VIGOR MERGER
Geosynthetics Division.

PROPOSAL

GEOSYNTHETIC CLAY LINER : X2 NSP4000

COLETANCHE

จัดทำโดย
บริษัท วิกเกอ เมอเจอร์ จำกัด
96 ชั้น 3 ซอยรัชดาภิเษก 19 ถนนรัชดาภิเษก-ท่าพระ
แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่
กรุงเทพมหานคร 10600

Vigor Merger Co.,Ltd.

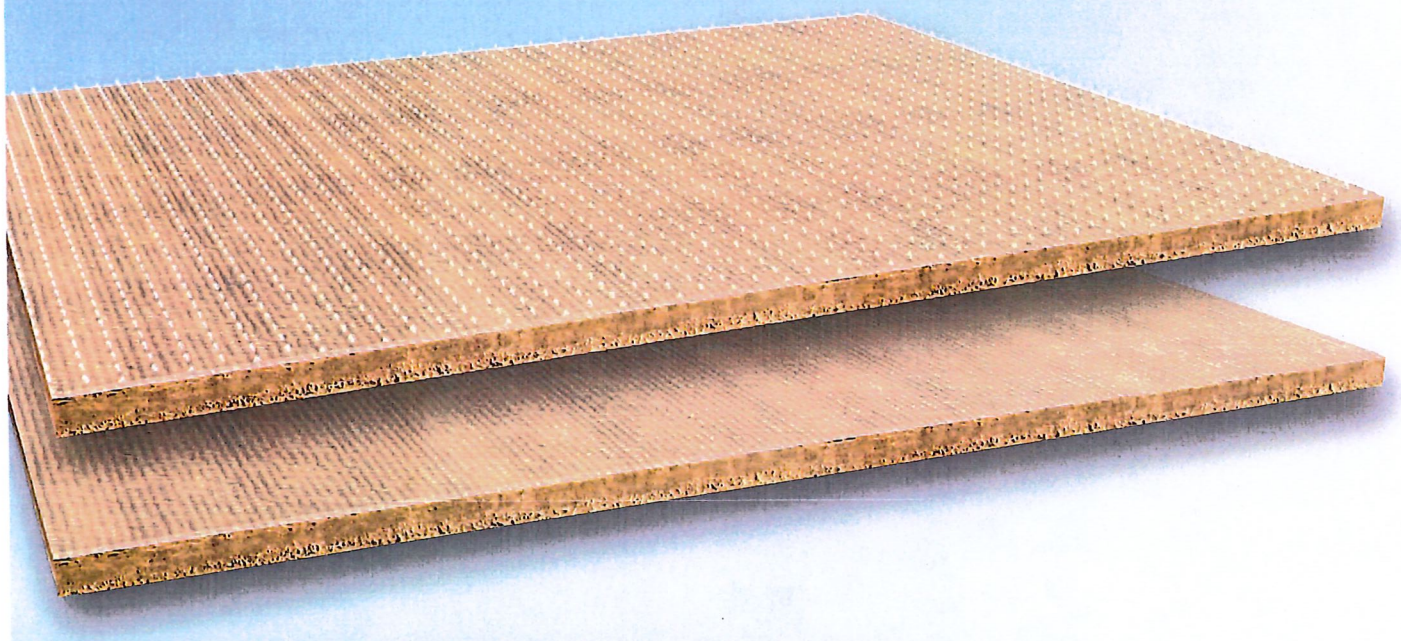
GEOSYNTHETIC CLAY LINER

X2 NSP4000

Advantages of needle-punched, PE-coated

BENTOFIX® X

Geosynthetic Clay Liners (GCL)



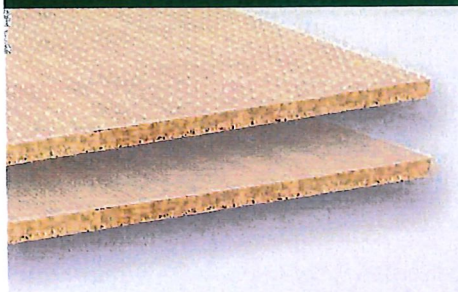
The Inventor of needle-punched Geosynthetic Clay Liners.
Material science - Engineering - Innovation

BENTOFIX® - The Original!

NAUE

BENTOFIX® X

Bentofix® X geosynthetic clay liners (GCLs) - also known as geosynthetic clay barriers (GBR-C) - are needle-punched, reinforced composites that combine two durable geotextile outer layers and a uniform core of high-swelling powder sodium bentonite clay, with an additional polyethylene extrusion-coated barrier. This forms a uniform, multi-directional, shear-resistant, hydraulic, multi-component barrier with self-sealing and re-healing characteristics.





- ☑ Versatile sealing applications possible
- ☑ Immediate sealing and long-term performance with high-swelling sodium bentonite powder and durable PE coating
- ☑ Desiccation barrier
- ☑ Protection against ion exchange
- ☑ Barrier against roots
- ☑ Gas and radon barrier
- ☑ Improves the protection against bentonite erosion from high water pressures and gravelly subsoils
- ☑ Direct coverage with concrete and lime possible
- ☑ Shear resistant overlapping possible with special adhesive tapes
- ☑ Cost-saving alternative to compacted clay
- ☑ Robust and durable geosynthetics encapsulate the bentonite sealing core
- ☑ The uniform needle-punching improves multi-directional shear strength and internal friction angle
- ☑ Self-sealing length overlaps; with BFG types all overlaps self-seal
- ☑ Quick, easy and cost-efficient installation

Bentofix® geosynthetic clay liners (GCL) exemplify how geosynthetics perform best: by interacting with natural elements to create something stronger or more secure.

Needle-punching revolutionised

The needle-punched manufacturing technology greatly increased the internal and external shear strength of GCLs and expanded the range of applications in which GCLs could be used. The needle-punching process firmly bonds the three unique layers of Bentofix® – two outer encapsulating geotextiles and the core of sodium bentonite. This bond creates a single, engineered barrier that utilises the best of both synthetic and natural materials.

The Power of Powder Bentonite

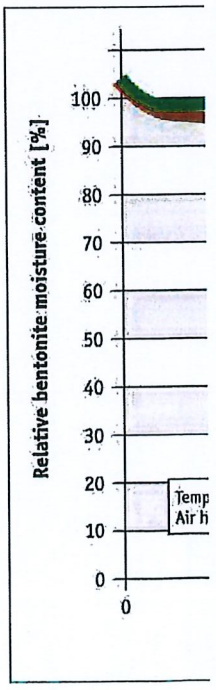
Bentofix® GCLs outperform significantly thicker layers of compacted clay. The exceptional, immediate swelling characteristic of powdered sodium bentonite provides a long-term barrier that can "self-seal and re-heal" (e.g. swell to fill potential punctured/ damaged zones) and rehydrate to renew the barrier even if it has been exposed to desiccation. The highly engineered geotextile outer layers provide outstanding protection against piping of the bentonite, durability to resist damage, and strength to manage the challenges inherent in barrier designs, such as for security on slopes and against fluctuating heads.

Bentofix® X Coating – the add-on value

The polyethylene coating is attached uniform and firmly onto the woven Bentofix® X component creating a durable bond with the needle-punched fibres. This ensures a very high fibre pull-out resistance and increases the long-term internal shear strength.

The Bentofix® X polyethylene extrusion coating ensures an immediate and enhanced barrier to gas and radon while protecting against desiccation and critical substances. In applications wih high hydraulic gradients over coarse soils the additional Bentofix® X coating prevents bentonite piping. In other applications the barrier acts as a possible root barrier.

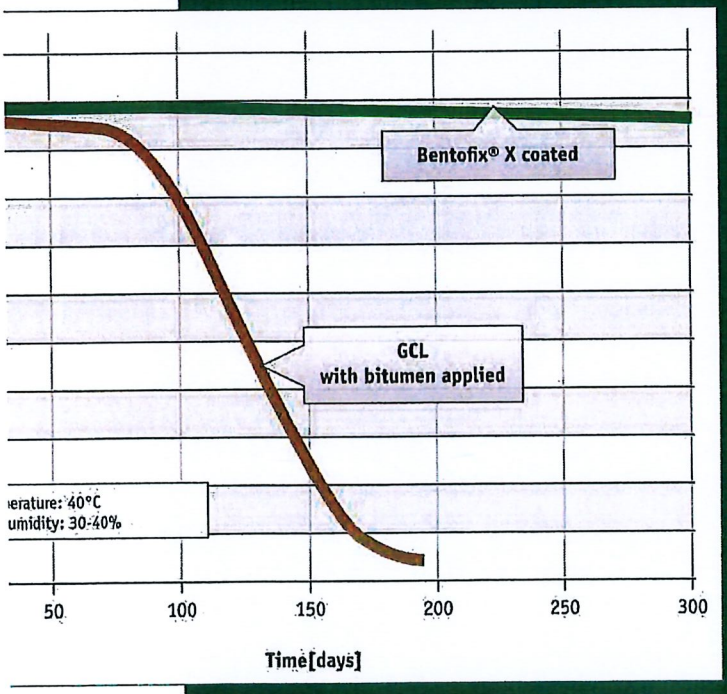
Figure 1
Desiccation behaviour of geosynthetic clay liners in a laboratory test





ADVANTAGE 1: BETTER DESICCATION PROTECTION

Bentofix® X GCLs are coated with a polyethylene layer on the slit-film woven side. Installed with the coating facing up, impermeability and performance against desiccation improve. In a test Bentofix® X was placed over a sand layer with the PE coating faced up. Bentofix® X was saturated for 3 weeks with water through the sand layer under a confining stress of 18kN/m² prior to the desiccation period at a temperature of 40°C and air humidity of 40%. During a period of 250 days the moisture content of the bentonite layer was monitored. The results show that a relative water loss of less than 10% occurred. Therefore it can be stated that Bentofix® X-types do not desiccate under these conditions.



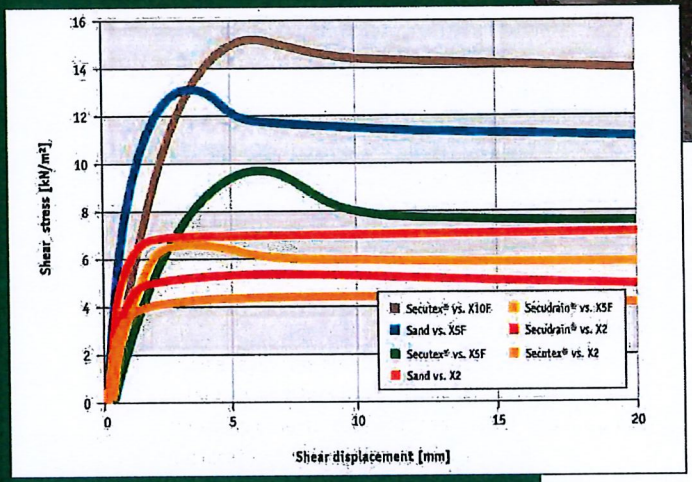


Figure 2
Example of shear stress of Bentofix® X coating against various materials at 20kPa confining stress

ADVANTAGE 2: SHEAR STRENGTH

The interface friction angle also plays a major role in slope applications. The mechanically bonded nonwoven of Bentofix® provides high interface friction angles. The structure of the polyethylene coating of Bentofix® X geosynthetic clay liners varies according to the thickness of the coating. Therefore, project-specific friction angles should be specified. For slope inclinations up to 2.5:1 (h:v) the extruded friction structure of Bentofix® X-types is typically suitable.

ADVANTAGE 3: CHEMICAL RESISTANCE

The polyethelene coating of Bentofix® X-types is manufactured from high-quality resins, which are comparable to those used in certified geomembranes. This gives the coating the necessary chemical resistance for long-term bentonite protection against critical substances.

BENTOFIX® X



Please send me
free of charge the
Bentofix®-X binder



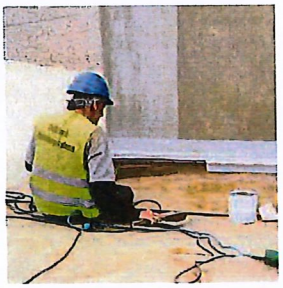


Bentofix® X Sealing Applications:

- Landfill caps, closures and base seals
- Environmental protection under roads, railways, airports
- Dams and dykes
- Water containment and pond applications
- Structural waterproofing
- Secondary containment
- Mining applications
- Tunnels



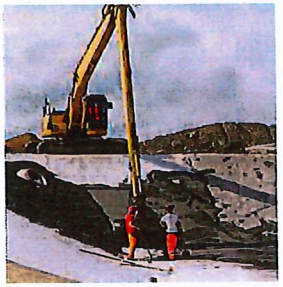




CE

TÜV NORD DIN EN ISO 50001

TÜV NORD ISO 9001





BBA APPROVAL INSPECTION TESTING CERTIFICATION
CERTIFICATE No 05/4256

BBA certified waterproofing systems (Bentofix® BFG 5000 + Bentofix® X2 BFG 5300)

NAUE

NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestr. 2
32339 Espelkamp-Fiestel
Germany

Phone +49 5743 41-0
Fax +49 5743 41-240
E-Mail info@naue.com
Internet www.naue.com

NAUE® and Bentofix® are registered trademarks of NAUE GmbH & Co. KG in various countries.
The information contained herein is, to the best of our knowledge, true and accurate. There is no implied or expressed warranty.
© 2016 by NAUE GmbH & Co. KG, Espelkamp-Fiestel, Germany · All rights reserved. · No. 291 · Status 24.08.2016

Fiber-reinforced Geosynthetic Clay Liner (GBR-C)

Bentofix® X2 NSP 4000

NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestrasse 2
32339 Espelkamp- Fiestel
Germany
Phon: +49 57 43 / 41- 0
Fax: +49 57 43 / 41- 2 40
E-Mail: info@naue.com
Internet: www.naue.com

Bentofix® X2 NSP 4000 is a shear strength transmitting geosynthetic clay barrier (GBR-C) , continuously **needle-punched** through all components. A GBR-C is also known as geosynthetic clay liner (GCL) or bentonite mat. Following its needling process a polyethylene layer is coated to the entire surface of the woven side. The 300 mm length longitudinal overlapping areas are marked on the coating side.

Property	Test method*	Unit	Values
Geotextile layers:			
Polypropylene nonwoven:			
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m²	≥ 230
Polypropylene woven:			
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m²	≥ 120
Bentonite layer (sodium bentonite powder):			
Mass per unit area	EN 14196 (*p* CLAY)	g/m²	≥ 3,700
Swell index	ASTM D 5890	ml/2g	≥ 24
Fluid Loss	ASTM D 5891	ml/2g	≤ 18
Water content	DIN 18121 / ISO 11465 (5hrs, 105 °C)	%	approx. ≤10
Percent Finer (Passing Sieve No.200)	ASTM C 136	%	≥ 70
Polyethylene coating:			
Mass per unit area	EN ISO 9864	g/m²	≥ 200
Thickness	EN ISO 9863-1, ASTM D 5199	mm	≥ 0.2
Bentofix® X2 NSP 4000:			
Mass per unit area	EN 14196 (*p* GBR-C)	g/m²	approx. ≥ 4,250
Thickness	EN ISO 9863-1 / ASTM D 5199	mm	≥ 6
Max. tensile strength, md/cmd**	EN ISO 10319 / ASTM, D 6768	kN/m	12.0 / 12.0
Elongation at break, md/cmd**	EN ISO 10319 / ASTM, D 6768	%	10.0 / 6.0
Peel strength (nonwoven vs. woven/coating)	ASTM D 6496	N/10 cm***	≥ 60
		N/m	≥ 360
Static puncture strength (CBR)	EN ISO 12236 / ASTM D 6241	N	≥ 2,000
Permeability	EN 14150 / ASTM D 5887 (10 m water head, coating only)	(m^3/m^2)/day	3×10^{-6}
Permeability / Hydraulic Conductivity (calculated by testing according to EN 14150)	EN 14150 / ASTM D 5887 (10 m water head, coating only)	m/s	$\leq 10^{-14}$
Index Flux (q_{10})	EN 16416 / ASTM, D 5887 (GBR-C only)	(m^3/m^2)/s	$\leq 5 \times 10^{-9}$
Roll dimensions:			
width x length, / diameter (e.g.)	-	m x m / m	4.85 x 50 / Ø 0.65

** = based on: **md = machine direction. cmd = cross machine direction: *** max.peak*

The listed technical values are guiding values, achieved in our laboratoriis and/or independent testing institutes. Our productes are subject to changes without prior notice.

