

Tecnologie sotterranee

Il sottosuolo è una delle aree di intervento più interessanti per il futuro. Il rapido processo di urbanizzazione, infatti, ha condotto verso una densità abitativa sempre più elevata, con un'alta concentrazione di abitanti e una rapida scomparsa dello spazio disponibile all'interno del tessuto urbano e ha convinto molti professionisti e amministratori locali a considerare lo spazio sotterraneo come alternativa alla "progettazione di superficie"

Centri commerciali, centri sportivi e fitness, musei, sottopassaggi, isole pedonali, parcheggi, infrastrutture di trasporto, strategiche per lo spostamento in massa di persone all'interno e tra i centri urbani, e reti sotterranee, queste le principali destinazioni d'uso portate sotto la quota del terreno. Nella maggior parte dei casi per sopperire alla congestione dello spazio in superficie, altre volte per motivazioni di ecosostenibilità e rispetto dell'ambiente.

In tutti i casi i problemi da risolvere sono identici: la necessità di scavare molti metri sottoterra con i problemi legati

Impermeabilizzare, portare l'aria e la luce, stabilire una situazione di comfort igrotermico: le tecnologie di una progettazione complessa

Laura Verdi

molto spesso alla vicinanza di altri edifici, portare l'aria, la luce, un giusto benessere igrotermico, e non ultimo impermeabilizzare dall'acqua.

A seconda della destinazione d'uso l'ambiente interrato deve avere determinati requisiti e garantire differenti prestazioni, che diventano dei dati essenziali di progetto.

Lo scavo "bottom-up" e "top-down"

Le strutture in sotterraneo possono essere definite come "superficiali" o

"profonde".

Per superficiali si intendono quelle strutture costituite da uno o due piani sotterranei, che possono essere in contatto in modo continuato o temporaneo con la falda, o per le quali si prevede che lo possano essere in futuro per l'arco di vita stimato dell'edificio; o che non sono in contatto con la falda ma solo in modo occasionale con acque percolanti.

Una struttura profonda ha invece uno sviluppo in sotterraneo superiore ai due piani interrati ed è costantemente o comunque molto frequentemente in contatto con acqua di falda.

I materiali più comunemente usati per la realizzazione di strutture sottoquota sono i seguenti:

- calcestruzzo semplice e armato, prefabbricato o gettato in opera; diaframmi e paratie di pali accostati;
- muratura;
- acciaio in tubi per paratie o palancole.

I metodi costruttivi si possono classificare come "bottom-up" e "top-down", oltre al metodo a scavo aperto usato in condizioni favorevoli per strutture

Rinforzo strutturale



Penetron® Admix viene aggiunto come additivo al "mix design" del calcestruzzo in fase di confezionamento per ottenere un'impermeabilizzazione capillare integrale congiuntamente alla protezione chimica delle strutture già durante l'esecuzione dei getti. Questa tecnologia, grazie all'esclusiva formulazione di componenti attivi, riduce drasticamente la permeabilità del calcestruzzo,

umentando le caratteristiche prestazionali della matrice e la durabilità dell'opera fin dal principio. Il Penetron® Admix reagisce infatti con i vari composti minerali presenti nel calcestruzzo e con l'acqua, formando un complesso cristallino, filiforme ed insolubile (CSH, Silicato di Calcio Idrato) che sigilla i pori, i capillari e le microfessurazioni.

Assicurata la prestazione del calcestruzzo e l'esecuzione dei getti stessi secondo le prescrizioni della normativa vigente (D.M. 14.09.05 "Norme tecniche per le costruzioni" e Testo Unico), la tenuta impermeabile dei giunti di ripresa di getto-frazionamento, dei giunti strutturali, la stagnazione dei tiranti dei casseri, degli elementi passanti il getto, etc. viene garantita dalla qualità degli elementi a corredo prescelti. (Ditron)

Le fibre Istrice sono prodotte con polimeri ad elevata densità, inserite in una matrice conferiscono elevate caratteristiche meccaniche e di resistenza e sono in grado di sostituire efficacemente metodi costruttivi tradizionali, quali reti metalliche, fibre metalliche, reti polimeriche, dando vita a moderni calcestruzzi fibrinforzati dalle eccellenti proprietà di stabilità nel lungo termine.

Le fibre Istrice sono particolarmente indicate in opere sotterranee quali gallerie, opere marine e fluviali. Per applicazioni spritz beton in galleria, non hanno rimbalzo elastico, totale assenza di usura degli elementi pompanti e degli ugelli, assenza di scintillamento, assai pericoloso in presenza di gas sotterranei infiammabili. In caso di incendio hanno funzione anti-spalling; in particolare, consentono il formarsi di una miriade di minuscoli passaggi attraverso i quali l'umidità di ritenzione può fuoriuscire in modo innocuo, impedendo l'aumento di pressione all'interno della massa cementizia, con indubbi benefici di sicurezza per il personale preposto al soccorso. (Istrice by Fili&Forme)



interrate superficiali.

