "tape" type.

Figura 4: esempio di struttura di geotessile tessuto, del tipo a "bandelette" (nastri appiattiti).

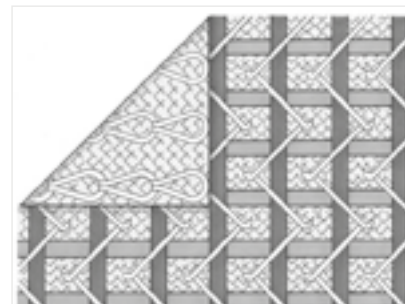


Figure 5: example of geotextile structure of the DOS type ("directionally oriented structure") with warp knitting with weft insertion.

Figura 5: esempio di struttura di geotessile con struttura a maglieria in catena, del tipo DOS ("directionally oriented structure").



# Geosynthetics, high performances for civil and environmental engineering.

GEOSYNTHETICS • INDUSTRIAL • DO IT YOURSELF • AGRICULTURE

[edilfloor.com](http://edilfloor.com)



## Geogrids (GG)

Geogrids may be either extruded, woven or bonded. They are used, above all, for reinforcement purposes considering their particular structure that has a confining effect over the soil particles that lodge in the openings of the grid itself.

**Extruded geogrids** are flat structures in polymer (usually high density polyethylene or polypropylene) that are extruded and then pulled: this may only be done in one direction (hence mono-directional geogrids, shown in

Figure 6: example of a mono-directional extruded geogrid structure.

Figura 6: esempio di struttura di una geogriglia estrusa mono-direzionale.

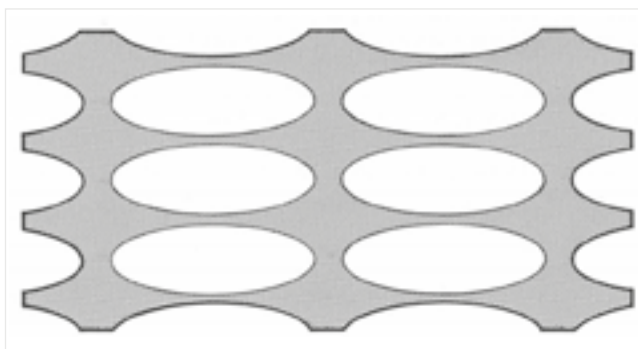


Figure 6, featured by a longitudinal resistance to tensile stress ranging between 60 and 200 kN/m) or in the two main directions (hence bi-directional geogrids that have less overall tensile resistance, but which is the same in the two directions, i.e. approx. 20-30 kN/m).

**Woven geogrids** are flat structures in the shape of a net made of high module synthetic yarns, (usually polyester, polyvinilalcohol) featured by a longitudinal resistance to tensile stress ranging between 35 and 1.500 kN/m) coated with a further protection layer, this too in synthetic material, able to guarantee a structural resistance of junctions; Figure 7 shows an example of woven geogrid.

**Bonded geogrids** are flat structures where two or more series of fibres or other synthetic elements are linked at regular intervals by means of bonding.

These geogrids are usually composed by a core made by filaments in high tenacity polyester and by a coating in polyethylene and are featured by different resistances in both directions and ranging between 15 and 1350 kN/m. Based on manufacturing technology

and on final use, these products are divided in two groups: mono-directional and bi-directional.

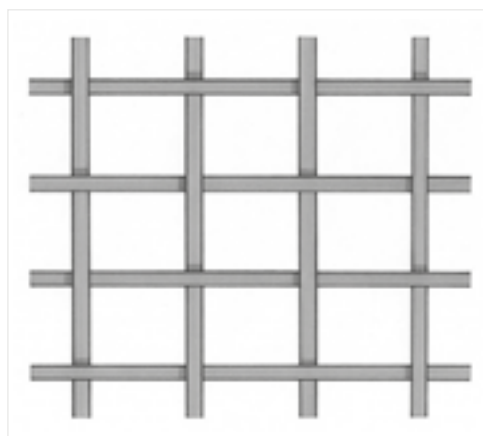
Finally, in the category of geogrids for reinforcement, also the family of geogrids coupled with geotextiles could be included.

## Geogriglie (GG)

Le geogriglie possono essere di tipo estruso o di tipo tessuto o del tipo "a nastri saldati". Le geogriglie svolgono soprattutto una funzione di rinforzo, che viene anche favorita dalla loro particolare struttura, tale da esercitare un'effetto cerchiante rispetto alle particelle di terreno che trovano alloggio nelle aperture della geogriglia stessa.

Le **geogriglie estruse** sono strutture piane realizzate con materiali polimerici (in genere polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante un processo di estrusione e

successiva stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (da cui le geogriglie monodirezionali, illustrate in Figura 6, caratterizzate da una resistenza a trazione in senso longitudinale in genere compresa tra 60 e 200 kN/m) o nelle due direzioni principali (da cui



le geogriglie bidirezionali, che hanno una resistenza minore, ma circa uguale nei due sensi, attorno ai 20÷30 kN/m). Le **geogriglie tessute** sono strutture piane a forma di rete costituite da fibre sintetiche ad elevato modulo (in genere poliestere, polivinilalcol) caratterizzate da una resistenza a trazione in senso longitudinale compresa tra 35 e 1.500 kN/m, ricoperte da un ulteriore strato protettivo, sempre in materiale sintetico, in grado di garantire una resistenza strutturale delle giunzioni: un esempio di geogriglia tessuta è riportato in Figura 7

Le **geogriglie a nastri saldati** ("bonded") sono strutture piane, in cui due o più serie di fibre o altri elementi sintetici vengono connessi ad intervalli regolari per mezzo di saldatura. Tali geogriglie sono in genere costituite da un nucleo di filamenti in poliestere ad alta tenacità e da un rivestimento in polietilene e sono caratterizzate da resistenze variabili nelle due direzioni e comprese tra 15 e 1350 kN/m. Si distinguono in prodotti monodirezionali e bidirezionali, in funzione della modalità di produzione e della destinazione d'uso. Infine, nell'ambito delle geogriglie per il rinforzo, si può inserire la famiglia delle geogriglie accoppiate a geotessili.

