

Soluzioni per fondazioni
con membrane
in rotoli



Soluzioni per fondazioni a
protezione dal gas Radon
con membrane in rotoli



Soluzioni per fondazioni
in zone sismiche
con membrane in rotoli



Soluzioni per fondazioni
con membrane liquide

FONDAZIONI

Impermeabilizzazione e protezione delle opere controterra nuove dall'acqua e dal radon, anche in zona sismica

L'impermeabilizzazione delle opere controterra va progettata ed eseguita con particolare cura, si deve considerare che la durata del rivestimento dovrà essere pari a quello dell'opera protetta e gli interventi di ripristino sono complicati e costosi, per cui la mancanza di impermeabilizzazione o una impermeabilizzazione difettosa possono provocare un notevole danno economico. La scelta dei materiali quindi verrà rivolta verso quei prodotti che mantengono nel tempo le loro caratteristiche di impermeabilità all'acqua e al vapore acqueo, di imputrescibilità, di resistenza meccanica anche sotto l'azione del traffico di cantiere. Non si deve poi dimenticare che il problema dell'umidità dei vari interrati o controterra è spesso legato alla condensazione dell'aria umida per insufficiente resistenza termica dei pavimenti e delle pareti controterra.

Il progettista quindi dovrà provvedere a controllare sia l'acqua ascendente dal suolo per capillarità o per spinta di falda freatica o da acqua meteorica di dilavamento, ma anche:

- l'acqua contenuta come vapore nell'aria tellurica che migra sotto le variazioni barometriche e di temperatura e che può condensare sulle superfici fredde
- l'acqua sotto forma di vapore che dall'esterno penetra nei vani interrati e che può condensare sulle superfici fredde.

Tipica è la condensazione primaverile/estiva che si manifesta quando l'aria esterna carica di umidità penetra nei vani interrati.

Per risolvere questi problemi la INDEX ha messo a punto delle membrane in bitume distillato polimero armate con "non tessuto" di poliestere da filo continuo FLEXTER TESTUDO POLIESTERE ed HELASTA POLIESTERE. I fogli sono imputrescibili, resistenti alla trazione ed alla perforazione e sono dotati di una buona resistenza alla diffusione del vapore, si prestano quindi ad essere impiegati con successo nei sistemi di impermeabilizzazione di chiusure controterra sia contro l'umidità ascendente per capillarità che in presenza di falda freatica.

ARMODILLO è la più recente membrana impermeabilizzante destinata alla protezione dei muri interrati. È una membrana corazzata e drenante che in un unico prodotto assolve la funzione di tenuta all'acqua, di drenaggio e di protezione.

INDEX produce anche dei materiali per l'impermeabilizzazione atipici come la membrana autoadesiva INDEXTENE HDPE SUPER e le membrane liquide PURLASTIC FLASHING, una membrana poliuretana monocomponente, UNOLASTIC e IDROBIT che sono delle membrane liquide all'acqua eccezionalmente elastiche e che riescono a soddisfare le più svariate esigenze.

Gli additivi per calcestruzzo FLUXAN e SATURFIX congiuntamente al cordolo idroespansivo EXPAN BENTONITICO, prodotti da INDEX, consentono di ottenere getti di fondazione e massetti omogenei ed impermeabili che in sinergia con le membrane garantiscono il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Con questa pubblicazione si suggeriscono inoltre dei sistemi di isolamento e le opere accessorie in funzione del diverso uso dei vani delimitati da superfici contro terra.

In alcuni casi il progettista deve affrontare anche la problematica della costruzione su terreni invasi dal gas radioattivo RADON ed in merito a ciò INDEX ha progettato le membrane specifiche antiradon denominate RADON BARRIER che si integrano perfettamente nei sistemi di impermeabilizzazione suddetti.

INTRODUZIONE

Le opere murarie a diretto contatto con il terreno sono soggette all'ingresso ed alla diffusione dell'umidità nel loro interno per il fenomeno fisico di capillarità.

La forza di capillarità è favorita dai materiali di costruzione porosi (laterizi), dalla presenza di sali disciolti nell'acqua e dalla bassa temperatura.

L'umidità del terreno può essere dovuta a:

- acqua piovana dispersa
- acqua proveniente da falda freatica

In particolari situazioni di terreni sufficientemente drenanti con falda freatica profonda e per locali non interrati può essere sufficiente l'installazione della sola stratificazione impermeabile della muratura in elevazione, il cosiddetto "Tagliamuro".

Quando si edifica in zone con falda freatica a bassa profondità o in presenza di possibili accumuli dell'acqua di infiltrazione è necessario rammentare che i terreni hanno una diversa capacità di adescamento in funzione della loro natura.

Un terreno sabbioso alimentato da falda freatica presenta una altezza di salita capillare che può andare da 0,3 m fino a un massimo di 1,5 m, mentre un terreno argilloso può elevare l'umidità da 3 m fino a 8 m.

È evidente che in questi casi oltre alle opere accessorie già menzionate la stratificazione impermeabile dovrà interessare tutte le superfici contro terra.

Queste soluzioni d'impermeabilizzazione sono risolutive per sbarrare la strada all'umidità dispersa nel terreno, ma molto spesso l'umidità che affligge le chiusure contro terra non è dovuta esclusivamente a fenomeni di capillarità bensì si accavalla a problemi igrotermici degli ambienti definiti da queste chiusure.

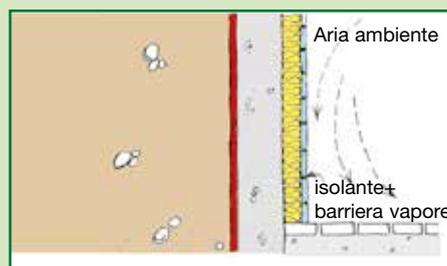
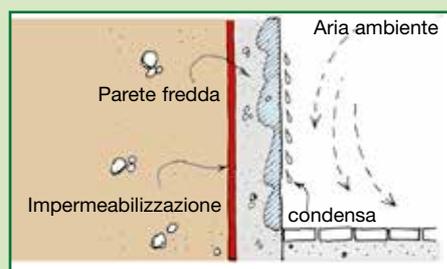
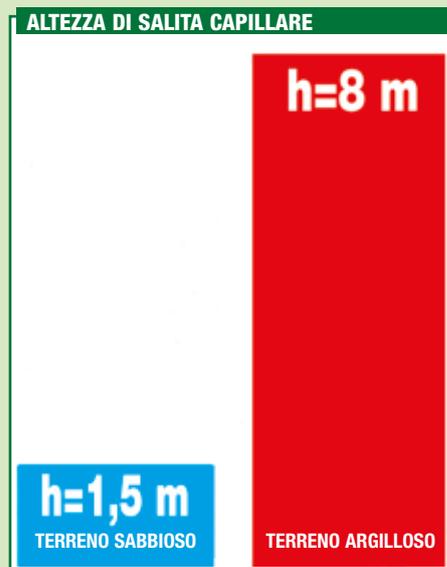
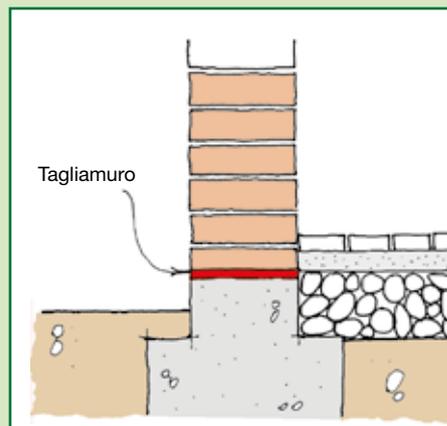
L'acqua contenuta come vapore nell'aria dei locali può condensare sulla cosiddetta "parete fredda", in questo caso le superfici a contatto con il terreno, e provocare ancora una situazione antigienica anche se si è provveduto ad una buona impermeabilizzazione; caratteristica degli ambienti controterra è la condensazione primaverile-estiva nei locali privi di riscaldamento invernale dovuta all'inerzia termica del terreno e dell'ossatura.

È quindi necessario prevedere anche una adeguata protezione termica della struttura e non solo la protezione impermeabile.

Il problema dell'umidità è particolarmente accentuato anche nel caso di muratura in getto di cls, per cui, in questo caso, è sempre opportuno assicurarsi della perfetta asciugatura del getto prima di abitare i locali interrati.

Un altro fenomeno sebbene più raro e che richiede delle situazioni particolari (grandi ambienti sotterranei su terreni filtranti e su falda freatica profonda) è quello dell'umidità contenuta nell'aria tellurica compresa tra il livello della falda freatica e la struttura, questa a seguito di una forte depressione barometrica può, nella stagione invernale o nelle notti estive quando è ad una temperatura più elevata di quella racchiusa da un ambiente non riscaldato, essere richiamata in superficie ad andare a condensare sulle superfici più fredde.

In questo caso le protezioni impermeabili previste poiché sono dotate di una buona resistenza alla diffusione del vapore funzioneranno da "barriera al vapore".



L'impermeabilizzazione delle opere interrate e controterra edificate in terreni invasi dal gas radioattivo Radon con gli opportuni accorgimenti può coincidere con la barriera protettiva da questo pericoloso agente inquinante.



GAS RADON

Come proteggere dal gas radioattivo RADON la nuova costruzione o quella esistente

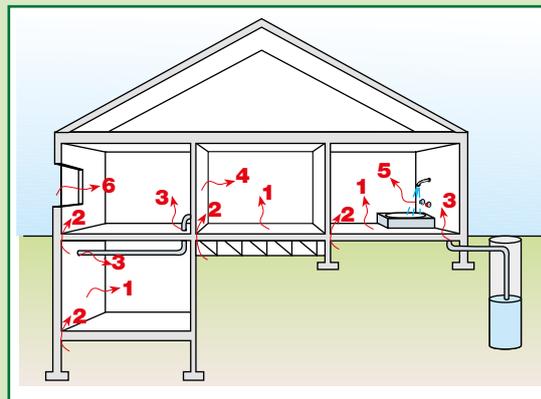
Il RADON è un prodotto della decomposizione dell'uranio 238 contenuto nelle rocce del sottosuolo da cui migra verso l'esterno. Ne esistono tre isotopi: il RADON 219 e il RADON 220, che vengono ritenuti meno pericolosi poiché presente in minor quantità ed hanno un tempo di vita molto breve, 4 secondi il primo e circa 1 minuto l'altro; e il RADON 222. Il RADON 222 ha un tempo di vita di 3.8 giorni che gli permette di diffondersi verso l'esterno, penetrare negli edifici o sciogliersi nell'acqua. Anche gli stessi materiali da costruzione possono emanare direttamente il RADON se contengono piccole quantità di Uranio.

In Svezia, negli anni '60, per produrre il cemento si sono usati degli scisti alluminosi ricchi di Uranio che hanno creato non pochi problemi ad alcuni materiali in granito, usati come rivestimento interno, i materiali tufacei dell'Italia centrale, usati nella costruzione, possono ugualmente costituire sorgente di radiazioni.

La presenza del RADON nelle abitazioni può essere di diversa origine:

- **Aria esterna:** il RADON che diffonde dal sottosuolo, nella maggior parte dei casi si diluisce nell'aria atmosferica senza costituire un grosso pericolo, in alcuni casi, per una coincidenza di situazioni (valli strette e fenomeni di inversione termica che impediscono il ricambio dell'aria), può accadere che il contributo dell'aria esterna all'inquinamento delle abitazioni non sia trascurabile.
- **I materiali da costruzione** che abbiamo citato in precedenza.
- **L'acqua d'uso domestico:** l'acqua nel sottosuolo può caricarsi di RADON 222 per liberarlo poi nelle abitazioni al momento dell'utilizzo; comunque, salvo il caso di abitazioni con pozzi privati situati in zone particolarmente ricche di RADON, sembra che si possa ritenere una via di inquinamento secondaria dato che l'ingestione non rappresenta un rischio elevato come l'inalazione, comunque sono in corso studi sulla effettiva pericolosità dell'acqua inquinata.
- **Il sottosuolo:** è da ritenere la fonte primaria dell'inquinamento da RADON. L'esalazione del RADON dipende dalla quantità di Uranio presente nel sottosuolo e dalla possibilità di migrazione verso l'esterno legata alla porosità ed al grado di fessurazione del sottosuolo. Il RADON 222, quando arriva in superficie, penetra nelle cantine e nelle intercapedini, più facilmente lungo giunti, fessure e passaggi di tubazioni.

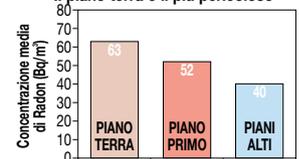
La concentrazione del RADON nell'abitazione, è poi strettamente dipendente dai ricambi d'aria a cui è soggetta e sicuramente giocano a sfavore le misure tenute per contenere le dispersioni termiche, sembra inoltre che le installazioni di ventilazione per estrazione che mettono i locali in depressione contribuiscano ad accrescere il flusso del RADON.



LEGENDA

1. Fessure
2. Giunti tra pareti e pavimento
3. Punti di penetrazione delle tubazioni
4. Emanazione dai materiali di costruzione
5. Emanazione dall'acqua ad uso igienico
6. Aria esterna

Il piano terra è il più pericoloso



Meccanismo dell'inquinamento da RADON e patologia derivata

Il RADON è un gas inerte insapore, incolore, inodore ma radioattivo e può indurre il tumore polmonare se viene respirato. Secondo una ricerca americana, il RADON è imputato di essere la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo della sigaretta e, nei soli Stati Uniti, provocherebbe la morte di 19.000 persone.

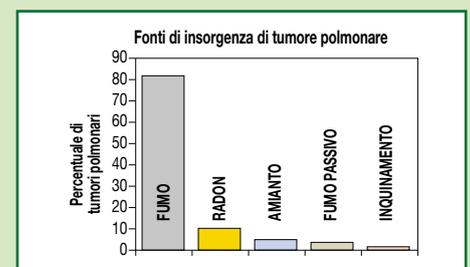
In Italia recenti indagini nazionali attribuiscono al RADON il 10% dei decessi dovuti a tumore al polmone mentre l'80% è attribuibile al fumo da sigaretta, e solo il restante 10% ad altre cause. Le morti attribuibili al RADON si stima siano 3.000 l'anno. Sorprendentemente il RADON è un pericoloso agente tumorale trascurato dalla vigente legislazione che finora si è limitata a semplici "raccomandazioni".

Non è tanto la radioattività del gas stesso ad essere la causa principale del tumore, quanto quella dei suoi derivati che si formano per decomposizione spontanea del RADON al momento della sua periodica trasformazione che avviene ogni 3.8 giorni.

Ogni 3.8 giorni, spontaneamente, la concentrazione del gas si dimezza ma, contemporaneamente, esso libera dei materiali pulverulenti non gassosi, anch'essi radioattivi che si depositano sugli arredi all'interno delle abitazioni e nei polmoni. Nella catena di trasformazione del RADON 222 si possono distinguere due fasi:

- La prima che conduce alla formazione del Piombo 210, isotopo radioattivo che ha una vita di 22 anni;
- La seconda che porta al Piombo 206 che è stabile;

I derivati più pericolosi sono quelli della prima fase che hanno vita corta, nell'ordine di secondi o di pochi minuti. Essi, infatti, sono materiali solidi partecellari e non gassosi come il RADON e si accumulano nei polmoni e all'interno delle abitazioni.





Indagini nazionali ed internazionali

Negli ultimi anni si sono succedute, nei vari paesi, una serie di indagini volte a definire una mappa dei territori e delle abitazioni esistenti a rischio RADON.

Per la misura della concentrazione del RADON nelle abitazioni sono state usate principalmente due tecniche di campionamento: una definita come "attiva" che si basa sul campionamento forzato del gas per mezzo di pompe mentre in quella definita come "passiva" il gas entra per diffusione nel sistema di rilevazione dove le radiazioni alfa del RADON e dei suoi derivati lasciano delle tracce su pellicole sensibili. Rilevatori passivi di radiazioni gamma sono usati per definire il contributo delle radiazioni emanate dai materiali da costruzione.

La prima è usata per misure istantanee e fornisce indicazioni sulla variabilità del fenomeno nell'arco della giornata. Nel secondo caso, invece, si ottengono dati mediati della concentrazione relativa ad un periodo di misura che può durare anche un anno. Il secondo metodo di misura è stato applicato in Italia su 5 000 casi campione per una indagine condotta negli anni 90 dall'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - ex ENEA/DISP) e dall'ISS (Istituto Superiore della Sanità) in collaborazione con 17 Regioni e due Province Autonome.

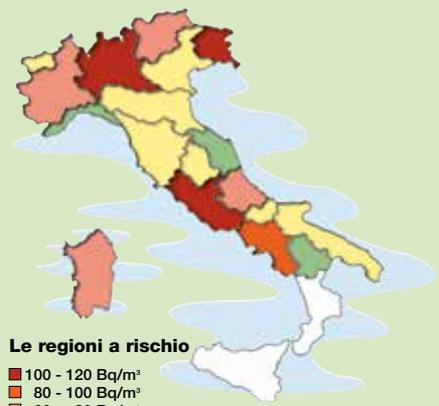
La radioattività del RADON e dei derivati della sua disintegrazione si esprime in Bq/m³ (Bq = becquerels, numero di disintegrazioni al secondo per m³ di aria).

I risultati dell'indagine nazionale sono riportati nel grafico a lato.