I metodi "bottom-up" e "top-down" sono caratterizzati dal fatto che l'opera viene realizzata entro uno scavo a pareti laterali verticali, la cui stabilità è garantita da strutture come paratie di pali o diaframmi, micropali o palancolati. Le pareti verticali possono essere costituite direttamente dalle opere di presidio dello scavo, ad esempio i diaframmi, oppure vengono gettate in adiacenza alle pareti di presidio con interposizione di manto per l'impermeabilizzazione. La struttura di presidio potrà quindi essere considerata una struttura permanente o provvisoria, per cui collaborare alla stabilità nel tempo dell'intera struttura oppure

la stabilità dell'edificio verrà demandata esclusivamente alle opere realizzate internamente alla struttura provvisoria. Secondo il metodo "bottom-up", dopo avere eseguito le opere di sostegno perimetrali si procede con lo scavo completo fino alla quota di imposta delle fondazioni. Con questa modalità, le fasi di scavo sono completamente separate da quelle di costruzione della struttura, che possono essere equiparate a fasi normali di costruzione di un edificio "tradizionale" fuori terra, fatto salvo per le spinte orizzontali delle paratie e della sottospinta dovuta all'acqua di falda. Secondo il metodo "top-down", si eseguono le opere di sostegno perimetrali e si realizzano le

strutture interne man mano che si procede con lo scavo, partendo dalla soletta al piano di campagna a scendere fino alla quota della platea di fondazione. Rispetto al sistema bottom-up, il top-down prevede una contemporaneità di lavorazione tra lo scavo e le strutture interne.

Paratie e tiranti a perdere

La necessità di realizzare degli scavi il più possibile in verticale e l'impedimento di poter allargare lo scavo lateralmente per la presenza di altri edifici, situazione abituale quando ci si ritrova a intervenire in contesti abitati, porta alla realizzazione di opere strutturali di sostegno del terreno. La soluzione più frequente è quella di

Tecnologie per tunnel

Ogni tunnel ha la necessità di un progetto specifico. I sistemi HALFEN di ancoraggio mediante profili curvi e bulloni consentono il montaggio rapido, veloce e soprattutto regolabile di tutti gli impianti necessari, senza dovere ricorrere ad adattamenti, asolature e spostamento di forature. Vengono facilmente recuperate le tolleranze costruttive e mantenute le possibilità di regolazione in qualsiasi momento. I sistemi HALFEN sono raccomandati per il fissaggio degli impianti di illuminazione, di segnalazione e di trazione elettrica.



Il profilo curvo HALFEN è realizzato con la curvatura più idonea e non presenta alcun problema di fissaggio alle casseforme sia che si tratti di esecuzione in opera sia che si utilizzino elementi a conci prefabbricati. La possibilità di evitare l'esecuzione di fori per la installazione degli impianti in seconda

fase, ha degli indiscussi benefici quali la mancanza di vibrazioni, rumori e polveri e la conseguente riduzione dei problemi di sicurezza della salute dei lavoratori. L'uso dei profili HALFEN permette l'utilizzo degli stessi anche per l'ancoraggio delle opere provvisorie di sostegno degli impianti provvisori durante le fasi di cantiere: alimentazione elettrica, messa a terra, aria compressa, aereazione. (Halfen-Deha)

Con THE EDGETM, il sistema a LED per esterni di Ruud Lighting, è possibile illuminare strade, parcheggi e gallerie con performance uguali e talvolta superiori rispetto al sistema tradizionale, ma con costi di manutenzione e consumi molto limitati. La chiave di un rendimento ottimizzato dei LED ad alta efficienza è nel sistema ottico. Ruud Lighting utilizza un riflettore ottico, il nano reflector, situato direttamente su ogni singolo LED. Variando la forma di questi rifrattori (attualmente sono già disponibili 8 diverse nano-ottiche) e la quantità di moduli LED, la luce può essere direzionata per ottenere diverse distribuzioni luminose. Queste sono caratteristiche assolutamente superiori rispetto alle sorgenti tradizionali grazie alla dimensione quasi puntiforme della sorgente luminosa e all'utilizzo di alimentatori/convertitori elettronici regolabili.



La vita attesa dei prodotti THE EDGETM by Ruud Lighting è superiore alle 100.000 ore, considerando una temperatura ambientale media annua di 15°. I prodotti della linea Ledway, infatti, sono progettati secondo criteri termici integrati per una dissipazione ottimale del calore. (Ruud Lighting Europe)

realizzare delle paratie in calcestruzzo. Questi diaframmi si realizzano prima di scavare nell'intera area e durante lo scavo contrastano la spinta laterale del terreno grazie alla loro rigidità flessionale e alla parte inferiore della paratia che rimane infissa in maniera permanente nel terreno. Se la quota dello scavo è di 10 metri, le paratie devono raggiungere una profondità dai 15 ai 20 metri a seconda del tipo di terreno. Le paratie reagiscono all'azione dei carichi "a mensola". Dove l'effetto mensola è insufficiente, si introducono nel terreno dei tiranti metallici a diverse quote che agiscono come dei vincoli in sommità di appoggio della paratia.

Le dimensioni delle paratie dipendono dal tipo di terreno, dalla presenza di acqua di falda e dall'eventualità di realizzare file di tiranti. Indipendentemente da ciò, le procedure per realizzare paratie di sostegno prima dello scavo vero e proprio è piuttosto standardizzata.