Technical Report : Installation Guidelines

ขั้นตอนการติดตั้งระบบแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์





Contents **Page**

1. บทนำ	2
2. ข้อมูลผลิตภัณฑ์	3
3. การกองเก็บและการเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้ง	4
4. ขั้นตอนการติดตั้ง	5
5. การติดตั้งช่วงรอยต่อทาบ	9
6. การเตรียม Bentonite Paste	9
7. การติดตั้ง GCL บนทางลาด	10
8. การติดตั้งระหว่างรอยต่อขอบบ่อ	10
9. ข้อควรระวัง	12
10. การซ่อมแซม	13
11. เอกสารอ้างอิง	14

Checked by
Vigor Merger Co., Ltd. / Engineering Division

1.บทนำ

แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ (GCL) ผลิตจากวัสดุเบนโทไนท์ และมีชั้นของแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดถักทอ และแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดไม่ถักทอ เป็นตัวประสานและยึดดติดกันกับด้าย ใช้สำหรับปูแทนการบดอัดดินเหนียว เพื่อเป็นวัสดุกันซึม แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ได้การรับรองตามมาตราฐาน ISO9001 และต้องได้รับการรับรองคุณภาพของวัสดุจากสถาบันทดสอบที่เชื่อถือได้ (ซึ่งสามารถทำการทดสอบแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ได้) ตามมาตรฐานการรับรองคุณภาพ DIN 18200 ผลการทดสอบจะต้องได้รับการอนุมัติก่อนการสั่งซื้อ แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องมีขนาดความกว้างของม้วนมากกว่า 4 เมตร

1.1 คุณประโยชน์ของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

-ใช้ในการป้องกันการรั่วซึมของน้ำโดยทั่วไป
-เพิ่มปริมาตรการฝังกลบในบ่อฝังกลบขยะ
-สามารถติดตั้งได้ง่าย
-ลดการพึ่งพาสภาพอากาศในช่วงเวลาติดตั้ง

1.2 การประยุกต์ใช้แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์กับโครงการต่าง ๆ

-บ่อฝังงกลบขยะมูลฝอย
-บ่อบำบัดน้ำเสีย
-บ่อกักเก็บน้ำดิบ
-ใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและ
ป้องกันการรั่วซึม
-คลอง เขื่อน หลังคากันซึม

2.ข้อมูลผลิตภัณฑ์

แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์มีลักษณะทางกายภาพโดยจะประกอบด้วย โซเดียมเบนโทไนต์ชนิดผง (100% Natural Sodium Bentonite) ที่มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3,670 g/m² เท่ากันตลอดขนาดของแผ่นวัสดุ ซึ่งโซเดียมเบนโทไนต์ชนิดผงจะต้องมี คุณสมบัติดังต่อไปนี้

- Water content ≤ 10% ทดสอบตามมาตรฐาน DIN 18121 / ISO 11465 (5 hrs, 105°C)
- Swelling Index ≥ 24ml/2g ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 5890
- Fluid loss ≤ 18 ml/2g ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 5891

เบนโทไนต์จะต้องบรรจุอยู่ระหว่างแผ่นใยสังเคราะห์ 2 ชั้นดัง**รูปที่ 1** ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ชั้นที่1 แผ่นใยสังเคราะห์แบบไม่ถักทอ(Non-woven geotextile) ชนิด Polypropylene สีขาว มีน้ำหนัก > 220 g/m² เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN ISO 9864 (EN 965)

- ชั้นที่2 แผ่นใยสังเคราะห์แบบชนิดถักทอ (Woven geotextile) ชนิด Polypropylene มีน้ำหนัก > 110 g/m² เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN ISO9864 (EN 965)

Vigormaster Company Limited



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

แผ่นใยสังเคราะห์และผงโซเดียมเบนโทไนต์ จะต้องยึดกันอยู่ด้วยเส้นใยตลอดหน้าตัดของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ โดยยึดกันด้วยการเย็บด้วยเข็ม (Needle Punched) โดยจะต้องมีเส้นใยยึดกันอยู่ไม่น้อยกว่า 2.5 ล้านเส้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ เมื่อทำการประกอบส่วนประกอบแล้วเสร็จจะถูกนำมาทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ จนมีคุณสมบัติดัง**ตารางที่ 1** ดังนี้

คุณสมบัติ	มาตรฐานการทดสอบ	หน่วย	ค่าที่กำหนด
- น้ำหนัก	EN 14196	g/m^2	≥ 4,000
- ความหนา	EN ISO 9863-1 (EN 964-1)	mm	≥ 6
- Permeability	DIN 18130 / ASTM D 5887	m/s	≤ 2×10^{-11}
- Index Flux	DIN 18130 / ASTM D 5887	$(m^3/m^2)/s$	≤ 5×10^{-9}
- Peel strength	ASTM D 6496	N/10 cm	≥ 60
- Max. tensile strength (md/cmd)	EN ISO 10319 / ASTM D 4595	kN/m	≥12 / 12
- Elongation at break (md/cmd)	EN ISO 10319 / ASTM D 4595	%	10 / 6

แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ที่นำมาใช้ ณ. หน่วยงาน จะต้องมีการเพิ่มปริมาณของ เบนโทไนต์ บริเวณ 0.50 เมตร จากขอบของแผ่นใยสังเคราะห์ให้เต็มช่องว่างเท่ากับความหนาของแผ่นใยสังเคราะห์ (impregnate) มาจากโรงงานของผู้ผลิต เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการป้องกันการซึมผ่านบริเวณรอยต่อ

3.การกองเก็บและการเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้ง

พื้นที่กองเก็บสามารถใช้พื้นที่เพียงเล็กน้อย แต่ต้องมีสภาพแห้ง และสามารถระบายน้ำได้ดี เพื่อรักษาสภาพของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ให้แห้งอยู่เสมอ (**รูปที่ 2**) การจัดวางวัสดุควรทำอย่างระมัดระวังหลีกเลี่ยงการโยน เมื่อมีม้วนแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ใดสัมผัสกับความชื้น ควรตรวจสอบคุณสมบัติใหม่ทุกครั้งก่อนทำการติดตั้งใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดความเสียหายขึ้นในภายหลัง

Visonmerger Company Limited



รูปที่ 2 แสดงกึงวิธีการกองเก็บม้วนแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ก่อนการติดตั้งเริ่มจากการงดพื้นที่ไม่ให้มีเศษวัสดุ รากไม้ หินแหลมที่มีขนาดเกินกว่า 50 มิลลิเมตรหรือ เป็นหลุม บ่อ การบดอัดเป็นสิ่งจำเป็นโดยจะอ้างมาตราฐานแตกต่างกันไปในแต่ละงาน

โดยทั่วไปในขั้นตอนการติดตั้งจะไม่ให้มีน้ำขังอยู่ในบริเวณทำงาน หรือภายหลังฝนตกหนักห้ามทำการติดตั้งทันทีควรจะปล่อยให้พื้นที่ติดตั้งแห้งเสียก่อนหรือทำการปั๊มน้ำออกและกมทรายหนา 50 มิลลิเมตรก่อนจะทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

การเตรียมการติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์กับงานชั้นรองพื้นทางเริ่มจากขั้นตอนการบดอัดตามข้อกำหนดในมาตรฐานกรมทางหลวงโดยมีขั้นตอนดังนี้

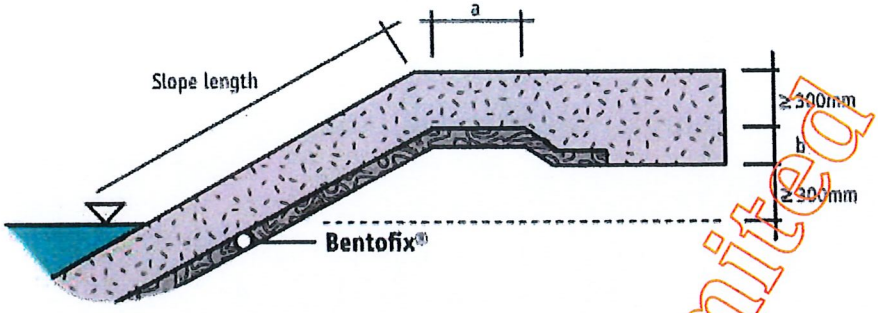
3.1.-การบดอัดควรเป็นไปตามข้อกำหนดและการออกแบบ โดยอย่างน้อยระดับของการบดอัดต้องไม่เกิดการเหลื่อมกันจากการใช้เครื่องมือบดอัดหรือจากการจราจรในพื้นที่การทำงาน

3.2.-ผิวหน้าควรมีลักษณะเรียบ ปราศจากเศษรบกวนเช่น พืช รากไม้ หินแหลม หรือวัสดุอื่นใดที่มีขนาดมากกว่า 50 มิลลิเมตร และต้องไม่มีรอยแตกขนาดใหญ่ หรือแอ่งน้ำขัง

3.3.-ก่อนจะทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ ช่องว่าง รอยแตกต้องทำการเติมให้เต็ม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดส่วนแหลมคมหรือเกิดการความต่างระดับบริเวณพื้นที่ใช้งาน

การฝัง Anchor trench จะทำการขุดร่องระบายน้ำบริเวณส่วนบนของลาดที่มีอัตราส่วนความชัน 7H:1V โดยหลีกเลี่ยงส่วนที่เป็นเหลี่ยมคม และต้องอยู่ในสภาพแห้ง หลังจากวางแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ลงไปในคูน้ำ ก็ทำการกมดินกลับและบดอัดให้แน่นดัง ซึ่งระยะการฝังจะเปลี่ยนไปตามความยาวของลาดดัง**รูปที่ 3และตาราง**

Vigorneer Company Limited



Slope length	a	b
< 10m	≥ 500mm	≥ 500mm
10 - 40m	≥ 800mm	≥ 600mm
> 40m	≥ 1000mm	≥ 800mm

รูปที่ 3 แสดงระยะการฝังแผ่น GCL และ ตารางแสดงระยะฝังต่อความยาวลาด

ฝั่งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ด้านที่เป็นแบบถักทอ จะหันหน้าเข้าชั้นรองพื้นทาง และด้านที่เป็นแบบไม่ถักทอจะหันไปด้านที่รับแรงดันจากน้ำ และหลังจากการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ไม่ควรให้ยานยนต์หรือคนผ่านบริเวณนั้น เศษดินที่อยู่ในบริเวณรอบ ๆควรกวาดออกอย่างระมัดระวัง

4.ขั้นตอนการติดตั้ง

4.1 เครื่องมือติดตั้ง

4.1.1 Excavator (tracked หรือ Wheeled) หรือ Front-end loader*

4.1.2 Heavy duty drill 4.1.3 Water container

4.1.4 Mixing container 4.1.5 Trowel**

4.1.6 Carpet knife* 4.1.7 Measuring tape

4.1.8 Plastic sheet 4.1.9 Broom







Vigormeter Company Limited

4.2 การติดตั้ง

4.2.1. การติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องทำในขณะที่มีสภาพอากาศปกติ ไม่ควรทำการติดตั้งในขณะที่มีฝนตก โดยอาศัยมาตรฐาน ASTM D 6102 อ้างอิง

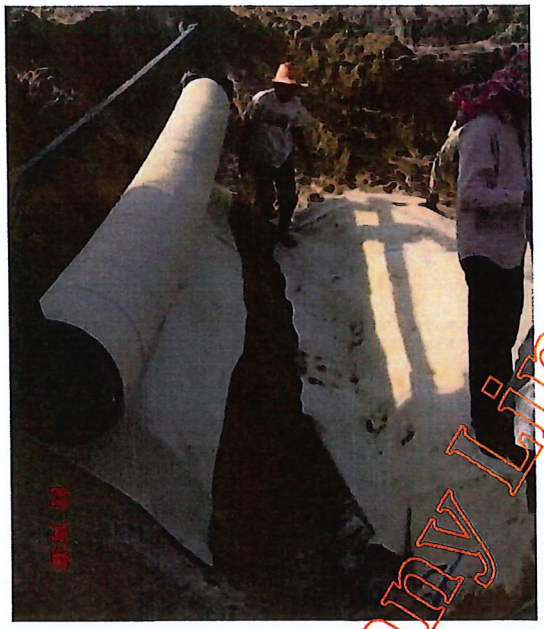
4.2.2. ก่อนการติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องทำการบดอัดผิวหน้าของบริเวณที่จะทำการติดตั้งให้มีความแข็งแรงและเรียบ วัสดุใด ๆ เช่น หญ้า, วัสดุมีคม, หินที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 เซนติเมตร จะต้องย้ายของก่อนทำการติดตั้งหรือน้ำขัง พื้นผิวที่ทำการติดตั้งจะต้องมีระดับไม่ต่างกันมากกว่า >100 มิลลิเมตร ในระยะ 5 เมตรดัง**รูปที่ 4**



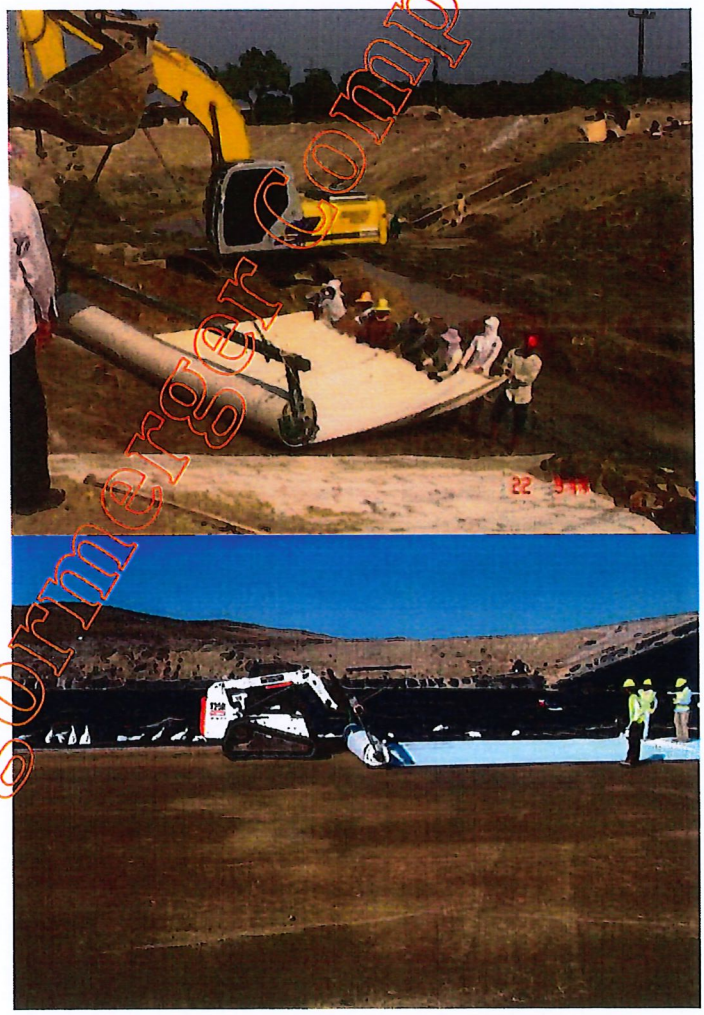
รูปที่ 4 แสดงการปรับสภาพพื้นที่ก่อนปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

4.2.3. แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องทำการยึดอยู่ในร่องบริเวณด้านบนของทางลาด การปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องทำการปูขนานกับแนวของทางลาดโดยวัสดุถมในร่องจะต้องเป็นวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ และจะต้องทำการบดอัดให้แน่นดัง**รูปที่ 5** เพื่อล็อกแผ่น GCL การปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะใช้เครื่องรั้งแกนและหมุนแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ไปตามแนวที่กำหนดไว้ตาม**รูปที่ 6** และทำการตัดแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ด้วยมีดตัดดัง**รูปที่ 7** โดยต้องใช้มีดที่มีความคมเป็นพิเศษเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของแผ่น GCL และเพื่อให้ได้แนวตรงตามแบบก่อสร้าง

Visormerger Company Limited



รูปที่ 5 การขุดแนวท่อฝังแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์



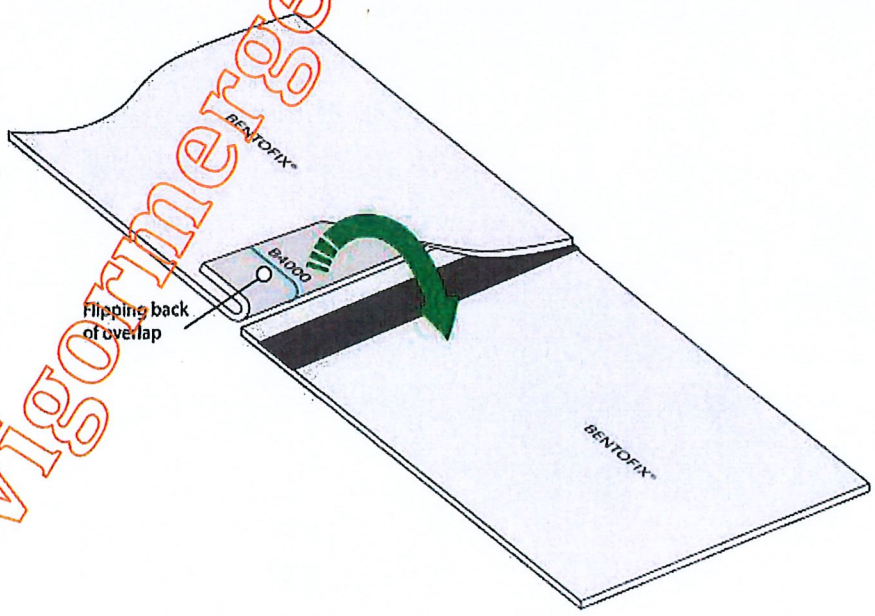
รูปที่ 6 แสดงการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

Vigormerger Company Limited



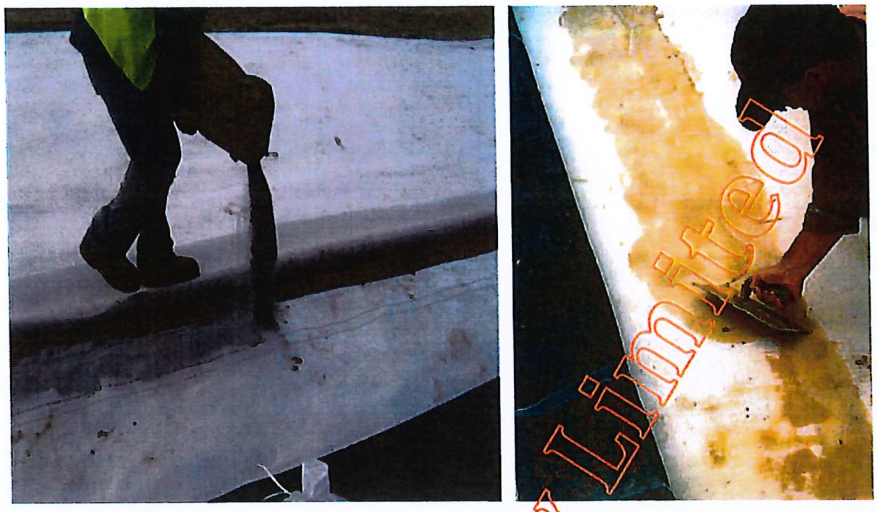
รูปที่ 7 แสดงการตัดแผ่น GCL

4.2.4. ทำการวางแนวรอยต่อทาบ/รอยซ่อมแซมหรือขีดเส้นให้เห็นดัง**รูปที่ 8** จะต้องมีระยะซ้อนทับไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตรทั้งด้านกว้างและด้านยาว จะต้องไม่มีรอยย่นหรือวัสดุอื่นในแนวซ้อนทับ และใช้เบนโทไนต์ ในปริมาณ 0.5 กิโลกรัม/เมตร โรยทับลงบนแนวต่อทาบดัง**รูปที่ 9ก** เพื่อเชื่อมรอยต่อ สำหรับบริเวณทางลาดหรือในขณะที่มีลม ควรผสมเบนโทไนต์กับน้ำก่อนทำการเชื่อมรอยต่อดัง**รูปที่9ข**