I dati disponibili a livello mondiale sono quelli forniti da Stati Uniti e Paesi della Comunità Europea mentre sono scarse le informazioni che riguardano gli altri paesi. Il comitato scientifico delle Nazioni Unite che si occupa degli effetti delle radiazioni atomiche, sulla base di quanto disponibile, ha assunto come valore medio pesato mondiale, per le abitazioni, una concentrazione di 40 Bq/m³, ma si auspica un allargamento dell'indagine ad altre aree del pianeta per le quali non esistono dati disponibili. Il valore di 77 Bq/m³ misurato in Italia può essere considerato come un valore medio / alto rispetto alla situazione mondiale.

L'attenzione al problema delle varie organizzazioni che si occupano del RADON si sta sempre più concentrando verso la definizione dei valori limite da considerare pericolosi e che quindi impongono delle misure di contenimento dell'inquinamento. In effetti, durante le campagne di misurazione, molte volte si sono rilevate concentrazioni superiori a quanto raccomandato dall'ICRP (Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica) che indica un livello massimo di 600 Bq/m³ per le abitazioni esistenti.

La concentrazione di RADON misurata nel deposito viveri della mensa della Camera dei deputati è di 800 Bq/m³ ma non sono pochi i casi di abitazioni che superano i 1.000 Bq/m³. Nel Veneto il 4% delle abitazioni testate supera i 600 Bq/m³, le zone a più alta concentrazione sono quelle del bellunese e dei Colli Euganei vicino a Padova. In una casa di Torreglia sono stati rilevati 3.000 Bq/m³ e 1.800 Bq/m³ in una abitazione sita a Vo' Euganeo.

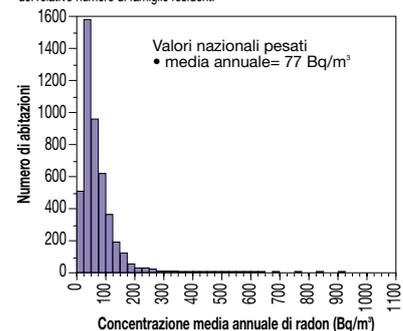


Le regioni a rischio

- 100 - 120 Bq/m³
- 80 - 100 Bq/m³
- 60 - 80 Bq/m³
- 40 - 60 Bq/m³
- 20 - 40 Bq/m³
- dati non disponibili

Risultati delle misure di concentrazione di radon

Distribuzione della concentrazione media annua di radon nel campione di abitazioni e percentuale case con >200 e >400 Bq/m³. I valori medi nazionali riportati nel riquadro ottenuti dai valori medi di ogni Regione pesati sulla base del relativo numero di famiglie residenti



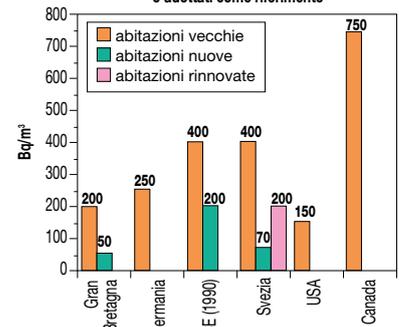
Situazione normativa dei paesi industrializzati

In tutti i Paesi in cui sono state adottate normative (generalmente sotto forma di raccomandazioni) sul RADON nelle abitazioni, sono stati scelti livelli di concentrazione oltre i quali intraprendere azioni tendenti ad abbassare i livelli di RADON indoors. Tali livelli sono stati fissati tenendo conto delle situazioni esistenti, e quindi dei valori di concentrazione misurati nei vari paesi, dopo un'attenta valutazione di costi economici che le azioni di rimedio potevano comportare per la società nazionale. In alcuni casi, il proseguire delle indagini e la migliore conoscenza delle concentrazioni di RADON indoors ha permesso di diminuire, dopo alcuni anni, i livelli di riferimento proposti. Va comunque tenuto ben presente che i livelli di riferimento non hanno alcun significato di soglia di sicurezza e rappresentano solamente un compromesso politico-sanitario.

In tutte le nazioni dove tali normative sono funzionanti, i costi economici sono a carico dei proprietari degli edifici: solo in alcuni Paesi lo Stato interviene con incentivi (prestiti agevolati e simili) e talora, in casi estremi, con un finanziamento diretto.

I livelli di riferimento scelti in alcuni paesi sono illustrati nella tabella seguente. In essa sono anche riportati il valore proposto nella Raccomandazione della CE del 1990, valori differenti per le abitazioni nuove sono stati proposti (Raccomandazione della CE), o adottati, (ad esempio in Svezia): il motivo è unicamente pratico, dovuto alla maggiore efficacia di soluzioni adottate in fase di progetto rispetto a quella da realizzare su case già edificate. La Commissione della CE ha raccomandato un livello pari a 200 Bq/m³ per le abitazioni nuove. Va, infine, tenuto presente che in alcuni Paesi sono stati già adottati livelli di riferimento sulla concentrazione di RADON anche negli ambienti di lavoro (Gran Bretagna), o in alcuni edifici pubblici, quali le scuole (USA).

Livelli limite di concentrazione di radon proposti o adottati come riferimento





La regolamentazione nazionale

Diverse Regioni, fra cui: Veneto, Friuli Venezia Giulia, Toscana, Piemonte, Lazio e la Provincia autonoma di Bolzano, hanno emanato atti regolatori allo scopo di rendere operative ed eventualmente integrare le disposizioni nazionali (contenute nel D.Lgs. 230/95 e s.m.i.) in ambito normativo e regolatorio.

La Regione Lombardia ha affrontato, recentemente, il problema dell'esposizione al gas radon negli edifici in quanto, da indagini sviluppate negli ultimi venti anni, è emerso che la Lombardia assieme al Lazio è una delle maggiori interessate al problema. Al fine di attivare azioni per la riduzione della concentrazione di questo pericoloso gas, la Regione Lombardia, ha predisposto delle linee-guida da applicare sia agli edifici di nuova costruzione che alle ristrutturazioni o interventi similari; inoltre si richiede il loro inserimento nei Regolamenti Edilizi Comunali entro 3 anni dall'emanazione della circolare del 27-11-2011.

La soluzione

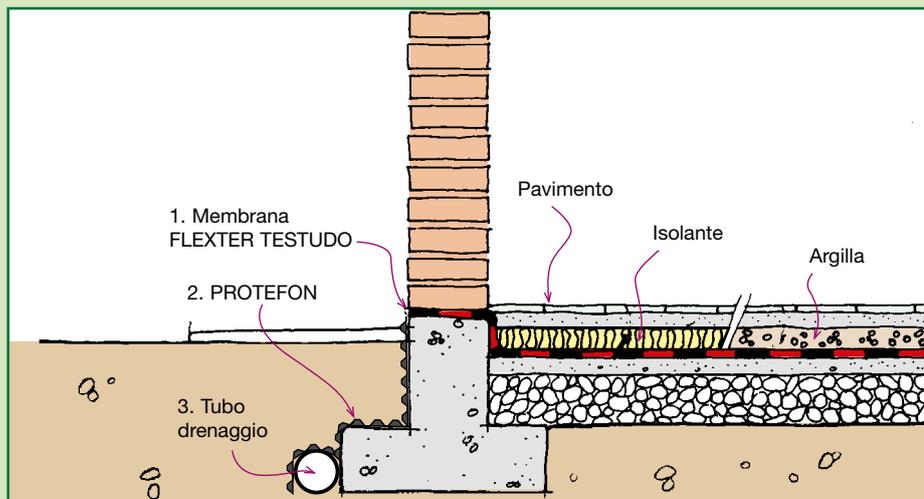
La soluzione dell'inquinamento da Radon è possibile impiegando le speciali membrane RADON BARRIER. Le membrane RADON BARRIER sono state progettate per garantire sia una elevata tenuta al gas Radon sia una sicura tenuta all'acqua e sono usate per rivestire le parti verticali e orizzontali a contatto con il terreno degli edifici di nuova costruzione. RADON BARRIER (RADON ADVANCED BARRIER) è costituita da una particolare miscela elastoplastomerica a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, estremamente compatta, priva di volumi liberi, e quindi impermeabile ai gas.

L'armatura della membrana RADON BARRIER POLIESTERE è costituita da un tessuto non tessuto di poliestere elastico e resistente al punzonamento mentre la membrana RADON BARRIER/V è armata con feltro di vetro imputrescibile a cui è accoppiata una lamina di alluminio che costituisce una ulteriore barriera al Radon praticamente impenetrabile.

La continuità della barriera viene ottenuta saldando a fiamma le sovrapposizioni delle membrane. La permeabilità a RADON di RADON BARRIER POLIESTERE è sufficiente nella maggior parte dei casi, perché generalmente la pressione parziale del Radon è nell'ordine di millesimi di bar. Per i casi particolari si usa RADON BARRIER/V la cui permeabilità al Radon è così bassa che la si può considerare come una barriera assoluta.



Pavimento controterra su terreni umidi



Situazione

Pavimentazione controterra, su terreni argillosi dove si accumulano sacche di acqua piovana, su terreni in pendenza. L'acqua dispersa verrà raccolta dal canale di drenaggio posto sotto un marciapiede. L'impiego di uno strato prefabbricato drenante che rivesta la parte verticale può essere vantaggioso quando scarseggia l'inerte drenante. L'umidità che sale per capillarità verrà fermata da una stratificazione impermeabile continua applicata su di un magrone di calcestruzzo.

Manto impermeabile

Sarà costituito da una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 4 mm di spessore, tipo **FLEXTER TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE**, certificata con Agreement/DVT dell'I.T.C.-CNR a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond stabilizzato con fibra di vetro.

La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L./T. di 850/750 N/50 mm, un allungamento a rottura

(EN 12311-1) L./T. del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN1109) di -20°C ed una tenuta al calore a caldo (EN1110) di 140°C.

I teli verranno posati a secco sul magrone in calcestruzzo e verranno sormontati per 10 cm. La saldatura della sovrapposizione verrà eseguita con la fiamma di un bruciatore a gas propano e, per fermare la salita capillare nei muri in

elevazione, i fogli verranno risvoltati e incollati a fiamma sul cordolo di fondazione.

Al di sopra della membrana può essere stesa dell'argilla espansa sfusa (granulometria 8-15) oppure un pannello isolante resistente alla compressione, applicati in spessore sufficiente a prevenire la condensazione sul pavimento, su di questi poi verrà appoggiata la cappa del pavimento.

Qualora l'igrotermia degli ambienti lo richieda (locali dove avvengono forti produzioni di vapore) per isolanti permeabili al vapore è necessario applicare al di sopra di questi una barriera di vapore.

Strato drenante verticale

Lo strato drenante verticale verrà realizzato con **PROTEFON**, foglio drenante bugnato in HDPE, resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe del terreno. Il foglio avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla com-

pressione pari a 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h m.

Verrà applicato con la faccia bugnata rivolta verso la superficie cementizia con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro

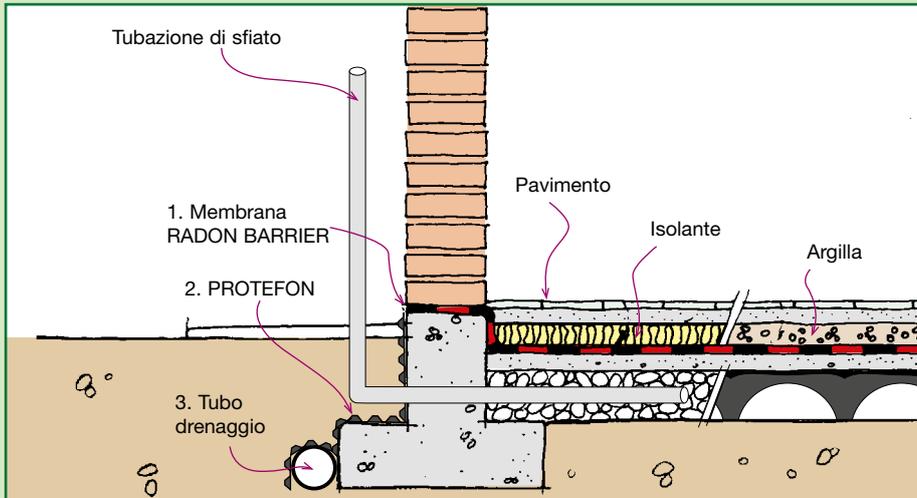
delle cuspidi del foglio bugnato.

I teli rivestiranno il dado di fondazione fino a raccordarsi al tubo di drenaggio perimetrale e proseguiranno fuori terra per una quota di 10÷15 cm fissati meccanicamente utilizzando l'apposito profilo.



Pavimento controterra su terreni umidi

Soluzione a protezione dal Gas Radon



Situazione

Pavimentazione controterra, su terreni argillosi invasi dal gas Radon dove si accumulano sacche di acqua piovana, su terreni in pendenza. L'umidità che sale per capillarità ed il gas Radon verranno fermati da una stratificazione impermeabile continua applicata su di un magrone di calcestruzzo con le stesse modalità indicate per il caso precedente. Una o più tubazioni di sfiato, che potranno essere collegate ad un sistema di aspirazione, verranno inserite nel vespaio come ulteriore misura di sicurezza contro la diffusione del Radon.

Manto impermeabile e protezione dal Gas Radon

Sarà costituito da una membrana impermeabilizzante multifunzionale in bitume distillato polimero elastoplastomerica di 4 mm di spessore tipo **RADON BARRIER POLIESTERE**, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura in tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo Spunbond.

La membrana avrà le seguenti caratteristiche determinate conforme le norme EN: forza a trazione massima Long./Trasv. (EN 12311-1) di 700/500 N/50 mm; allungamento a rottura L/T del 40/45%; flessibilità a freddo di -10°C; resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691-A) di 1250 mm; resistenza al punzonamento statico (EN 12691-B) 20 kg; resistenza alla lacerazione con il chiodo L/T [EN 12310-1] di 160/200 N.

La membrana dovrà fornire una permeabilità certificata al RADON $< 10 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \times 24 \text{ h} \times \text{atm}$. I teli verranno posati a secco sul magrone in calcestruzzo e verranno sormontati per 10 cm. La saldatura della sovrapposizione verrà eseguita con la fiamma di un bruciatore a gas propano e, per fermare la salita capillare nei muri in elevazione, i fogli verranno risvoltati e incollati a fiamma sul cordolo di fondazione.

Nel caso sia necessaria un barriera al Radon più performante si potrà sostituire la precedente con la membrana impermeabilizzante multifunzionale in bitume distillato polimero elastoplastomerica di 4 mm di spessore tipo **RADON BARRIER/V**, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura in feltro di vetro imputrescibile a cui è accoppiata una lamina di alluminio che costituisce una ulteriore barriera al RADON praticamente impenetrabile. La membrana avrà le seguenti caratteristiche determinate conforme le norme EN: forza a trazione massima Long./Trasv. (EN 12311-1) di 450/350 N/50 mm; allungamento a rottura L/T del 3/3%; flessibilità a freddo di -10°C e dovrà fornire una permeabilità al RADON certificata $<< 0,1 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \times 24 \text{ h} \times \text{atm}$.

Strato drenante verticale

Lo strato drenante verticale verrà realizzato con **PROTEFON**, foglio drenante bugnato in HDPE, resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe del terreno. Il foglio avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla com-

pressione pari a 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h m.

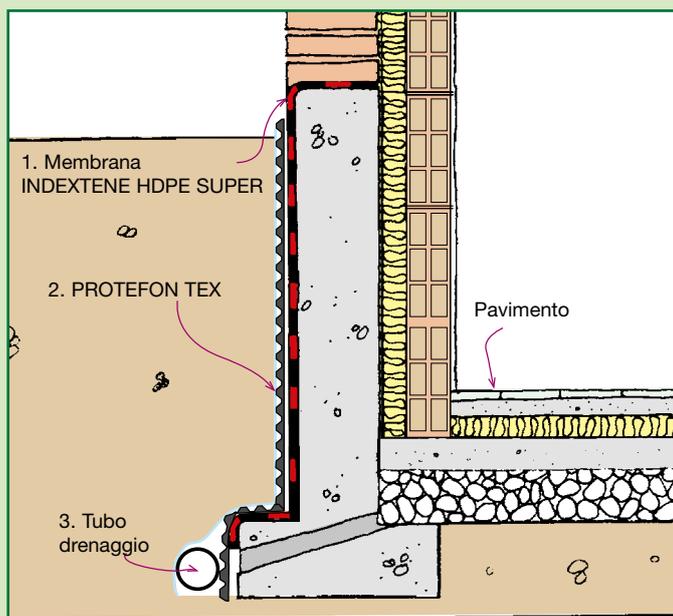
Verrà applicato con la faccia bugnata rivolta verso la superficie cementizia con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro

delle cuspidi del foglio bugnato.

I teli rivestiranno il dado di fondazione fino a raccordarsi al tubo di drenaggio perimetrale e proseguiranno fuori terra per una quota di 10÷15 cm fissati meccanicamente utilizzando l'apposito profilo.

Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni drenanti

Manto impermeabile con membrana impermeabile autoadesiva



Situazione

Opere interrato in terreni drenanti protette con membrana autoadesiva. La soluzione tecnica proposta riguarda la parte interrata degli edifici costruiti su terreni sufficientemente drenanti, in assenza di falda freatica, e quindi il rivestimento impermeabile interessa esclusivamente la muratura controterra trascurando la pavimentazione dei locali interrati poiché si ritiene che l'acqua meteorica possa essere smaltita per gravità dalla cintura di drenaggio. Per evitare la posa a fiamma o le spalmature a caldo venivano usate vernici o emulsioni bituminose applicate a freddo e stese in ragione di 2÷3 kg/m². Lo spessore del trattamento ad essiccazione avvenuta non superava i 2 mm e spesso non era agevole stendere uno spessore uniforme, inoltre il film bituminoso non armato si crepava alla comparsa della prima cavillatura della superficie cementizia. È quindi molto più conveniente impiegare una membrana prefabbricata autoadesiva armata con un "tessuto non tessuto" di poliestere che può offrire una superiore elasticità, uniformità di spessore, resistenza al punzonamento e alle cavillature e che può essere applicata a freddo. Il rivestimento va poi protetto perché durante la fase di rinterro non venga forato e si dovrà prevedere un adeguato drenaggio verticale da raccordare alla cintura di drenaggio perimetrale, posta al piede dell'edificio, al fine di evitare ristagni di acqua meteorica a ridosso dell'impermeabilizzazione. L'impiego di uno strato prefabbricato specializzato che assolva sia la funzione drenante, sia la funzione protettiva, può essere vantaggioso quando scarseggia l'inerte drenante.

Primer

La superficie di posa dovrà essere pulita, asciutta ed esente da prodotti disarmanti che possano interferire con l'adesione del primer e della membrana. Dovranno essere tagliati e ribattuti tutti i distanziatori metallici dei casseri

ed asportati i grumi cementizi che dovessero sporgere dal muro e che potrebbero forare il manto impermeabile. Tutta la superficie da rivestire verrà verniciata con una mano di primer elastomero bituminoso di adesione in solvente a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici sia alla posa a fiamma delle

membrane bitume distillato polimero standard sia alla posa a freddo delle membrane bitume distillato polimero autoadesive e autotermodesive tipo **INDEVER PRIMER E**. Il primer avrà un residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 50% e una viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 20÷25 s.

Manto impermeabile

A partire dalla sommità del muro per una quota fuori terra di almeno 20÷30 cm su tutta la superficie verrà incollata in totale aderenza, per pressione a temperatura ambiente una membrana impermeabilizzante autoadesiva in bitume polimero elastomero armata con feltro di vetro autoprotetta da una lamina di polietilene ad alta densità (HDPE), tipo **INDEXTENE HDPE SUPER**, di 2 mm di spessore (EN 1849-1). La membrana avrà una resistenza a trazione (EN

12311-1) L/T di 500/300 N/50mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 90/180%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 200/200 N, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -25°C e sarà dotata di una resistenza alla spellatura su acciaio (UEAtc technical guide) ≥ 100 N/5 cm.

I fogli di membrana verranno tagliati a misura e disposti verticalmente sul muro da rivestire, asportando il film siliconato che ne riveste la faccia inferiore e pressandoli con le mani se ne determinerà l'adesione al piano di posa. I teli verranno sovrapposti

per 10 cm nel senso longitudinale, superando di 5 cm l'apposita zona di sormonto e dopo averla privata della fascetta protettiva bisiliconata, i fogli verranno accuratamente pressati fra loro con l'aiuto di un rullino. Nel caso di sormonto trasversale o di parti dei teli prive di fascetta siliconata la sovrapposizione sarà di almeno 15 cm e la saldatura si eseguirà con le medesime modalità. Le teste dei teli verranno fissate meccanicamente con 5 chiodi per metro lineare muniti di rondella di almeno 20 mm di diametro.

Strato di protezione e drenaggio filtrante

Lo strato di protezione e drenaggio verticale verrà realizzato con un foglio bugnato in HDPE accoppiato ad un tessuto non tessuto filtrante di polipropilene resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe presenti nella terra tipo **PROTEFON TEX** dotato di una massa areica di 775 g/m². Il foglio dovrà ricoprire tutto il rivestimento imper-

meabile e avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla compressione di 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h·m. Verrà applicato con la faccia ricoperta dal "non tessuto" rivolta verso la terra di riempimento e con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne tra loro. La sommità

dei teli ricoprirà la parte emergente fuori terra del manto impermeabile dove verrà fissata meccanicamente e verrà protetta utilizzando l'apposito profilo in plastica.

Al piede del muro controterra, il tessuto non tessuto verrà sfogliato dal foglio bugnato per 40÷50 cm e verrà risvoltato sul tubo di drenaggio perimetrale al fine di evitarne l'intasamento causato dalle parti più fini della terra di riempimento.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) che dovranno raggiungere almeno il 5% sul peso totale. Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45.

Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di

massa **SATURFIX** in misura del 1% sul peso del cemento. Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti. Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibrazione della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto. **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale

del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%.

L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.



Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni drenanti Soluzioni con membrane liquide

Situazione

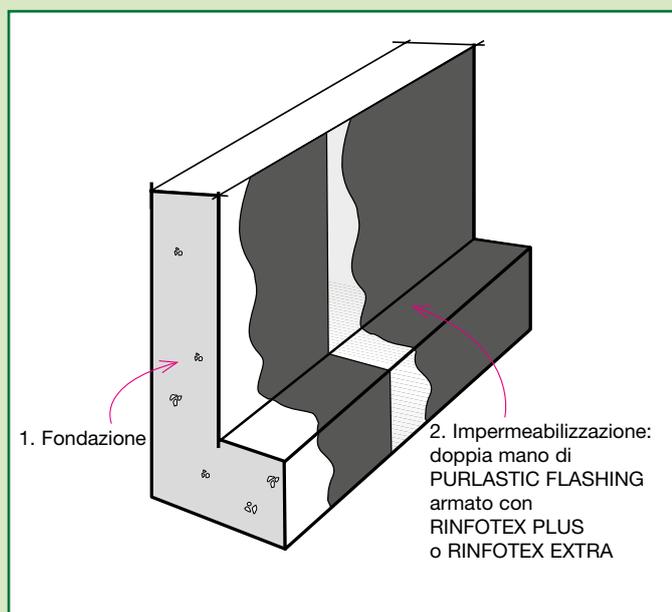
Opere interrata in terreni drenanti protette con membrana liquida armata. La soluzione tecnica proposta riguarda la parte interrata degli edifici costruiti su terreni sufficientemente drenanti, in assenza di falda freatica, e quindi il rivestimento impermeabile interessa esclusivamente la muratura controterra trascurando la pavimentazione dei locali interrati poiché si ritiene che l'acqua meteorica possa essere smaltita per gravità dalla cintura di drenaggio.

Nel caso di geometrie complesse della muratura interrata o quando risulta vantaggioso l'impiego di una membrana liquida al posto di una membrana prefabbricata, si propongono di seguito dei cicli di intervento basati su delle membrane liquide ad alte prestazioni, stese in doppio strato, che per garantire il più possibile sia l'uniformità dello spessore sia delle prestazioni meccaniche elevate prevedono tutti l'inserimento di una armatura al fine di costituire in opera un sistema di prestazioni superiori a quelli basati sulle vecchie spalmature di emulsione bituminosa e paragonabili a quello realizzato con una membrana prefabbricata.

Premessa

Si prevedono tre soluzioni di cui due, UNOLASTIC e IDROBIT sono a base di emulsioni bitume elastomero all'acqua mentre PURLASTIC FLASHING è a base di un elastomero poliuretano monocomponente e basso tenore di solventi.

Le prime all'acqua immediatamente dopo la posa sono sensibili alla pioggia e temono il gelo e sono da applicare prevalentemente nella stagione calda, mentre PURLASTIC FLASHING non teme il gelo, indurisce in breve tempo con l'umidità atmosferica per cui in pratica è insensibile alla pioggia.



Manto impermeabile con PURLASTIC FLASHING

Impermeabilizzazione eseguita mediante stesura di due mani a pennello, rullo o a spatola di impermeabilizzante liquido poliuretano-bitume per uno spessore finale di circa 1 mm, tipo **PURLASTIC FLASHING**, con allungamento a rottura >600%.

Il prodotto deve rispondere ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2, secondo i principi PI-MC-CR per la protezione del calcestruzzo.

Grandi superfici. Per superfici superiori ai 50 m² o supporti solleccati, si consiglia di armare il prodotto con **RINFOTEX EXTRA** (armatura in tessuto non tessuto in poliestere rivestito, si stende e si ingloba nell'impermeabilizzazione per ottenere migliori caratteristiche di resistenza dell'impermeabilizzazione), annegando l'armatura nella prima mano abbondante ancora fresca. Le sormonte dell'armatura dovranno essere di circa 10 cm.

Preparazione del sottofondo. Generalmente ha una buona adesione su cemento e altri substrati comuni anche senza l'utilizzo di promotori di adesione. I supporti con umidità >5%, i supporti polverosi o incoerenti devono essere preventivamente consolidati utilizzando **POLIDUR PRIMER**. Le condizioni di un supporto in cemento standard devono essere: durezza RC = 15 MPa, umidità <5%. Le superfici devono essere pulite, devono essere rimosse tracce di olio, grasso e

sporco in genere. Rimuovere i sali superficiali del cemento, i particolari non aderenti, agenti chimici, membrane ritardanti di evaporazione del cemento. Riempire le irregolarità del supporto con idonee malte.

Applicazione. **PURLASTIC FLASHING** è pronto all'uso per applicazione in verticale. Per applicazione in orizzontale con rullo o pennello diluire con "diluente per poliuretaniche" e applicare in due strati (spessore massimo 1 mm per mano). Per applicazioni con airless diluire è necessario diluire con diluente per poliuretaniche per facilitarne l'applicazione. Su supporti porosi o molto assorbenti applicare la prima mano diluita.

Consumo. Il consumo è di 1-1,5 kg/m².

Strato di protezione e drenaggio filtrante

Lo strato di protezione e drenaggio verticale verrà realizzato con un foglio bugnato in HDPE accoppiato ad un tessuto non tessuto filtrante di polipropilene resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe presenti nella terra tipo **PROTEFON TEX** dotato di una massa areica di 775 g/m².

Il foglio dovrà ricoprire tutto il rivestimento imper-

meabile e avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla compressione di 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h-m. Verrà applicato con la faccia ricoperta dal "non tessuto" rivolta verso la terra di riempimento e con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne tra loro. La sommità

dei teli ricoprirà la parte emergente fuori terra del manto impermeabile dove verrà fissata meccanicamente e verrà protetta utilizzando l'apposito profilo in plastica.

Al piede del muro controterra, il tessuto non tessuto verrà sfogliato dal foglio bugnato per 40÷50 cm e verrà risvoltato sul tubo di drenaggio perimetrale al fine di evitarne l'intasamento causato dalle parti più fini della terra di riempimento.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) che dovranno raggiungere almeno il 5% sul peso totale. Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45.

Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di

massa **SATURFIX** in misura del 1% sul peso del cemento. Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti. Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibrazione della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto. **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale

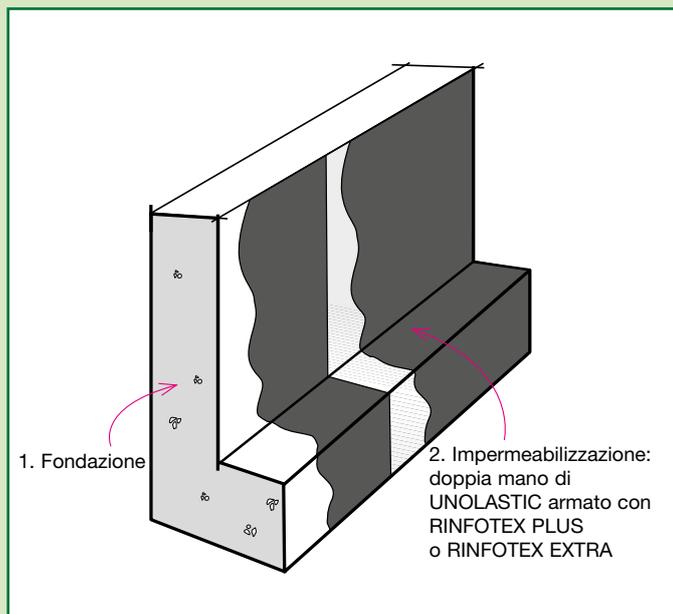
del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%.

L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.



Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni drenanti

Soluzioni con membrane liquide



Manto impermeabile con UNOLASTIC

Impermeabilizzazione eseguita mediante stesura a pennello, rullo, spatola o spruzzo di impermeabilizzante in pasta monocomponente pronto all'uso elastomero-bituminoso con allungamento a rottura del $240\pm 40\%$ secondo NFT46002 e Crack bridging ability $\geq 3,0$ mm secondo EN 14891, per uno spessore finale non inferiore a 1,5 mm, tipo **UNOLASTIC** (in caso di applicazione con armatura il consumo totale finale non sarà inferiore a 3-3,5 kg/m²).

Il prodotto deve rispondere ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2, secondo i principi PI-MC-CR per la protezione del calcestruzzo.

Grandi superfici. Qualora il sottofondo sia superiore a 25 m² si dovrà interporre, tra il primo e il secondo strato del prodotto, un'armatura in tessuto non tessuto di poliestere tipo **RINFOTEX PLUS** o **RINFOTEX EXTRA**, annegando l'armatura nella prima mano abbondante ancora fresca. Le sormonte dell'armatura dovranno essere di circa 10 cm.

Preparazione del sottofondo. Le superfici di calcestruzzo devono essere asciutte, perfettamente pulite ed esenti da polvere, olii, grassi, parti incoerenti e friabili o debolmente ancorate, residui di cemento, calce, intonaco o pitture. Verificare la planarità del sottofondo, le prestazioni meccaniche, la consistenza superficiale e l'umidità residua. I supporti umidi (umidità >3%) dovranno essere trattati con apposito primer **PRIMERBLOCK AB** con funzione di barriera vapore al fine di evitare distacchi e sbollature, per un

consumo di circa 1,5 kg/m², o in alternativa **EPOSTOP ABC** con un consumo di 700 g/m². Le parti degradate dovranno essere ripristinate con apposite malte in modo da ottenere una superficie uniforme e compatta. In caso di superfici friabili, applicare il primer all'acqua **PRIMER FIX** in ragione di circa 300 g/m². I giunti di dilatazione strutturali, dovranno essere progettati in funzione delle dimensioni e delle sollecitazioni. I giunti di frazionamento e perimetrali dovranno essere sigillati utilizzando il nastro guarnizione **COVERBAND ADHESIVE**.

Applicazione. Dopo 24 ore dall'eventuale applicazione del primer, applicare l'impermeabilizzante elastomero bituminoso monocomponente **UNOLASTIC**. Miscelare il prodotto se necessario e applicare con spatola liscia, pennello o rullo con spessore di circa 1 mm premendo per ottenere la massima adesione al sottofondo. A prodotto indurito, dopo aver rimosso l'eventuale condensa superficiale, applicare la seconda mano di **UNOLASTIC** per realizzare uno spessore totale continuo e uniforme da circa 1,5 a max 3 mm. In ogni caso i risvolti su parti piane devono sempre essere armati con **RINFOTEX PLUS**. Gli angoli interni ed esterni saranno preparati tagliando fazzoletti sagomati di armatura. L'armatura va sempre risvoltata sulle parti piane avendo cura di far aderire bene il tessuto negli angoli e spigoli curando particolarmente l'impregnazione. La seconda mano può essere applicata fresco su fresco se la prima è stata armata, il giorno successivo se non armata.

UNOLASTIC si applica a pennello, spazzolone, rullo, spatola, racla dentata o a spruzzo con apposite attrezzature, sia in orizzontale che in verticale.

Per ottenere uno spessore uniforme nell'applicazione a spatola si consiglia di utilizzare una spatola dentata con dente da 4-6 mm e successivamente ripassare con la parte liscia della spatola in modo da ottenere uno spessore uniforme di circa 2 mm. Dopo 4 giorni a 20°C il materiale è asciutto (nel periodo invernale con basse temperature utilizzare l'accelerante di indurimento **ACCELERATOR**) ed è pronto per essere rivestito con intonaci cementizi di protezione delle parti emergenti dal terreno. **Consumo.** 1,5 Kg/m² × mm di spessore. Consumo medio di prodotto con 2 mani senza armatura: ca. 2-2,5 Kg/m². Consumo medio di prodotto con armatura: ca. 3-3,5 Kg/m².



Strato di protezione e drenaggio filtrante

Lo strato di protezione e drenaggio verticale verrà realizzato con un foglio bugnato in HDPE accoppiato ad un tessuto non tessuto filtrante di polipropilene resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe presenti nella terra tipo **PROTEFON TEX** dotato di una massa areica di 775 g/m². Il foglio dovrà ricoprire tutto il rivestimento imper-

meabile e avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla compressione di 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h-m. Verrà applicato con la faccia ricoperta dal "non tessuto" rivolta verso la terra di riempimento e con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne tra loro. La sommità

dei teli ricoprirà la parte emergente fuori terra del manto impermeabile dove verrà fissata meccanicamente e verrà protetta utilizzando l'apposito profilo in plastica.

Al piede del muro controterra, il tessuto non tessuto verrà sfogliato dal foglio bugnato per 40÷50 cm e verrà risvoltato sul tubo di drenaggio perimetrale al fine di evitarne l'intasamento causato dalle parti più fini della terra di riempimento.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) che dovranno raggiungere almeno il 5% sul peso totale. Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45.

Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di

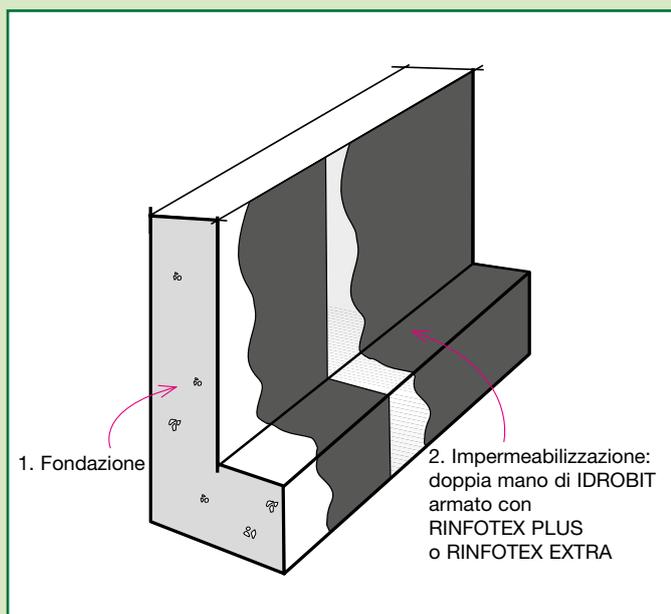
massa **SATURFIX** in misura del 1% sul peso del cemento. Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti. Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibrazione della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto. **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale

del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%.

L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.



Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni drenanti Soluzioni con membrane liquide



Manto impermeabile con IDROBIT

Impermeabilizzazione eseguita mediante stesura a pennello, rullo, spatola o spruzzo di impermeabilizzante in pasta monocomponente pronto all'uso elastomero-bituminoso con allungamento a rottura del 1.000% secondo NFT46002 e Crack bridging ability $\geq 10,0$ mm secondo EN 14891, per uno spessore finale non inferiore a 0,7 mm, tipo **IDROBIT**.

Il prodotto deve rispondere ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2, secondo i principi PI-MC-CR per la protezione del calcestruzzo.

Grandi superfici. Qualora il sottofondo sia superiore a 50 m² si dovrà interporre, tra il primo e il secondo strato del prodotto, un'armatura in tessuto non tessuto di poliestere tipo **RINFOTEX PLUS** o **RINFOTEX EXTRA**, annegando l'armatura nella prima mano abbondante ancora fresca. Le sormonte dell'armatura dovranno essere di circa 10 cm.

Preparazione del sottofondo. Le superfici di calcestruzzo devono essere asciutte, perfettamente pulite ed esenti da polvere, olii, grassi, parti incoerenti e friabili o debolmente ancorate, residui di cemento, calce, intonaco o pitture. Verificare la planarità del sottofondo, le prestazioni meccaniche, la consistenza superficiale e l'umidità residua. I supporti umidi (umidità >3%) dovranno essere trattati con apposito primer **PRIMERBLOCK AB** con funzione di barriera vapore al fine di evitare distacchi e sbollature, per un consumo di circa 1,5 kg/m², o in alternativa **POLIDUR PRIMER** con un consumo di 300 ml/m². Le parti degradate dovranno essere ripristinate

con apposite malte in modo da ottenere una superficie uniforme e compatta. In caso di superfici friabili, applicare il primer all'acqua **PRIMER FIX** in ragione di circa 300 g/m².

I giunti di dilatazione strutturali, dovranno essere progettati in funzione delle dimensioni e delle sollecitazioni. I giunti di frazionamento e perimetrali dovranno essere sigillati utilizzando il nastro guarnizione **COVERBAND ADHESIVE**.

Applicazione. Miscelare il prodotto se necessario e applicare con pennello, rullo, spazzolone o a spruzzo. Si applica il prodotto tal quale, oppure diluito al massimo con un 5% di acqua, con spessore di circa 0,7 mm. A prodotto indurito, dopo aver rimosso l'eventuale condensa superficiale, applicare la seconda mano di **IDROBIT** per realizzare uno spessore totale continuo e uniforme di circa 1,5 mm (2,5 mm se armato con **RINFOTEX PLUS** o **RINFOTEX EXTRA**). Dopo 4 giorni a 20°C il materiale è asciutto. **Consumo.** 1,0 Kg/m² × mm di spessore.

Strato di protezione e drenaggio filtrante

Lo strato di protezione e drenaggio verticale verrà realizzato con un foglio bugnato in HDPE accoppiato ad un tessuto non tessuto filtrante di polipropilene resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe presenti nella terra tipo **PROTEFON TEX** dotato di una massa areica di 775 g/m².

Il foglio dovrà ricoprire tutto il rivestimento impermeabile e avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla compressione di 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h-m.

Verrà applicato con la faccia ricoperta dal "non

tessuto" rivolta verso la terra di riempimento e con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne tra loro. La sommità dei teli ricoprirà la parte emergente fuori terra del manto impermeabile dove verrà fissata meccanicamente e verrà protetta utilizzando l'apposito profilo in plastica.

Al piede del muro controterra, il tessuto non tessuto verrà sfogliato dal foglio bugnato per 40÷50 cm e verrà risvoltato sul tubo di drenaggio perimetrale al fine di evitarne l'intasamento causato dalle parti più fini della terra di riempimento.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

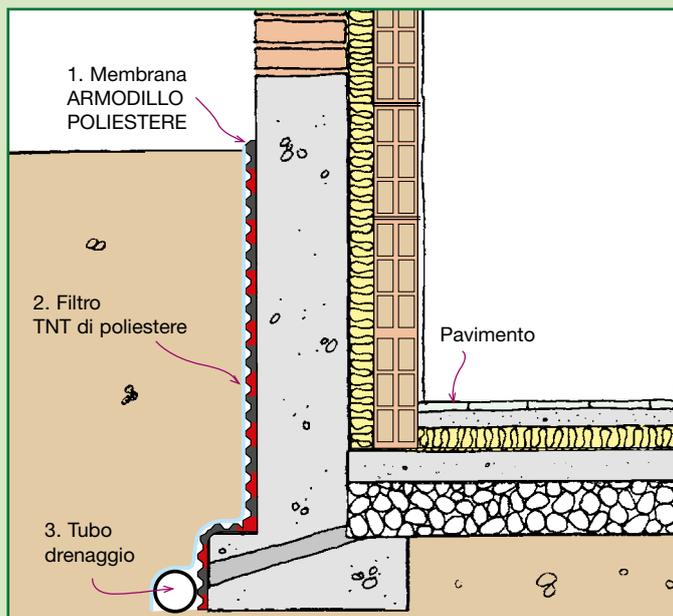
Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) che dovranno raggiungere almeno il 5% sul peso totale. Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45.

Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di massa **SATURFIX** in misura del 1% sul peso del cemento. Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti. Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibrazione

della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto. **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%.

L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.

Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni drenanti



Situazione

Opere interrato in terreni drenanti protette con membrana drenante corazzata. La soluzione tecnica proposta riguarda la parte interrata degli edifici costruiti su terreni sufficientemente drenanti, in assenza di falda freatica, e quindi il rivestimento impermeabile interessa esclusivamente la muratura controterra trascurando la pavimentazione dei locali interrati poiché si ritiene che l'acqua meteorica possa essere smaltita per gravità dalla cintura di drenaggio. Per la protezione dei muri dall'umidità del terreno spesso vengono usate vernici bituminose o spalmature di bitume fuso. Lo spessore del trattamento, per essere veramente efficace, si aggira intorno ai 3-4 mm, ma molto spesso è difficile stendere uno spessore uniforme, inoltre il film protettivo non è armato e si fessura alla comparsa della prima cavillatura della superficie cementizia. È quindi molto più conveniente impiegare una membrana prefabbricata armata con un "tessuto non tessuto" di poliestere che può offrire una superiore elasticità, uniformità di spessore, resistenza al punzonamento e alle cavillature. Il rivestimento va poi protetto perché durante la fase di reinterro non venga forato e si dovrà prevedere un adeguato drenaggio verticale da raccordare alla cintura di drenaggio perimetrale, posta al piede dell'edificio, al fine di evitare ristagni di acqua meteorica a ridosso dell'impermeabilizzazione. L'impiego di uno strato prefabbricato specializzato, come ARMODILLO POLIESTERE, che assolve sia la funzione di tenuta all'acqua sia la funzione drenante, sia la funzione protettiva, può essere vantaggioso quando scarseggia l'inerte drenante.

Primer

La superficie del muro controterra verrà preventivamente trattata con una mano di primer bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici

alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo **INDEVER**, a base di bitume, additivi e solventi con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s.

Manto impermeabile

Dopo essiccazione del primer, sulla superficie da rivestire verrà incollata in completa aderenza a fiamma la membrana impermeabilizzante multifunzionale speciale, bitume distillato polimero elastoplastomerica corazzata, protettiva e drenata, armata con



resistere al punzonamento dinamico di un martello da 1 kg che cada da 50 cm di altezza su di un punzone a due coltelli conforme UNI8202.

La membrana dovrà avere una forza di adesione al calcestruzzo superiore a 100 KPa. La membrana corazzata va incollata in totale aderenza a fiamma sul muro da rivestire, con la faccia bugnata rivolta verso l'esterno. I teli vanno sormontati e saldati lateralmente lungo la linea di sormonto previsto nella membrana, mentre la tenuta lungo la linea di accostamento delle teste dei teli sarà ottenuta incollando la testa delle membrane su una fascia di tagliamuro di membrana armata poliestere alta 14 cm che sarà stata preventivamente incollata sul muro. I dettagli e i raccordi di più difficile esecuzione verranno realizzati con membrane a faccia liscia armate con tessuto non tessuto di poliestere tipo **TESTUDO**.

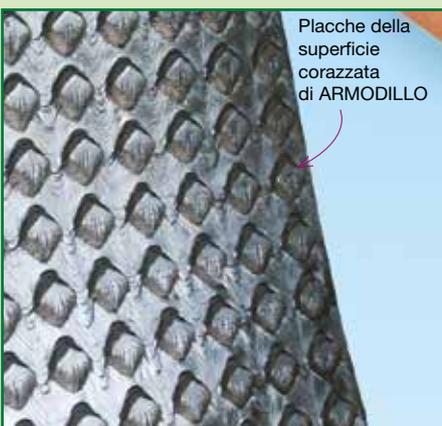
Il manto impermeabile proseguirà fuori terra per almeno 20÷30 cm. Per evitare l'intasamento dell'intercapedine di drenaggio, causato dalle parti più fini del terreno, riscaldando leggermente con la fiamma le bugne termoadesive della membrana, verrà fissato su di queste uno strato filtrante costituito da un tessuto non tessuto di poliestere da 200 g/m² tipo Filtro che verrà risvoltato al piede del muro interrato, sul tubo drenante.

tessuto non tessuto di poliestere ad alta resistenza tipo **ARMODILLO POLIESTERE**.

ARMODILLO è la membrana impermeabilizzante multifunzionale che assolve da sola tutte le funzioni sopra citate.

L'additivazione, come indicato nei casi successivi, del getto di cls riguardante il solo dado di fondazione perimetrale, che costituisce la parte più profonda dell'opera e la più esposta all'acqua, è una precauzione utile in quelle zone ad alta piovosità.

La faccia superiore della membrana sarà corazzata da placche di mescola in bitume distillato polimero, di spessore 6 mm, di forma romboidale in numero di 1.567 placche/m². Lo spessore della membrana nelle parti piane dovrà essere di 2,5 mm e dovrà



Placche della superficie corazzata di ARMODILLO

Strato di protezione e drenaggio filtrante

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

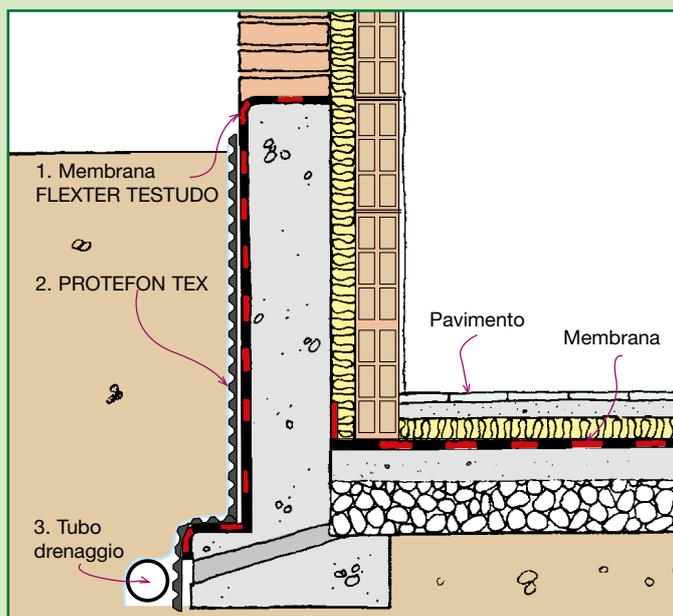
Vedi caso precedente



ESEMPI DI FONDAZIONI IMPERMEABILIZZATE CON LA MEMBRANA CORAZZATA "ARMODILLO"



Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni umidi



Situazione

Vani interrati in terreni argillosi. È una situazione a rischio elevato di penetrazione dell'umidità. I terreni argillosi sono in grado di adescare l'umidità da una falda profonda da 3 fino ad 8 m e durante le precipitazioni trattengono l'acqua meteorica a lungo.

La soluzione proposta prevede il rivestimento delle pareti contro terra ed il rivestimento delle pareti orizzontali sotto pavimento con una membrana spessa 4 mm e armata con "tessuto non tessuto" di poliestere, integrati dall'additivazione del getto di fondazione con fluidificante e idrofugo di massa. Particolare attenzione progettuale va rivolta al livello raggiungibile da un improvviso innalzamento della falda freatica perché, se la stratigrafia posta sopra il manto impermeabile che riveste la parte orizzontale non è in grado di controbilanciare la spinta, questa può causare lo sfondamento del pavimento e del manto stesso. Se si è in presenza di una falda a livello variabile è conveniente passare alla soluzione E.

Primer

La superficie del muro controterra verrà preventivamente trattata con una mano di primer

bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo **INDEVER**, a base di bitume, additivi e

solventi con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s.

Manto impermeabile

Dopo essiccazione del primer, verrà incollata, in completa aderenza a fiamma, una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 4 mm di spessore, tipo **FLEXTER TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE**, certificata con Agreement/DVT dell'I.T.C.-CNR a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E

di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L./T. di 850/750 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L./T. del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN1109) di -20°C ed una tenuta al calore a caldo (EN1110) di 140°C.

I teli disposti nel senso verticale verranno sormontati per 10 cm e la sovrapposizione verrà saldata a fiamma, scenderanno a rivestire il dado di fondazione e proseguiranno fuori terra per una quota di almeno 30-40 cm. Per quanto riguarda il problema dell'isolamento termico valgono le considerazioni fatte nei precedenti capitoli. I teli verranno stesi a secco sul magrone e sovrapposti per 10 cm circa. Il sormonto tra i teli verrà accuratamente saldato a fiamma e questi verranno risvoltati e incollati a fiamma sulle parti verticali per almeno 10 cm sopra il livello del pavimento.

Strato di protezione drenante e filtrante

Lo strato di protezione e drenaggio verticale verrà realizzato con un foglio bugnato in HDPE accoppiato ad un tessuto non tessuto filtrante di polipropilene resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe presenti nella terra tipo **PROTEFON TEX** dotato di una massa areica di 775 g/m². Il foglio dovrà ricoprire tutto il rivestimento imper-

meabile e avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm, una resistenza alla compressione di 19.000 kg/m² ed una capacità drenante di 16,6 m³/h-m. Verrà applicato con la faccia ricoperta dal "non tessuto" rivolta verso la terra di riempimento e con sovrapposizione tra i teli di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne tra loro. La sommità dei teli

ricoprirà la parte emergente fuori terra del manto impermeabile dove verrà fissata meccanicamente e verrà protetta utilizzando l'apposito profilo in plastica. Al piede del muro controterra, il tessuto non tessuto verrà sfogliato dal foglio bugnato per 40÷50 cm e verrà risvoltato sul tubo di drenaggio perimetrale al fine di evitarne l'intasamento causato dalle parti più fini della terra di riempimento.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) che dovranno raggiungere almeno il 5% sul peso totale. Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45. Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di massa

SATURFIX in misura del 1% sul peso del cemento.

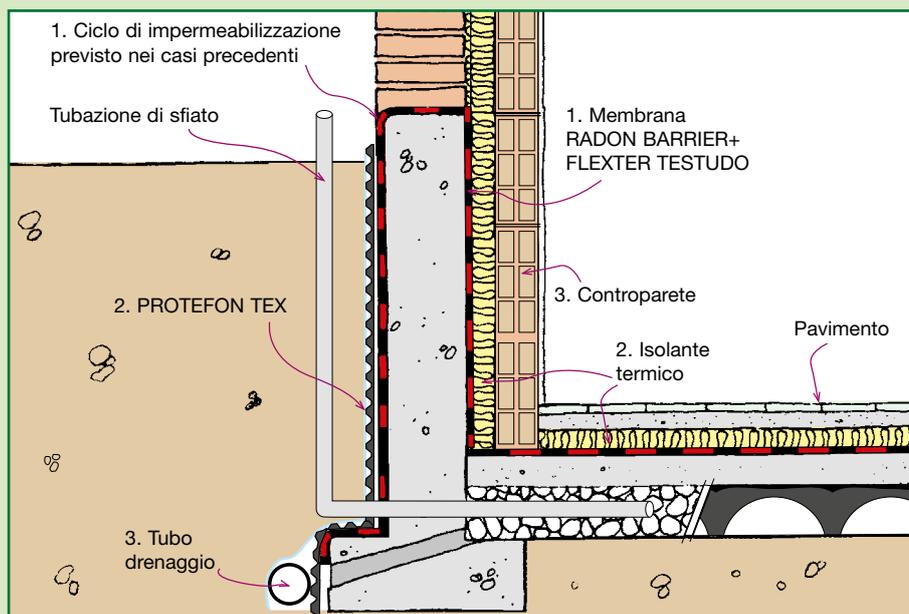
Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti. Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibrazione della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto.