Per poter permettere l'accesso al cantiere da parte delle macchine operatrici bisogna predisporre dei passi carrai di una certa dimensione (bisogna infatti considerare che le macchine hanno una larghezza di circa 2,5- 3 metri) e avere

delle aree di manovra anche in altezza, senza vincoli di gronda e di balconi, nel caso devono essere rimossi o arretrare il filo dello scavo. Prima di iniziare gli scavi è opportuno, quindi, che venga fatto un preciso rilievo dello stato di fatto.

Gli scavi per la realizzazione delle paratie vengono effettuati con benne che devono essere guidate da dei cordoli da effettuare in superficie, alla quota del piano di campagna. I "cordoli guida" hanno dimensioni di ca. 25 cm per 70 di altezza e sono leggermente armati. Il cordolo posizionato in esterno allo scavo rimarrà in opera, mentre quello interno sarà rimosso durante la fase di scavo vero e proprio. Oltre alla funzione di guidare la benna, i cordoli prevengono franamenti superficiali e impediscono la fuoriuscita dei fanghi bentonitici utilizzati per il riempimento dello scavo. Le paratie invece hanno uno spessore compreso tra i 50 e i 120 cm, a seconda delle condizioni geotecniche del sito, e una lunghezza di 250 cm, tanto è la dimensione della benna. Eseguiti i cordoli guida, si procede quindi con lo scavo in trincea, largo 250 cm, e profondo 10-15-20 metri a secondo del progetto strutturale. Per impedire movimenti del terreno e franamenti, si

riempie lo scavo, man mano si procede nell'esecuzione, con fango bentonitico, con l'accorgimento di non far mai calare il fango al di sotto del piano di lavoro. Qualora si verificassero perdite di fango bentonitico, bisogna ripristinarne il livello, ad esempio con l'aggiunta di calcestruzzo magro.

Una volta effettuato lo scavo, verrà posizionata in trincea la gabbia di armatura. Per scavi molto profondi, si è soliti frazionare le gabbie in altezza in modo di agevolare le operazioni di movimentazione e di stoccaggio: così gabbie di 20 metri verranno frazionate ad esempio in 4 parti, in modo da dover movimentare e posizionare tronconi di soli 5 metri. I vari pezzi vengono poi giuntati in opera, con legatura o saldatura, con l'accortezza di non alterare le caratteristiche prestazionali dell'acciaio. Le gabbie vengono posizionate con dei distanziatori, che le tengono staccate dal bordo dello scavo almeno 4 cm, in modo da garantire dei copriferri di adeguata dimensione. Lateralmente alle gabbie, lungo il lato maggiore, vengono calati dei "tubi giunto" che formeranno i raccordi "maschio-femmina" tra i vari pannelli. Formata l'armatura, viene gettato il calcestruzzo

Strutture miste

Le difficili condizioni del sito e l'impossibilità di tirantare le paratie per creare lo scavo dentro il quale poter realizzare la parte di edificio interrata a struttura tradizionale in c.a. possono obbligare il progettista ed il committente alla scelta della tecnica top-down con l'accoppiamento di strutture prefabbricate autoportanti ad elevate prestazioni, la cui versatilità semplifica la posa. In quest'ambito Tecnostrutture srl, presenta una vasta gamma di soluzioni. Viene proposto un brevetto innovativo, nel settore

delle costruzioni, che prevede l'accoppiamento di elementi prefabbricati orizzontali autoportanti in struttura mista acciaio-calcestruzzo ad elementi verticali in calcestruzzo armato ad altissima resistenza. Il pilastro ad elevate prestazioni, monopiano o pluriplano, grazie alla procedura di centrifugazione e all'impiego



del calcestruzzo di classe di resistenza pari o superiore a C70/85, presenta superfici estremamente omogenee, ed elevato grado di durabilità. Il nodo d'interpiano in carpenteria metallica è collegato monoliticamente al pilastro, e presenta dei piatti verticali disposti asimmetricamente, per facilitare l'accoppiamento con le strutture orizzontali autoportanti. Il Sistema brevettato così composto, si colloca nell'ambito delle strutture miste in acciaio e calcestruzzo, e consente elevate prerogative, in termini di resistenza e rigidità. (Tecnostrutture)

Geocompositi

BentoTelo è un geocomposito bentonitico autosigillante e autoagganciante, costituito da bentonite sodica micronizzata, attivo anche in presenza di acque con elevata durezza o contenenti una sensibile concentrazione di agenti contaminanti. Il geocomposito è composto da un TNT autoagganciante saturato di bentonite e perfettamente cucito al



telo di base in polipropilene, così da intrappolare in via definitiva la bentonite in delle microcelle ed evitare qualsiasi possibilità di scivolamento o accumulo causa tagli, strappi, applicazioni in verticale o semplice movimentazione.

BentoTelo è ideale per applicazioni nell'ambito di opere di contenimento in presenza di falda per le quali è richiesta bassa conducibilità idraulica,

stabilità nel tempo, durabilità, semplicità di posa in opera.