รูปที่ 8 แสดงการวางทาบแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์

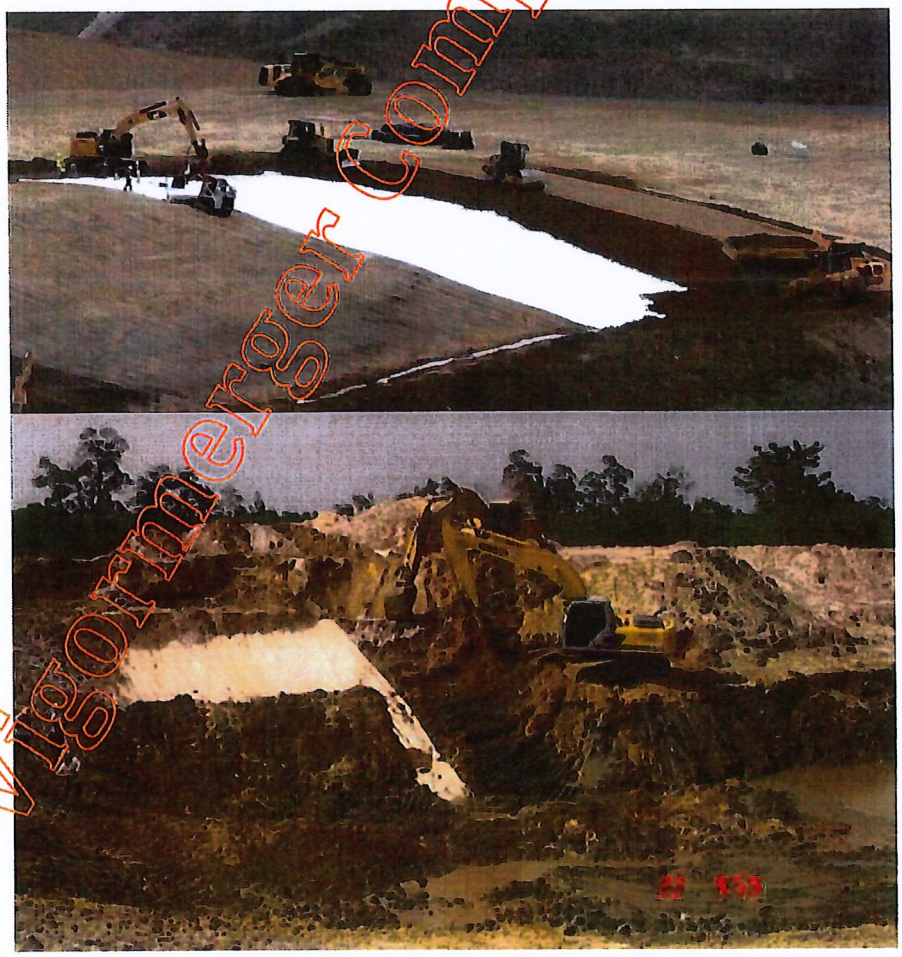
Vigormerger Company Limited



(ก) (ข)

รูปที่ 9 แสดงการต่อทาบแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ด้วยสารเบนโทไนท์แบบผง และแบบสารละลาย

4.2.5. ห้ามมิให้เครื่องจักรเข้าทำงานโดยตรงบนแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องมีชั้นดินปิดทับอยู่อย่างน้อย 300 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงขั้นตอนการติดตั้งแผ่นดินเหนียว

Vigormerger Company Limited

4.2.6. ในทุกวันของการทำการติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะต้องทำการปิดทับแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ด้วยวัสดุกม

4.2.7. ถ้าหาก เบนโทไนต์ มีความชื้นมากกว่า 50% ก่อนทำการปิดทับด้วยวัสดุกม จะต้องทำการเปลี่ยนแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ในส่วนนั้น ๆ ด้วยแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ที่แห้ง

4.3 การควบคุมคุณภาพการผลิตของวัสดุ

4.3.1. แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO9001

4.3.2. แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ที่ผลิตแล้วจะต้องทำการตรวจสอบโดยห้องทดสอบของผู้ผลิตตามมาตรฐานการบริหารคุณภาพ ISO9001 และ ต้องมีหนังสือรับรองแหล่งกำเนิดสินค้า จากผู้ผลิต

4.3.3. ผู้ผลิตจะต้องจัดเตรียมผลทดสอบจากห้องทดสอบของผู้ผลิต สำหรับแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ทุกชุดของการผลิตที่นำมาใช้ ณ. หน่วยงาน

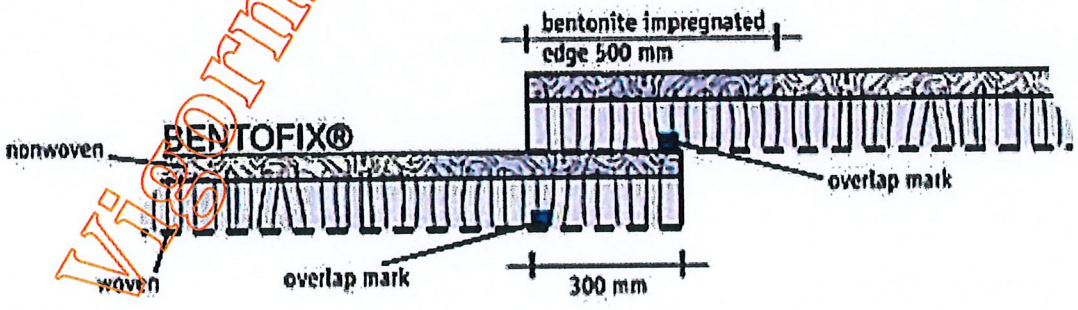
4.3.4. ให้แสดงหลักฐานเพื่อยืนยันการนำเข้า ก่อนการส่งสินค้า

5.การติดตั้งช่วงรอยต่อทาบ

แถบแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์โดยปกติจะซ้อนทับกันประมาณ 300 มิลลิเมตรในระนาบตามแนวยาวและ 500 มิลลิเมตรที่ระนาบความกว้างของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ โดยขณะทำการติดตั้งต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการยับย่นบริเวณรอยต่อหรือมีลักษณะเป็นฟันปลา ขณะที่ซอบซ้อนทับกัน โดยทั่วไป

Bentofix "NSP" GCL จะมีระยะชุบเบนโทไนท์บริเวณปลายทั้งด้านกว้างและด้านยาวเพื่อใช้ในการต่อทาบประมาณ 500 มิลลิเมตร โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเบนโทไนท์จากภายนอกเพิ่มเติมในการต่อทาบ Bentofix "BFG" GCL ได้ทำการเคลือบสารเบนโทไนท์ไว้บริเวณขอบทั้งด้านยาวและด้านกว้างของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ โดยใช้สารเบนโทไนท์ประมาณ 0.4 kg/m ซึ่งปริมาณสารเบนโทไนท์ในแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์นั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยระบุกับทางผู้ผลิต NAUE GmbH & Co. KG.

โดยระยะการต่อทาบ 300 มิลลิเมตร จะถูกกำหนดไว้ด้วยเส้น Overlay ในขั้นตอนการผลิต และทำการเติมสารเบนโทไนท์ลงไปในส่วนที่ซ้อนทับกัน ในกรณีที่บริเวณปลายของแผ่นดินเหนียวถูกตัด ต่อ ทำให้มีระยะเคลือบสารเบนโทไนท์เอาไว้ไม่เพียงพอ จะต้องทำการต่อทาบระยะรอยต่อด้วยสารละลายเบนโทไนท์ให้มีระยะ 500 มิลลิเมตรดังรูปที่ 11

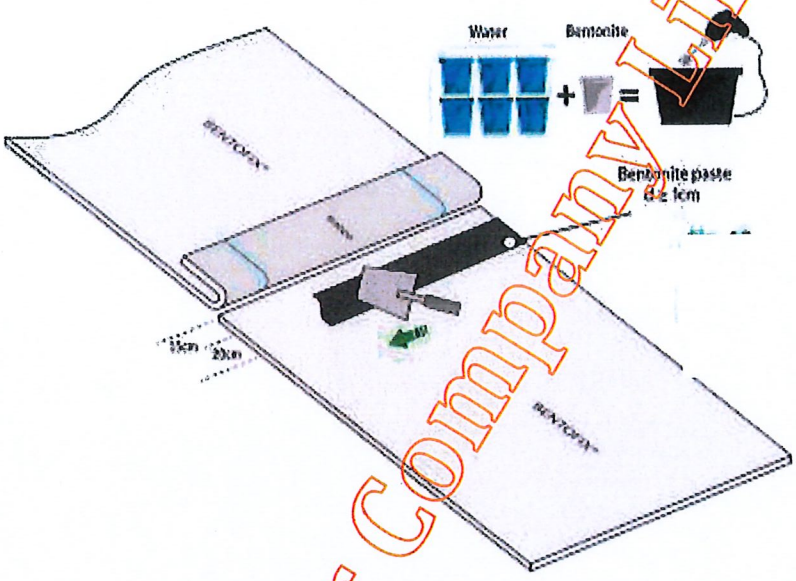


รูปที่ 11 แสดงถึงการต่อทาบแผ่น GCL

Viaformerger Company Limited

6.การเตรียม Bentonite Paste

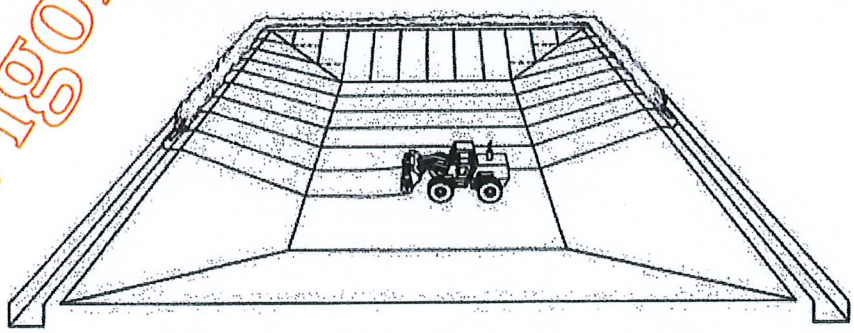
จากกรณีที่มีลมแรง การติดตั้งบริเวณลาด (การติดตั้งข้อ 4) หรือถ้าผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไม่ได้ชุบเบนโทไนต์ที่ปลายม้วน การต่อทาบก็สามารถทำได้ที่สถานที่ก่อสร้าง โดยใช้ถังผสมน้ำและสารเบนโทไนท์ด้วยอัตราส่วน น้ำ 4-6 ส่วน และผงเบนโทไนต์ 1 ส่วน ละลายให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม จากนั้นสารละลายเบนโทไนท์จะถูกนำไปทาบริเวณรอยต่อให้มีความกว้างอย่างน้อย 200 มิลลิเมตรและหนา 10 มิลลิเมตร ด้วยเกรียง (Towel) ลงด้านแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์แบบไม่ถักทอ ซึ่งต้องมีความสะอาดไม่มีเศษดินหรือสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่หรือถ้ามีต้องใช้ไม้กวาด (Broom) ค่อย ๆกวาดออกอย่างระมัดระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแผ่น GCL และทาสารละลายลงบนแผ่น GCL แผ่นล่างดัง**รูปที่ 12**



รูปที่ 12 แสดงถึงส่วนผสมของสารเบนโทไนท์

7.การติดตั้ง GCL บนทางลาด

การติดตั้งม้วนแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์บนลาดต้องทำการติดตั้งอย่างระมัดระวัง โดยเริ่มจากการฝังยึดปลายไว้ที่ด้านบนของลาดและปูไปในทิศทางเดียวกันดังรูปที่ โดยมีระยะทับตามที่กำหนดไว้ การวางแนวแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ที่มีทิศทางสวนทางกับลาดควรจะหลีกเลี่ยง หรือถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ควรจะฝังปลายแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ลงไปในลาดประมาณ 100 มิลลิเมตร ดินที่ใช้คลุมแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์บนลาดควรหนาอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร โดยทำการถมขึ้นมาจากด้านล่างของลาดซึ่งต้องพิจารณาเสถียรภาพจากการกัดกร่อนและมุมลาดสุดท้าย

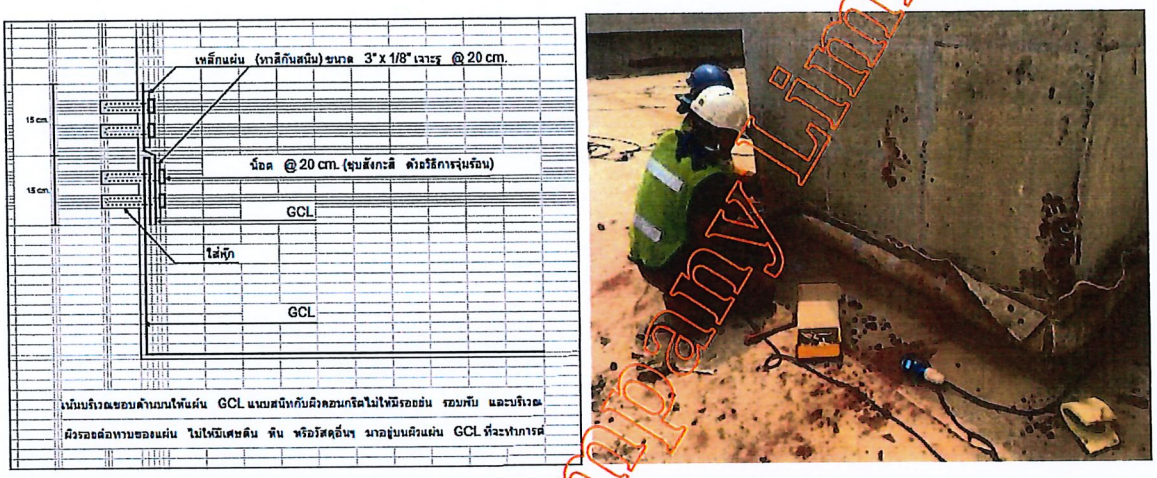


รูปที่ 13 แสดงการติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์บนลาด

Vigormeter Company Limited

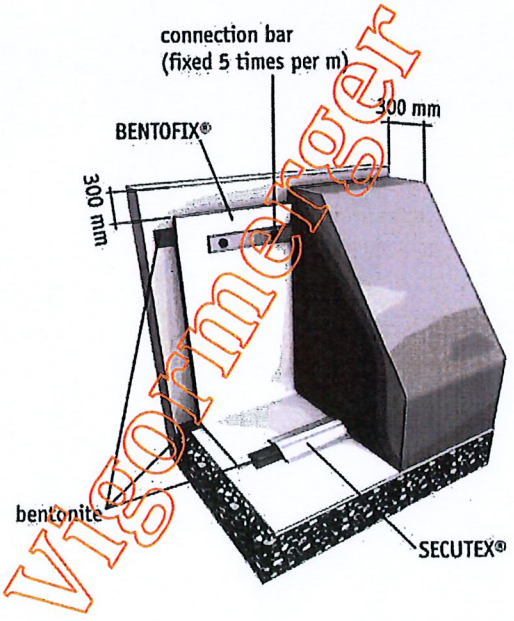
8.การติดตั้งระหว่างรอยต่อขอบบ่อ

การติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์กับโครงสร้างคอนกรีตเพื่อให้เป็นฉนวนป้องกันน้ำสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้โดยมีรายละเอียดการติดตั้งและระยะต่อทาบดัง**รูปที่ 14** และหลังจากติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์กับโครงสร้างคอนกรีตเรียบร้อยแล้วจะทำการติดตั้งที่ระยะดัง**รูปที่ 15** ซึ่งเน้นบริเวณขอบด้านบนให้แผ่น GCL แนบสนิทกับผิวคอนกรีตไม่ให้มีรอยย่น รอบพับ และบริเวณผิวรอยต่อทาบของแผ่น ไม่ให้มีเศษดิน หิน หรือวัสดุอื่นๆ มาอยู่บนผิวแผ่น GCL ที่จะทำการต่อทาบ



รูปที่ 14 แสดงถึงรายละเอียดการต่อแผ่น GCL กับโครงสร้างคอนกรีต

รูปตัวอย่างการก่อสร้างติดตั้งแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์กับโครงสร้างคอนกรีตแสดงไว้ใน**รูปที่ 15-22**



รูปที่ 15 แสดงถึงระยะการติดตั้งร่วมกับโครงสร้างคอนกรีต

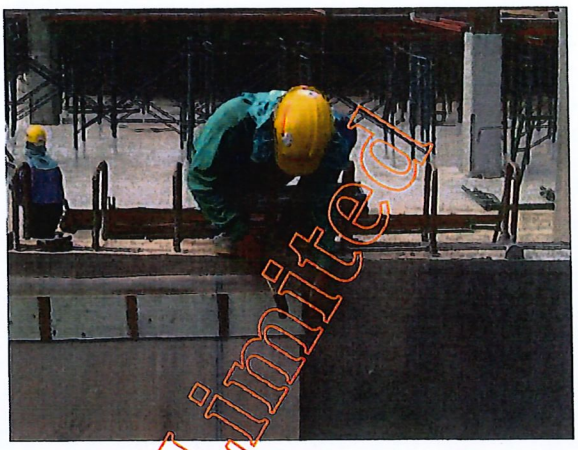


รูปที่ 16 โครงสร้างคอนกรีต

Visormeger Company Limited



รูปที่ 17 การตัดแผ่น GCL



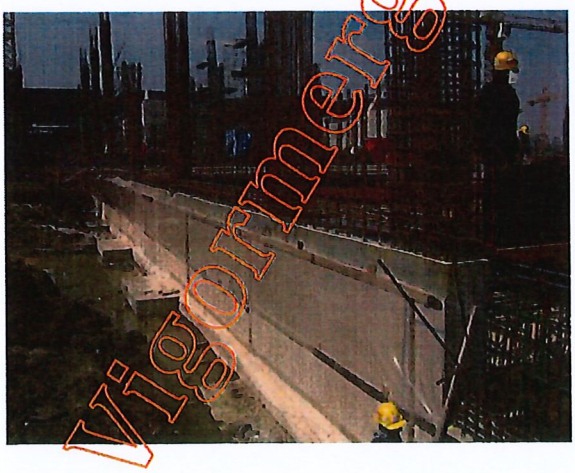
รูปที่ 18 การติดตั้งแผ่น GCL ด้วยหมุด



รูปที่ 19 การติดตั้งแผ่น GCL ทาบติดกับโครงสร้างคอนกรีต



รูปที่ 20 การต่อทาบแผ่น GCL บนโครงสร้างคอนกรีต



รูปที่ 21 การติดตั้งแผ่น GCL



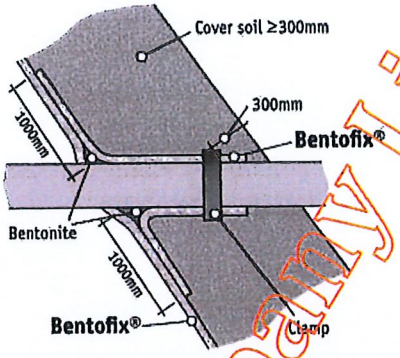
รูปที่ 22 การต่อทาบแผ่น GCL ที่ฐานโครงสร้าง