## **Biotextiles and biomats (BT)**

**Biotextiles** are made of natural fibres (jute, coir and so on) assembled to form a flat structure, open and, at the same time, relatively deformable, capable of adapting perfectly well to the ground, as shown in Figure 8.

Biotextiles, considering the employed materials, may only be used for temporary solutions, such as protection against erosion of slopes while waiting for the vegetation to grow.



**Figure 8: structure of a biotextile used for protecting a slope against erosion.**

**Figura 8: struttura di un biotessile applicato per la protezione dall'erosione di una scarpata.**

**Biomats** are made of natural fibres (straw, coir, sisal, and so on) usually sandwiched between nets in synthetic (polypropylene or polyamide) or natural (jute) materials.

Biomats are about 10 mm thick and also come in rolls and, like biotextiles, they may be used on slopes to control the erosion before the growth of the vegetation. They have a temporary function to improve the characteristics of resistance to erosion in the first phase.

## **Geomats (GA)**

**Geomats** are made of synthetic material filaments (high density polyethylene, polyamide, polypropylene or other), tangled together to form a highly deformable layer 10-20 mm thick, featured by a very high porosity (greater than 90% on average).

Figure 9 shows a type of geomat.

Geomats may be used on slopes to improve resistance to erosion caused by the impact of rain drops and rills, acting as surficial reinforcement while waiting for the vegetation to grow.

In certain cases geomats may be used as protection against erosion for the banks of canals and small river courses: their use is basically limited to protect the part of bank that is normally dry and therefore only af-

## **Biotessili e biostuoie (BT)**

I **biotessili** sono costituiti da fibre naturali (tipo juta e cocco) assemblate in modo da formare una struttura tessuta, aperta e nello stesso tempo relativamente deformabile, in grado di ben adattarsi al supporto, come illustrato in Figura 8.

I biotessili, proprio per la natura dei materiali costituenti, possono assolvere esclusivamente funzioni provvisorie, quali la protezione dall'erosione di pendii e scarpate durante la fase di crescita della vegetazione.

Le **biostuoie** sono costituite da fibre naturali (paglia, cocco, sisal, etc.), in genere contenute tra reti in materiale sintetico (tipo polipropilene o poliammide) o naturale (tipo juta).

Le biostuoie hanno uno spessore massimo di una decina di mm, sono anch'esse disponibili in rotoli ed, analogamente ai biotessili, possono essere impiegate su pendii e scarpate per proteggere il terreno in attesa della crescita della vegetazione. Hanno una funzione temporanea finalizzata a migliorare le caratteristiche di resistenza all'erosione nella fase preliminare.

## **Geostuoie (GA)**

Le geostuoie sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene od altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10-20 mm, caratterizzato inoltre da un indice dei vuoti assai elevato (mediamente superiore al 90%).

Un tipo di geostuoia è illustrato in Figura 9.

Le geostuoie possono essere impiegate su pendii e scarpate per migliorare la resistenza all'erosione provocata dall'impatto delle gocce di pioggia e dalle acque di ruscellamento, in modo da costituire un rinforzo superficiale nella fase di crescita della vegetazione.

In certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di protezione dall'erosione in spon-

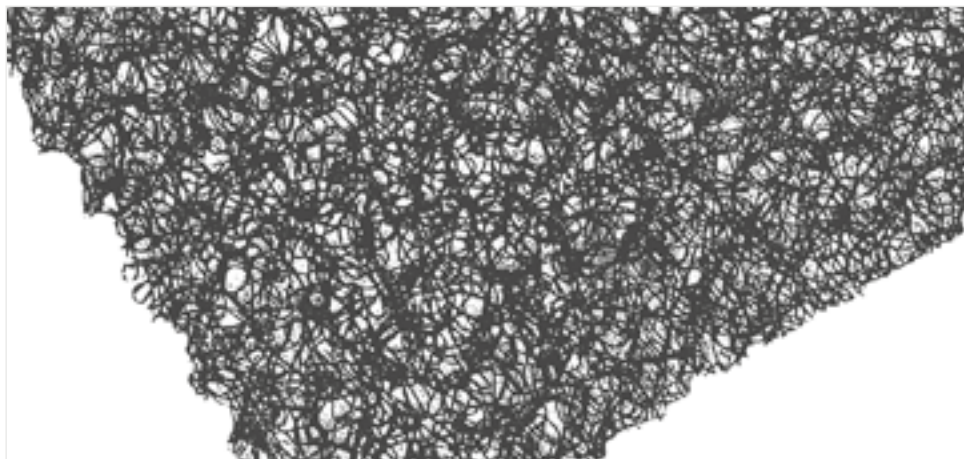


Figure 9: example of a geomat structure.

Figura 9: esempio di struttura di una geostuoia.

ected by the action of rain water or rills.

Like geonets, in some cases geomats may be used as elements for conveying liquids (drainage) in association with geotextiles and/or geomembranes: their use for this application is limited to projects in which geosynthetics are subjected to small static pressures.

de di canali o corsi d'acqua: il loro uso è limitato essenzialmente al rivestimento della parte di sponda normalmente non bagnata dall'acqua e sottoposta quindi alla sola azione delle acque meteoriche e di ruscellamento. Come le georeti, in certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di trasmissione dei fluidi (drenaggio) congiuntamente a geotessili e/o geomembrane: il loro uso in questo settore è limitato a quei progetti in cui i geosintetici sono sottoposti a limitati carichi statici.