Caratteristiche fondamentali del prodotto sono i sormonti autosigillante che permettono di ottenere un'impermeabilizzazione di platea con massime garanzie di tenuta e la capacità di autocicatizzazione, proprietà fondamentale di ogni prodotto bentonitico, che ci consente di riparare automaticamente piccole lacerazioni, lesioni o tagli causati da una posa poco accorta delle gabbie di armatura. (Diasen)

Recytop è un geocomposito drenante costituito da un materassino in polietilene a cellule chiuse, accoppiato ad un geotessile nontessuto di bassa grammatura.

Il prodotto esiste in 4 tipologie di spessore, 20, 25, 30, 35 mm.

Il materassino svolge una duplice funzione: il drenaggio dell'acqua di infiltrazione e la protezione della membrana impermeabile.

Il geotessile svolge la funzione di filtrazione dell'acqua, trattene-ndo le particelle fini di terreno che altrimenti nel tempo potrebbero intasare il materassino drenante. Su due lati, il geotessile sborda dal materassino per circa 10 cm, per consentire il sormonto del geotessile con il pannello adiacente, in modo da dare continuità laterale al filtro. Recytop è indicato in tutte le applicazioni di ingegneria civile e/o geotecnica dove si abbia necessità di drenare liquidi in presenza di un supporto impermeabile liscio. Trova la sua principale collocazione in giardini pensili, muri contro terra, fondazioni, discariche, gallerie naturali e artificiali. Il prodotto va steso direttamente sopra la membrana impermeabile (oppure sopra il massetto di protezione se previsto) accostando i pannelli l'un l'altro e sormontando la cimosa di geotessile. Sopra il Recytop è possibile stendere direttamente il terreno di copertura anche con mezzi meccanici leggeri (bobcat o similari). (Viganò Pavitex)



partendo dal basso, impiegando il tubo di getto tipo "contractor". Il tubo viene posizionato a circa 50 cm dal fondo dello scavo e il calcestruzzo, più pesante del fango bentonitico, in fase di pompaggio lo sostituisce nella fossa. In superficie una pompa raccoglierà il fango fuoriuscito. Una volta estratto il tubo giunto, che ha formato la prima sagoma dell'incastro del pannello, si procede con la formazione del secondo pannello di paratia. A vasca completata si getta una trave continua in c.a. di raccordo dei vari elementi, a quota del terreno, in modo da legare i singoli pannelli e distribuire eventuali carichi concentrati. Quando il calcestruzzo dei diaframmi è maturato, si procede con lo scavo per fasi parziali fino alla quota del primo tirante. In mancanza di spazio a disposizione lateralmente allo scavo, è possibile posizionare delle passerelle metalliche, collegate direttamente alle paratie alla quota del piano di campagna, per il passaggio delle persone. Per l'inserimento dei tiranti, una macchina perforatrice fora prima la paratia e poi il terreno. Nel foro così realizzato si inserisce il tirante (un trefolo composto da più cavi) che viene ancorato al terreno con un bulbo in pressione in biacca di cemento. Sulla testa del tirante viene fissata una piastra a contatto con la paratia. Si esegue poi la tesatura del tirante. I tiranti possono avere una lunghezza di anche 20 metri e

portare fino a 50 tonnellate. Realizzata la prima fila di tiranti, si procede con lo scavo fino alla quota per la realizzazione della seconda fila di tiranti, fino a raggiungere la quota del fondo scavo. Se si realizza una vasca in calcestruzzo dallo spessore di almeno 40 cm, si può avere la sicurezza di non avere infiltrazioni d'acqua nello scavo; qualora queste ci fossero, possono essere bloccate con cemento osmotico applicato nelle zone meno resistenti alle infiltrazioni, come ad esempio le teste dei tiranti. Leggere infiltrazioni possono comunque essere tollerate se a fondo scavo è posizionata una pompa per l'aspirazione dell'acqua dal piano di calpestio.

Le paratie e i tiranti sono comunque considerati delle opere provvisorie, proprio per questo motivo i tiranti possono "sconfinare" anche nei terreni di proprietà adiacenti. Dopo un certo periodo di tempo, i tiranti si corrodono e viene meno, quindi, la funzione strutturale degli stessi e delle paratie di sostegno.

Adottando questo metodo di consolidamento del terreno in fase di prescavo, i lavori di un cantiere in sotterraneo devono completarsi entro due anni, per evitare problemi di eventuali cedimenti del terreno. A cantiere concluso, i tiranti nella loro azione strutturale vengono sostituiti dai solai dell'edificio.

L'impermeabilizzazione

Una delle principali preoccupazioni di chi progetta in interrato è quella di proteggere la struttura da infiltrazioni d'acqua. In termini di possibilità di sfruttamento del sottosuolo questo è uno dei requisiti essenziali, se si tiene conto della difficoltà di intervento a edificio finito e della difficoltà di raggiungimento delle fondazioni a opera compiuta.

La protezione impermeabilizzazione di ambienti interrati si può riassumere in tre sistemi fondamentali:

- protezione "a sacchetto" (tanking in inglese);
- protezione "strutturale integrale";
- protezione "a cavità drenata".