L'additivo **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo

norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%. L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.

Cantine, seminterrati e muri controterra su terreni umidi e drenanti

Soluzione a protezione dal Gas Radon



Situazione

Vani interrati in terreni sia argillosi che drenanti invasi dal gas Radon. È una situazione a rischio elevato di penetrazione del gas radioattivo che può entrare da una superficie maggiore. La soluzione proposta prevede il rivestimento delle pareti contro terra con i sistemi descritti nei precedenti casi: **B1, B5, C**. Il rivestimento interno contro la penetrazione dell'acqua e antiradon sarà steso sotto il pavimento e sulle pareti. Una o più tubazioni di sfiato, che potranno essere collegate ad un sistema di aspirazione, verranno inserite nel vespaio come ulteriore misura di sicurezza contro la diffusione del Radon. Particolare attenzione progettuale va rivolta al livello raggiungibile da un improvviso innalzamento della falda freatica perché, se la stratigrafia interna posta sopra il manto impermeabile antiradon non è in grado di controbilanciare la spinta, questa può causare lo sfondamento del pavimento e del manto stesso. Se si è in presenza di una falda a livello variabile è conveniente passare alla soluzione successiva prevista sotto falda freatica.

Impermeabilizzazione esterna

Primer

La superficie del muro controterra verrà preventivamente trattata con una mano di primer

specifico del ciclo di intervento previsto per i casi: **B1, B5, C**.

Manto impermeabile

Conforme il ciclo prescelto elencato nei casi precedenti con l'avvertenza di proseguire fuori-

terra collegandolo alla eventuale stratificazione tagliamuro.

Impermeabilizzazione interna con protezione dal Gas Radon

Primer

Le pareti interne verranno invece trattate con una

mano di primer bituminoso di adesione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume distillato polimero, tipo **ECOVER**, a

base di un'emulsione bituminosa all'acqua con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 37%.

Manto impermeabile

- Impermeabilizzazione e barriera monostrato

Sarà costituita da una membrana impermeabilizzante multifunzionale in bitume distillato polimero elastoplastomerica di 4 mm di spessore tipo **RADON BARRIER POLIESTERE**, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura in tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo Spunbond. Il foglio avrà le seguenti caratteristiche determinate conforme le norme EN: forza a trazione massima Long./Trasv. (EN 12311-1) di 700/500 N/50 mm; allungamento a rottura L/T del 40/45%; flessibilità a freddo di -10°C; resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691-A) di 1250 mm; resistenza al punzonamento statico (EN 12691-B) 20 kg; resistenza alla lacerazione con il chiodo L/T [EN 12310-1] di 160/200 N. La membrana dovrà fornire una permeabilità certificata al RADON < 10 cm³/m² x24h xatm. I teli verranno posati a secco sul magrone in calcestruzzo e verranno sormontati per 10 cm. La saldatura della sovrapposizione verrà eseguita con la fiamma di un bruciatore a gas propano. Dopo essiccazione del primer steso sulle pareti, i teli di **RADON BARRIER POLIESTERE**, disposti nel senso verticale, le rivestiranno in totale aderenza a fiamma fino a collegarsi anch'essi alla eventuale stratificazione tagliamuro e scenderanno per almeno 10 cm sul rivestimento della parte piana dove vi saranno incollati a fiamma. Le sovrapposizioni per 10 cm verranno saldate a fiamma.

In alternativa:

- Impermeabilizzazione e barriera bistrato

Nei casi più gravi di inquinamento si procederà con un manto bistrato. Sulla parte orizzontale, destinata ad essere pavimentata, sarà stesa a secco, con sormonti di 10 cm saldati a fiamma, la membrana impermeabilizzante multifunzionale in bitume distillato polimero elastoplastomerica di 4 mm di spessore tipo **RADON BARRIER/V**, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura in feltro di vetro imputrescibile a cui è accoppiata una lamina di alluminio che costituisce una ulteriore barriera al RADON praticamente impenetrabile. Il foglio avrà le seguenti caratteristiche determinate conforme le norme EN: forza a trazione massima Long./Trasv. (EN 12311-1) di 450/350 N/50 mm; allungamento a rottura L/T del 3/3%; flessibilità a freddo di -10°C e dovrà fornire una permeabilità al RADON certificata <<0,1 cm³/m² x24h xatm. Dopo essiccazione del primer steso sulle pareti, i teli di **RADON BARRIER/V**, disposti nel senso verticale, le rivestiranno in totale aderenza a fiamma fino a collegarsi anch'essi alla eventuale stratificazione tagliamuro e scenderanno per almeno 10 cm sul rivestimento della parte piana dove vi saranno incollati a fiamma. Le sovrapposizioni per 10 cm verranno saldate a fiamma. A cavallo dei sormonti dello strato precedente, sia in piano che sulle parti verticali, verranno incollati in totale aderenza a fiamma i fogli del secondo strato impermeabile che sarà posato con le medesime modalità e sarà costituito dalla membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 4 mm di spessore, tipo **FLEXTER**

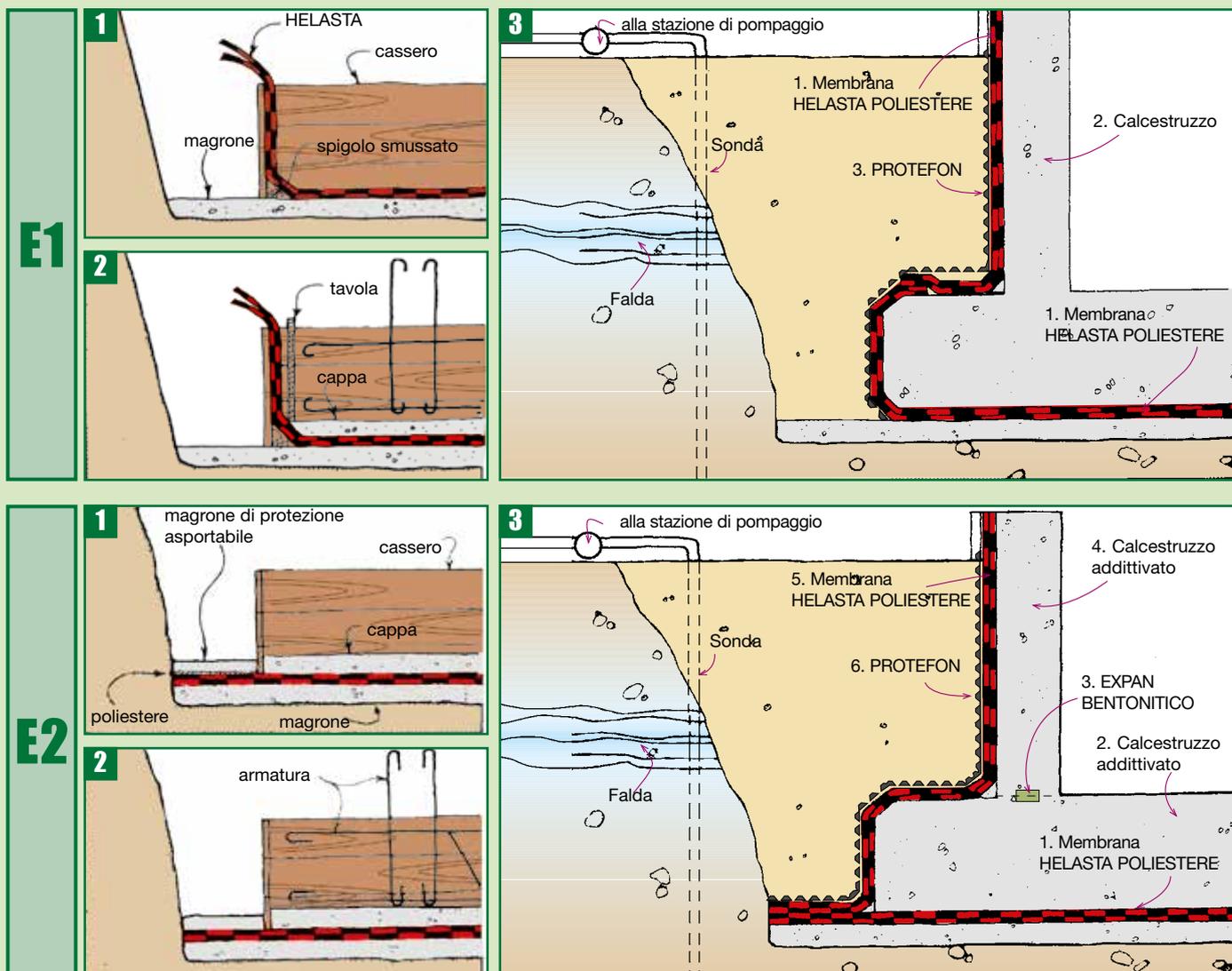
TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE certificata con Agreement/DVT dell'I.T.C.- CNR a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L/T. di 850/750 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T. del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN1109) di -20°C ed una tenuta al calore a caldo (EN1110) di 140°C.

Strato di protezione e drenaggio filtrante

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

vedi caso precedente

Vani interrati costantemente sotto falda freatica o in vicinanza di falda



Situazione

Vani interrati costantemente o periodicamente sotto falda freatica. L'armonizzazione delle diverse fasi e tra i diversi operatori del cantiere è basilare per la riuscita dei lavori poiché un difetto sul sistema di tenuta primario può rendere inagibili i vari interrati, in presenza di falda è opportuno integrare l'impermeabilizzazione additivando i getti del cls e inserendo nell'interfaccia delle riprese di getto i cordoli idroespendenti.

Questo tipo di impermeabilizzazione è decisamente più impegnativo delle precedenti e particolari cure andranno rivolte alla scelta dei materiali, alla realizzazione della fondazione e alla progettazione delle opere accessorie; alcuni suggerimenti sono riportati nei capitoli successivi. Il materiale proposto, **HELASTA**

POLIESTERE, è una membrana bitume-elastomero armata con un non tessuto di poliestere; data l'elevatissima elasticità del compound che riveste il non tessuto, questa è in grado di assorbire senza rompersi le fessurazioni delle superfici sulle quali è applicata e gli eventuali scorrimenti che si potrebbero verificare fra magrone, e fondazione, rimanendo impermeabile anche sotto deformazione.

Tutta la fondazione portante e resistente alla pressione dell'acqua viene contenuta dal manto impermeabile. Innanzitutto, per eseguire i lavori, è necessario abbassare il livello della falda freatica attorno alla zona interessata allo scavo di fondazione: vengono usati dei sistemi di pompaggio tipo "well point" che lavorano in continuo e sono muniti di un circuito ausiliario che entra in funzione in caso di guasto del sistema

principale o per mancanza di energia. È molto importante garantire la continuità del pompaggio poiché in caso di fermata delle pompe la falda si innalza e sposta o sfonda le opere che non hanno raggiunto il peso o la resistenza necessaria a bilanciare la spinta dell'acqua. Per raggiungerlo il fondo dello scavo, viene realizzata una platea in c.l.s. lisciata a frattazzo che costituirà il piano di posa del manto impermeabile e successivamente della fondazione vera e propria. Sopra la platea verrà quindi applicato il rivestimento costituito da due membrane **HELASTA POLIESTERE**. Successivamente, dopo aver eseguito il getto di fondazione ed aver innalzato i muri perimetrali, ci si racconderà con l'impermeabilizzazione orizzontale per proseguire lo stesso rivestimento anche in verticale fino a 30-50 cm fuori terra.



Particolare della fase di pompaggio per l'abbassamento della falda



Posa del manto impermeabile direttamente sul magrone di fondo e successiva protezione con cappa



Getto in cls e lisciatura dello zoccolo destinato a ricevere l'impermeabilizzazione



Particolare dell'impermeabilizzazione della muratura in elevazione



Manto impermeabile

Nella zona di sterzo il livello della falda freatica verrà abbassato e mantenuto ad una quota di almeno 50 cm inferiore a quella di scavo.

Il fondo della fossa verrà ragguagliato con una platea in c.l.s. magro accuratamente lisciata a frattazzo, sulla quale verranno appoggiate i casseri di fondazione muniti al piede, nella parte interna, di una angolare in legno a sezione triangolare di 5 cm di lato quale smusso di raccordo fra piano orizzontale e piano verticale. Sul magrone verranno applicati due strati di rivestimento costituiti da una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastomero di 4 mm di spessore, tipo **HELASTA POLIESTERE**, certificata con Agrement/DVT dell'I.T.C.-CNR, a base di gomma termoplastica stirolo butadiene radiale e bitume distillato, con allungamento a rottura del 2000% e ripresa elastica (NF-XP 84-360) del 300%, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond, stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN 12311-1) L/T di 850/700 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza alla fatica (UEAtc) superiore a 1.000 cicli sul materiale nuovo e superiore a 500 cicli sul materiale invecchiato artificialmente, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a

caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -25°C ed una stabilità di forma a caldo (EN 1110) di 100°C. Il primo strato verrà posato a secco sul magrone in calcestruzzo con sovrapposizioni di 10 cm saldate con la fiamma di un bruciatore a gas propano e sarà risvoltato sui casseri di fondazione; il secondo strato, posto a cavallo delle sormonte del foglio precedente, verrà incollato completamente a fiamma al primo strato fino a rivestire i casseri di fondazione e prevedendo sempre fra i teli sovrapposizioni di 10 cm.

Al fine di evitare lacerazioni del manto impermeabile durante la posa del ferro di armatura di fondazione, su questo verrà gettata una cappetta in c.l.s. di 3÷4 cm di spessore e verranno appoggiate delle tavole in legno a protezione della parte verticale che riveste i casseri. Successivamente, posata l'armatura e gettato il calcestruzzo, le tavole protettive verranno tolte e prima della presa del getto, con un frattazzo, verranno arrotondati gli spigoli fra lo zoccolo di fondazione e muro in elevazione. I casseri di fondazione verranno lasciati in loco fino all'elevazione dei muri, questi ultimi saranno trattati con una mano di primer bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo **INDEVER**, a base di bitume, additivi e solventi con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s.

Quindi verranno allontanati i casseri e la fascia del manto che risborda verrà risvoltato e incol-

lato sullo zoccolo di fondazione. Il rivestimento verticale sarà costituito da due membrane della stessa natura raccordate a fiamma al rivestimento orizzontale con una sovrapposizione di almeno 20 cm.

Il primo strato verrà incollato a fiamma sul muro fino ad una quota di 30÷50 cm fuori terra, prevedendo sormonte di 10 cm, il secondo strato, posato a cavallo delle saldature del precedente, vi verrà incollato completamente a fiamma seguendo le medesime modalità.

La soluzione "**E2**" differisce dal metodo "**E1**" solo per un diverso sistema di collegamento fra impermeabilizzazione orizzontale e verticale. Il manto steso sul magrone di fondazione viene lasciato in piano e la parte che non verrà coperta dalla fondazione resistente sarà protetta da un non tessuto di poliestere da 500 gr/m² steso a secco, su questo, come ulteriore protezione meccanica, verrà stesa una malta cementizia di sp. 2÷3 cm che permette il pedonamento temporaneo della parte sporgente di manto durante la fase di allestimento della fondazione. La malta cementizia applicata sul non tessuto non aderisce all'impermeabilizzazione per cui al momento di collegare il rivestimento orizzontale con il verticale la protezione potrà essere rimossa con facilità.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) di almeno il 5% sul peso totale.

Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45. Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di massa **SATURFIX** in misura del 1% sul peso del cemento. Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo

cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti.

Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibrazione della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto.

L'additivo **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione

d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%.

L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.

Waterstop

Nell'interfaccia delle riprese di getto delle opere di fondazione la tenuta all'acqua verrà ottenuta con un Waterstop costituito da un cordolo in gomma idroespansiva tipo **EXPAN BENTONITICO** con espansione del 100% dopo 7 giorni di immersione. Il cordolo sarà fissato ogni 20-30 cm con chiodi di acciaio mentre, se

la superficie è irregolare è preferibile impiegare un adesivo poliuretano tipo **POLIBOND PUR**.