## Geocells (GL)

Geocells consist of juxtaposed cells either assembled or produced with strips of extruded synthetic materials, 50-300 mm high, to form a honey-comb structure or a very similar one: Figure 10 shows a type of geocell with honey-comb structure.

The main function of geocells is to hold soil or other loose materials in place.

This function of geocells, after they have been filled with soil or other loose materials, allows of preventing the surficial soil from slipping down slopes.

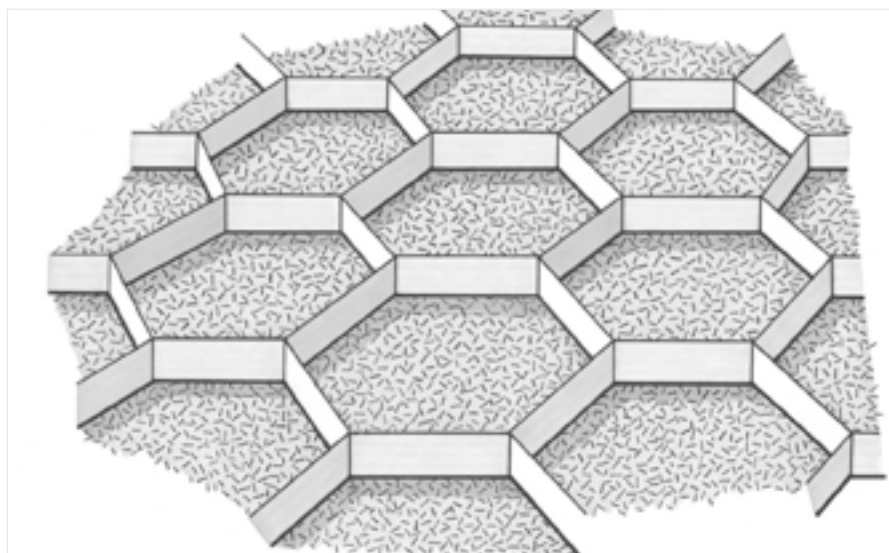
## Geocelle (GL)

Le geocelle sono costituite da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza da 50 a 300 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o simile: un tipo di geocella con struttura alveolare è illustrato in Figura 10.

La funzione principale delle geocelle è quella di contenimento del terreno o di altri materiali sciolti. Tale funzione consente alle geocelle, una volta riempite di terreno o di altri materiali sciolti, di evitare lo scivolamento del terreno superficiale su scarpate e pendii.

Figure 10: example of a geocell with honey-comb structure.

Figura 10: esempio di struttura di una geocella con struttura alveolare.



## Geonets (GN)

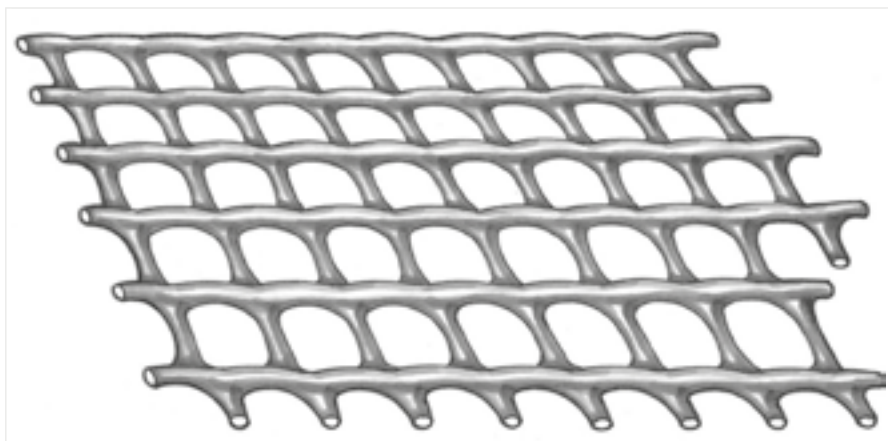
Geonets are meshes made up of two overlapping series of threads (overall thickness ranging between 3 and 15 mm) that cross at a constant angle (usually between 60° and 90°) in order to form constant and regular openings (usually between 10 and 20 mm wide); they are produced by extruding thermoplastic polymers usually (usually high density polyethylene) and the welding of the two series of threads is by partial penetration in the points of contact when the polymer is still in the semi-liquid state.

Figure 11 shows a type of geonet.

Geonets, when used in combination with geotextiles as filters and/or geomembranes as barrier elements, may carry out a drainage function, i.e. they convey fluids through their thickness.

Figure 11: example of a geonet structure.

Figura 11: esempio di struttura di una georete.



## Georeti (GN)

Le georeti sono strutture a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (di spessore complessivo compreso tra 3 e 15 mm) che si incrociano con angolo costante (in genere compreso tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti (in genere comprese tra 10 e 20 mm d'ampiezza); vengono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (in genere polietilene ad alta densità) e la saldatura delle due serie di fili viene realizzata per parziale compenetrazione nei punti di contatto, quando il polimero è ancora allo stato semifluido. Un tipo di georete è illustrato in Figura 11.

Le georeti, se applicate congiuntamente a geotessili come filtri e/o geomembrane come elementi di tenuta, possono assolvere funzioni di drenaggio, cioè di trasmissione dei fluidi nel proprio spessore.

## Geosynthetics for drainage (GCD)

Geosynthetics for drainage may be made of homogeneous elements or, vice versa, by composite elements. In the first case (homogeneous elements), these usually are moulded synthetics with a special profile that allows for maximum draining capacity if they are placed in contact with flat surfaces (retaining walls, foundations, etc.).