Vigormerger Company Limited

9.ข้อควรระวัง

9.1 ช่วงบริเวณรอยต่อแนวท่อและการตรวจสอบ

การตรวจสอบจุดต่อระหว่างแนวเจาะท่อที่ฝังบนลาด หรือในแนวดิ่งโดยมีลักษณะการเชื่อมแนว รอยต่อดังรูปที่ 23 ซึ่งจะทำการติดตั้งแผ่น GCL ชั้นแรกและนำแผ่น GCL แผ่นที่ 2มาต่อทาบตามระยะ และเชื่อมระหว่างรอยต่อด้วยเบนโทไนท์ และต้องตรวจสอบรอยเชื่อมอย่างละเอียด

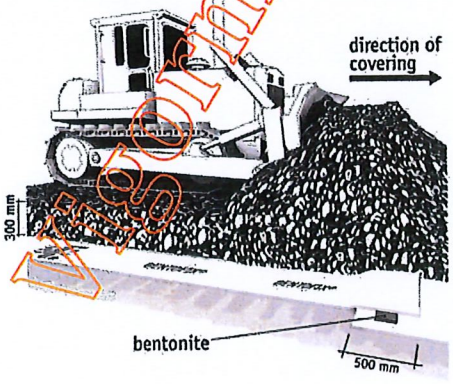


รูปที่ 23 แสดงการต่อทาบบริเวณที่เป็นแนวท่อทั้งแนวนอนและแนวดิ่ง

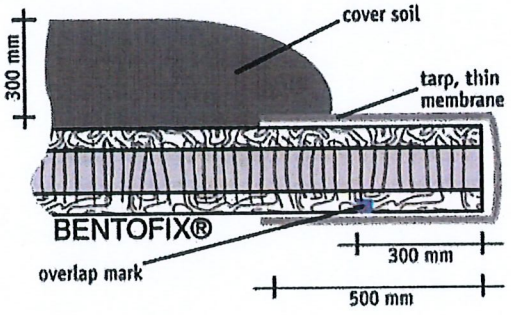
9.2 การเตรียมพื้นที่และการถม

เมื่อแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ทำการติดตั้งแล้วเสร็จ และไม่ได้ทำการคลุมดินทับหน้าภายใน 24 ชั่วโมง อุณหภูมิของสภาพอากาศอาจจะทำให้เกิดปฏิกริยาไฮเดรชั่นก่อนกำหนดได้ เมื่อทำการติดตั้งและเกิดการทำปฏิกริยาไฮเดรชั่นโดยสภาพอากาศเช่น ฝนตก

การถมดินควรมีความหนาอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร (มีความเค้นประมาณ 6 kN/m^2) และควรทำการคลุมทับภายในวันที่ทำการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ โดยทั่วไปดินที่นิยมใช้เป็นวัสดุถมจะเป็น Fine cohesive soil หรือจะใช้เป็นชั้นหินที่มีขนาดเดียวอยู่ระหว่างช่วง 20 มิลลิเมตรมาถม หรือดินที่มีกราฟการกระจายตัวของอนุภาคที่ดี แต่ดินชนิด Silty soil และ Organic soil นั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุถม ทิศทางการบดอัดควรไปในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการปูแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ดังรูปที่ 24 แต่บริเวณลาดนั้นไม่แนะนำให้ทำการบดอัดแบบปกติเนื่องจากการเกิดแรงเฉือนที่ผิวหน้า บริเวณลาดควรทำการบดอัดอย่างระมัดระวัง เพื่อไม่ให้บริเวณรอยต่อเกิดการแยกออก โดยที่ต้องพิจารณาเสถียรภาพของลาดอยู่เสมอ



รูปที่ 24 แสดงรูปทิศทางการบดอัดกับแนวต่อทาบแผ่น GCL



รูปที่ 25 แสดงการใช้งาน Geomembrane ร่วมกับแผ่น GCL

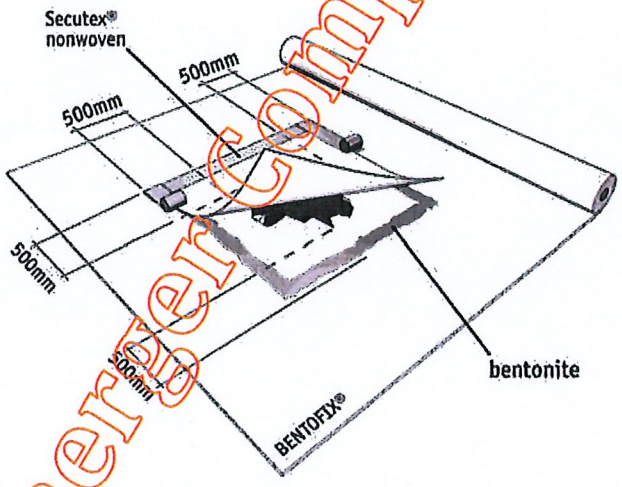
Version 2.0 Engineer Company Limited

การถมผิวหน้าดินบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ควรหลีกเลี่ยง การถมดินควรจะถมในแนวเดียวกับแนวปูแผ่น GCL และขณะขั้นตอนการใช้เครื่องบดอัด ช่วงรอยต่อไม่ควรขยับหรือย่นตลอดขั้นตอนการบดอัด เมื่อทำการบดอัดเสร็จควรปิดพื้นที่ไม่ให้มีการจราจรเกิดบนพื้นที่ หรือถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงการจราจรจากการขนย้ายวัสดุ รถบรรทุก ต่าง ๆ ได้ให้ใช้การถมดินหนาอย่างน้อย 500 มิลลิเมตร

10.การซ่อมแซม

เมื่อเกิดความเสียหาย ฉีกขาด หรือขาดทะลุ ขณะการติดตั้ง บริเวณนั้นควรได้รับการซ่อมแซมโดยทันที โดยการแยกส่วนบริเวณที่เสียหายออกมาก่อนจะเอาชิ้นส่วนของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ที่มีความยาวและกว้างกว่าส่วนที่เกิดความเสียหายที่แยกออก 500 มิลลิเมตรหรืออย่างน้อย 300 มิลลิเมตร มาคลุมทับ และใช้สารเบนโทไนท์ใส่บริเวณขอบรอยต่อดัง**รูปที่ 26**

แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์จะได้รับความเสียหายได้ง่ายจากสารเคมี ความเข้ากันไม่ได้ของของเหลว อุณหภูมิที่สูงเกินกว่า 70°C ในขณะกองเก็บ หรือความเสียหายที่เกิดจากการสัตว์หรือสาเหตุอื่น ๆเช่น พื้นที่ที่เปิดออกจากการสัมผัสกับน้ำ จากการทำปฏิกริยาไฮเดรชั่นของเบนโทไนท์เร็วเกินไปก่อนจะทำการกลบดิน ก็ใช้การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายออก ความเสียหายของแผ่นดินเหนียวสังเคราะห์บนลาดก็ใช้วิธีการซ่อมแซมแบบเดียวกัน



รูปที่ 26 แสดงการซ่อมแซมบริเวณที่เสียหายของแผ่น GCL

10.1 ขั้นตอนการตรวจสอบ

หลังจากการติดตั้งและเย็บขอบ แผ่นดินเหนียวสังเคราะห์ต้องทำการตรวจสอบรอยต่อ แนวตะเข็บและซ่อมแซมพร่องจากการติดตั้ง พื้นที่ที่พบความเสียหายต้องทำการระบุเครื่องหมาย และทำการซ่อมแซม ซึ่งภายหลังการซ่อมแซมต้องให้วิศวกรที่รับผิดชอบหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายยืนยันการซ่อมแซม

Vigormer Company Limited

เอกสารอ้างอิง

1. Larry Lydick, June 03,2014 "**GCL Installation**", GSE technical manager.
2. Athanassopoulos C. and Smith M., September 25, 2013 "**Design for considerations for geosynthetics clay liner in heap leach pad liner systems**",CETCO.RRD international crop., USA,
3. CETCO "**Installation Guidelines Bentomat Claymax Geosynthetic clay liner**"
4. Geofabrics "**ELCOSEAL laminated GCL Installation guidelines**"
5. Jilin Liufangzi Bentonite Science & Technology Co. Ltd "**Installation guideline of Jilin Liufangzi geosynthetic clay liner**"
6. NAUE GmbH & Co.KG Gewerbestrasse 2 "**Bentofix Type NSP & BFG Installation and Acceptance Procedure for Landfill Applications**", Espelkamp Fiestel, Germany.

Vigormerger Company Limited

Vigormerger Company Limited

© 2017 by Vigor merger co. Ltd., 96, 3rd Floor, Soi Ratchadaphisek 19, Ratchadaphisek Rd., Wat Thapra, Bangkokyai, Bangkok 10600 Thailand.

Tel : (66) 2848-0999 Fax : (66) 2848-0806-7 URL : www.vigormerger.com

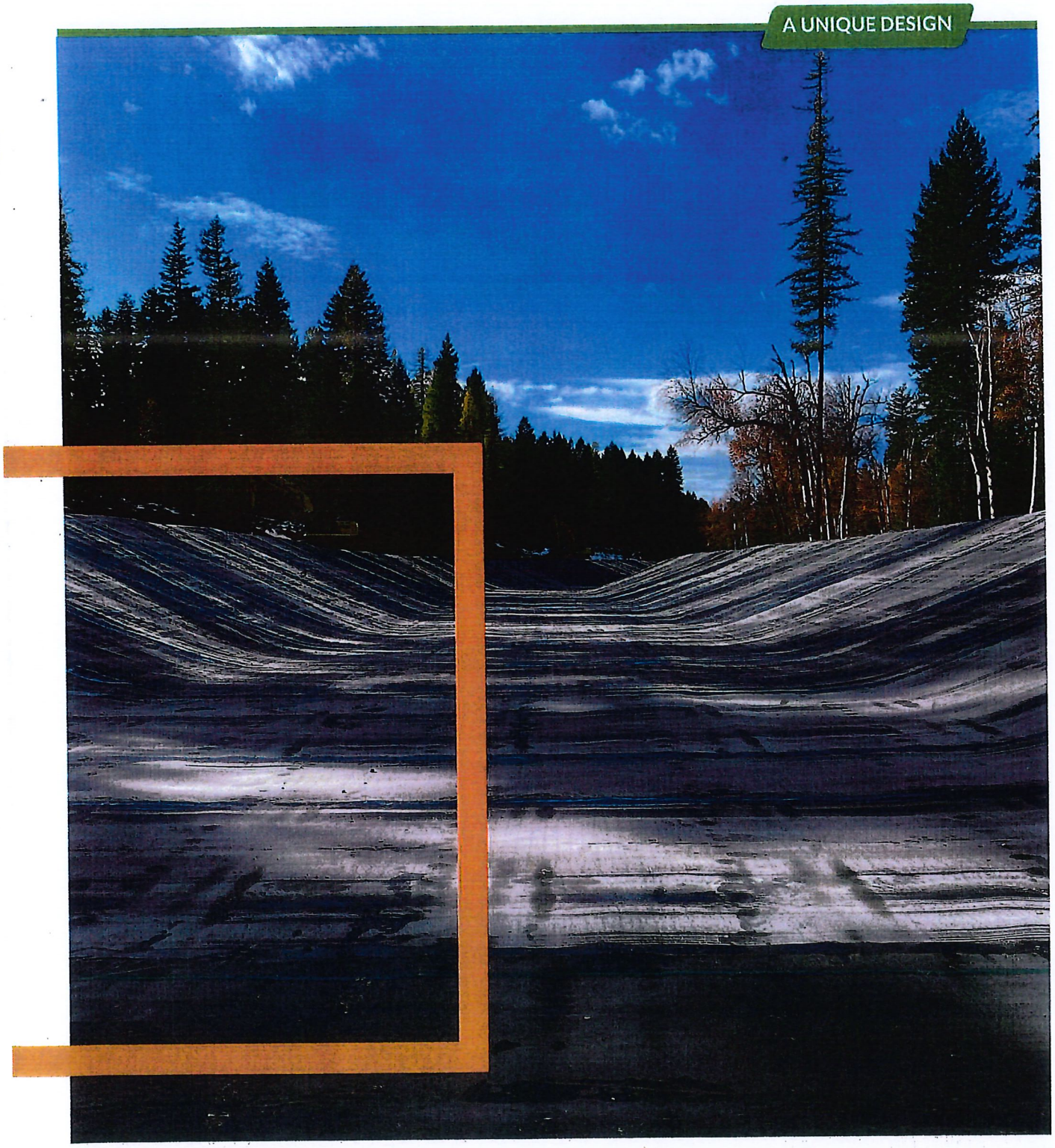
Vigor Merger Co.,Ltd.

COLETANCHE

GEOMEMBRANE WATERPROOFING SYSTEM

COLETANCHE

A UNIQUE DESIGN



AXTER

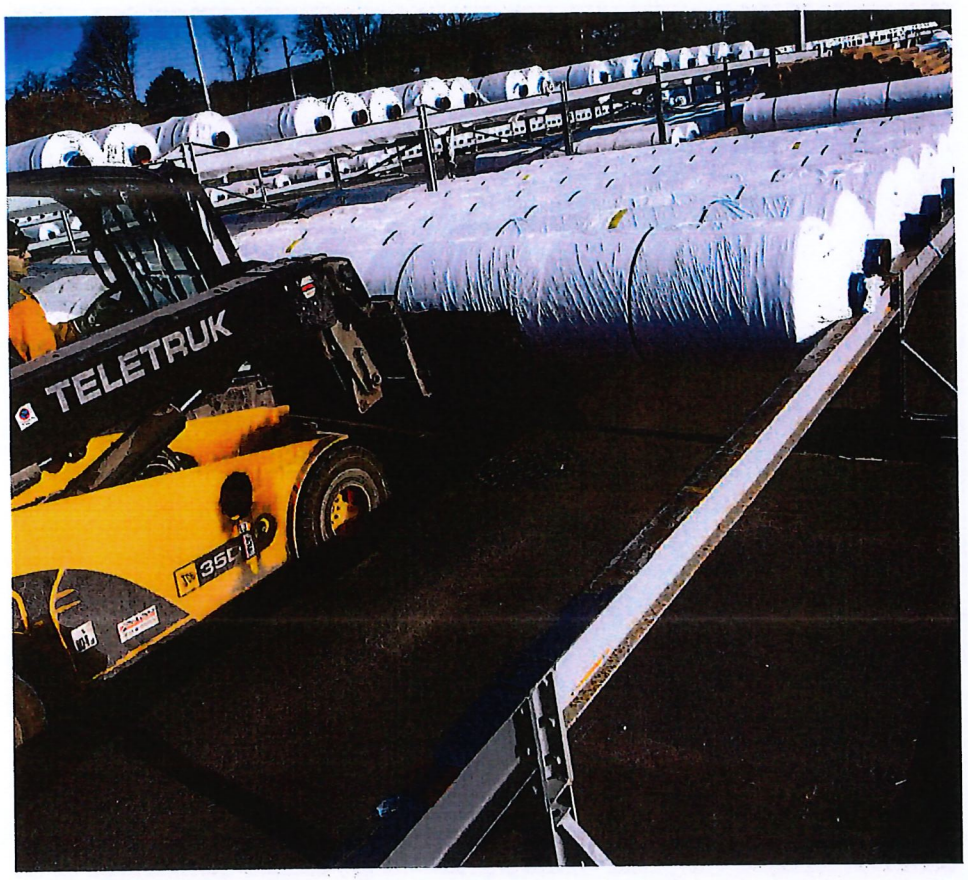
WATERPROOFING SOLUTIONS

ENVIRONMENT HYDRAULICS UNDERGROUND CONSTRUCTION TRANSPORT

HIGHLY TECHNICAL PRODUCT

CONSTRUCTION SOLUTION FOR CIVIL WORKS

With its COLETANCHE® brand, AXTER proposes a range of geomembrane construction solutions for public works and civil engineering projects around the world.
The high technical performance of these solutions makes them suitable for a wide range of applications for both new build and renovation projects in various sectors: environment, hydraulics, transport and underground construction.



MULTIPLE APPLICATIONS

COLETANCHE® geomembranes are specially designed for the following sectors

- **Environment:** retention of solid and liquid waste, biogas barriers, etc.
- **Hydraulics:** dams, canals, basins, etc.
- **Transport:** bridges, roadside ditches, railway lines, etc.
- **Underground construction:** buried walls, waterproof linings, underground structures, tunnels, etc.

COLETANCHE®: GUARANTEED QUALITY

We implement a quality assurance system to the manufacture and installation of our geomembranes, guaranteeing maximal quality. Welds can be inspected by various methods, including ultrasound

TECHNICAL VALIDATION

These waterproofing systems are implemented in compliance with local regulations and reference systems. For example: CETU technical approval and ASQUAL certification in France.

Additional internal specifications can also be implemented. Please contact your local representative for more details

COLETANCHE®

RELIABLE TECHNICAL SOLUTIONS FOR A WIDE RANGE OF APPLICATIONS

P. 4 THE COLETANCHE® GEOMEMBRANE: A UNIQUE DESIGN

P. 6 ENVIRONMENT

P. 8 HYDRAULICS

P. 9 UNDERGROUND CONSTRUCTION

P. 10 TRANSPORT

THE COLETANCHE® GEOMEMBRANE

A UNIQUE DESIGN

COLETANCHE® is a bituminous geomembrane waterproofing system, unique in terms of its 5.10m width. COLETANCHE® geomembrane associates an elastomeric bitumen based binder and an internal structure made from non-woven polyester geotextile; it is designed to guarantee excellent mechanical and chemical resistance over the long term.