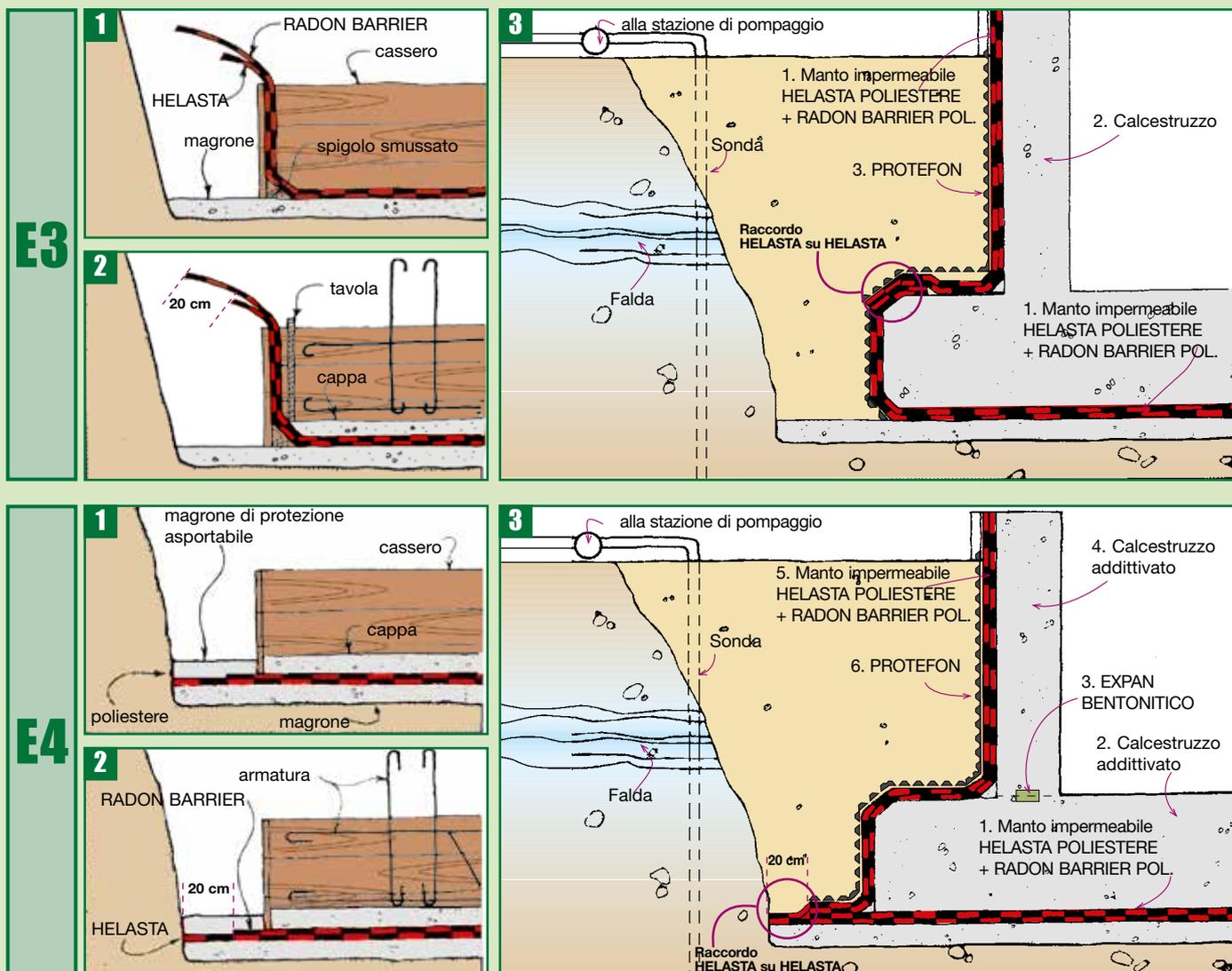
La posa di **EXPAN BENTONITICO** va eseguita immediatamente prima del getto, fissando il cordolo a 7-8 cm dal bordo dello stesso e le giunzioni verranno ottenute accostando lateralmente per 10-15 cm le due estremità da congiungere.

Strato di protezione

Lo strato di protezione della membrana applicata sui muri controterra sarà costituita da un foglio bugnato in HDPE tipo **PROTEFON**, resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe del terreno. Il foglio avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm e una resistenza alla

compressione pari a 19.000 kg/m². Verrà applicato con le cuspidi rivolte verso il terreno e con sovrapposizioni di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne. I teli verranno fissati meccanicamente, utilizzando l'apposito profilo, ad una quota di 10-15 cm fuori terra e rivestiranno completamente la membrana impermeabile fino al piede della fondazione.

Vani interrati costantemente sotto falda freatica o in vicinanza di falda Soluzione a protezione dal Gas Radon



Situazione

Vani interrati costantemente o periodicamente sotto falda freatica su terreni invasi dal gas Radon. La situazione è la stessa indicata nel caso precedente ma in presenza di

inquinamento da gas Radon per cui il secondo strato sarà costituito dalla membrana **RADON BARRIER POLIESTERE**.

Le fasi di posa sono le stesse e l'unica avvertenza sarà quella di collegare nel punto di

raccordo fra parte piana e parte verticale le membrane **HELASTA POLIESTERE** come indicato nei disegni.

Manto impermeabile e protezione dal Gas Radon

Nella zona di sterro il livello della falda freatica verrà abbassato e mantenuto ad una quota di almeno 50 cm inferiore a quella di scavo. Il fondo della fossa verrà ragguagliato con una platea in cls. magro accuratamente lisciata a frattazzo, sulla quale verranno appoggiati i casseri di fondazione muniti al piede, nella parte interna, di una angolare in legno a sezione triangolare di 5 cm di lato quale smusso di raccordo fra piano orizzontale e piano verticale.

Sul magrone verranno applicati due strati di rivestimento il primo costituito da una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastomerica di 4 mm di spessore, tipo **HELASTA POLIESTERE**, certificata con Agreement/DVT dell'I.T.C.-CNR, a base di gomma termoplastica stirolo butadiene radiale e bitume distillato, con allungamento a rottura del 2000% e ripresa elastica (NF-XP 84-360) del 300%, con armatura

composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond, stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN 12311-1) L/T di 850/700 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza alla fatica (UEAtc) superiore a 1.000 cicli sul materiale nuovo e superiore a 500 cicli sul materiale invecchiato artificialmente, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -25°C ed una stabilità di forma a caldo (EN 1110) di 100°C. Il secondo costituito dalla membrana impermeabilizzante multifunzionale in bitu-

me distillato polimero elastoplastomerica di 4 mm di spessore tipo **RADON BARRIER POLIESTERE**, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura in tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo Spunbond. Il foglio avrà le seguenti caratteristiche determinate conforme le norme EN: forza a trazione massima Long./Trasv. (EN 12311-1) di 700/500 N/50 mm; allungamento a rottura L/T del 40/45%; flessibilità a freddo di -10°C; resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691-A) di 1250 mm; resistenza al punzonamento statico (EN 12691-B) 20 kg; resistenza alla lacerazione con il chiodo L/T [EN 12310-1] di 160/200 N.

La membrana dovrà fornire una permeabilità certificata al RADON < 10 cm³/m² x24h xatm. Il primo strato verrà posato a secco sul magrone in calcestruzzo con sovrapposizioni di 10 cm saldate con la fiamma di un bruciatore a gas propano e sarà risvoltato sui casseri di fondazione; il secondo strato, posto a cavallo dei



sormonti del foglio precedente, verrà incollato completamente a fiamma al primo strato fino a rivestire i casseri di fondazione sopravanzando lo strato precedente per almeno 20 cm e prevedendo sempre fra i teli sovrapposizioni di 10 cm saldate a fiamma.

Al fine di evitare lacerazioni del manto impermeabile durante la posa del ferro di armatura di fondazione, su questo verrà gettata una cap-petta in cls di 3÷4 cm di spessore e verranno appoggiate delle tavole in legno a protezione della parte verticale che riveste i casseri.

Successivamente, posata l'armatura e gettato il calcestruzzo, le tavole protettive verranno tolte e prima della presa del getto, con un frattazzo, verranno arrotondati gli spigoli fra lo zoccolo di fondazione e muro in elevazione.

I casseri di fondazione verranno lasciati in loco fino all'elevazione dei muri, questi ultimi saranno trattati con una mano di primer bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo **INDEVER**, a base di bitume, additivi e solventi con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s.

Quindi verranno allontanati i casseri e la fascia del manto che risborda verrà risvoltato e incollato sullo zoccolo di fondazione. Il rivestimento verticale sarà costituito da due membrane della stessa natura raccordate a fiamma al rivestimento orizzontale con una sovrapposizione di almeno 20 cm provvedendo a raccordare prima

le membrane **RADON BARRIER POLIESTERE** e successivamente le membrane **HELASTA POLIESTERE**.

Il primo strato verrà incollato a fiamma sul muro fino ad una quota di 30÷50 cm fuori terra, prevedendo sormonti di 10 cm, il secondo strato, posato a cavallo delle saldature del precedente, vi verrà incollato completamente a fiamma seguendo le medesime modalità.

La soluzione "E3" differisce dal metodo "E4" solo per un diverso sistema di collegamento fra impermeabilizzazione orizzontale e verticale.

In questo caso sarà la membrana **HELASTA POLIESTERE** a sopravanzare per almeno 20 cm la membrana **RADON BARRIER POLIESTERE** sul magrone di fondazione che resta scoperto in modo da collegare poi fra loro le membrane **HELASTA POLIESTERE**.

Il manto steso sul magrone di fondazione viene lasciato in piano e la parte che non verrà coperta dalla fondazione resistente sarà protetta da un non tessuto di poliestere da 500 gr/m² steso a secco, su questo, come ulteriore protezione meccanica, verrà stesa una malta cementizia di sp. 2÷3 cm che permette il pedonamento temporaneo della parte sporgente di manto durante la fase di allestimento della fondazione.

La malta cementizia applicata sul non tessuto non aderisce all'impermeabilizzazione per cui al momento di collegare il rivestimento orizzontale con il verticale la protezione potrà essere demolita e rimossa con facilità.

Confezionamento di calcestruzzi per getti di fondazioni e massetti impermeabili

Il calcestruzzo per fondazioni impermeabili dovrà essere costituito da cemento a basso calore di idratazione con contenuto in cemento uguale o maggiore di 350 kg/m³ e da inerti in perfetta granulometria (UNI 7163), con parti fini (0,2 mm) di almeno il 5% sul peso totale.

Il rapporto di acqua/cemento dovrà essere mantenuto su valori uguali o inferiori a 0,45. Il calcestruzzo impermeabile sarà ottenuto con l'aggiunta del superfluidificante **FLUXAN** in misura dell'1,5% sul peso del cemento e dell'idrofugo di massa **SATURFIX** in misura del 1% sul peso del cemento. Gli additivi verranno aggiunti, secondo il dosaggio stabilito durante il confezionamento del calcestruzzo, avendo cura di mescolare l'impasto additivato per altri 3 minuti.

Si dovranno evitare tempi eccessivi di vibra-

zione della gettata e si dovrà aver cura che la stagionatura avvenga in modo corretto.

L'additivo **FLUXAN** dovrà avere le seguenti caratteristiche e proprietà: densità del prodotto 1,15±0,01 kg/l, residuo secco secondo norme UNI 7111-72 uguale al 32%; tensione superficiale del prodotto in soluzione acquosa per rapporto A/C=0,5 secondo norma UNI 7117-72: 0,078 N/m; contenuto in cloro assente secondo norma UNI 7117-72; quantità d'acqua per ottenere la pasta normale (secondo DM 3/8/86 Capo II, sez. I, art. 7): cc 120; riduzione d'acqua nella pasta additivata con **FLUXAN** all'1,5% riferito alla massa di cemento: 15%.

L'additivo **SATURFIX** dovrà avere le seguenti caratteristiche: densità del prodotto a 20°C 1,03±0,01 kg/litro; valore del pH 9.

Waterstop

Nell'interfaccia delle riprese di getto delle opere di fondazione la tenuta all'acqua verrà ottenuta con un Waterstop costituito da un cordolo in gomma idroespansiva tipo **EXPAN BENTONITICO** con espansione del 100% dopo 7 giorni di immersione. Il cordolo sarà fissato ogni 20-30 cm con chiodi di acciaio mentre, se

la superficie è irregolare è preferibile impiegare un adesivo poliuretano tipo **POLIBOND PUR**.

La posa di **EXPAN BENTONITICO** va eseguita immediatamente prima del getto, fissando il cordolo a 7-8 cm dal bordo dello stesso e le giunzioni verranno ottenute accostando lateralmente per 10-15 cm le due estremità da congiungere.

Strato di protezione

Lo strato di protezione della membrana applicata sui muri controterra sarà costituita da un foglio bugnato in HDPE tipo **PROTEFON**, resistente agli agenti chimici, ai batteri e alle muffe del terreno. Il foglio avrà uno spessore delle cuspidi di 8 mm e una resistenza alla

compressione pari a 19.000 kg/m². Verrà applicato con le cuspidi rivolte verso il terreno e con sovrapposizioni di 10 cm ca. ottenute per incastro delle bugne. I teli verranno fissati meccanicamente, utilizzando l'apposito profilo, ad una quota di 10-15 cm fuori terra e rivestiranno completamente la membrana impermeabile fino al piede della fondazione.

L'evento sismico e la funzione impermeabilizzante dei manti impermeabili di fondazione

Ricerche sperimentali hanno mostrato che una impermeabilizzazione di fondazione correttamente realizzata per resistere alle scosse sismiche senza lacerarsi, deve essere ottenuta per sovrapposizione di più fogli di materiale impermeabile. Nel caso di una superficie monostrato, infatti, un eventuale scorrimento avrebbe luogo necessariamente fra questa stessa ed una delle superfici di calcestruzzo ad essa adiacenti (della piastra di fondazione o del magrone) con la conseguenza che le particelle distaccate per attrito dalla superficie di calcestruzzo danneggerebbero irrimediabilmente il manto impermeabile. Per evitare tale inconveniente, si deve quindi far sì che lo scorrimento si verifichi fra due fogli impermeabili adiacenti.

Ricerca sperimentale index

INDEX S.p.A. ha realizzato i sistemi antisismici FLEXTER TESTUDO ed HELASTA e in collaborazione con il Prof. C. CHESI ha condotto una ricerca sperimentale presso il Laboratorio Prove Materiali del Politecnico di Milano. L'indagine svolta si proponeva lo scopo di:

1. Caratterizzare numericamente la funzione antisismica del sistema, rilevando la riduzione delle forze di inerzia.
2. Rilevare l'entità dello spostamento orizzontale relativo ad ogni sistema.
3. Verificare se la funzione impermeabilizzante del sistema rimane inalterata dopo aver subito la sollecitazione del sisma.

La preparazione del sistema antisismico

Le superfici isolanti provate sono state realizzate secondo la seguente procedura:

1. posa di un primo foglio impermeabile, saldato a fiamma sul magrone di fondazione;
2. posa di una membrana, semplicemente appoggiata allo strato precedente;
3. saldatura a fiamma di una seconda membrana sulla prima; l'insieme delle due viene a costituire la vera e propria superficie isolante, che aderirà saldamente alla piastra di fondazione, gettata direttamente su di essa, e potrà invece scorrere sul primo strato impermeabile. Quest'ultimo, dunque, costituisce un semplice strato di sacrificio, con la sola funzione di localizzare lo scorrimento, come voluto fra due fogli impermeabili.

Sono stati provati quattro sistemi isolanti diversamente realizzati, il secondo e terzo strato erano costituiti da membrane uguali, due FLEXTER TESTUDO o due HELASTA di 4 mm di spessore.

Le membrane di tipo FLEXTER TESTUDO sono realizzate con una mescola di bitume elastoplastomerica armata con "non tessuto" di poliestere da filo continuo, mentre le membrane HELASTA sono a base di bitume polimero elastomerico e armate con un "non tessuto" di poliestere da filo continuo.

Lo strato di sacrificio era costituito da un foglio in bitume polimero elastoplastomerico di 3 mm di spessore, armato con feltro di vetro rinforzato.

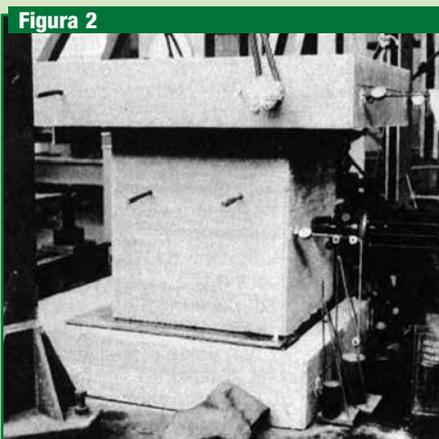
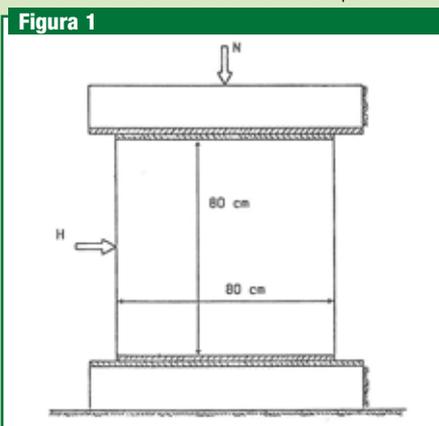
L'apparato sperimentale e la procedura di prova

L'apparato sperimentale è volto a riprodurre una situazione simile a quella cui una superficie impermeabile è sottoposta in fondazione.

A tale scopo (si veda la figura 1) un blocco di calcestruzzo (80x80x80 cm) è stato inserito fra due piastre di calcestruzzo armato e da esse separato con due superfici impermeabili. Tramite un martinetto idraulico viene esercitata, sulla piastra superiore, una forza verticale, tale da produrre sulle superfici impermeabili la stessa pressione che una piastra di fondazione eserciterebbe sul terreno: nelle analisi svolte sono state realizzate pressioni di 1, 1,5 e 2 kg/cm. Un secondo martinetto, disposto orizzontalmente, agisce sul blocco di calcestruzzo provocando lo scorrimento relativo rispetto alle piastre, le quali, tramite opportuni contrasti, sono impediti a muoversi orizzontalmente.

La procedura di prova consta di due fasi:

1. l'applicazione di una forza verticale di valore prefissato, tenuta costante per l'intera durata della prova;
2. l'applicazione, per incrementi successivi, della forza orizzontale sul blocco di calcestruzzo. Ad ogni successivo aumento del carico vengono letti, ad intervalli di tempo regolari, gli spostamenti del blocco rispetto alle piastre; la prova termina quando lo scorrimento totale raggiunge il valore di 5 cm. Per ciascuna delle quattro superfici impermeabili provate sono state eseguite due prove di scorrimento, corrispondenti a due diversi valori del carico verticale. La figura 2 mostra l'allestimento sperimentale.