In the second case (composite elements) we talk about **geocomposites for drainage** (Figure 12) made up by associating, during production, a geonet layer (or geomat or moulded element) sandwiched between two layers of geotextile: the geonet (geomat or moulded

## Geosintetici per drenaggio (GCD)

I geosintetici per drenaggio possono essere costituiti da elementi omogenei o, viceversa, da elementi composti. Nel primo caso (elementi omogenei), si tratta di elementi sintetici stampati con profilo particolare, in modo da consentire la massima capacità drenante nel caso siano posti a contatto con superfici piane (muri di sostegno, fondazioni, etc.).

Nel secondo caso (elementi composti), ci si riferisce ai **geocompositi per drenaggio** (Figura 12), costituiti dall'associazione in fase di produzione di uno strato di georete (o di geostuoia o di elemento stampato)

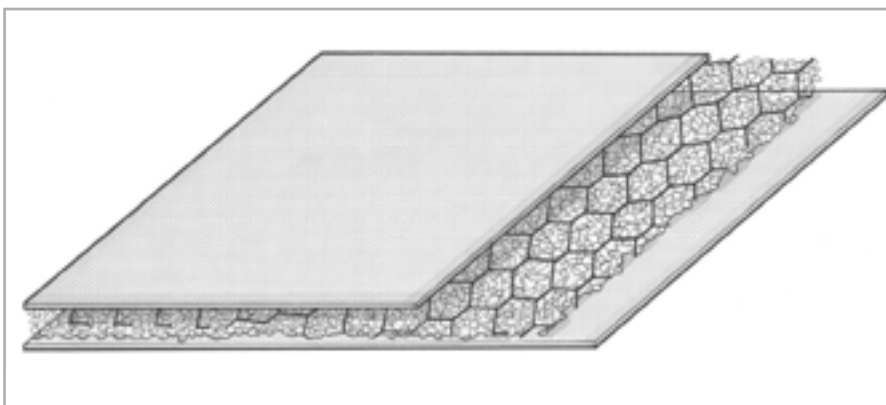


Figure 12: example showing the structure of a geocomposite for drainage.

Figura 12: esempio di struttura di un geocomposito per il drenaggio.

element) carries out the draining function while the two geotextile layers act as filters.

Sometimes geocomposites for drainage may consist of just one geotextile associated to the geonet (or to the geomat or moulded element) or, for special purposes, they may consist of a geotextile that acts as filter, a geonet (or geomat or moulded element) that carries out the draining function (conveying of liquids) and by a geomembrane that acts as a barrier.

The overall thickness of geocomposites for drainage may vary between 5 and 30 mm. In order to efficiently carry out the liquid conveying function, it is of utmost importance to know the behaviour under load and vs. time.

### **Geosynthetic clay liners (GCL)**

This is the definition of products made up of clay (bentonite) and geosynthetics: they consist of a thin layer of swelling clay sandwiched between 2 layers of geotextile (Figure 13) or glued to a synthetic geomembrane.

The bentonite layer results fixed between two layers of geotextiles sewn or needle-punched one to another: this stitching adds resistance to shear on the interface bentonite-geotextile. When two sections of material have to be joined, they are simply overlapped and, in the case of a GCL manufactured by needle-punching, some bentonite is placed all along the part where the two layers overlap. Sealing takes place automatically when bentonite is hydrated, and no form of mechanical stitching is necessary.

The bentonite can be mixed with a glue that makes it adhere to a high density polyethylene geomembrane (HDPE). The material is self-sealing where it overlaps.

racchiuso tra 2 strati di geotessile: la georete (o la geostuoia o l'elemento stampato) ha funzione drenante ed i due geotessili hanno funzione filtrante. Talvolta i geocompositi per il drenaggio possono essere anche realizzati associando un solo geotessile alla georete (o alla geostuoia o all'elemento stampato) oppure, per particolari esigenze, possono essere costituiti da un geotessile, con funzione di filtro, da una georete (o geostuoia o elemento stampato), con funzione drenante (trasmissione dei fluidi), e da una geomembrana, con funzione di barriera. Lo spessore complessivo dei geocompositi per drenaggio può variare tra 5 e 30 mm. Per espletare la funzione di trasmissione dei fluidi di fondamentale importanza risulta lo studio del comportamento sotto carico e nel tempo.

### **Geocompositi bentonitici (GCL)**

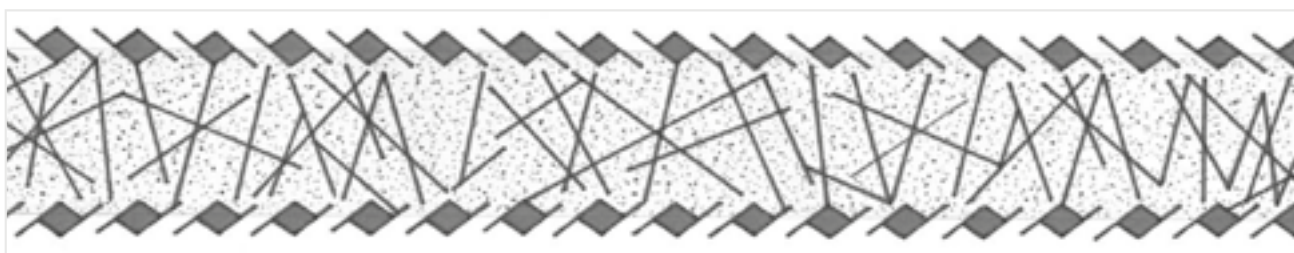
Sono così definiti quei prodotti costituiti da bentonite sodica e geosintetici: essi consistono di un sottile strato di argilla (bentonite) racchiuso tra 2 geotessili (Figura 13) o incollato ad una geomembrana sintetica.

