



4

QUADERNI
TECNICI
IMPER

 **IMPER** ITALIA

Sistemi Impermeabilizzanti

INFRASTRUTTURE
Impalcati e Gallerie Artificiali

1. Ponti e viadotti	4
2. L'aggressione ed il degrado delle opere d'arte	4
3. Impalcati - prodotti Imper da sempre protagonisti	5
4. Impalcati e soluzioni impermeabilizzanti	5
5. Requisiti e prestazioni da richiedere all'impermeabilizzazione	6
6. Sistemi impermeabilizzanti imper conformi UNI EN 14695	6
7. Impermeabilizzazione degli impalcati	8
7.1 Supporto di base. Preparazione del piano di posa	8
7.2 Elemento di tenuta	8
7.3 Strato di protezione e finitura	9
7.4 Impermeabilizzazione delle opere al contorno	9
<i>Impermeabilizzazione impalcato stradale</i>	10
<i>Impermeabilizzazione impalcato ferroviario</i>	11
8. Gallerie artificiali	12
9. Impermeabilizzazione di gallerie artificiali	13
9.1 Impermeabilizzazione dell'estradosso della galleria -superfici piane	13
9.2 Impermeabilizzazione dell'estradosso della galleria -superfici verticali	14
<i>Galleria artificiale - impermeabilizzazione della copertura</i>	15
<i>Galleria artificiale - impermeabilizzazione della parete</i>	16
<i>Galleria artificiale - impermeabilizzazione del giunto</i>	17
10. Istruzioni per la posa delle membrane bitume polimero	18

IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE GRANDI OPERE DI INGEGNERIA CIVILE: GALLERIE ARTIFICIALI, PONTI E VIADOTTI

Sin dalla sua fondazione, risalente al 1936, la IMPER ITALIA ha sviluppato, progettato e realizzato prodotti e sistemi impermeabilizzanti per il settore delle costruzioni.

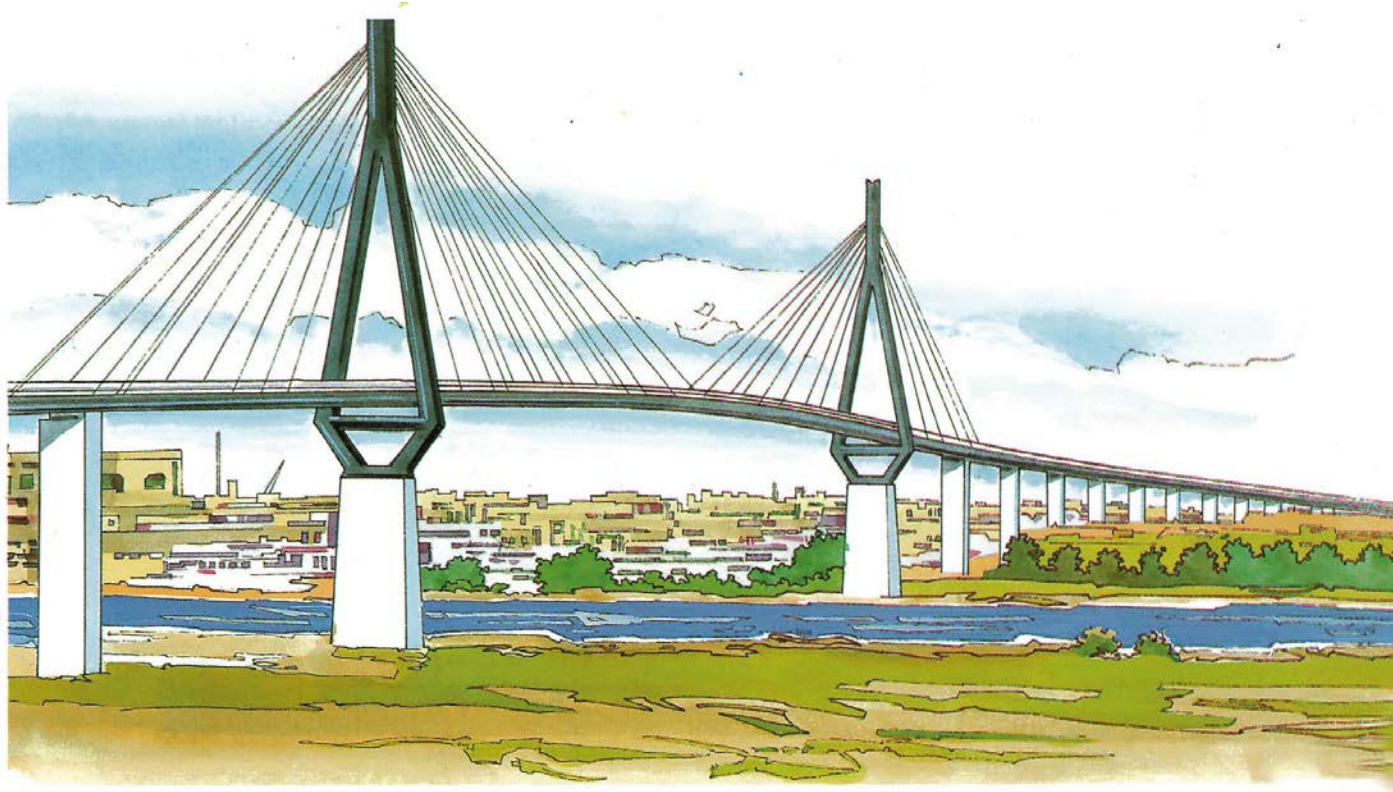
La presente documentazione vuole essere una guida tecnica nel percorso progettuale per l'individuazione delle soluzioni di impermeabilizzazione nel settore specifico delle opere infrastrutturali, in particolare gallerie naturali e impalcati.