I risultati

In dettaglio sono rilevabili nella pubblicazione INDEX: “La risposta sismica di edifici con fondazioni impermeabilizzate” (Il testo completo della ricerca può essere fornito su richiesta).

In generale i sistemi FLEXTER TESTUDO ed HELASTA si possono collocare nell’ambito dei sistemi di isolamento di base, come dispositivi con buone possibilità di protezione nei confronti di terremoti di eccezionale intensità, al loro impiego sarebbe associato il vantaggio di scorrimenti contenuti entro limiti piuttosto ristretti ed inoltre non attivati per terremoti di bassa intensità.

Per quanto riguarda l’entità del danno prodotto da uno scorrimento di alcuni centimetri la figura 3 presenta le membrane al termine delle prove, la superficie mostrata è quella inferiore che ha subito scorrimento sullo strato di sacrificio.

Si nota un semplice corrugamento superficiale comunque tale da non intaccare la tenuta impermeabile del sistema.

Anche per i fogli “di sacrificio” l’effetto dello scorrimento è assai modesto.

La massima protezione antisismica è raggiunta dal sistema FLEXTER TESTUDO con sensibili riduzioni delle forze di inerzia e spostamenti più elevati del sistema HELASTA che presenta invece un comportamento elasto-viscoso di minor protezione sismica ma particolarmente adatto a sopportare azioni di scorrimento con danneggiamento pressoché nullo e con spostamenti residui assai contenuti.



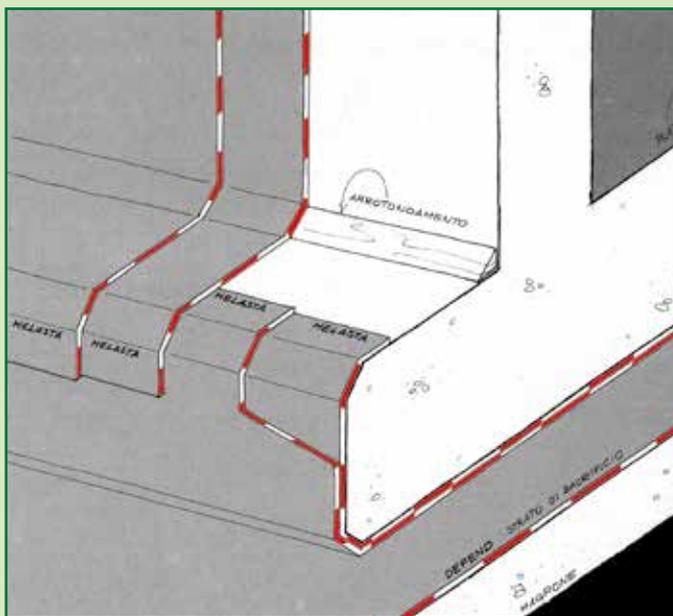
L'evento sismico e la funzione impermeabilizzante dei manti impermeabili di fondazione

Ricerche sperimentali hanno mostrato che una impermeabilizzazione di fondazione correttamente realizzata per resistere alle scosse sismiche senza lacerarsi, deve essere ottenuta per sovrapposizione di più fogli di materiale impermeabile. Nel caso di una superficie monostrato, infatti, un eventuale scorrimento avrebbe luogo necessariamente fra questa stessa ed una delle superfici di calcestruzzo ad essa adiacenti (della piastra di fondazione o del magrone) con la conseguenza che le particelle distaccate per attrito dalla superficie di calcestruzzo danneggerebbero irrimediabilmente il manto impermeabile. Per evitare tale inconveniente, si deve quindi far sì che lo scorrimento si verifichi fra due fogli impermeabili adiacenti.

La massima protezione antisismica è raggiunta dal sistema FLEXTER TESTUDO con sensibili riduzioni delle forze di inerzia e spostamenti più elevati del sistema HELASTA che presenta invece un comportamento elasto-viscoso di minor protezione sismica ma particolarmente adatto a sopportare azioni di scorrimento con danneggiamento pressoché nullo e con spostamenti residui assai contenuti.

F

Fondazioni con sistema di impermeabilizzazione antisismico



Premessa

Le procedure di posa rispecchiano quelle indicate per il sistema "E1" illustrato in precedenza con l'aggiunta di uno strato di sacrificio posto per primo, sul magrone di fondo, sotto il manto impermeabile bistrato con la funzione di localizzare lo scorrimento causato all'evento sismico nell'interfaccia fra questo ed il manto vero e proprio.

In considerazione del fatto che la protezione antisismica del fabbricato viene assolta con appositi sistemi e dai test è risultato che il sistema **HELASTA** presenta un comportamento particolarmente adatto a sopportare azioni di scorrimento con danneggiamento pressoché nullo e con spostamenti residui assai contenuti si è scelto di proporlo in questo campo di applicazione.

Sistema impermeabilizzante antisismico

Il sistema di impermeabilizzazione previsto dovrà essere munito di una certificazione comprovante i risultati dei test di scorrimento e l'analisi numerica relativa alla risposta sismica di un modello di edificio multipiano, isolato con il sistema proposto, dove si è impiegato per il calcolo l'evento sismico di Taft (California, 1952) e di San Rocco (Friuli, settembre 1976).

Il magrone steso sul fondo dello scavo verrà lisciato a frattazzo e su di questo verrà incollata in totale aderenza a fiamma la "membrana di sacrificio" costituita da una membrana bitume distillato polimero elastoplastomerica di 3 mm di spessore (EN1849 -1), con entrambe le facce rivestite con il film termofusibile FLAMINA e armata con feltro di vetro, dotata di una resistenza a trazione L./T. (EN 12311-1) di 300/200 N/50 mm e allungamento a rottura L./T. (EN 12311-1) del 2/2%, tipo **DEFEND/V**.

Sullo strato di sacrificio verranno applicati due strati di rivestimento costituiti da una membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastomerica di 4 mm di spessore, tipo **HELASTA POLIESTERE**, certificata con Agreement/DVT dell'I.T.C.-CNR, a base di gomma termoplastica stirolo butadiene radiale e bitume distillato, con allungamento a rottura del 2000% e ripresa elastica (NF-XP 84-360) del 300%, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond, stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN 12311-1) L/T di 850/700 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza alla fatica (UEAtc) superiore a 1.000 cicli sul materiale nuovo e superiore a 500 cicli sul materiale invecchiato artificialmente, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -25°C ed una stabilità di forma

a caldo (EN 1110) di 100°C.

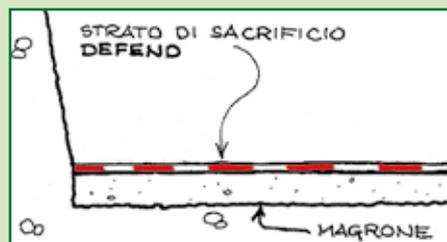
Il primo strato verrà posato a secco sul magrone in calcestruzzo con sovrapposizioni di 10 cm saldate con la fiamma di un bruciatore a gas propano e sarà risvoltato sui casseri di fondazione; il secondo strato, posto a cavallo dei sormonti del foglio precedente, verrà incollato completamente a fiamma al primo strato fino a rivestire i casseri di fondazione e prevedendo sempre fra i teli sovrapposizioni di 10 cm.

Al fine di evitare lacerazioni del manto impermeabile durante la posa del ferro di armatura di fondazione, su questo verrà gettata una cappetta in cls di 3÷4 cm di spessore e verranno appoggiate delle tavole in legno a protezione della parte verticale che riveste i casseri.

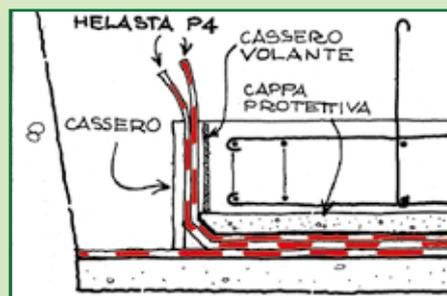
Successivamente, posata l'armatura e gettato il calcestruzzo, le tavole protettive verranno tolte e prima della presa del getto, con un frattazzo, verranno arrotondati gli spigoli fra lo zoccolo di fondazione e muro in elevazione.

I casseri di fondazione verranno lasciati in loco fino all'elevazione dei muri, questi ultimi saranno trattati con una mano di primer bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo **INDEVER**, a base di bitume, additivi e solventi con residuo secco (UNI EN ISO3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s. Quindi verranno allontanati i casseri e la fascia del manto che risborda verrà risvoltato e incollato sullo zoccolo di fondazione. Il rivestimento verticale sarà costituito da due membrane della stessa natura raccordate a fiamma al rivestimento orizzontale con una sovrapposizione di almeno 20 cm.

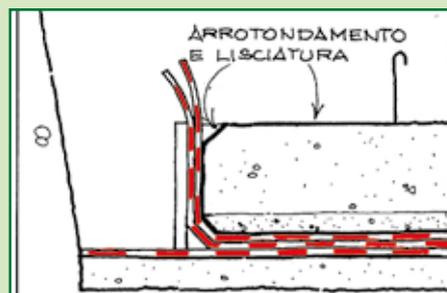
Il primo strato verrà incollato a fiamma sul muro fino ad una quota di 30÷50 cm fuori terra, prevedendo sormonti di 10 cm, il secondo strato, posato a cavallo delle saldature del precedente, vi verrà incollato completamente a fiamma seguendo le medesime modalità.



Nella prima fase, si provvederà a stendere una platea di cls magro lisciata a frattazzo come base per il primo strato detto strato di sacrificio.



Successivamente, armati i casseri, verranno stesi i due strati impermeabilizzanti, protetti sul piano con una cappetta di cls ed in verticale con delle tavole d'armatura appoggiate a secco.



A getto avvenuto e con il calcestruzzo ancora tenero si provvederà a lisciare la zona della platea che verrà a trovarsi all'esterno della muratura in elevazione ed arrotondare lo spigolo esterno perimetrale.

I materiali

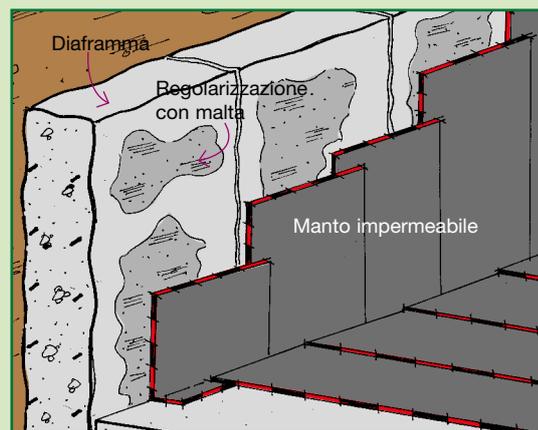
Sono state realizzate impermeabilizzazioni con membrane bituminose fino a un battente d'acqua di 25 m. Generalmente si considera che un impermeabilizzazione con membrana bituminosa possa resistere ad una pressione verticale di 0,8 N/mm² che può essere elevata a 1,2 N/mm² se ne è impedita la deformazione. Il manto impermeabile di fondazione può essere notevolmente sollecitato dalla struttura in calcestruzzo che riveste e sulle pareti possono apparire delle fessurazioni. Si ritiene che un sistema bistrato da 8 mm come proposto nelle pagine precedenti possa sopportare l'apertura di una fessura fino a 20 mm.

Preparazione delle superfici da rivestire

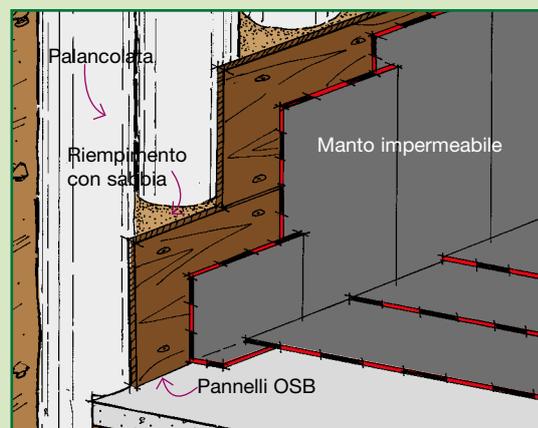
Tutte le superfici destinate a ricevere la membrana impermeabile dovranno essere lisce a frattazzo, tutti gli angoli ed i raccordi tra piani andranno raccordati con un raggio di curvatura di almeno 5 cm.

Il sistema di rivestire il muro verticale di fondazione incollandovi sopra il manto impermeabile è il più sicuro, in quanto la membrana è completamente aderente all'opera da proteggere, ma ciò presuppone abbondanza di spazio. Molto spesso la larghezza dello scavo non permette di lavorare all'esterno del muro verticale di fondazione e quindi non è possibile rivestirlo seguendo il procedimento indicato nei precedenti capitoli. Quando il perimetro dello scavo è delimitato da diaframmi o palancolate il manto impermeabile verrà incollato su di essi e poi vi verrà gettato contro il muro di fondazione.

Nel caso di confinamento dello scavo con diaframmi questi in genere hanno una superficie sufficientemente regolare, o è facilmente regolarizzabile con malta cementizia, affinché si possa incollare direttamente il manto impermeabile.

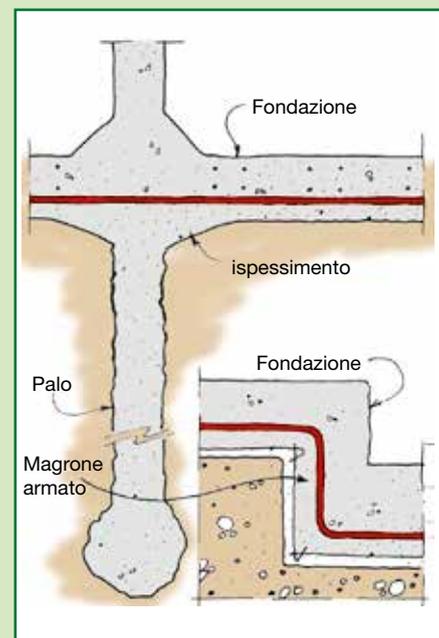
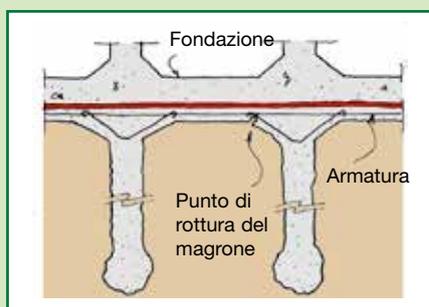


Nel caso di pali in cls o di palancolata in getto di cls che determinano una superficie ondulata ed irregolare può essere conveniente fissarvi sopra dei pannelli in OSB per uniformare la superficie di posa del manto impermeabile e prima di gettare la parete verticale si provvederà a controbilanciare la spinta del getto riempiendo con sabbia asciutta le cavità comprese fra i pannelli di OSB e la palancolata.



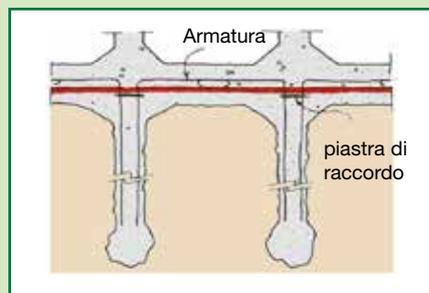
La fondazione

Su palificata si dovrà ispessire il magrone sulla testa dei pali per ripartire meglio il carico e si dovrà amare convenientemente il magrone in presenza di piani di fondazione non regolari. Quando si costruiscono fondazioni su terreni non portanti si usa consolidarle con una palificata, ma successivamente se non si prendono adeguate precauzioni, è possibile che il magrone, si rompa nelle zone comprese fra terreno e pali mettendo in pericolo l'integrità del rivestimento. Per evitare questo inconveniente si dovrà allora armare anche il getto restante collegandolo alla palificata.



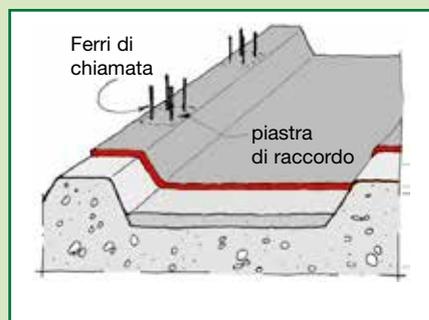
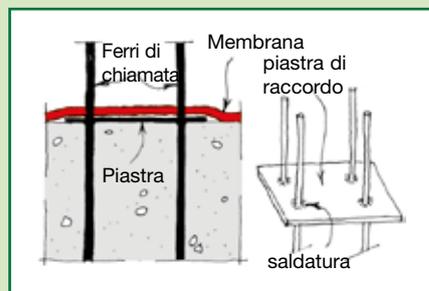
La fondazione

In certe situazioni, quando si prevede che la spinta della falda possa sollevare la fondazione resistente, può essere necessario collegare l'armatura della fondazione con una armatura annegata nei pali, i ferri dunque dovranno attraversare l'impermeabilizzazione. Questi punti possono costituire una zona debole del manto e quindi il problema dovrà essere risolto con appositi elementi metallici dotati di una larga ala di collegamento al rivestimento ed eventualmente di un sistema di flangia e controflangia. Sull'ala di raccordo, preventivamente spalmata di primer, verrà incollata a fiamma la membrana che verrà successivamente serrata dalla flangia. Questa soluzione se mal eseguita può dar luogo a notevoli inconvenienti, quindi verrà utilizzata solo in situazioni non risolvibili altrimenti.