ADVANTAGES FOR ALL SITUATIONS

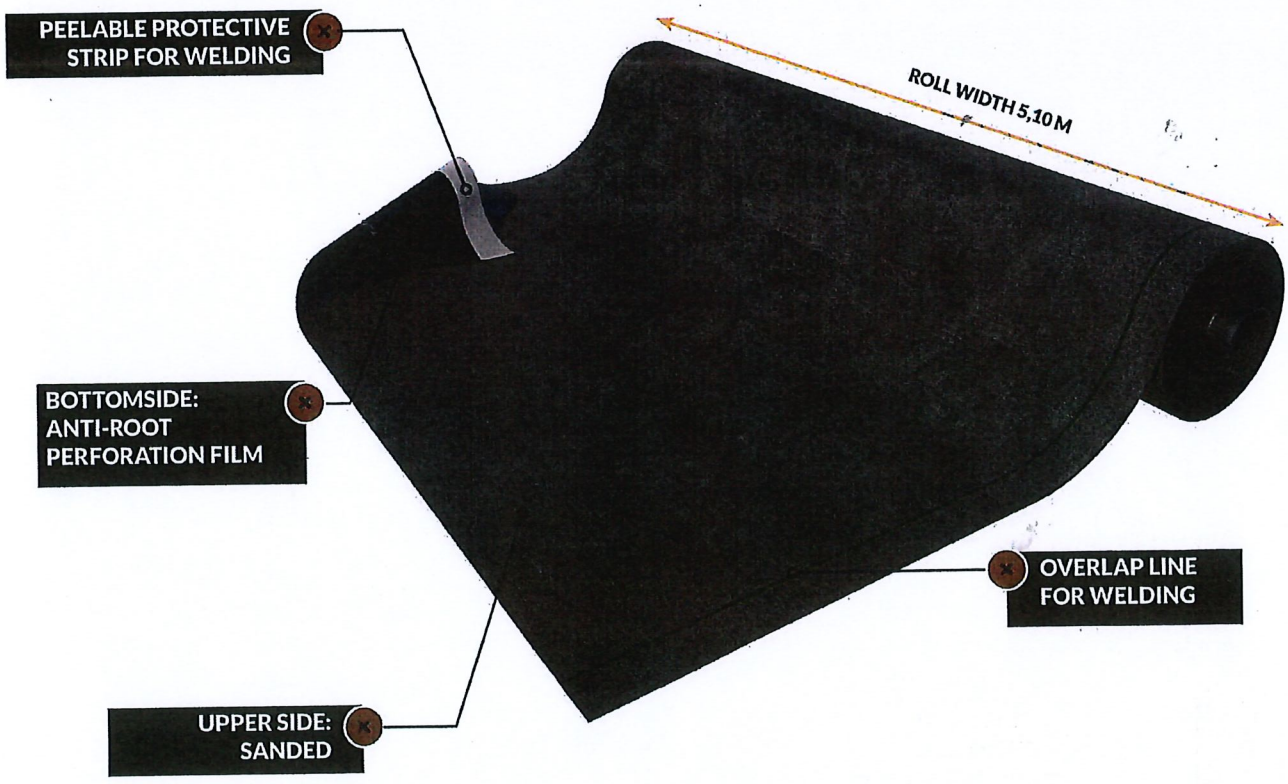
RESISTANCE TO AGGRESSIVE ENVIRONMENTS
even without adding an anti-puncture geotextile

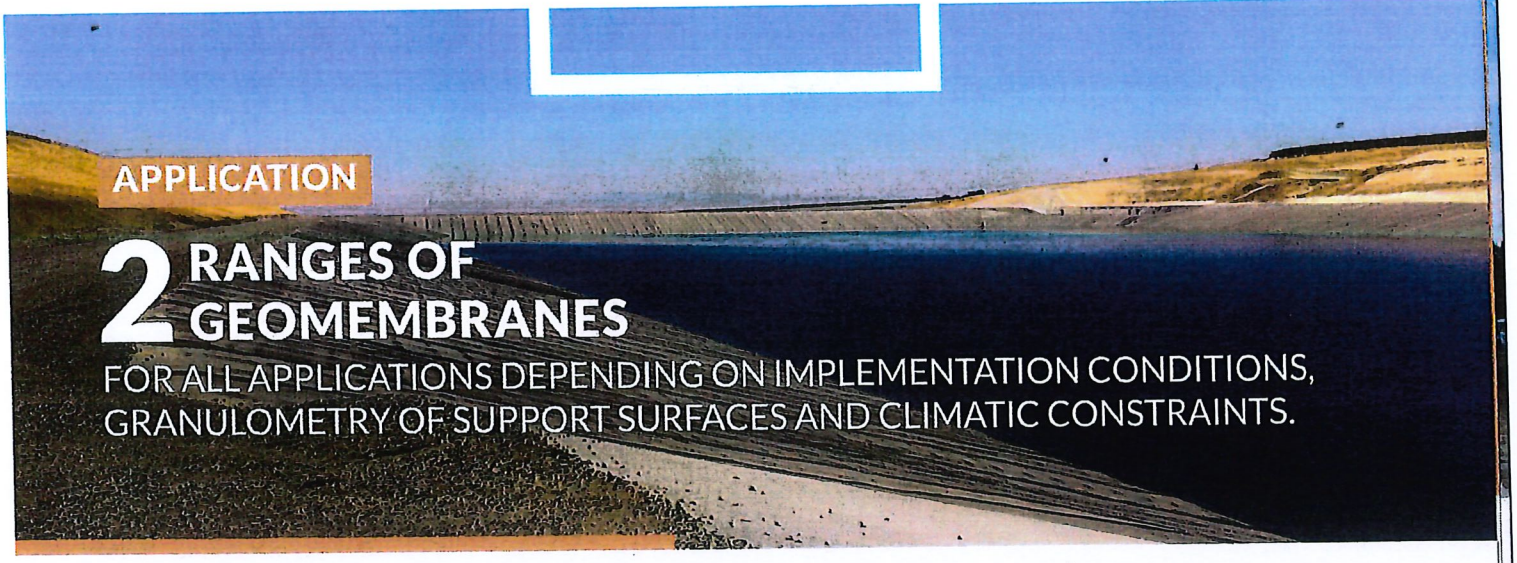
COMPATIBLE WITH ALL SUBGRADES AND COVERING MATERIALS
(hot-mix asphalt, concrete, stone, gravel)

EXCELLENT RESISTANCE TO AGEING
Resistance to UV, weathering, biological agents and oxidation

SUITABLE EVEN FOR EXTREME WEATHER CONDITIONS
(rain, wind, cold to -40°C)

REMARKABLE DIMENSIONAL STABILITY AND FLEXIBILITY
Guaranteeing permanent contact with the supporting ground



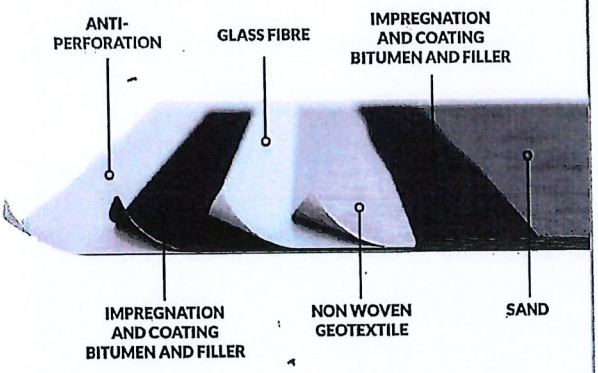


APPLICATION

2 RANGES OF GEOMEMBRANES

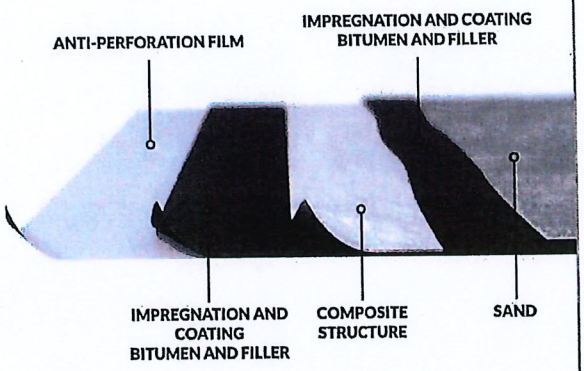
FOR ALL APPLICATIONS DEPENDING ON IMPLEMENTATION CONDITIONS, GRANULOMETRY OF SUPPORT SURFACES AND CLIMATIC CONSTRAINTS.

COLETANCHE® ES



ES RANGE is made from elastomeric bitumen, with high elastic properties, ensuring better resistance at low temperature, higher resistance to UV and improved durability in exposed situations.

COLETANCHE® XP



XP RANGE is a single-structure variation of the ES range. It is less thick, but made from the same amount of elastomeric bitumen, ensuring the same mechanical and construction performance.

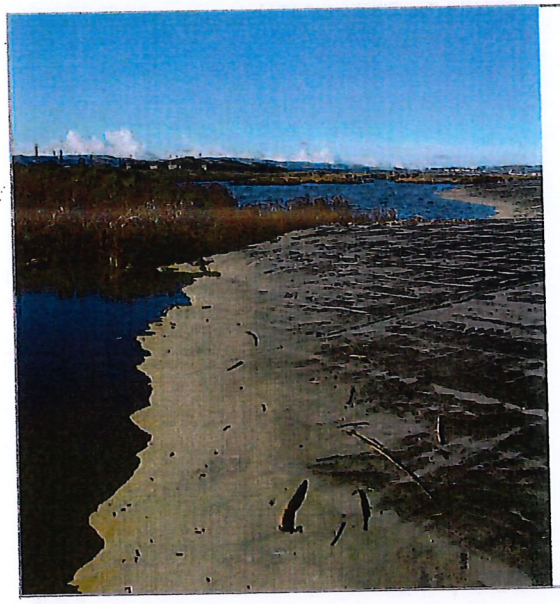
The geomembranes of each range are available in increasing grades of resistance, meeting all requirements, regardless of the mechanical stress to which the product will be subjected.

		Thickness (mm)	Standard width (m)*	Standard length (m)*	Density (g/m²)	Bind
ES RANGE	ES1	3,5	5,1	100	4200	Elastomeric bitumen
	ES2	4		80	4850	
	ES3	4,8		65	5800	
	ES4	5,6		55	6400	
XP RANGE	XPC	2,2		140	2500	
	XP1	3,2		100	4300	
	XP2	3,2		100	4300	
	XP3	3,7		80	4900	
	XP4	4,2		65	5500	

*Non-standard lengths and widths can be made to order.

ENVIRONMENT

Compatible with today's industrial and domestic activities, COLETANCHE® geomembrane is ideal for a wide range of environmental protection applications. It is particularly recommended for industrial and mining structures.



CONTAINMENT OF SOLID WASTE

Waste from domestic, mining and industrial activities, green waste

The COLETANCHE® geomembrane is widely used for the following purposes:

- waterproofing and isolation of bottom ash maturation areas, composting areas and ore extraction sites,
- containment of storage centres for contaminated industrial waste (chromates, potash, etc.) and landfill sites,
- covering slag heaps after activity to prevent the spreading of pollution via rainwater and contamination of rivers and the water table,
- protecting reserving water resources and soils against pollution of all kinds.



CONTAINMENT OF LIQUID WASTE

Waste water, liquid waste from industrial and mining operations, tailings pond

Watertight construction design for retention of polluted waters has increased substantially in recent years.

Coletanche geomembranes have a high level of resistance to biological and chemical agents and offer an environmentally friendly solution to a wide range of pollutants.



BIOGAS BARRIERS

Sensitive sites

The COLETANCHE® geomembrane enables the recovery of formerly contaminated sites by making them suitable for construction. By preventing the gases in the soil and/or backfill from spreading through the upper level structures, it preserves air quality in the new constructions. Its performance levels make it an effective barrier against upward gas flows.



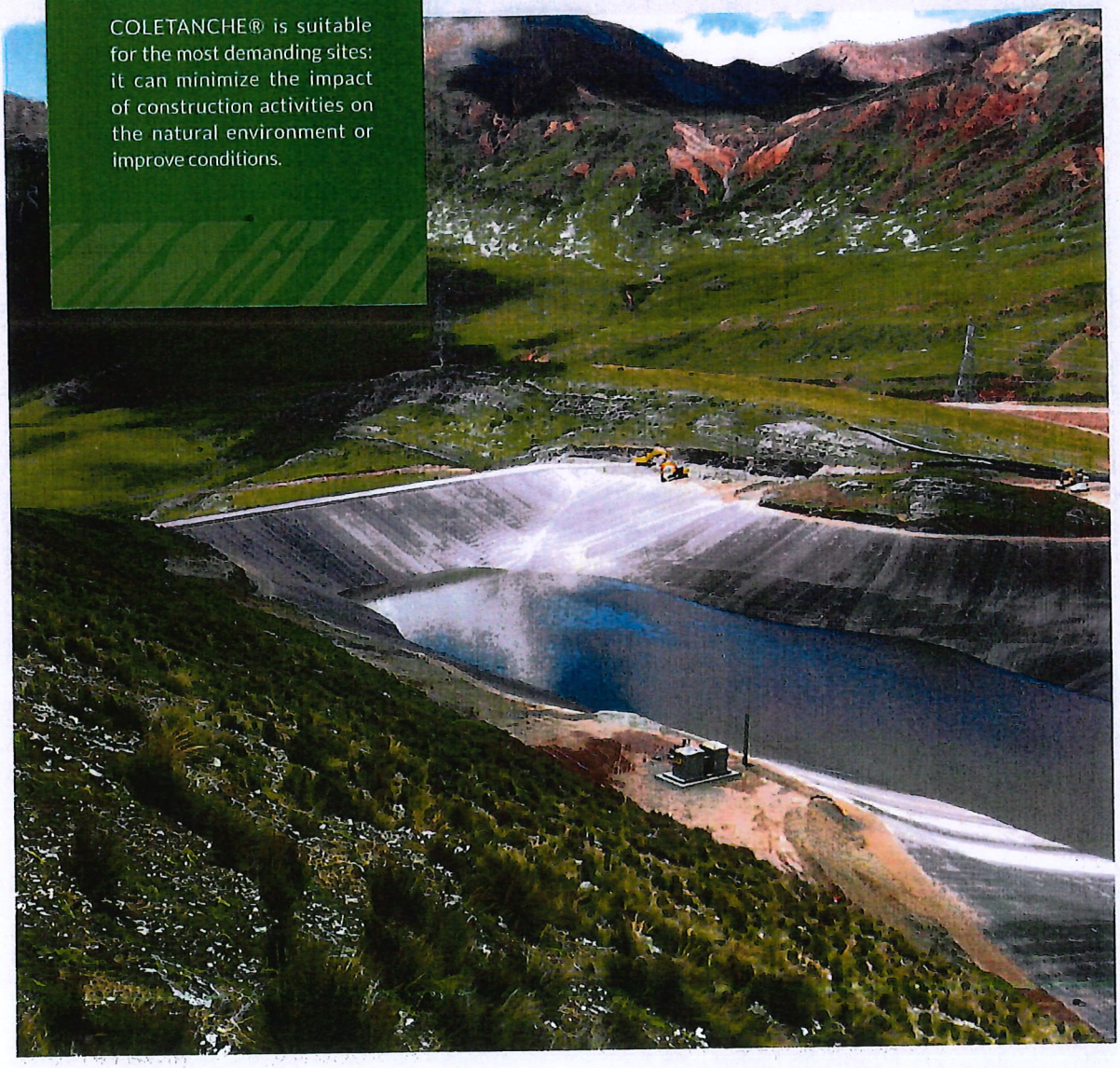
COLETANCHE® PROTECTING THE ENVIRONMENT

COLETANCHE® protects against the harmful effects of pollution, preserves water resources and soil quality for future generations in conditions compatible with today's industrial, domestic and mining activities.

BUILDING ON SENSITIVE SITES

COLETANCHE® is suitable for the most demanding sites: it can minimize the impact of construction activities on the natural environment or improve conditions.

COLETANCHE® has **a wide range of applications in industrial and mining sectors:** basins for storing, lagooning or leachating different types of liquid and solid waste, for bottom ash maturation or green waste composting platforms.



HYDRAULICS

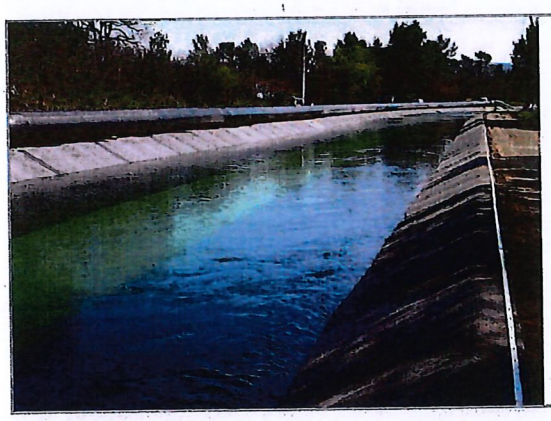
Water is our most precious resource, this is why we have developed COLETANCHE® to meet the increasing needs of the industry, offering the possibility of installing the geomembrane for hydraulic transport and storage systems.



DAMS

Flood mitigation, irrigation, industry, hydroelectricity

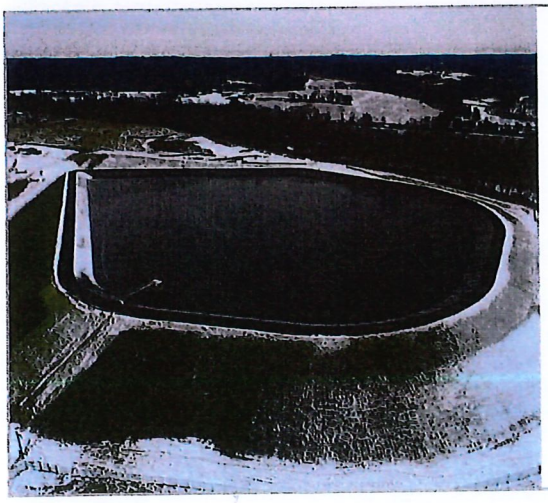
The COLETANCHE® geomembrane is used for new build and renovation projects concerning the upstream construction facings of dams: Ospédale dam, Galaube dam, El Mauro dam, etc. It is particularly well-suited for the waterproofing of slight gradient earth-filled dams.



CANALS

Irrigation, navigation and supply canals

Used on its own or combined with mechanical protection systems made from concrete, gabion or rock, the COLETANCHE® geomembrane is an effective solution for the waterproofing of all kinds of irrigation canals, hydroelectric power plant supply pipes and waterways. It is also recommended for the construction of drainage trenches and repairing leaks.



BASINS

Large and small leisure pools, fire reservoirs, fish farms, drinking water reserves

Thanks to its resistance, flexibility and compatibility with drinking water, the COLETANCHE® geomembrane is ideal for construction hill reservoirs and basins for utility purposes (irrigation reservoirs, fish farms, drinking water supplies, fire storage, roadside basins) and leisure facilities (snow machine supplies, artificial lakes and ponds, protection of dams for leisure ports, etc.).

UNDERGROUND CONSTRUCTION

Underground construction must have a construction coating, with or without drainage, depending on the application. With COLETANCHE® GC, AXTER proposes a high-performance construction coating to resolve the various problems related to underground construction: structures, tunnels, waterproof linings, etc.



WATERPROOF LINING

Construction from the inside

Lining a building involves construction the basement areas from the inside. In France, DTU 14-1 defines the general criteria and recalls the crucial nature of treating particular features. A lining with a bituminous construction membrane is completed by an external structure to protect the waterproofing and ensure resistance to hydrostatic pressure.



UNDERGROUND STRUCTURES / TUNNELS

Extrados waterproofing

Extrados waterproofing involves construction the prefabricated frames installed in a trench to be covered later. The COLETANCHE® GC system, currently under evaluation by CETU, is implemented independently and the overlap joints are welded with a blowtorch. The goal is to eliminate the risk of natural groundwater infiltrating into the underground construction; COLETANCHE® thus ensures the waterproofing, protection and long-life of cut-and-cover tunnels and wildlife crossings, for example.