Il percorso si svilupperà partendo dalle tipologie costruttive, passando per le destinazioni d'uso per giungere all'individuazione delle soluzioni tecnologiche più idonee e soprattutto conformi alle normative vigenti in materia.

Le soluzioni e i prodotti presenti nella presente documentazione rappresentano solamente degli esempi, esemplificativi e non esaustivi, della gamma offerta da IMPER ITALIA. Infatti l'ufficio tecnico di Imper è in grado di sviluppare soluzioni tailor made anche per le opere più complesse ed impegnative.

Sia le gallerie artificiali che gli impalcati richiedono l'impiego di prodotti impermeabilizzanti speciali dalle elevatissime caratteristiche, in grado di assicurare l'integrità e la protezione delle strutture nel tempo. Entrambe le opere sono contraddistinte dal fatto che la stratigrafia impermeabile viene coperta da una protezione pesante che ne impedisce la manutenzione e il controllo nel corso degli anni. Interventi manutentivi successivi alla realizzazione sarebbero possibili ma al costo di investimenti ingenti oltre che di interruzioni del servizio.

La particolare attenzione richiesta da queste opere ha condotto all'emanazione, a livello europeo, di apposite Normative che determinano, in materia di membrane impermeabilizzanti, standard prestazionali molto elevati.





1. PONTI E VIADOTTI

I ponti sono opere d'arte atte ad assicurare la continuità di un tracciato stradale o ferroviario in presenza di ostacoli naturali o artificiali come fiumi, canali, vallate, gole, ferrovie, strade.

Nel senso più stretto del termine si chiamano ponti solo le opere edificate interamente sopra un corso d'acqua, mentre prendono il nome di viadotti quelle opere da ponte atte a superare vallate o avvallamenti anche nel caso che il fondo valle sia sede d'un corso d'acqua.

Le parti componenti della struttura di un ponte o viadotto sono individuabili in due elementi costruttivi fondamentali: la sottostruttura e la sovrastruttura. Per sottostruttura intendiamo quell'insieme di elementi costruttivi atti a sostenere le strutture di campata del ponte e/o viadotto: fondazioni, spalle, pile. Per sovrastruttura invece ci riferiamo alle parti costruttive idonee a costituire il piano stradale e la struttura di campata.