Lo strato di bentonite interposto tra due geotessili è realizzato fissando meccanicamente (mediante processo di agugliatura o di cucitura) uno strato di bentonite interposto tra due geotessili: tale sistema di vincolo determina un incremento della resistenza al taglio all'interfaccia bentonite-geotessile. In corrispondenza delle giunzioni in sito, i materiali vengono semplicemente sovrapposti e, nel caso di GCL prodotto mediante agugliatura, della polvere di bentonite è interposta lungo la striscia di sovrapposizione. La sigillatura si realizza quando la bentonite viene idratata, senza la necessità di alcuna cucitura di tipo meccanico.

La bentonite può essere miscelata con un collante che la fa aderire ad una geomembrana di polietilene ad alta densità (HDPE). Come nel caso del secondo tipo, il materiale è autosigillante in corrispondenza delle sovrapposizioni.

**Figure 13: example of a geosynthetic clay liner structure.**

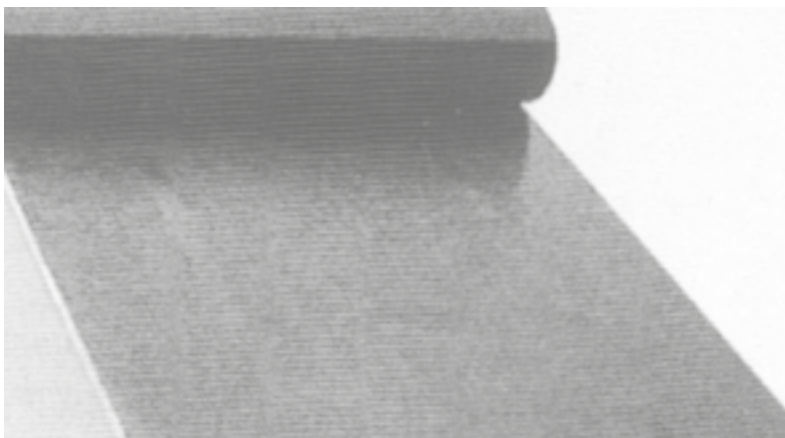
**Figura 13: esempio di struttura di un geocomposito bentonitico.**



## **Synthetic geomembranes (GMS)**

Synthetic geomembranes (Figure 14) may be either homogenous or reinforced depending on whether there is or not a (synthetic or metal) reinforcement element inside its thickness.

Furthermore, synthetic geomembranes may be of plastomeric or elastomeric type.



**Figure 14: example of a synthetic geomembrane.**

**Figura 14: esempio di geomembrana sintetica.**

**Plastomeric geomembranes** are sheets with a thickness ranging between 0.5 and 2.5 mm, produced with different methods (calendering, extrusion or spreading) and featured by very small permeability coefficients.

- **Calendering:** the mixture, consisting of a thermoplastic polymer (LDPE, HDPE, PVC, PP) and a series of additives with specific functions, is melted and reduced to the desired thickness by means of heated rolls in order to get a flat sheet, with width varying between 1 and 2 meters.

- **Extrusion:** the mixture, consisting of a thermoplastic polymer (LDPE, HDPE, PVC, PP) and a series of additives with specific functions, is melted and pushed with pressure through a circular die head; the tubular sheet produced in this way is kept inflated with pressurised air, cooled, cut and opened out in order to get a flat sheet with width varying between 2 and 6 meters.

- **Spreading (typical process used for PVC):** the mixture, consisting of PVC (at the plastisol state) and a series of additives (mainly plasticizers), is spread cold and then molten in order to get a flat sheet with width varying between 1 and 2 meters.

**Elastomeric geomembranes** (polymers: EPDM, IIR or butyl) are sheets with thickness ranging between 0.5 and 2.0 mm, featured by very small permeability coefficients and produced as follows:

- the first phase - where a homogenous mix is produced, consisting of non-vulcanised polymer (raw rubber) plus a series of additives with specific functions;

- the second phase (calendering), during which the homogenous mix is worked by passing it through heated rolls, reduced to the wanted thickness and vulcanised in order to get a flat sheet, with width varying between 1 and 2 meters.

## **Geomembrane sintetiche (GMS)**

Le geomembrane sintetiche (Figura 14) possono essere omogenee o rinforzate, a seconda che esista o meno un elemento di rinforzo (sintetico o metallico) all'interno dello spessore.

Le geomembrane sintetiche possono inoltre essere di tipo plastomerico od elastomerico

Le **geomembrane plastomeriche** sono fogli con spessore compreso tra 0.5 e 2.5 mm, fabbricati con diversi metodi produttivi (calandratura, estrusione e spalmatura) e caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti.

**Calandratura:** la miscela costituita dal polimero termoplastico (LDPE, HDPE, PVC, PP) e da una serie di additivi vari con specifiche funzioni, viene fusa e ridotta allo spessore voluto con l'azione di rulli riscaldati, in modo da ottenere un foglio piano, di larghezza variabile da 1 a 2 metri.

**Estrusione:** la miscela costituita dal polimero termoplastico (LDPE, HDPE, PVC, PP) e da una serie di additivi vari con specifiche funzioni, viene fusa e spinta in pressione attraverso una testa di estrusione circolare; il foglio tubolare così lavorato viene mantenuto gonfio da una pressione d'aria, raffreddato, tagliato e aperto, in modo da ottenere un foglio piano, di larghezza variabile da 2 a 6 metri.

**Spalmatura** (processo di lavorazione tipico del PVC): la miscela, costituita dal PVC (allo stato di plastisol) e da una serie di additivi vari (principalmente plastificanti), viene spalmata a freddo e successivamente portata a fusione, in modo da ottenere un foglio piano di larghezza variabile da 1 a 2 metri.