Dispositivo di collegamento

Questo dispositivo può essere impiegato anche nel caso si debba garantire la continuità del manto sotto i pilastri di una ossatura a gabbia senza però che il manto debba esser fissato da flange. Per resistere alla sola umidità di salita capillare è sufficiente che il manto sia ben incollato sull'ala di raccordo.

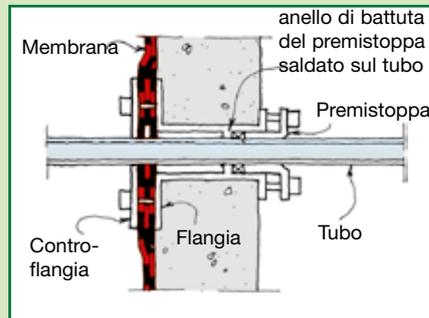


Tubi passanti

Il numero degli attraversamenti dei muri controterra dovrà essere ridotto al minimo indispensabile. Il dispositivo di raccordo al manto impermeabile potrà essere costituito da un manicotto metallico munito di una larga flangia e bulloni saldati, che verrà annegata nel getto. Sulla flangia verniciata di primer verrà incollata una pezza di membrana di 15 cm più larga che servirà da raccordo con il rivestimento impermeabile.

Il manicotto sarà dotato di un anello metallico per l'appoggio di un premistoppa.

Il manicotto nella parte interna sarà pure munito di flangia e bulloni per il serraggio del premistoppa contro il tubo.

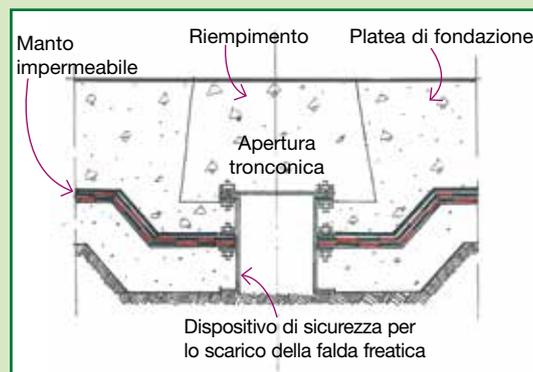


Dispositivo di sicurezza per lo scarico della pressione dell'acqua di falda

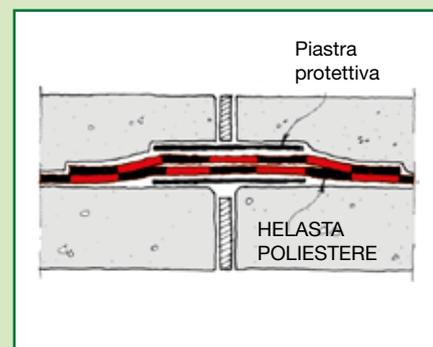
Il dispositivo è comunemente impiegato in Svizzera, da più di 60 anni, nei lavori di fondazioni profonde in presenza di acqua di falda, in quel paese il costo dei terreni è molto elevato e si ricavano vani interrati fino a quote superiori a 20 m. Anche le opere sotterranee della stazione ferroviaria di Zurigo, adiacente ad un fiume, sono state impermeabilizzate con prodotti bituminosi e dotate del dispositivo illustrato a fianco.

Quando si opera in presenza di falda nel punto più basso della fondazione è opportuno annegare nel magrone un dispositivo di sicurezza metallico munito di una ala di raccordo al manto impermeabile e delle relativa flangia, che, nel caso di fondazioni di grandi dimensioni dove l'aspirazione perimetrale non è sufficiente, consenta il passaggio delle tubazioni per il prelievo dell'acqua di falda in corso d'opera, e nel contempo funga da valvola di sicurezza nel caso di fermata imprevista delle pompe del wellpoint prima che il getto della platea si sia consolidato a sufficienza. In tale evenienza l'acqua di falda passa dal foro e allagando la platea controbilancia la spinta della falda freatica. Il manto impermeabile verrà incollato all'ala di raccordo e serrato con la flangia.

L'apertura che sovrasta il dispositivo ricavata nella platea sarà di forma troncoconica di modo che, finiti i lavori e dopo aver chiuso il dispositivo con un coperchio metallico flangiato, il getto di calcestruzzo a chiusura offra resistenza alla pressione dell'acqua di falda. Lo scasso ricavato nel punto più basso della platea ha anche la funzione di raccolta dell'acqua piovana che dovesse occorrere durante i lavori ed è utile, prima di gettare il tappo in cls di chiusura, per aspirare con una pompa l'acqua in eccesso raccolta nel vano che altrimenti richiederebbe tempi lunghi di asciugatura.

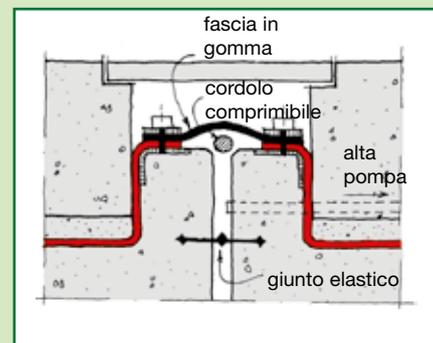


I giunti fra corpi di fabbrica suscettibili di avere assestamenti diversi sono da evitarsi il più possibile. In caso contrario le soluzioni possibili sono:



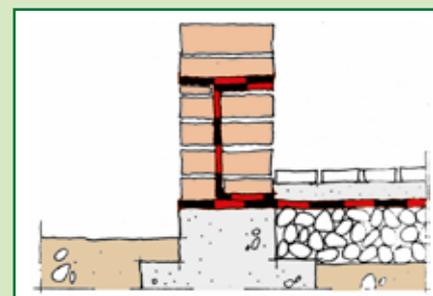
Giunti

Nel caso di giunti di grossa entità l'impermeabilizzazione verticale sarà appoggiata ad un contromuro.



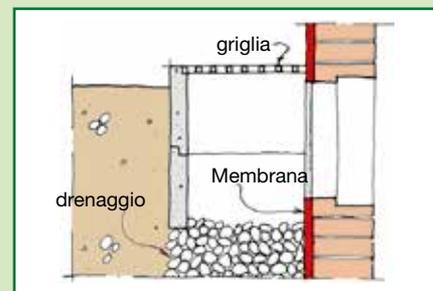
Per evitare penetrazione di umidità dovuta all'acqua piovana che rimbalza sul marciapiedi, è opportuno installare sempre due fasce tagliamuro collegate da un rivestimento verticale.

Tagliamuro



Se la portata del terreno lo permette è sempre preferibile costruire la bocca di lupo staccata dal muro e senza fondo di c.l.s. bensì con il fondo riempito di ghiaia che sarà comunicante con il drenaggio verticale e perimetrale.

Finestre seminterrati

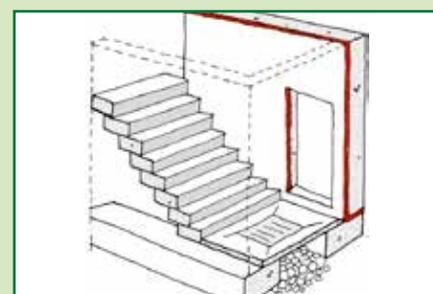


Questo per evitare che il corpo della bocca di lupo, per gli assestamenti del fabbricato, si stacchi dal muro interrompendo la continuità del manto impermeabile. Nel caso invece che si debba inserire la bocca di lupo nella costruzione, essa dovrà essere solidale con questa non solo nella parte di fondo ma anche i muretti laterali dovranno essere incassati nel muro dell'edificio. Il manto lo rivestirà completamente ed il fondo adeguatamente impermeabilizzato sarà costruito in pendenza verso il pluviale di scarico collegato con la cintura di drenaggio perimetrale.



Le scale dovranno essere costruite dopo l'impermeabilizzazione del muro controterra e saranno staccate da questo di almeno 2 cm. Il fondo verrà munito di una griglia di scarico comunicante con la cintura di drenaggio perimetrale.

Scale esterne di scantinati



Drenaggio e protezione del manto impermeabile

Un drenaggio ben progettato può in molti casi costituire un vero e proprio sistema di sicurezza per evitare il passaggio d'acqua all'interno della costruzione anche in presenza del rivestimento impermeabile. È importante prevedere un drenaggio efficace per ridurre la pressione idrostatica a ridosso del manto, così anche in presenza di difetti del rivestimento l'entità del passaggio d'acqua sarà notevolmente diminuita.

La rete di drenaggio generalmente è costituita da:

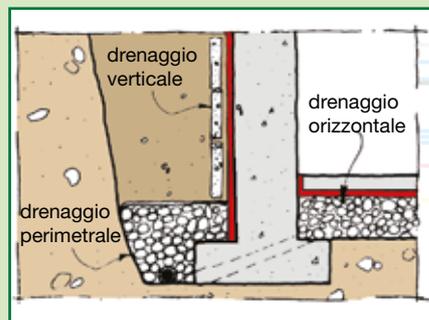
- drenaggio orizzontale (sottopavimento)
- cintura di drenaggio perimetrale (al piede della fondazione)
- drenaggio verticale (a ridosso delle pareti controterra).

Il drenaggio orizzontale sarà collegato, a mezzo di tubazioni forate, al drenaggio perimetrale e sarà mantenuto ad una quota più alta. Il drenaggio perimetrale, munito di tubazioni forate, sarà collegato, con una pendenza regolare 1% ad un collettore di evacuazione.

Il drenaggio verticale, collegato alla cintura perimetrale, assolverà anche alla funzione di strato protettivo dell'impermeabilizzazione durante il reinterro, sarà costituito da blocchi porosi in cemento impiantati a secco contro il muro verticale da pannelli di polistirolo drenanti o fogli di PROTEFON TEX.

Può essere costituito anche da ghiaia, in tal caso è necessario proteggere preventivamente il rivestimento impermeabile con un "non tessuto" di poliestere da $300\pm 500 \text{ gr/m}^2$ o con PROTEFON.

Nei terreni argillosi per evitare l'occlusione della rete di drenaggio è opportuno proteggere tutti e tre gli elementi che la costituiscono con uno strato filtrante in non tessuto di poliestere Filtro da 200 gr/m^2 con sormonte di 10 cm tra i teli.



VOCI DI CAPITOLATO

PRIMER

INDEVER

Primer bituminoso di adesione a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume polimero, tipo INDEVER, a base di bitume, additivi e solventi con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 40% e viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 12÷17 s.



INDEVER PRIMER E

Primer elastomero bituminoso di adesione in solvente a rapida essiccazione idoneo per la preparazione delle superfici sia alla posa a fiamma delle membrane bitume distillato polimero standard sia alla posa a freddo delle membrane bitume distillato polimero autoadesive e autotermoadesive tipo INDEVER PRIMER E. Il primer avrà un residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 50% e una viscosità in coppa DIN/4 a 23°C (UNI EN ISO 2431) di 20÷25 s.



ECOVER

Primer bituminoso di adesione idoneo per la preparazione delle superfici alla posa a fiamma delle membrane bitume distillato polimero, tipo ECOVER, a base di un'emulsione bituminosa all'acqua con residuo secco (UNI EN ISO 3251) del 37%.



MANTO IMPERMEABILE

HELASTA POLIESTERE

Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastomerica di 4 mm di spessore, tipo HELASTA POLIESTERE, certificata con Agreement/DVT dell'I.T.C.-CNR, a base di gomma termoplastica stirolo butadiene radiale e bitume distillato, con allungamento a rottura del 2000% e ripresa elastica (NF-XP 84-360) del 300%, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond, stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN 12311-1) L/T di 850/700 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza alla fatica (UEAtc) superiore a 1.000 cicli sul materiale nuovo e superiore a 500 cicli sul materiale invecchiato artificialmente, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN 1109) di -25°C ed una stabilità di forma a caldo (EN 1110) di 100°C.



FLEXTER TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE

Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di 4 mm di spessore, tipo FLEXTER TESTUDO SPUNBOND POLIESTERE, certificata con Agreement dell'ITC-CNR a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere da filo continuo Spunbond stabilizzato con fibra di vetro. La membrana sarà classificata in Euroclasse E di reazione al fuoco (EN13501-1), avrà una resistenza a trazione (EN12311-1) L/T. di 850/750 N/50 mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T. del 50/50%, una resistenza alla lacerazione (EN12310-1) L/T di 200/200 N, una resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691 metodo A) di 1.250 mm, una resistenza al punzonamento statico (EN 12730) di 20 kg, una stabilità dimensionale a caldo (EN1107-1) L/T del -0,3%/+0,3%, una flessibilità a freddo (EN1109) di -20°C ed una tenuta al calore a caldo (EN1110) di 140°C.



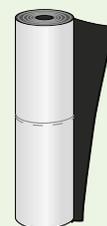
ARMODILLO POLIESTERE

Membrana impermeabilizzante multifunzionale speciale, bitume polimero elastoplastomerica corazzata, protettiva e drenata, armata con tessuto non tessuto di poliestere ad alta resistenza ARMODILLO POLIESTERE. La faccia superiore della membrana sarà corazzata da placche di mescola in bitume polimero, di spessore 6 mm, di forma romboidale in numero di 1.567 placche/m². Lo spessore della membrana nelle parti piane dovrà essere di 2,5 mm e dovrà resistere al punzonamento dinamico di un martello da 1 kg che cada da 50 cm di altezza su di un punzone a due coltelli conforme UNI8202.



INDEXTENE HDPE SUPER

Membrana impermeabilizzante autoadesiva in bitume distillato polimero elastomerico armata con feltro di vetro autoprotetta da una lamina di polietilene ad alta densità (HDPE), tipo INDEXTENE HDPE SUPER, di 2 mm di spessore (EN 1849-1). La membrana avrà una resistenza a trazione (EN 12311-1) L/T di 500/300 N/50mm, un allungamento a rottura (EN 12311-1) L/T del 90/180%, una resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) L/T di 200/200 N, una flessibilità a freddo (EN1109) di -25°C e sarà dotata di una resistenza alla spellatura su acciaio (UEAtc technical guide) ≥ 100 N/5 cm.



MEMBRANE LIQUIDE

PURLASTIC FLASHING

Impermeabilizzazione eseguita mediante stesura di due mani a pennello, rullo o a spatola di impermeabilizzante liquido poliuretano-bitume per uno spessore finale di circa 1 mm, tipo PURLASTIC FLASHING, con allungamento a rottura $>600\%$. Il prodotto deve rispondere ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2, secondo i principi PI-MC-CR per la protezione del calcestruzzo.



IDROBIT

Impermeabilizzazione eseguita mediante stesura a pennello, rullo, spatola o spruzzo di impermeabilizzante in pasta monocomponente pronto all'uso elastomero-bituminoso con allungamento a rottura del 1.000% secondo NFT46002 e Crack bridging ability ≥ 10.0 mm secondo EN 14891, per uno spessore finale non inferiore a 0,7 mm, tipo IDROBIT.

Per superfici superiori a 50 m² si dovrà interporre, tra il primo e il secondo strato del prodotto, un'armatura in tessuto non tessuto di poliestere rivestito, tipo RINFOTEX EXTRA.



UNOLASTIC

Impermeabilizzazione eseguita mediante stesura a pennello, rullo, spatola o spruzzo di impermeabilizzante in pasta monocomponente pronto all'uso elastomero-bituminoso con allungamento a rottura del $240\pm 40\%$ secondo NFT46002 e Crack bridging ability ≥ 3.0 mm secondo EN 14891, per uno spessore finale non inferiore a 1,5 mm, tipo UNOLASTIC (in caso di applicazione con armatura il consumo totale finale non sarà inferiore a 3-3,5 kg/m²). Il prodotto deve rispondere ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2, secondo i principi PI-MC-CR per la protezione del calcestruzzo e ai requisiti richiesti dalla norma EN 14891 come fondo impermeabilizzante sotto superfici piastrellate.

Qualora il sottofondo sia superiore a 25 m² si dovrà interporre, tra il primo e il secondo strato del prodotto, un'armatura in tessuto non tessuto di poliestere rivestito, tipo RINFOTEX EXTRA.





Capitolato tecnico

FONDAZIONI

• PER ULTERIORI INFORMAZIONI O USI PARTICOLARI CONSULTARE IL NOSTRO UFFICIO TECNICO •

index
Construction Systems and Products

Via G. Rossini, 22 - 37060 Castel D'Azzano (VR) - Italy - C.P.67
T. +39 045 8546201 - F. +39 045 518390

Internet: www.indexspa.it
Informazioni Tecniche Commerciali
tecom@indexspa.it
Amministrazione e Segreteria
index@indexspa.it
Index Export Dept.
index.export@indexspa.it



e le utilizzazioni del prodotto. Considerate le numerose possibilità d'impiego e la possibile interferenza di elementi da noi non dipendenti, non ci assumiamo responsabilità in merito ai risultati. L'Acquirente è tenuto a stabilire sotto la propria responsabilità l'idoneità del prodotto all'impiego previsto.

I dati esposti sono dati medi indicativi relativi alla produzione attuale e possono essere cambiati e aggiornati dalla INDEX in qualsiasi momento senza preavviso. I suggerimenti e le informazioni tecniche fornite rappresentano le nostre migliori conoscenze riguardo le proprietà