2. L'AGGRESSIONE ED IL DEGRADO DELLE OPERE D'ARTE

Le opere d'arte del tipo ponti e viadotti sono soggette ad azioni di degrado che possono dipendere da cause esterne ambientali di natura fisica o chimica e da cause di natura meccanica.

Gli agenti atmosferici, le precipitazioni meteoriche, l'inquinamento, i cicli di gelo e disgelo, i sali antigelo usati per garantire la transitabilità anche in periodi invernali rigidi, le sollecitazioni strutturali e le sollecitazioni meccaniche trasmesse dal traffico intenso di autoveicoli e mezzi pesanti in continuo aumento sono solo alcune delle cause di degrado e usura.

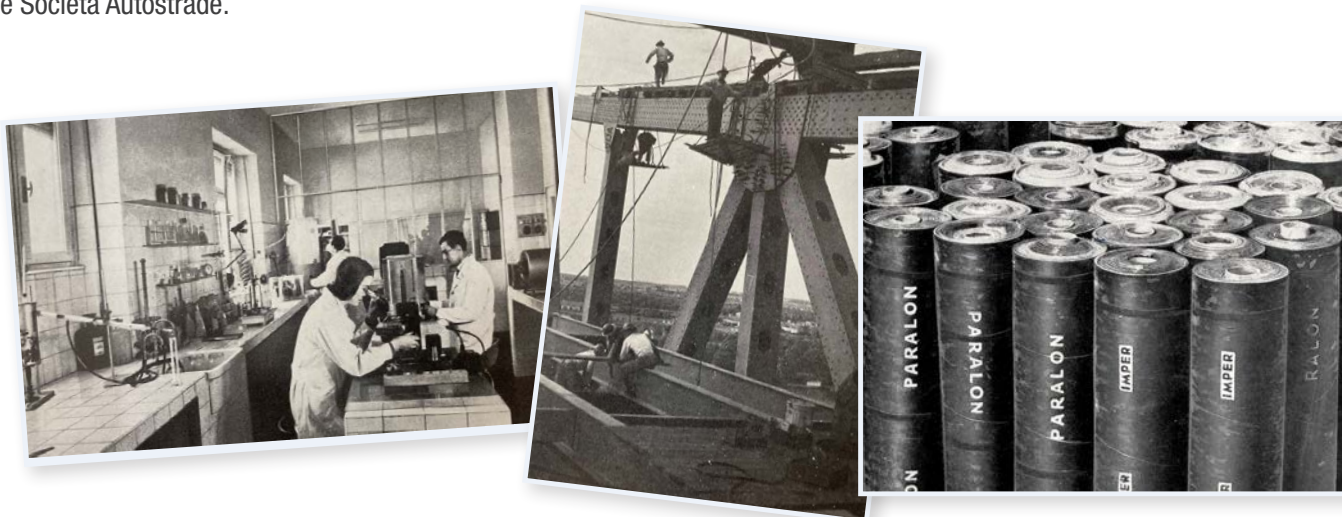
Data per scontata la qualità dei materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture e il fatto che le pavimentazioni stradali non sono impermeabili all'acqua, ne consegue che l'impermeabilizzazione gioca sicuramente un ruolo fondamentale nel proteggere le strutture dall'acqua e dagli agenti inquinanti, garantendo l'integrità, la continuità d'esercizio e la durabilità dell'opera.

3. IMPALCATI - PRODOTTI IMPER DA SEMPRE PROTAGONISTI

La IMPER ITALIA negli anni ha contribuito a fornire i propri prodotti e sistemi impermeabilizzanti per gli impalcati, sia stradali che ferroviari, inseriti nei più importanti progetti infrastrutturali del Paese, fornendo sin dalle sue origini sistemi impermeabilizzanti liquidi pluri-strato, armati, realizzati in opera e, a partire dagli anni '60 sistemi impermeabilizzanti con membrane bitume polimero. Le prime applicazioni datano al 1968 quando, per la costruenda Tangenziale di Napoli, fu messo a punto il **PARALON AV**, con doppia armatura Alluminio/Velovetro, applicata in monostrato.