TRANSPORT

For transport infrastructures built on water-sensitive land, the COLETANCHE® geomembrane offers an effective solution to protect against soil instability during extreme weather events (torrential rain, drought, etc.) that may render the structures unusable.

RAILWAYS

Stabilisation of railways

The COLETANCHE® geomembrane is often used in the construction of new railway lines (high speed lines) or for the renovation of existing lines. Specially designed to hold the ballast directly on top, this geomembrane is used to stabilize soil at risk of deformation in contact with water (clay, gypsum, sandy terrain) and to prevent fine particles from rising up into the ballast. This also means that the use of pollutant phytosanitary products is unnecessary. The width of COLETANCHE® (5.1m) corresponds to the usual dimensions of a European railway line, which also makes it ideal for railway bridges.





ROADSIDE DITCHES

Ditch waterproofing

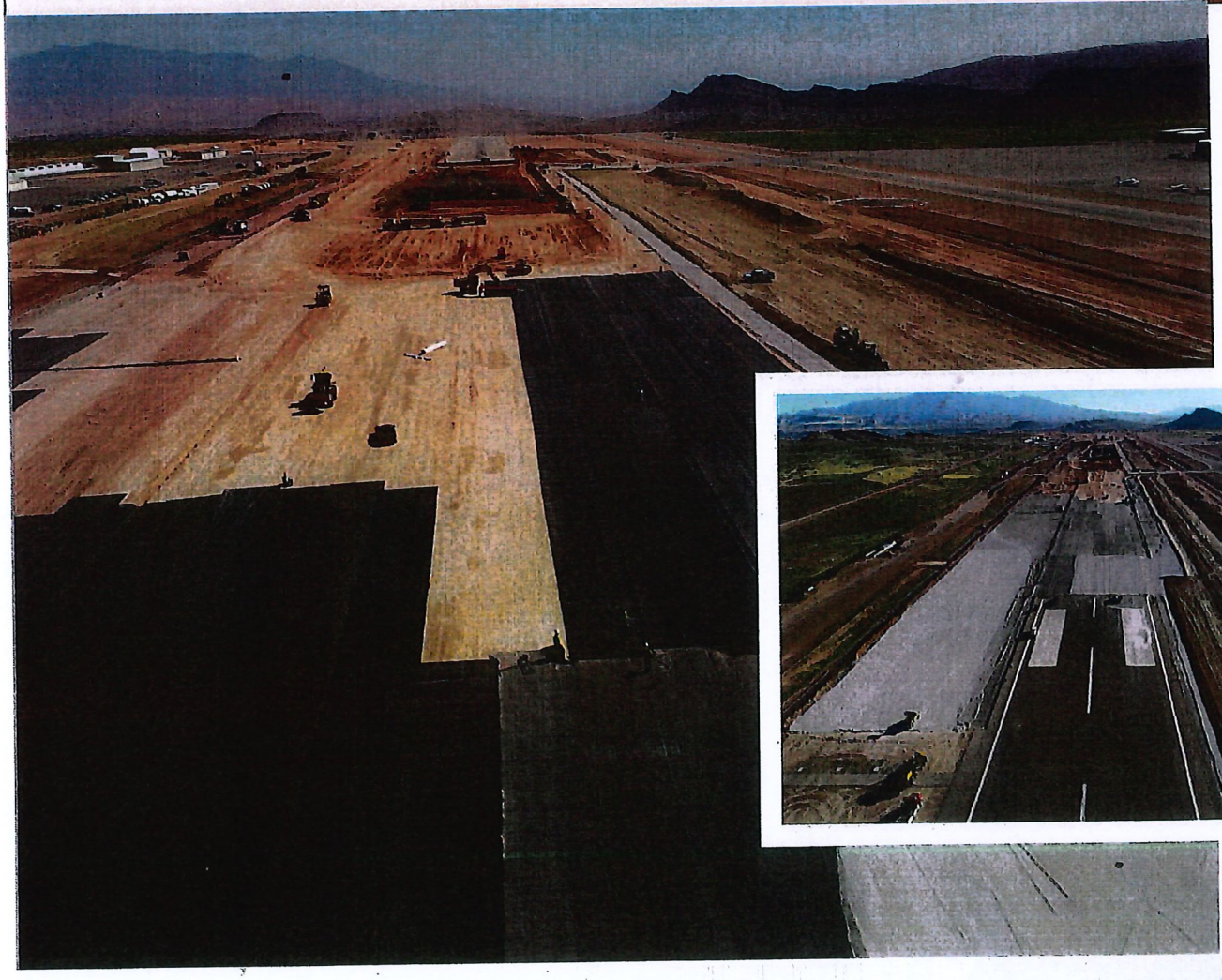
When motorways are built or roads are widened, the water laws (control of rainwater and runoff to protect the quality of the groundwater) require the construction of sealed gutters (ditches) to collect the runoff water from the road and transfer it to the retention basins.



AIRPORTS

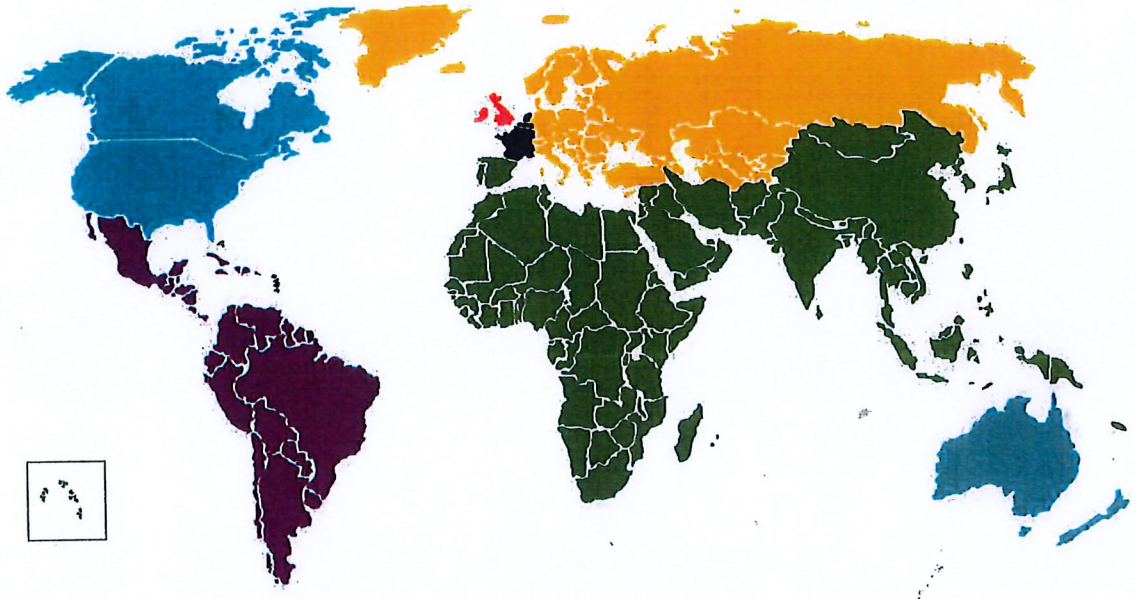
Stabilisation of airport runways

COLETANCHE® can be used for airport runways to create a waterproof barrier above water-sensitive soil to preserve the physical and mechanical properties of the runway regardless of weather conditions: rain, snow, sun, high or low temperatures. The composite structure of COLETANCHE® geomembranes, with its reinforced geotextile, also offers excellent resistance to punctures due to aggregate.



AXTER COLETANCHE

AXTER designs, manufactures and commercializes construction systems (bitumen, PVC, liquid) for flat or sloping rooftop terraces, public works and civil engineering structures. These construction systems also comprise additional products and accessories that are required for their installation. AXTER generates 40% of its turnover on the export market, in more than 50 countries around the world. Our sales and technical teams work with you as partners, assisting at every stage of your project..



AXTER
Rue Joseph Coste
59552 Courchelettes
France
Tél. + 33 32 793 1020
info@coletanche.com
info@axter.eu

AXTER COLETANCHE INC.
1500 rue du Collège, Suite 205
Saint-Laurent, QC H4L 5G6
Canada
Tél. + 1 (514) 903-1912
info@axtercoletanche.com

AXTER ILLZACH
33 rue des 3 Frontières
68110 Illzach
France
Tél. + 33 38 961 5161
info@axter.de

AXTER CZECH REPUBLIC
Eliášova 20 - 160 00 Praha 6
Czech Republic
Tél. + 420 222 951 195
info@axter.info

AXTER IBÉRICA
Apdo. de Correos 180
P.I. Ca N'Illa
Avda. Jacint Verdaguer, 26
08530 La Garriga (Barcelona)
España
Tél. + 34 93 871 7333
info@axter.es

AXTER LIMITED
West Road
Ransomes Europark
Ipswich - Suffolk - IP3 9 SX
Royaume-Uni
Tél. + 44 1 4737 240 56
info@axterltd.co.uk

AXTER CHILE
La Concepción, 65, Oficina 904
Providencia
7500010 Santiago de Chile, Chile
Tél. + (56-22) 236 99 39
info@axter.es

AXTER AUSTRALIA
Bureau 1302
50 Cavill Avenue
4217 Gold Coast
Australia
Tél. +61 (7) 56 35 44 89
info@axter.com.au

www.coletanche.com

Réalisation : axellescom / Imprimerie : GRAPH 2000 / Informations, schémas et photographies non contractuels. Le fabricant se réserve le droit de modifier à tout moment ses produits. © Photos : Terrapixa, Axter, X. - Février 2021

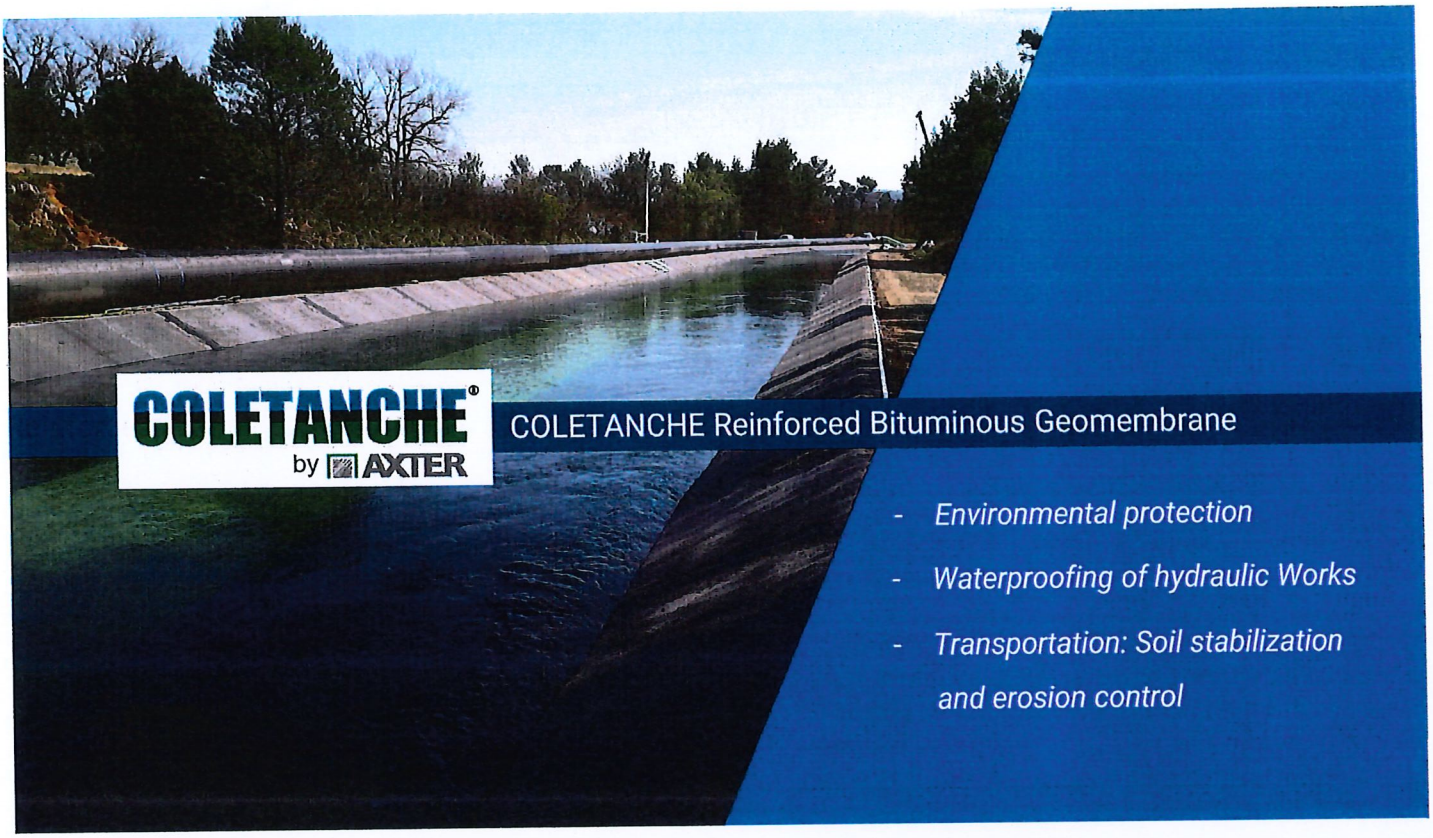


Table of contents

- Company introduction
- Product presentation
- Advantages of Coletanche
- Applications
- References

Company introduction

Our Expertise: Design, manufacturing and sales of **Waterproofing** Systems based on ***Bituminous solutions***

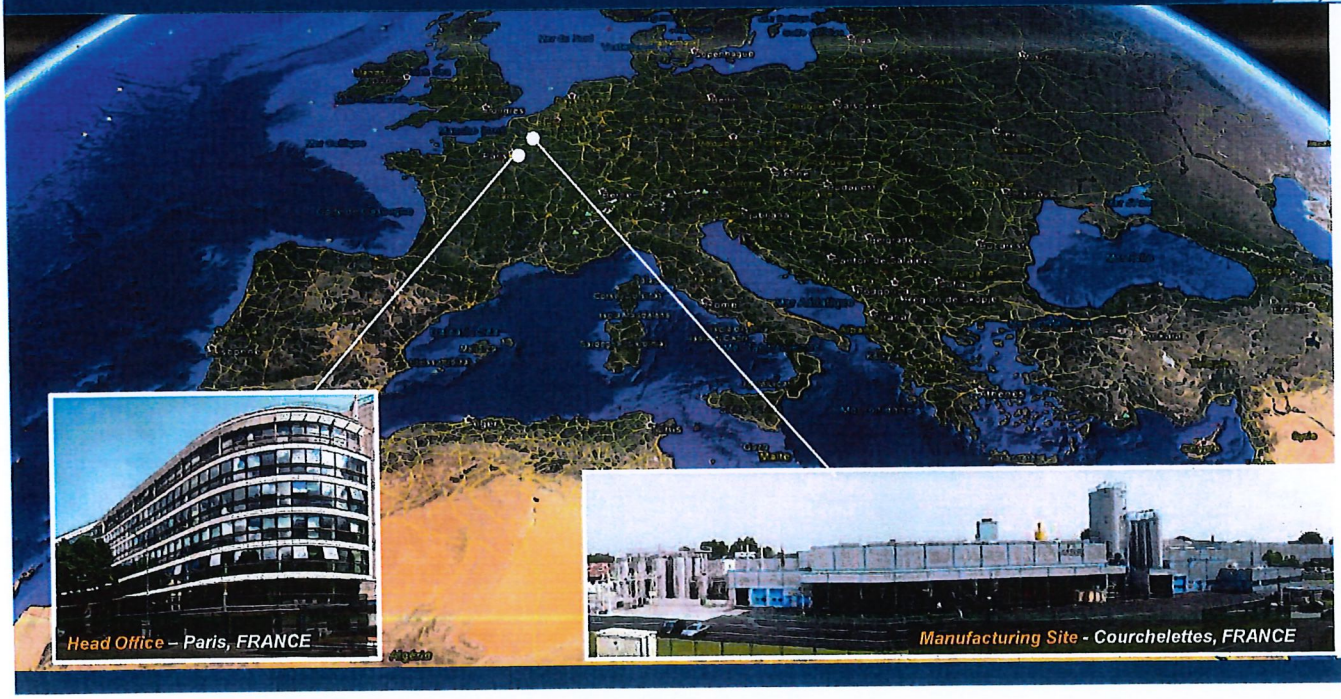
- **Buildings:** - Flat roof designs / Bridges

  Bituminous membrane (1m width / fully torched)

- **Civil engineering:**
  - Dams, Ponds, Canals
  - Mining TSF & mine closure
  - Landfills and waste containment
  - Transportation

  Bituminous GEOmembrane (5m width / torched on overlaps)

Company introduction



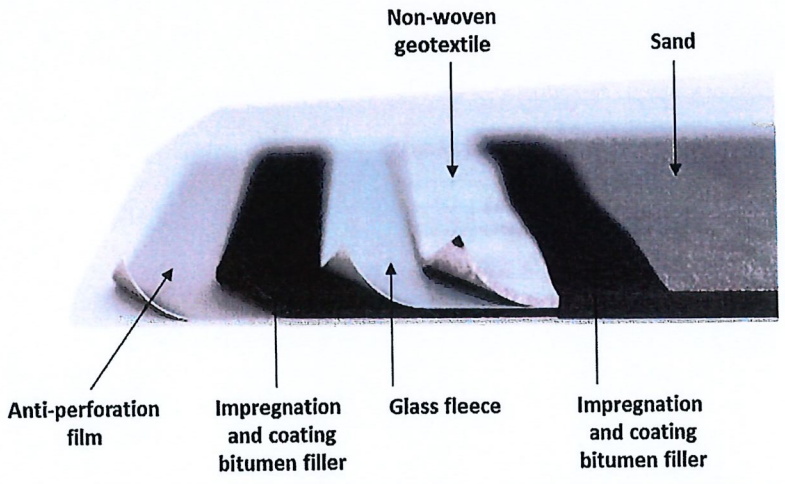
Product presentation

COLETANCHE

Product presentation

Geotextile impregnated by Bituminous Blend

Coletanche is a multi-layered composite, each component providing a technical benefit on site