Le **geomembrane elastomeriche** (polimeri: EPDM, IIR o butile) sono fogli con spessore compreso tra 0.5 e 2.0 mm, caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti e fabbricati mediante una lavorazione che si sviluppa in due fasi:

– una prima fase, in cui si produce un impasto omogeneo, costituito dal polimero non vulcanizzato (gomma cruda) e da una serie di additivi vari con specifiche funzioni;

– una seconda fase (calandratura), durante la quale la miscela omogenea così ottenuta viene lavorata con l'azione di rulli riscaldati, ridotta allo spessore voluto e vulcanizzata, in modo da ottenere un foglio piano, di larghezza variabile da 1 a 2 metri.

## Bituminous geomembranes (GMB)

The bituminous geomembranes (Figure 15) are sheets with thickness ranging between 3.0 and 6.0 mm and width varying between 1.0 and 1.5 m, produced by working a molten mix (consisting of bitumen, plastomeric and/or elastomeric polymers and mineral fillers) and featured by extremely small permeability coefficients. Production usually starts from a support (nonwoven or woven, in polyester or fiberglass) that, in a continuous process, is impregnated with the molten mix, cooled and sandwiched between anti-adhering sheets before being rolled. In Italy, the production of bituminous membranes (in 1 m high rolls) is almost exclusively conceived for being used for waterproofing the roofs of civil and industrial buildings. In other European countries (and especially in France and the Netherlands) special multi-layer bituminous geomembranes are produced, with widths varying between 4 and 5 meters, especially conceived for waterproofing Geotechnical and Hydraulic Engineering works (in particular canals, dams and reservoirs).

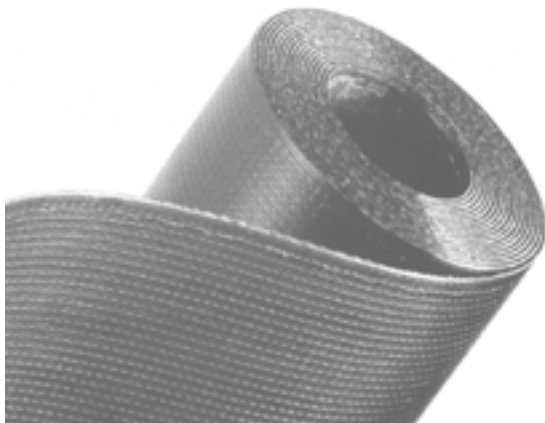


Figure 15: example of a bituminous geomembrane.

Figura 15: esempio di geomembrana bituminosa.

## Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM):

A factory-assembled geosynthetic composite consisting of a cementitious material contained within a layer or layers of geosynthetic materials that becomes hardened when hydrated (Figure 16).

The cementitious portion of the GCCM becomes hardened when properly hydrated after a certain amount of time.

A flexible concrete filled geosynthetic that hardens when hydrated to form a thin, durable waterproof concrete layer, is used for erosion control applications.

Combines concrete filled geosynthetic technology with a high impermeability, chemically resistant geomembrane backing. It is used for containment applications.

## Geomembrane bituminose (GMB)

Le geomembrane bituminose (Figura 15) sono fogli con spessore compreso tra 3.0 e 6.0 mm e larghezza variabile da 1.0 a 1.5 m, fabbricati mediante la lavorazione di una miscela fusa (costituita da bitumi, polimeri plastomerici e/o elastomerici e cariche minerali) e caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti. In fase di produzione, generalmente si parte da un supporto (nontessuto o tessuto, in poliestere o fibra di vetro) che, nel corso di un processo continuo, viene impregnato nella miscela fusa, successivamente raffreddato ed accoppiato a fogli antiaderenti, prima dell'avvolgimento. In Italia la produzione di membrane bituminose (in rotoli di altezza pari ad 1 metro) è concepita quasi esclusivamente per l'impiego come impermeabilizzazione di coperture di fabbricati civili ed industriali. Si segnala che in altri paesi europei (segnatamente Francia ed Olanda), vengono anche prodotte geomembrane bituminose speciali multistrato, con larghezze di 4-5 metri, specificatamente concepite per impieghi nell'impermeabilizzazione di opere di Ingegneria Geotecnica e Idraulica (in particolare canali, dighe e bacini).

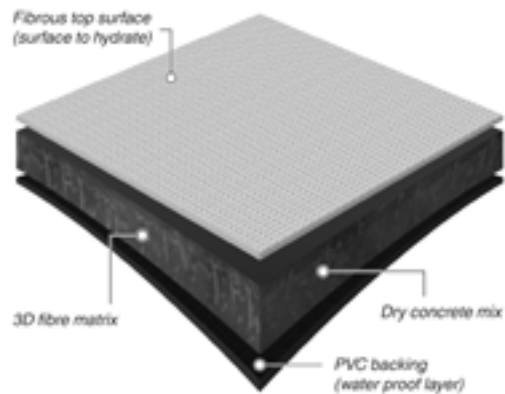


Figure 16: example of geosynthetic cementitious composite mat.

Figura 16: esempio di geosynthetic cementitious composite mat.

## Geosynthetic Cementitious Composite Mat (GCCM):

È un composito geosintetico assemblato in stabilimento costituito da un materiale cementizio, confinato da uno o più strati di materiali geosintetici (Figura 16).

La parte cementizia del GCCM, quando adeguatamente idratata, si indurisce dopo un certo periodo di tempo.

È in grado di abbinare un'elevata flessibilità in fase di posa con un'elevata prestazione meccanica e idraulica ad idratazione avvenuta, trovando utilizzo in diverse applicazioni di controllo dell'erosione, quali canali, fossi di guardia, scarpate.