Successivamente, con l'avvento delle armature in tessuto non tessuto poliestere, si passò all'accoppiata **SINTOPLENE 3 AV+ UNOSINT 4 AV**, il primo sistema bi-strato approvato da ITALFERR per il progetto A. V. nella tratta Roma-Napoli.

Negli anni le membrane impermeabilizzanti IMPERbsono state utilizzate in milioni di metri quadri su progetti ITALFERR, RFI, ANAS e Società Autostrade.



4. IMPALCATI E SOLUZIONI IMPERMEABILIZZANTI

Come detto in precedenza gli impalcati possono essere di tipo ferroviario o stradale. La principale differenza è data dalle caratteristiche del traffico che sopportano, conseguenzialmente dalla larghezza delle campate e dal tipo di finitura superiore.

Gli impalcati stradali più diffusi sono realizzati in c.a. e in c.a.p, prevedono l'applicazione del rivestimento impermeabile tra il supporto di base in cls e la pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso.

Quelli ferroviari, aventi struttura simile, presentano lo strato impermeabile applicato sulla soletta e protetto da uno strato di conglomerato bituminoso. Su questa tipologia di impalcati abbiamo la presenza di muretti per il contenimento dell ballast sui cui vengono adagiate le traversine e quindi i binari.

Entrambe le tipologie prevedono degli sbalzi delimitati da cordoli dove vengono posizioni i camminamenti, le protezioni, gli impianti e gli scarichi.

Per quanto riguarda il sistema impermeabile e la sua efficacia particolare attenzione richiede il raccordo dell'elemento di tenuta con scarichi, giunti strutturali e risvolti verticali.

5. REQUISITI E PRESTAZIONI DA RICHIEDERE ALL' IMPERMEABILIZZAZIONE

Per progettare un'adeguata impermeabilizzazione occorre tenere conto dei requisiti e delle conseguenti prestazioni che sono da richiedere all'impermeabilizzazione stessa. Esaminate tutte le azioni che intervengono sull'opera, l'impermeabilizzazione dovrebbe:

1. essere in grado di assorbire tutte le tensioni e i movimenti strutturali senza riportare danneggiamenti
2. essere resistente al gradiente termico intradosso/estradosso, che può raggiungere anche diverse decine di gradi centigradi
3. essere resistente al punzonamento statico, cioè alla compressione di carichi permanenti
4. essere resistente alle vibrazioni
5. essere resistente alle sollecitazioni indotte dal traffico veicolare e ferroviario
6. presentare buona adesione al supporto
7. presentare compatibilità con il conglomerato bituminoso sovrastante applicato ad alte temperature
8. avere la capacità di sopportare i carichi straordinari di cantiere durante i lavori di pavimentazione stradale per l'azione di camion, rulli compressori e macchine finitrici, sia pure da prescriversi di tipo ridotto e su ruote di gomma
9. presentare buona adesione nel tempo al rivestimento costituito da binder e tappetino di usura
10. essere resistente ai prodotti chimici del tipo sodio-cloruro e calcio-cloruro usati come sali antigelo, nonché ai prodotti solforosi e solforici derivati dallo smog
11. presentare sufficiente resistenza ai prodotti petroliferi del tipo benzina, gasolio, oli e grassi, in caso di percolamenti anche se difficilmente questi raggiungeranno la impermeabilizzazione
12. essere facilmente riparabile nel caso di danneggiamenti straordinari o di perforazioni effettuate per motivi tecnici prima del rivestimento successivo
13. presentare una durabilità compatibile con la destinazione d'uso