Con protezione a sacchetto si intende un involucro impermeabile, realizzato esternamente all'ambiente da proteggere. Il sacchetto può essere esterno alle parti strutturali e alla soletta di base (Sistema esterno - Ae); su di un qualsiasi supporto esterno (Sistema rovescio - Aer); tra due parti della struttura (Sistema sandwich - As); sulla faccia interna delle pareti strutturali (Sistema interno - Ai). L'efficacia di un sistema a sacchetto si basa sostanzialmente su alcuni accorgimenti di base: la corretta realizzazione dei sormonti dei teli impermeabili, qualora si utilizzino membrane prefabbricate, e la protezione della membrana in fase di costruzione e di reinterro per evitare rotture della

Ventilazione

Il gruppo svizzero IQAir® ha sviluppato una linea di prodotti per la purificazione dell'aria. La nuova serie IQAir® CleanZone comprende sistemi modulari di purificazione dell'aria con potenza HyperHEPA® che possono essere utilizzati sia come unità indipendenti decentralizzate (per uso mobile a terra, o montate a parete o al soffitto), sia per un impiego congiunto con sistemi centralizzati HVAC (riscaldamento a ventilazione ed aria condizionata). L'integrazione di queste apparecchiature nella rete di condizionamento dell'aria, che può essere effettuata anche a posteriori nel caso di impianti già presenti, permette di svolgere un'azione di intervento globale nella riduzione

di sostanze inquinanti aerodisperse in ambienti indoor di grandi dimensioni ed in più locali contemporaneamente. Questo consente di migliorare i sistemi di ventilazione esistenti nel rispetto delle rigide normative sulla qualità dell'aria e delle leggi in materia di igiene, senza dover cambiare l'impianto di ventilazione stesso. In termini di resa, i modelli IQAir® CleanZone sono in grado di fornire aria pulita ad un regime compreso tra 1500 e 3000 m³/h, a dipendenza della configurazione dei filtri utilizzati. Gli apparecchi della serie CleanZone sono dotati di diverse classi di filtri, per ottimizzare l'efficacia di depurazione dell'aria in ogni ambiente. (IQair)



Uno dei prodotti di Vortice sono i ventilatori assiali industriali a media pressione intubati per estrazione dell'aria in condotto di ventilazione, utilizzabili per l'applicazione in ambienti commerciali ed industriali, per la ventilazione generale canalizzata in magazzini, grandi superfici, locali agricoli, parcheggi sotterranei, gallerie, supermercati ecc. I prodotti vortice presentano: motore asincrono ad induzione, con grado di protezione IP55, rotore montato su cuscinetti a sfera; girante a profilo alare con pale sovrapposte, studiate per ridurre i livelli sonori derivanti dalla turbolenza dell'aria; telaio composto da due parti flangiate, assemblate mediante quattro viti, che consentono il collegamento a tubi normalizzati.

Il supporto motore d'acciaio, protetto da vernice epossipoliestere, di colore nero, è facilmente asportabile per la manutenzione e la pulizia e studiato per assicurare un funzionamento particolarmente silenzioso. Questi apparecchi possono essere applicati con scarico in condotto di ventilazione od attraverso filtri di depurazione e per tutte le installazioni ove siano presenti perdite di carico. (Vortice)



stessa e quindi inficiare la validità del sistema. Per l'utilizzo di questo tipo di sistema è richiesto un tipo di struttura monolitica con movimenti minimi; l'impermeabilizzazione, possibilmente continua, risale esternamente alla struttura fino a una quota superiore a quella prevista per l'acqua di falda nel corso della vita della struttura e comunque è buona norma risalire con l'impermeabilizzazione fino a 150 mm al di sopra del piano di campagna.

Con proseguimento della struttura con murature in elevazione, si proseguirà

anche l'impermeabilizzazione, inserendo barriere al vapore e tagliamuro. La protezione a struttura integrale affida interamente la protezione alla struttura stessa che si prefigura come un involucro chiuso e stagno, a scatola, che deve essere realizzato con calcestruzzi ad alta qualità. Una cura particolare deve essere riposta nella realizzazione dei giunti e nella posa dei "waterstop", in PVC o di tipo idroespansivo. Nella protezione a cavità drenata si prevede che l'acqua possa filtrare attraverso le strutture controterra e raccolta in una

cavità realizzata tra le strutture e l'ambiente interno e poi allontanata tramite pompaggio. L'efficacia del sistema si basa sulla capacità dei muri strutturali di ridurre al minimo le infiltrazioni.

Il sistema può essere previsto in caso di utilizzo di calcestruzzo semplice e costruzioni in mattoni, per cemento armato gettato in opera e palancolate. Per la protezione a sacchetto si utilizzano i seguenti materiali:

- membrane prefabbricate alla struttura;
- membrane da applicare in situ;
- membrane idroespansive.