Quando assemblata con geomembrane di adeguato spessore e resistenza chimica, viene utilizzata come elemento di protezione e contenimento.

# Standards mentioned in the directory / Norme citate nel repertorio

EN 1849-1	Flexible sheets for waterproofing – Determination of thickness and mass per unit area - Part 1: Bitumen sheets
EN 1849-2	Flexible sheets for waterproofing – Determination of thickness and mass per unit area - Part 2: Plastic and rubber sheets
EN 12311-1	Flexible sheets for waterproofing – Determination of tensile properties (Part 1): Bitumen sheets
EN 14196	Geosynthetics – Test methods for measuring mass per unit area of clay geosynthetics barriers
EN 16416	Geosynthetic clay barriers – Determination of water flux index - Flexible wall permeameter method at constant head
EN ISO 527	Plastics – Determination of tensile properties
EN ISO 9863-1	Geotextiles and geotextile-related products – Determination of thickness at specified pressures (Part 1: single layers)
EN ISO 9864	Geotextiles and geotextile-related products – Determination of mass per unit area
EN ISO 10319	Geotextiles and geotextile-related products – Wide-width tensile test
EN ISO 10320	Geotextiles and geotextile-related products – Identification on site
EN ISO 11058	Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load
EN ISO 12236	Geotextiles and geotextile-related products – Static puncture test (CBR test)
EN ISO 12956	Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the characteristic opening size
EN ISO 12958 - 1	Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water flow capacity in their plane
EN ISO 13426 - 1	Geotextiles and geotextile-related products – Strength of structural junctions (Part 1: Geocells)
EN ISO 13433	Geosynthetics - Dynamic perforation test (cone drop test)
ISO 1183-1	Plastics – Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics
ASTM D 5890	Standard test method for swell index of clay mineral components of geosynthetic clay liners

## Harmonised standards in the geosynthetics field / Norme armonizzate nel settore dei geosintetici

*Geotextiles and geotextile-related products ( geogrids, biotextiles, geomats, biomats, geocells, geonets and geosynthetics for drainage)*

**Geotessili e prodotti affini (geogriglie, biotessili, geostuoie, biostuoie, geocelle, georeti e geosintetici per drenaggio)**

EN 13249	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in the construction of roads and other trafficked areas
EN 13250	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in the construction of railways
EN 13251	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in earthworks, foundations and retaining structures
EN 13252	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in drainage systems
EN 13253	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in external erosion control systems
EN 13254	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in the construction of reservoirs and dams
EN 13255	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in the construction of canals
EN 13256	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in the construction of tunnels and underground structures
EN 13257	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in solid waste disposal
EN 13265	Geotextiles and geotextile-related products – Required characteristics for use in liquid waste containment projects
EN 15381	Geotextiles and geotextile-related products – Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays

*Geosynthetic barriers (geomembranes and geosynthetic clay liners)*

**Geosintetici con funzione barriera (geomembrane e geocompositi bentonitici)**

EN 13361	Geosynthetic barriers - Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams
EN 13362	Geosynthetic Barriers - Characteristics required for use in the construction of canals
EN 13491	Geosynthetic barriers - Characteristics required for use in the construction of tunnels and associated underground structures
EN 13492	Geosynthetic barriers - Characteristics required for use in the construction of liquid waste disposal sites, transfer stations or secondary containment
EN 13493	Geosynthetic barriers - Characteristics required for use in the construction of solid waste storage and disposal sites
EN 15382	Geosynthetic barriers - Characteristics required for use in transportation infrastructure
EN 16993	Geosynthetic barriers - Characteristics required for use in the construction of storage lagoons, secondary containment (above and below ground) and other containment applications for chemicals, polluted water and produced liquids
EN 16994	Clay Geosynthetic Barriers - Characteristics required for use in the construction of underground structures (other than tunnels and associated structures)

Legend/Legenda EN: European Standard / Norma Europea  
 ISO: International Standard / Norma Internazionale  
 ASTM: American Society for Testing and Materials / Norma Nord-Americana

## Geosynthetics: standards and sustainability

Edited by: Francesco Fontana

In recent years, issues related to sustainability in general, and the environment in particular, have seen broad and systematic development within European and national regulatory frameworks.

The construction sector is a fundamental pillar in the pursuit of nearly all the Sustainable Development Goals (SDGs) established by the UN's 2030 Agenda.

It has therefore become necessary to establish a regulatory system capable of guiding designers, contractors, manufacturers, and public authorities toward knowledge and best practices that enable the construction industry to fulfill its environmental, social, and economic responsibilities effectively.

The new provisions introduced by the Construction Products Regulation (CPR 2024/3110), come into force in January 2025, are also inspired by sustainability principles and bring significant changes to the technical regulatory landscape, particularly regarding the information that manufacturers are required to provide to the market.

In fact, the usual technical characteristics required by harmonized standards must now be accompanied by data on the environmental impacts per unit of product.

This information, which is to be made available through a European digital system known as the Digital Product Passport (DPP), will allow engineers to more easily calculate the environmental impacts of their design choices, comparing different solutions also in terms of environmental criteria.

These data will be mandatory, although gradually introduced, following a schedule that begins with the declaration of the Global Warming Potential (GWP) per unit of product starting in January 2026, and extends to 2032 to include the full range covered by Environmental Product Declaration (EPD) systems, for the time being governed by the EN 15804:2012+A2 standard. These systems may also be subject to Product Category Rules (PCR), specific to each product category, which are currently under development.

In this context, geosynthetics are expected to find increasing application in both geotechnical and general construction fields, particularly due to the environmental benefits they can offer.

The applications of geosynthetics have consolidated over past decades thanks to their technical advantages:

improving soil properties, enabling greater industrialization of construction processes, and offering significant time and cost savings. However, recent studies and analyses have highlighted even more significant environmental benefits.