Product presentation

Roll dimensions



COLETANCHE

→ STANDARD LENGTH: **55** M TO **140** M

→ STANDARD WIDTH: **5,10** M

→ THICKNESS **2,2** TO **5,6** MM

COLETANCHE® is available in two ranges:
ES range and XP range

Product presentation – ES range

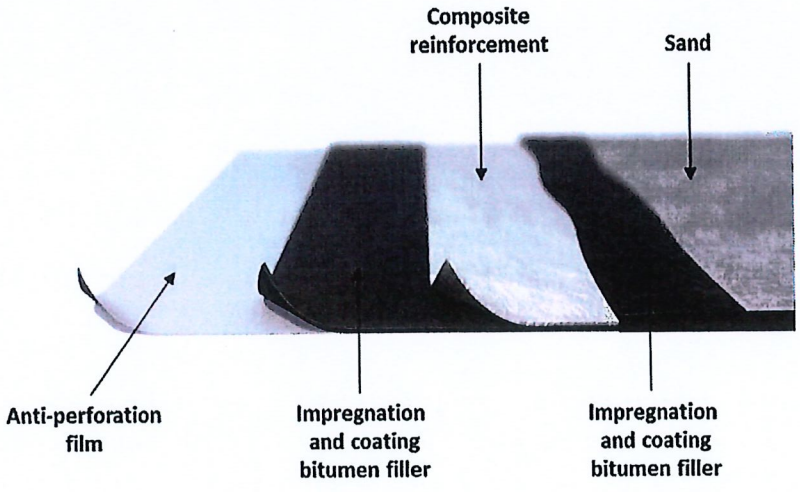
PHYSICAL PROPERTIES	unit	ES1	ES2	ES3	ES4
Thickness	mm	3.5	4.0	4.8	5.6
Width (average)	m	5.1			
Length	m	100	80	65	55
Non-woven Geotextile weight	g/m²	200	250	300	400
Unit weight	kg/m2 (ASTM D 3776)	4.2	4.85	5.8	6.4
Friction angle	°	34°			
Coefficient of Linear Thermal Expansion	mm/m/°C (ASTM D 696)	2×10^{-2}			
Water Permeability	m/s (ASTM E 96)	6×10^{-14}			

Product presentation – ES range

MECHANICAL PROPERTIES	Standards	ES1	ES2	ES3	ES4
Max. tensile strength, kN/m: - Londitudinal - Cross direction	ASTM D 7275	22 18	27 24	33 29	35 30
Elongation, %: - Londitudinal - Cross direction	ASTM D 7275	60% 60%			
Static puncture resistance, N	ASTM D 4833	450	530	570	650
Resistance to tearing N: - Londitudinal - Cross direction	ASTM D 4073	750 500	825 700	950 850	1225 1025
Flexibility at low temp. °C:	ASTM D 5147	-20			

Product presentation – XP range

COLETANCHE XP - Single composite reinforcement



Product presentation – XP range

PHYSICAL PROPERTIES	unit	XPC	XP1	XP2	XP3	XP4
Thickness	mm	2.2	3.2	3.2	3.7	4.2
Width (average)	m	5.1				
Length	m	140	100	100	80	65
Reinforcement weight	g/m²	175	175	200	250	300
Unit weight	kg/m2 (ASTM D 3776)	2.5	4.3	4.3	4.9	5.5
Friction angle	°	34°				
Coefficient of Linear Thermal Expansion	mm/m/°C (ASTM D 696)	2×10^{-2}				
Water Permeability	m/s (ASTM E 96)	6×10^{-14}				

Certifications

■ **Manufacturer Certifications**

- ISO 9001
- ISO 14001

■ **Product Certifications**

- CE Marking
- ASQUAL, SNCF, NSF/ANSI 61, Gost R
- Numerous other tested approvals

■ **Verification according to ASTM standards**

Advantages of Coletanche

1. Excellent puncture resistance
2. Long life expectancy
3. Installation in extreme weather conditions
4. Wrinkle resistant
5. High friction angle
6. Easy to install & easy to repair

COLETANCHE®

Advantages of Coletanche

1.- Excellent Puncture Resistance

Coletanche is very **Puncture Resistant:**
Thanks to its **Internal reinforcement**

✓ **NO CUSHION GEOTEXTILE REQUIRED**
- Just one material to install

✓ **CAN BE USED OVER ROUGHER SOILS**
- Bigger grain size accepted (subgrade/cover)
- **Reducing site preparation & earthworks**

Coletanche has excellent **UV resistance:**
Thanks to the **Bituminous blend**

✓ **CAN BE LEFT EXPOSED**
- No need of soil protection cover
- Can be covered with any type of cover (if needed)

Advantages of Coletanche

1.- Excellent Puncture Resistance



Can be ***covered by all type of materials:***

- Rocks
- Gravel
- Rip-Rap
- Concrete
- Soil of any grain size
- ...

COLETANCHE

Advantages of Coletanche

1.- Excellent Puncture Resistance

The visco-elasticity of the bitumen *ensures the watertightness allowing bigger grain size on bed soil and cover*



Rubber-tired machinery allowed over the geomembrane during installation and maintenance



Advantages of Coletanche

2.- Long Life Expectancy

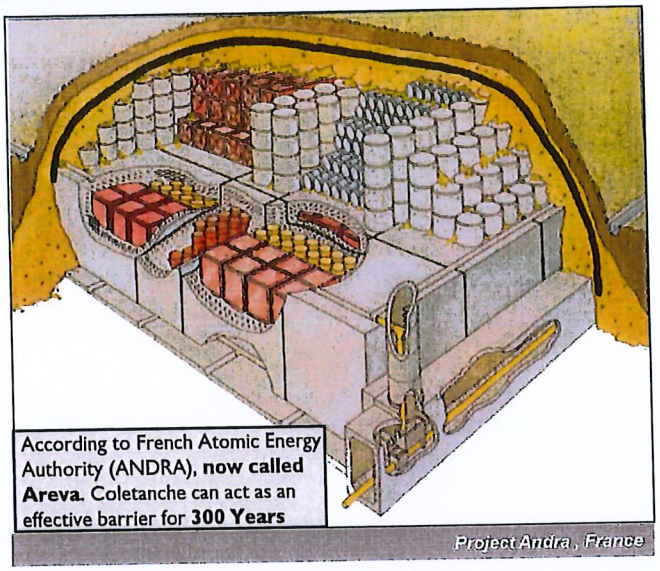
✓ ***Excellent Longevity***

- +30 years exposed
- +300 years under protection (covered)

✓ ***Durability compatible with the work life***

ANDRA testing:
Worst case biodegradation of a covered 5,6 mm thick membrane is 3 mm after 300 years.

Brookhaven Laboratory (USA Testing):
Average biodegradation of bitumen in soil is 5,5 x 10-4 cm per year



According to French Atomic Energy Authority (ANDRA), **now called Areva.** Coletanche can act as an effective barrier for **300 Years**

Project Andra , France

Advantages of Coletanche

3.- Installation in Extreme Weather Conditions

✓ ***Extreme climatic conditions*** → ***Extremely hot / cold temperatures***

✓ ***High wind zones*** → ***No uplift with strong winds***

- Can be installed in high winds up to 50km/h.
- Thanks to high surface mass of BGM
- Few ballasting during installation



HDPE liner: wind uplift and wrinkles

✓ ***Rainfall & high humidity areas*** → ***Flame welded seams***

Advantages of Coletanche

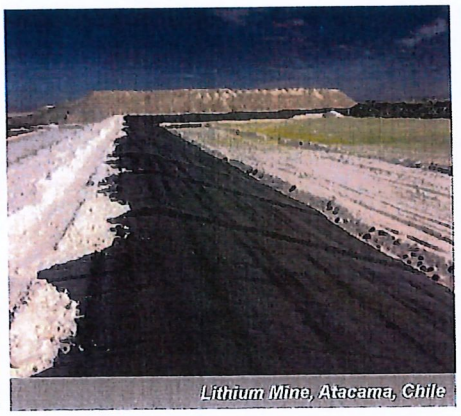
3.- Installation in Extreme Weather Conditions

Examples of installation in **Extreme weather conditions.**
Note the perfect conditions of BGM. There are not induced wrinkles due to temperature variations.



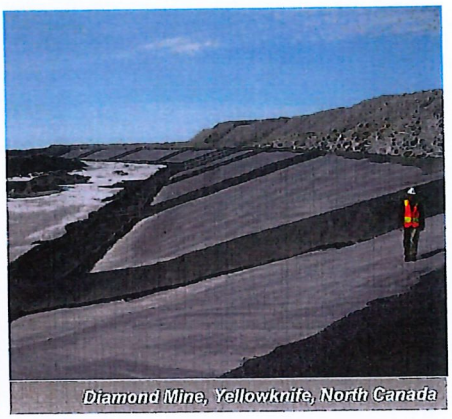
Installation at 45°C, Western Australia

+ 45 °C



Lithium Mine, Atacama, Chile

+ 50 °C



Diamond Mine, Yellowknife, North Canada

- 30 °C

Advantages of Coletanche

4.- Wrinkle Resistant

NO WRINKLES !!!





Same temperature:

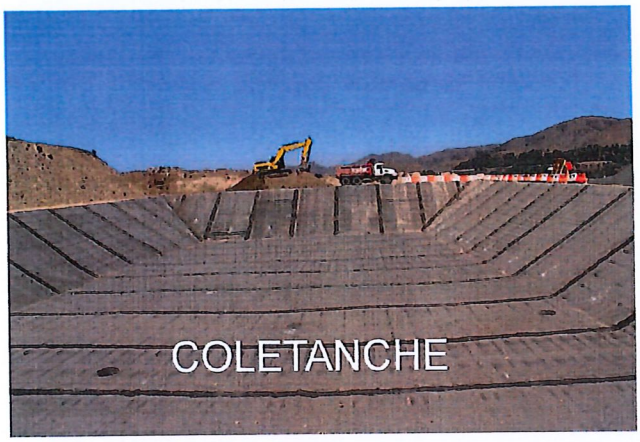
BGM section (as a base for discharge pipes) with no wrinkles

PE section with lots of wrinkles

BGMs have a very low coefficient of thermal expansion and **do not wrinkle with changes in temperature**. This provides a more secure project in the long run, with less risk of wrinkle induced cracks and failures.

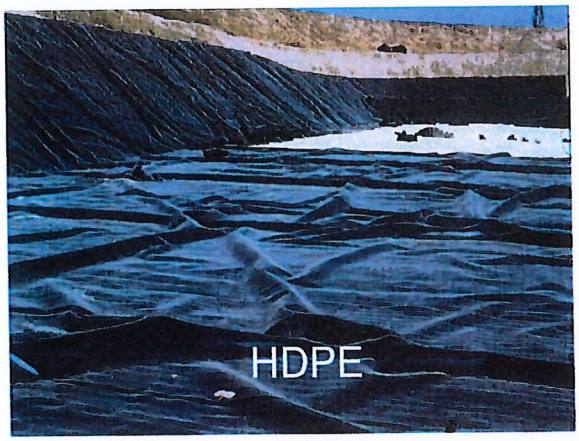
Advantages of Coletanche

4.- Wrinkle Resistant



BGM:
Thermal expansion coeff.: 0,0022 mm/m/K
at Δt=25 K and 50 m of length = **2,7 mm**

FLAT AND SMOOTH FINISH!



HDPE:
Thermal expansion coeff.= 0,12 mm/m/K
at Δt=25 K and 50 m of length = **150 mm**

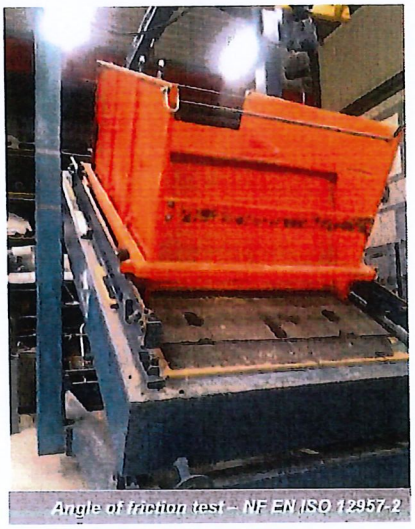
MANY WRINCKLES!

Advantages of Coletanche

5.- High Friction Angle (34º)

- ✓ ***High Friction angle of 34º***
- ✓ ***High surface mass & good flexibility***

- ✓ ***Adaptability to STEEPER SLOPES***
  - Excellent contact with the soil
  - HDPE typically needs a 3H:1V slopes (18º)
  - COLETANCHE can reach 1,5H:1V slopes (34º)
  - **Less mine time & cost savings on earthworks**


Angle of friction test – NF EN ISO 12957-2

Advantages of Coletanche

6.- Easy to Install & Easy to repair

✓ ***SIMPLE INSTALLATION***

- Prefabricated membrane
- Installation done by local trained workers
- Minimal tools needed



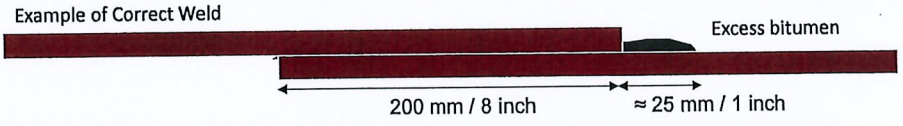
NO ADDITIONAL MATERIAL (Geotextile)

- ✓ Less material to transport to the jobsite
- ✓ Less material to install
- ✓ Faster job

Advantages of Coletanche

6.- Easy to Install & Easy to repair

SEAMING





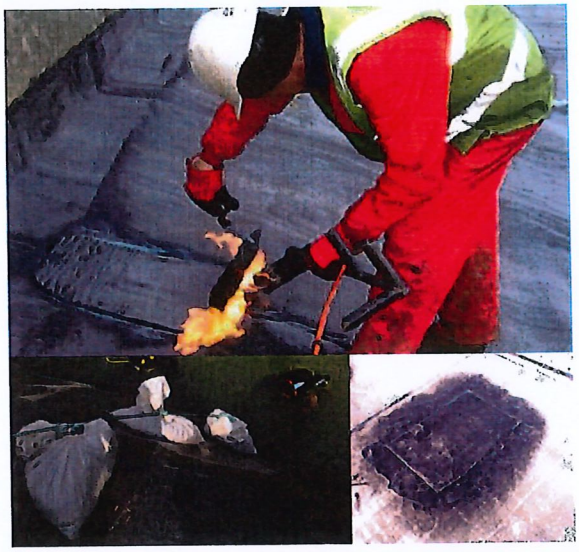
Advantages of Coletanche

6.- Easy to Install & Easy to repair

Easy to repair:

✓ ***Simple, just welding a patch of Coletanche***
- Bituminous binder (hot melt product)
- No need of External companies
- Mine own workforce can be trained for maintenance

✓ ***Can be repaired underwater (BGM = 1.22 kg/L)***
- Even to other types of geomembrane



COLETANCHE

Advantages of Coletanche

6.- Easy to Install & Easy to repair (Connection to other materials)

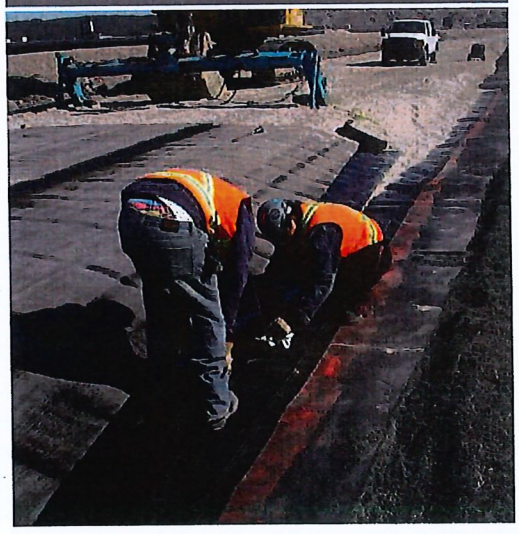
Concrete



PVC pipe



BGM-HDPE connection



Rock



Steel



COLETANCHE

Coletanche against other geomembranes

Characteristics / Performances	COLETANCHE®	HDPE	PVC	EPDM
Thickness				
Water permeability				
Gas permeability				
Easy installation				
Dimensional stability				
Surface mass				
Tensile strength				
Direct implementation on concrete				
Installation in cold weather				
Friction angle				

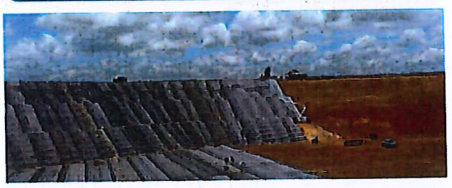
Coletanche against other geomembranes

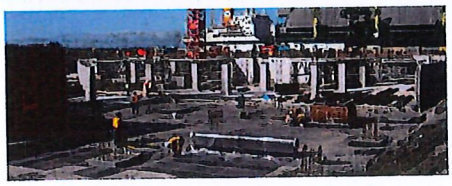
Characteristics / Performances	COLETANCHE®	HDPE	PVC	EPDM
Ageing/Sustainability				
Seam quality control				
Repairs				
Acid resistance				
Chloride resistance				
Leachate resistance				
Contact with bituminous concrete				
Puncture resistance				
Resistance to tear propagation				
UV resistance / Membrane exposed				

High
Good
Average
Low

Fields of application

Environmental Protection

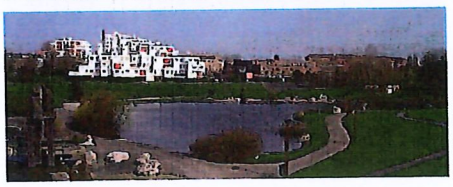




- Solid Waste Storage
- Liquid Waste Storage
- Biogas Barrier

Waterproofing of Hydraulic Works





- Reservoirs and Basins
- Canals
- Dams

Waterproofing of Transport Works





- Roadside ditches
- Railway
- Airport landing strips
- Underground works

Successful projects

References: Hydraulic works - Dams

Dams



BGM resisted 8.1 earthequake (2008)