Cis e blocchi

Adatto per applicazioni strutturali ad elevata durabilità e particolarmente indicato per opere stradali e ferroviarie. La presenza di componenti minerali conferisce al prodotto migliori caratteristiche di resistenza alle aggressioni ambientali ed un'alta resistenza agli attacchi chimici grazie al ridotto tenore di C3A. Il prodotto consente di contenere il ritiro igrometrico del calcestruzzo e contrasta maggiormente la reazione alcali-aggregati. Presenta un contenuto sviluppo di calore di idratazione e la maggiore finezza di macinazione conferisce al calcestruzzo ottime caratteristiche di compattezza ed impermeabilità. Per ottenere dalla struttura le caratteristiche



stabilite in fase progettuale (resistenza e durabilità), occorre seguire accuratamente la stagionatura, specie durante i primi giorni. (Holcim)

Betonfix espando è una malta espansiva premiscelata composta da cemento, particolari additivi ed agenti espansivi. Il prodotto è stato testato presso laboratori autorizzati (che ne hanno certificato l'espansione confinata e quella libera in fase plastica, nonché la resistenza meccanica a compressione



e flessione, libera e impedita, a 2 e 28 gg). Betonfix espando trova impiego per il consolidamento di terreni ed il riempimento di vuoti e cavità in sotterraneo, per applicazioni in galleria ed in sotterraneo, in cui è adottato per eseguire ancoraggi di chiodi in acciaio o in materiale composito. Betonfix espando è stato utilizzato negli "infilaggi" in vetroresina, sul fronte di scavo, delle gallerie eseguite nel quadro dei lavori di velocizzazione della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, prevedenti il raddoppio della tratta Andora - S. Lorenzo. (Kimia)

Il Concio Q Vibrapac contiene valenze tecnologiche peculiari tra cui l'elevato potere fonoassorbente delle murature e la semplice manutenzione mediante getti di acqua o vapore.

Durabilità, grazie al brevetto Time Resistent Block (TRS), impermeabilizzazione, mediante il processo WPS (Waterproof System) e traspirabilità, sono i tre vantaggi garantiti da Concio Q Vibrapac. Utilizzato nella realizzazione della Linea 3 della Metropolitana Milanese il Concio Q Vibrapac, ha risolto non solo il problema della progettazione in ambienti chiusi e sotterranei ma, anche quello di proteggere le superfici dalle scritte. Ciò è stato possibile applicando il ciclo "Simpatico" Waler come trattamento anticrittura e protettivo. (Vibrapac)



Impermeabilizzanti

Per l'isolamento esterno di elementi di costruzione a contatto con il suolo, il pannello isolante in polistirene estruso Thermo 33® Extruded rappresenta il materiale ottimale grazie all'altissima resistenza alla compressione, all'insensibilità all'acqua ed all'altissimo grado di isolamento termico. Gli scantinati riscaldati (stanze per il do-it-yourself, bar, stanze per ospiti, ecc.) mantengono il pieno grado di confortevolezza e l'intera costruzione nell'area sotterranea ne rimane per sempre protetta. Thermo 33® Extruded è inattaccabile da funghi, muffe e batteri. Thermo 33® Extruded non è attaccato da vapori o fumi, non teme l'aggressione di soluzioni particolarmente acide e non emana nessun tipo di vapore o gas dannoso. (Ab Isolanti)



Guttabeta® Star è una nuova membrana bugnata certificata e brevettata, realizzata dalla Gutta per resistere più d'ogni altra alla pressione meccanica. La resistenza alla compressione ha come obiettivo di proteggere il manto impermeabilizzante e di mantenere attraverso l'incomprimibilità delle bugne una camera di separazione tra i due elementi o tra i pavimenti e la soletta.

Altra caratteristica di rilievo è la disposizione in senso diagonale delle bugne, che permette di avere un numero superiore di bugne rispetto a quelle con disposizione in senso verticale, con la diretta conseguenza che a parità di grammatura, otteniamo un incremento di resistenza alla compressione per metro quadrato grazie ad una maggiore superficie d'appoggio.

Guttabeta® Star che permette di raggiungere una resistenza a compressione certificata da un laboratorio ufficiale autorizzato dal Ministero di Lavori Pubblici di 320 kN/m² (pari a 32 t/m²). (Gutta Werke)



Impermeabilizzante tecnologico monocomponente ad azione osmotica, idoneo per il contenimento d'acqua, in spinta positiva-negativa, di strutture e superfici monolitiche in calcestruzzo o malta cementizia. La tecnologia Idrobuid® Osmocem garantisce l'impermeabilità a tutte le opere d'ingegneria idraulica progettate per l'aggressione anaerobica e acida dei terreni, l'abrasione continua da scorrimento d'acqua, l'immersione permanente e il contenimento d'acqua potabile. Mix di micro particelle silicatiche ad azione pozzolanica, polimeri idrofobizzanti e reattivi minerali ad azione osmotica e cristallizzazione interstiziale completano la struttura chimica di Idrobuid® Osmocem garantendo efficace compattezza e resistenza alle aggressioni chimico-ambientali dell'impermeabilizzante. I campi d'applicazione principali sono le impermeabilizzazioni di: fondazioni, parcheggi interrati, muri contro terra anche con spinta idrostatica negativa, canali di irrigazione, tombini, vasche, collettori e serbatoi d'acqua anche potabile, tunnel, gallerie, sifoni e dighe, ponti e viadotti. (Gruppo Kerakoll)

Bentoject® è la combinazione di una banda bentonitica e un tubo da iniezione per l'impermeabilizzazione di giunti da costruzione nel calcestruzzo. È costituito da tre componenti: una spirale rinforzata d'acciaio posta all'interno per prevenire il collasso e lo schiacciamento del tubo e l'ostruzione del canale di iniezione, una membrana filtrante posta tra la spirale interna e il rivestimento esterno per prevenire l'otturazione del canale di iniezione e l'espansione della bentonite verso l'interno, una guaina esterna in gomma bentonitica: questo componente rappresenta la parte attiva del sistema.