The first and most important benefit is the reduction in CO<sub>2</sub> emissions, which averages around 75% compared to technologies that rely solely on traditional materials such as gravel, sand, clay, and cement.

The durability of polymers—problematic in short-term applications like packaging—offers a distinct advantage in the construction world, providing long-lasting performance that extends the service life of the structure in which they are incorporated. This aligns with one of the core principles of the circular economy: maximizing the length of the service life cycle.

Somewhat unexpectedly, the potential emission of microplastics from geosynthetics is also drastically reduced if compared to alternative solutions, thanks to the significant decrease in the volume of materials handled, reducing truck traffic by up to 99%. In fact, the majority of microplastics released into the environment is produced from tire wear, and this considerable reduction in traffic also minimizes accident risks, road congestion near construction sites, and road wear—factors that all contribute in various ways to improve the sustainability of the project, beyond strictly environmental aspects.

Therefore, faced with growing regulatory requirements regarding sustainability assessments, designers can rely—especially through the correct use of geosynthetics—on a tool capable of making a real difference, achieving solutions that are not only more cost-effective, but also significantly more sustainable, than traditional alternatives.

## Geosintetici: normativa e sostenibilità

A cura di: Francesco Fontana

I temi relativi alla sostenibilità in generale ed all'ambiente in particolare hanno trovato negli ultimi anni un largo e sistematico sviluppo nel panorama della normativa europea e nazionale.

Il settore delle costruzioni costituisce un pilastro fondamentale nel perseguimento di pressoché tutti gli SDG (Sustainable Development Goals), stabiliti dall'agenda 2030 dell'ONU.

Si è reso quindi necessario impostare un sistema normativo in grado di indirizzare progettisti, imprese, produttori e stazioni appaltanti verso conoscenze e buone pratiche che consentano all'industria delle costruzioni di svolgere al meglio il proprio ruolo in termini ambientali, sociali ed economici.

Anche le novità introdotte dal Regolamento per i Prodotti da Costruzione (CPR 2024/3110), in vigore dal Gennaio 2025, sono ispirate ai principi della sostenibilità e prevedono importanti novità nel panorama della normativa tecnica, in particolare per quanto riguarda le informazioni che i produttori sono tenuti a comunicare al mercato.

Infatti le consuete caratteristiche tecniche richieste dalla normativa armonizzata si dovranno ora accompagnare ai dati relativi agli impatti ambientali per unità di prodotto.

Questo contenuto informativo, che è previsto di rendere disponibile attraverso un sistema digitale europeo DPP (Digital Product Passport) metterà in grado i tecnici di calcolare più agevolmente gli impatti delle loro scelte progettuali, confrontando diverse soluzioni anche sul piano dei criteri ambientali.

Questi dati dovranno essere obbligatoriamente, ma gradualmente, forniti secondo un calendario che prevede di dichiarare dapprima il GWP (Global Warming Potential), per unità di prodotto, a partire dal Gennaio 2026, per arrivare entro il 2032 all'intero spettro coperto dai sistemi EPD (Environmental Product Declaration) ora essenzialmente regolati dalla norma

EN 15804:2012+A2, ma suscettibili di essere sottoposti a PCR (Product Category Rules), specifici per i vari prodotti, attualmente in fase di sviluppo.

In questo quadro, i geosintetici sono destinati a trovare spazi di applicazione sempre maggiori, tanto in geotecnica quanto nelle costruzioni, con particolare riferimento ai benefici ambientali che sono in grado di assicurare.

I geosintetici si sono infatti affermati negli scorsi decenni grazie ai vantaggi offerti sul piano squisitamente tecnico, consentendo il miglioramento delle caratteristiche dei terreni, la maggiore industrializzazione del lavoro e anche grandi risparmi di tempo e denaro, ma gli studi e le analisi degli ultimi anni hanno fatto rilevare ancor più importanti benefici di ordine ambientale.

Il primo e più spettacolare effetto è il risparmio nelle emissioni di CO<sub>2</sub>, che si attesta mediamente sul 75% rispetto alle tecnologie che impiegano soltanto materiali tradizionali, quali ghiaia, sabbia, argilla e cemento.

Le caratteristiche di durabilità dei polimeri, che costituiscono un problema per le applicazioni a breve termine, come per esempio gli imballaggi, nel mondo delle costruzioni offrono invece una garanzia di durabilità dell'opera che consente di estendere la vita di servizio del prodotto per tutto il tempo richiesto dal manufatto in cui sono inseriti, soddisfacendo uno dei requisiti di base dell'economia circolare, che è rappresentato dalla massimizzazione della lunghezza del ciclo di servizio.

Un po' a sorpresa, anche la potenziale emissione di microplastiche da parte dei geosintetici è ridotta in misura straordinaria rispetto a soluzioni alternative, in virtù della drastica diminuzione dei volumi movimentati, con riduzione del traffico di camion fino al 99%. La maggior parte delle microplastiche disperse nell'ambiente proviene infatti dal consumo degli pneumatici e la notevolissima riduzione del traffico permette di ridurre anche i rischi di incidente, il disagio nella viabilità nei pressi dei cantieri, l'usura delle strade: tutti fattori che contribuiscono sotto vari aspetti ad una migliore sostenibilità del progetto, aldilà degli aspetti meramente ambientali.

Il progettista, costretto dalla normativa ad affrontare sempre maggiori adempimenti in termini di valutazioni di sostenibilità, dispone allora — proprio attraverso l'impiego di geosintetici — di uno strumento in grado di fare la differenza per ottenere soluzioni non solo meno costose, ma assai più sostenibili rispetto a quelle tradizionali.