Cerro Lindo – Peru



La Galaube, France

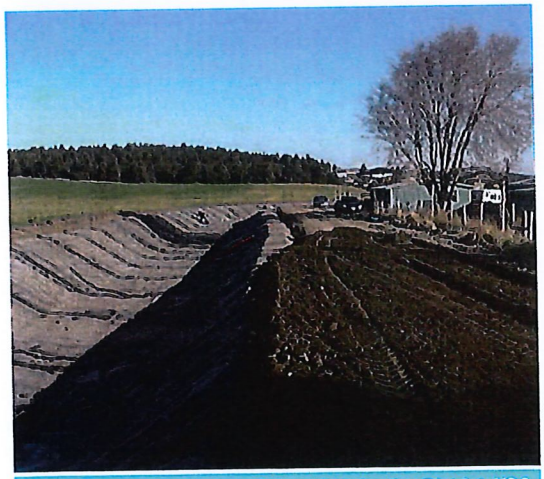


Mont Tremblant – Canada

COLETANCHE

References: Hydraulic works - Canals

Irrigation Canals



Quincy Columbia Irrigation District, USA



Naches Selah Irrigation District, USA

COLETANCHE

References: Hydraulic works - Canals

Canals for water supply to Hydropower plants



Cumpeo HEP Canal, Chile

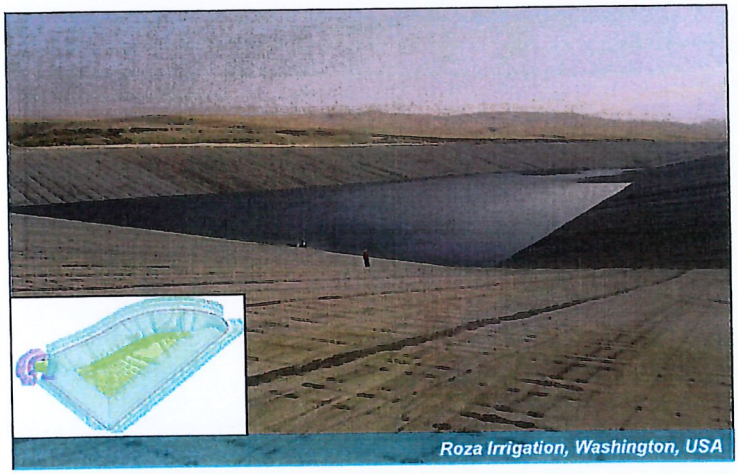


Hydro-electric water canal, Sankt Dionysen, Austria

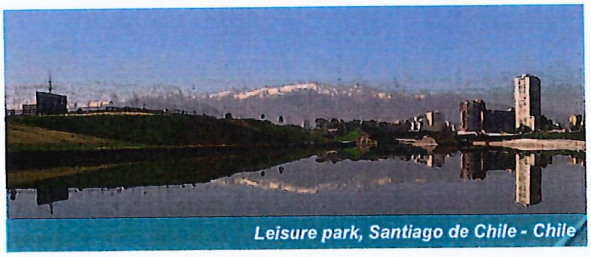
COLETANCHE

References: Hydraulic works - Ponds

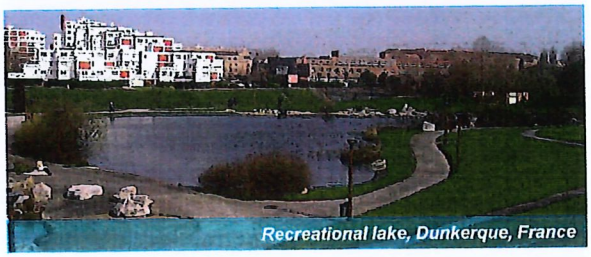
Reservoirs & Basins



Roza Irrigation, Washington, USA



Leisure park, Santiago de Chile - Chile



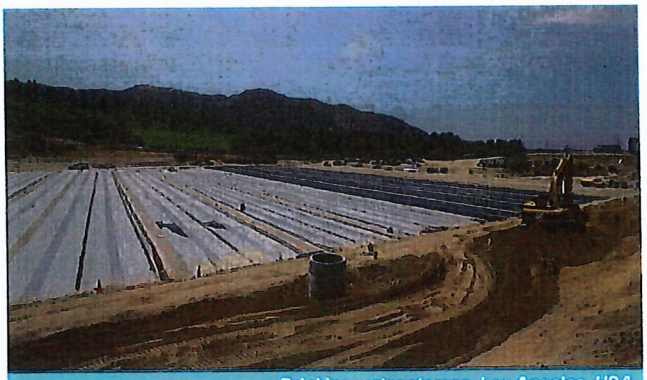
Recreational lake, Dunkerque, France

References: Hydraulic works - Ponds

Reservoirs & Basins – Drinking water storage



Potable water reservoir, Bel-Air, Maryland ,USA



Drinking water storgae, Los Angeles, USA

COLETANCHE is NSF61 certified for the storage of drinking water

COLETANCHE

References: Successful mining projects



TSF & Decant pond, Carrapateena Gold mine, Australia (88.000 m2)

References: Successful mining projects



Kittilä Gold mine, Finland (520.000 m2)

✓ COLETANCHE was accepted by Finnish Ministry of Environment

✓ No Geotextile or fill were required for protection bringing significant cost savings (10% equivalent to 500.000 USD)

✓ 1 layer of BGM could replace the Original design of:

- HDPE
- Geotextile
- Protective soil

COLETANCHE

References: Successful mining projects



Kupol Gold mine, Russia (226.000 m2)

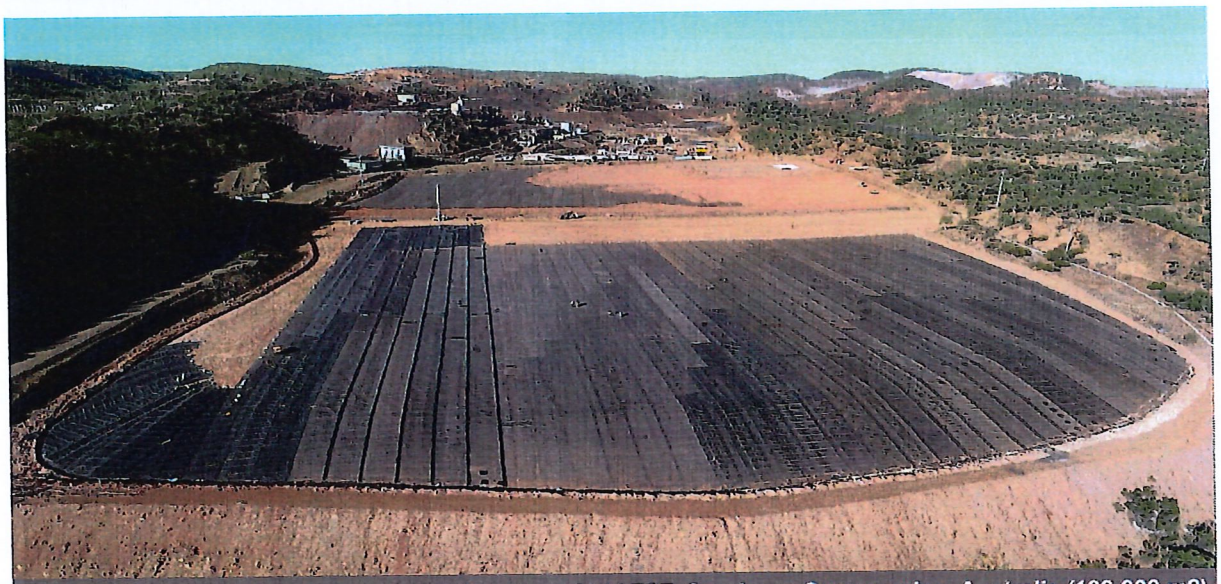
✓ COLETANCHE can be installed in very cold & hot environments

✓ The project was installed reaching temperatures of –40°C (Coletanche is thermically stable)

✓ No delays due to weather restrictions. Installation of the liner was caried out through all seasons completing a faster work compared to other solutions.

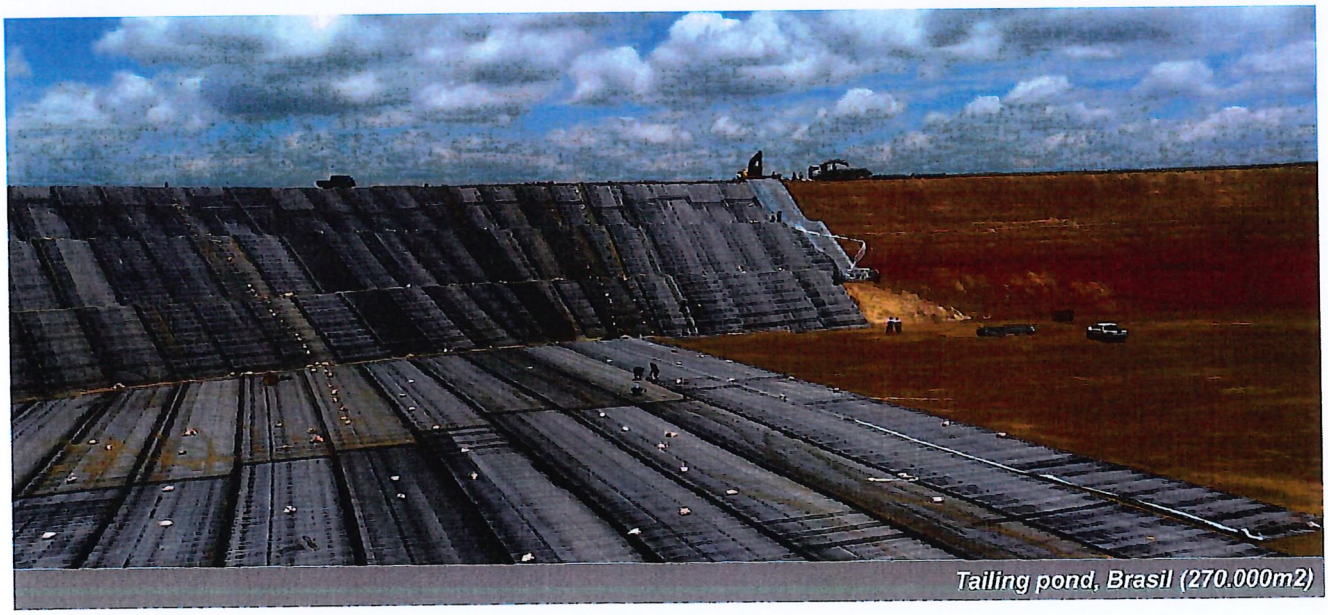
COLETANCHE

References: Capping of solid wastes



Capping of old TSF, Capricorn Copper mine, Australia (133.000 m2)

References: Landfills



Tailing pond, Brasil (270.000m2)

References: Transportation

Roadside ditches



Vichy By-pass, France



Highway A63, France

Collect rainwater to protect the soil and ground water.
COLETANCHE is an easy and fast solution. It avoids the use of concrete and can be left exposed or buried

References: Transportation

Waterproofing of animal passes





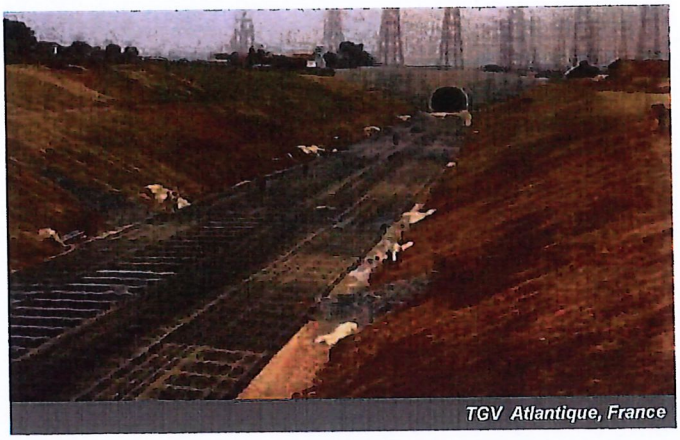
Highway A14 – Colbitz, Germany

References: Transportation

Railroads – Soil stabilization & waterproofing of railway structures



BNSF – Crawford, USA



TGV Atlantique, France

Stabilization and protection of railway subgrade in case of clay soils, unstable ground or in the presence of groundwater

COLETANCHE

References: Transportation

Airport landing runway





Saint George Airport, Utah, USA

COLETANCHE

Conclusions

Coletanche has been used civil, environmental and mining projects around the world for more than 40 years. Its main advantages are:

- ✓ ***Strong puncture resistance*** which allows:
  - The use of local material to be used directly on top and under as support
  - Large sized aggregate can be placed directly on top eliminating the need for screening and segregation
  - The possibility to run light construction equipment during construction and maintenance
- ✓ ***Installation under extreme conditions*** including extremely hot/cold environments & high wind zones
- ✓ ***High friction angle*** saving money on earthworks by permitting steeper slopes
- ✓ ***Long life expectancy*** compatible with the duration of the work or mine life
- ✓ ***Total absence of wrinkles*** providing a more secure project with less risk of cracks and leakage
- ✓ ***Easy installation and maintenance*** which can be done by previously trained workforce



APPROACH OF COLETANCHE IN THAILAND

- ✓ **SMALL PROJECTS (10.000 – 15.000 m2)**
  ECOGMB in stock (Cheaper price than regular product)

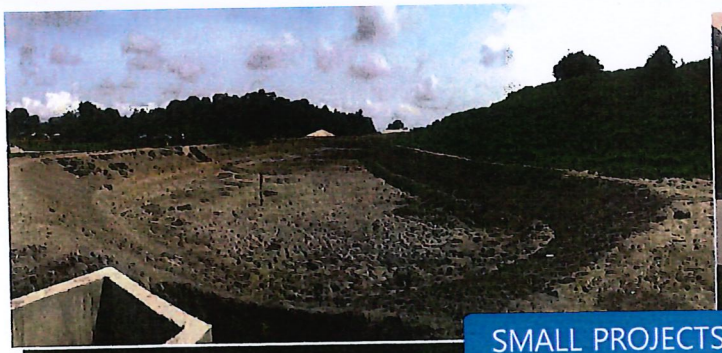
- ✓ **RELINING OF CONCRETE PROJECTS (CANALS/DAMS/PONDS)**
  Easier installation on concrete structures

- ✓ **LANDFILLS & MINING INDUSTRY**
  Many advantages of BGM (saving layers in the design)
  Excellent watertightness (10^{-14} m/s) and elongation (60%)

- ✓ **PROJECTS WITH HIGH PRICE GEOSYNTHETICS or DOUBLE LAYER SOLUTIONS**
  CONCRETE MATRESS / PVC / GCL / EPDM
  Send project and we will send our proposal

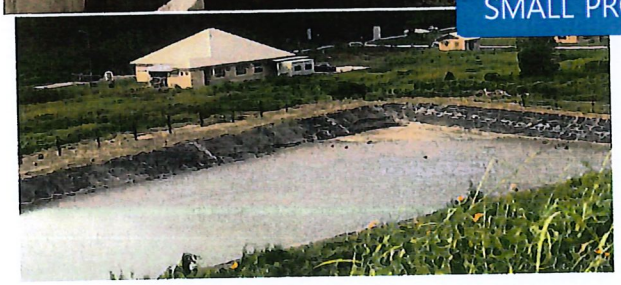
COLETANCHE

APPROACH OF COLETANCHE IN THAILAND





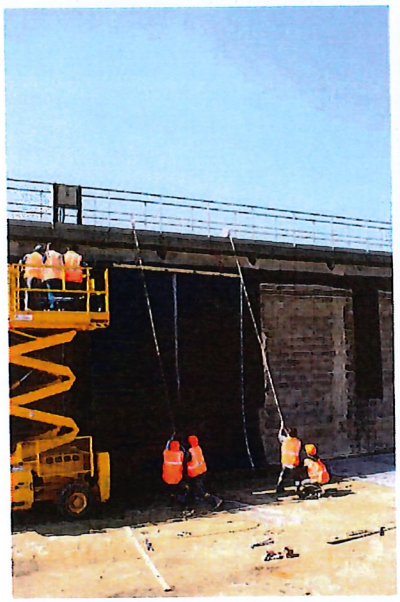
SMALL PROJECTS WITH ECOGMB



Normally 10.000 – 15.000 m2 in stock
ECOGMB at good price (1,5 - 2,5 €/m2)

COLETANCHE

APPROACH OF COLETANCHE IN THAILAND







RELINING OF CONCRETE STRUCTURES

** EASIER INSTALLATION

Concrete ponds (Bali in 2019)
Concrete Canals
Vertical walls

COLETANCHE

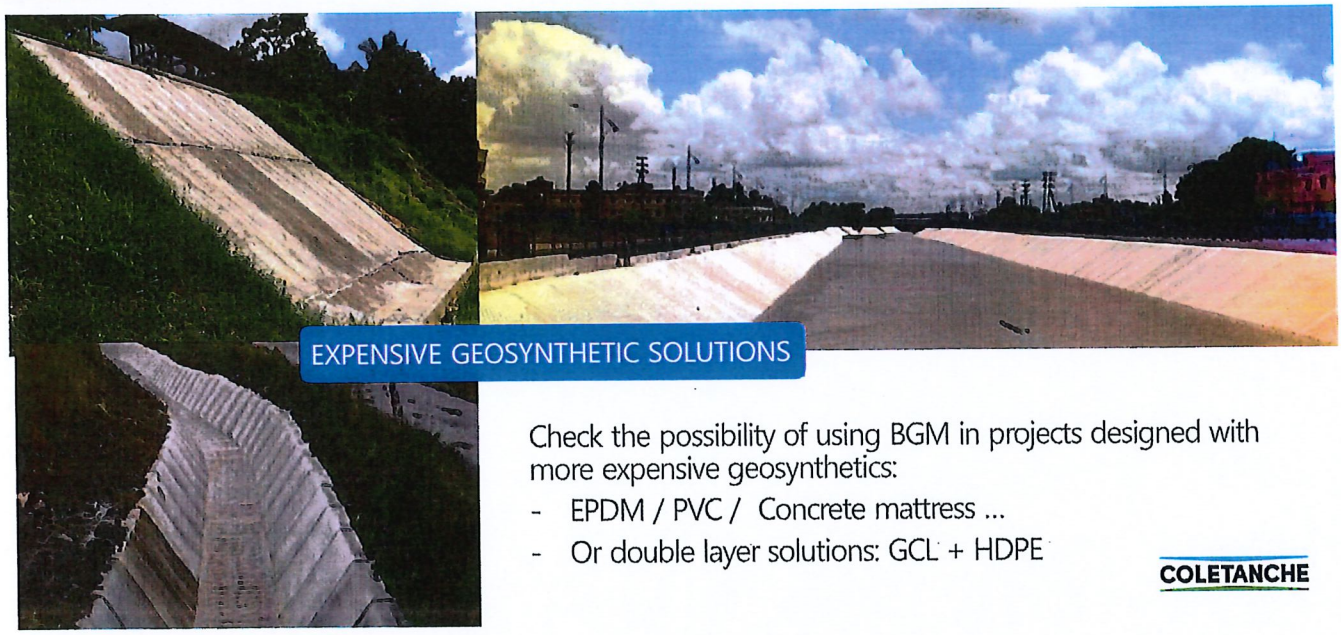
APPROACH OF COLETANCHE IN THAILAND



CAPPING OF LANDFILLS & MINES

COLETANCHE

APPROACH COLETANCHE IN THAILAND



EXPENSIVE GEOSYNTHETIC SOLUTIONS

Check the possibility of using BGM in projects designed with more expensive geosynthetics:

- EPDM / PVC / Concrete mattress ...
- Or double layer solutions: GCL + HDPE

COLETANCHE