Bentoject® è un sistema studiato per assicurare un'adeguata impermeabilizzazione di giunti da costruzione, riprese di getto e giunti di lavorazione nel calcestruzzo dove esistono irregolarità dello stesso.

Il prodotto è ideale per costruzioni in calcestruzzo con pareti a basso spessore.

Bentoject® può anche essere utilizzato per sostituire la combinazione di due o più sistemi passivi di impermeabilizzazione. (Levocell)



La membrana Dualseal® Vlp per le sue particolari caratteristiche tecnologiche e per l'affidabilità riscontrata mondo risulta particolarmente indicata nell'impermeabilizzazione di opere di ingegneria civile e infrastrutturale quali parcheggi interrati, gallerie stradali e ferroviarie, sottopassi, vasche interrate, etc. La membrana impermeabilizzante Dual Seal Vlp combina la resistenza a trazione e al punzonamento del polietilene ad alta densità HDPE – High Density Polyethylene – con la capacità di rigonfiare della bentonite sodica a contatto con l'acqua, sino ad opporre alla pressione idrostatica un'elevata pressione di confinamento; l'accoppiata dei due materiali permette di formare il sistema impermeabilizzante doppiamente più sicuro attualmente disponibile sul mercato, testato fino a 50 m di battente idraulico utilizzato da ormai oltre 35 anni in Italia e nel mondo. La membrana Dual Seal® VLP è certificata da ICITE, Ist. sperimentale RFI, Ministero della Marina, a norme ASTM, DIN, BS, JSCE. In possesso di certificati di idoneità tecnica BBA inglese e Socotec francese. (Maxfor)



Sika dispone di tre "sistemi impermeabili" collaudati da molti anni, che offrono elevati standard di sicurezza: sistema EL sistema monostrato, sistema EL-AI sistema monostrato, settorizzato, riparabile, sistema P+I sistema doppio strato, settorizzato, collaudabile vacuum, riparabile. I tre sistemi hanno caratteristiche, prestazioni e standard di sicurezza differenti. A differenti livelli, la concezione dei "sistemi Sikaplan per fondazioni" centra quattro obiettivi principali: verificare in maniera univoca l'impermeabilità del "sistema" sia dei manti e sia delle loro saldature immediatamente dopo la posa della stratigrafia e prima della realizzazione della platea di fondazione; poter verificare l'impermeabilità del sistema anche a costruzione ultimata, mantenendo questa possibilità di controllo nel tempo; nel caso di rotture o perforazioni accidentali, permettere la localizzazione certa dell'origine del danno e la riparazione. (Sika Italia)



Le membrane pre-getto Preprufe®, in HDPE, grazie alla speciale matrice Advanced Bond Technology™, sviluppano una fortissima e tenace adesione meccanica al calcestruzzo fresco della platea e dei muri verticali durante la fase di getto e successivo indurimento. Preprufe protegge così come una pelle la struttura in calcestruzzo e ne garantisce qualità e durabilità nel tempo. La protezione è certificata al gas Radon e a pressioni idrostatiche fino a 80 m di colonna d'acqua.

Inoltre Preprufe non è influenzato dalla natura dei sali disciolti in acqua, tanto da essere usato con successo anche in opere civili immerse in acqua di mare. L'applicazione è semplice e veloce, grazie alla sormonta con cimosa autoadesiva, e la posa delle armature non necessita cappe di protezione. La protezione dal gas Radon è certificata e fa di Preprufe la soluzione ideale per tutti gli ambienti interrati, anche abitabili. (WR Grace)

Fondaline è una membrana bugnata in HDPE, che applicata contro i muri di fondazione, protegge le membrane di impermeabilizzazione precedentemente applicate durante le fasi di reinterro. L'acqua presente nel terreno viene raccolta ed allontanata verso gli appositi tubi di drenaggio predisposti ai piedi delle pareti di fondazione. La membrana Fondaline si presenta sotto forma di rotoli in Polietilene ad alta densità (HDPE) in doppio strato e con bugnature tronco-coniche da 8mm. Ulteriori variabili di prodotto sono possibili realizzando un accoppiamento tramite l'incollaggio di Fondaline con speciali tessuti, ad esempio geotessili, di opportuna grammatura e resistenza. Allo stesso tempo Fondaline, grazie alle sue speciali bugnature, forma una protezione distaccata dalla struttura di fondazione, creando un'intercapedine di aria che permette lo smaltimento dell'umidità, mantenendo asciutte e salubri le strutture interrate. Data la sua composizione, Fondaline può fungere da efficace barriera antiradice nei tetti giardino, avendo comunque un comportamento inerte nei confronti dell'acqua presente nel terreno. Fondaline svolge da efficace barriera al passaggio di radon. (Onduline)



BRESCIA

Complesso Futura

Il Complesso Futura sorge in Via Triumplina a Brescia ed è un'opera realizzata dall'impresa Campana e nata dalla collaborazione fra Moretti Industria delle Costruzioni e lo studio d'ingegneria Conter. È organizzata su circa 16.000

m² coperti, caratterizzata da edifici che spiccheranno nello skyline dell'area nord della città, e si articola in tre edifici principali, accostati fra loro ma strutturalmente indipendenti. Due di questi sono accomunati da sistemi

costruttivi simili: fondazione a platea e muri controterra in calcestruzzo armato gettato in opera, con la struttura portante interna composta da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio. Un primo fabbricato, ampio circa 2.500 m², si sviluppa su due livelli interrati che ospiteranno posti auto e servirà da interconnessione logistica con la nuova linea metropolitana. Il secondo fabbricato è composto da tre livelli seminterrati con destinazione d'uso commerciale e parcheggi (circa 5.000 m²) e dai due volumi a torre, il più alto dei quali sventa per circa 60 m fuori terra. Il terzo edificio ha



una conformazione lineare a due livelli su pilotis ed emerge dalla piastra commerciale. Il progetto ha previsto una superficie coperta nel piano interrato di 18.000 m² a fronte di un lotto libero di 21.000 m². Pertanto, è stato eseguito uno scavo movimentazione terra di 120 mila metri cubi di terra. (Moretti)



LUCCA

Parco degli Osservanti

Perlite Italiana Srl propone Perligarden®, il sistema italiano brevettato per la re-

alizzazione di coperture a verde per edifici e strutture ipogee con stratigrafie di

spessori limitati ed in grado di realizzare le migliori condizioni per lo sviluppo vegetativo nell'ambiente mediterraneo. Il sistema Perligarden®, comprende gli elementi di drenaggio e isolamento termico, accumulo idrico, filtrazione ed il substrato colturale. Tra gli interventi eseguiti negli ultimi anni per la copertura di strutture interrato, un'interessante soluzione è quella adottata nella realizzazione del Parco degli Osservanti, area verde pubblica a copertura di un parcheggio nella città di Lucca, all'interno della cinta muraria rinascimentale del

centro. La realizzazione ha previsto alternanza di spazi pavimentati e di giardini pensili a prato, di parterre rialzati e percorsi. Nell'area sono state inoltre inserite una fontana su pavimentazione in ciottoli di fiume dalla quale nascono getti d'acqua, muretti e pergolati in cotto e acciaio cor-ten, vasche di fioriture e giochi per ragazzi. Il sistema Perligarden®, di Perlite Italiana viene prodotto in regime di qualità, certificato da ICMQ secondo UNI EN ISO 9001:2000, ed è garanzia di prestazioni e servizio. (Perlite)



MILANO

Parcheggio interrato in largo V Alpini



Sono state posate e gettate le Travi Prem fra le paratie opposte prima di scavare per poi procedere con lo scavo (top down) senza bisogno di tiranti.

Dal fondo scavo si risale con metodi costruttivi tradizionali mentre le Travi Prem di

copertura fanno da puntone. A fondo scavo, le Travi Prem in alto contrastano le spinte delle paratie. Nelle zone senza travi Prem sono stati utilizzati i tiranti

Il metodo CSP prevede eventualmente che dopo aver profondato i pilastri, con la tecnica collaudata delle paratie e/o dei pali, si scenda, gettando in autoportanza solo le travi e/o i solai di copertura, che fanno da puntoni non "a perdere", e si gettino le altre travi, tutti i solai ed i pilastri o in discesa o in risalita, con una vasta gamma di possibilità alternative in funzione del tema specifico. In altre parole, si può proce-

dere a scavare senza il costo di opere provvisorie. Tutto ciò è reso possibile dalla autportanza di pilastri, travi e solai, modulabile sul singolo

caso, che costituiscono però, alla fine del procedimento, un prodotto finito monolitico, come il c.a. tradizionale. (CSP Prefabbricati)



MOENA - TRENTO

Gallerie sulla nuova circonvallazione

La necessità di una viabilità supplementare e periferica unita alla volontà di non alterare il rilevante aspetto paesaggistico hanno portato alla scelta di realizzare delle gallerie artificiali sul lato est del centro abitato.

Le gallerie artificiali sono state ottenute previa la realizzazione di una berlinese, cui è affidato il compito di sostenere il terreno in fase di scavo e di esecuzione dell'opera. Ai due piedritti in c.a. su fondazione superficiale si sovrappone la soletta di copertura, costituita da elementi prefabbricati Forap e getto di completamento. La soletta è vincolata longi-

tudinalmente alla berlinese mediante un sistema di tiranti per trasferire le azioni sismiche orizzontali, rendendo minime le sollecitazioni in fondazione. Il rispetto della scelta progettuale di riprofilare il versante, dopo la costruzione delle gallerie, secondo la pendenza originaria del terreno, ha comportato degli strati di terreno alti fino a m 9,50 sulla galleria realizzata con elementi Forap h= 100 cm e solette in opera da 20 fino a 30 cm. La galleria dove è stato adottato l'elemento scatolare Forap h=80 cm aveva un terreno di ricoprimento alto fino a 6 m. Le

"lastre Forap" sono elementi precompressi a fili aderenti, prodotte su pista con vibroformatrice in continuo, ma con una tecnologia innovativa di vibrocompattazione. (Gruppo CentroNord)