6. SISTEMI IMPERMEABILIZZANTI IMPER CONFORMI UNI EN 14695

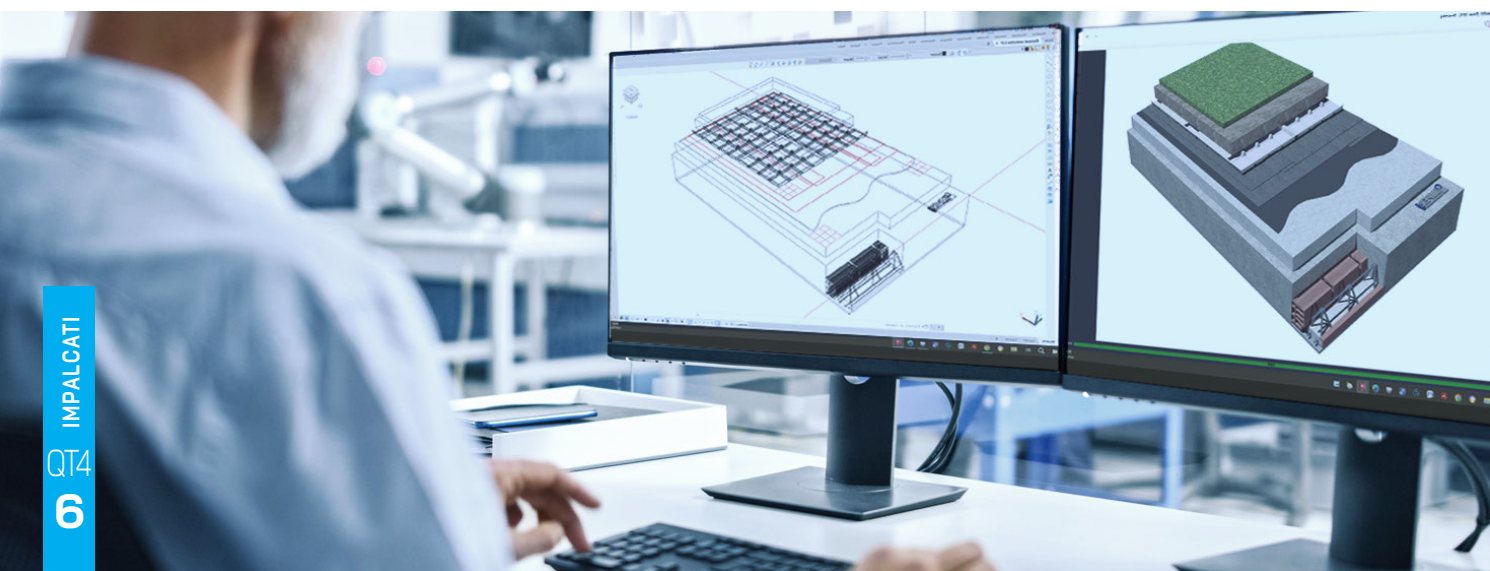
UNI EN 14695:2010

Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico - Definizioni e caratteristiche

Forza di coesione	EN 13596
Resistenza al taglio	EN 13653
Fessurazione impalcato (crack bridging ability)	EN 14224
Compatibilità per condizionamento termico	EN 14691
Resistenza alla compattazione di uno strato di asfalto	EN 14692
Comportamento delle membrane bitume polimero durante l'applicazione di mastice di asfalto	EN 14693
Impermeabilità dinamica - senza pretrattamento	EN 14694

Tale normativa richiede alle membrane, oltre alle usuali proprietà di resistenza meccanica (trazione e allungamento a rottura), flessibilità a freddo e tenuta al calore, altre specifiche proprietà legate al loro comportamento in opera quali la resistenza alla fessurazione (crack bridging ability), la capacità adesiva del compound di formulazione, la resistenza delle giunzioni, alla stesa e compattazione dell'asfalto stradale.

La norma indica anche i criteri per la redazione delle schede tecniche, degli altri documenti tecnici di prodotto, la frequenza delle verifiche e le tolleranze.



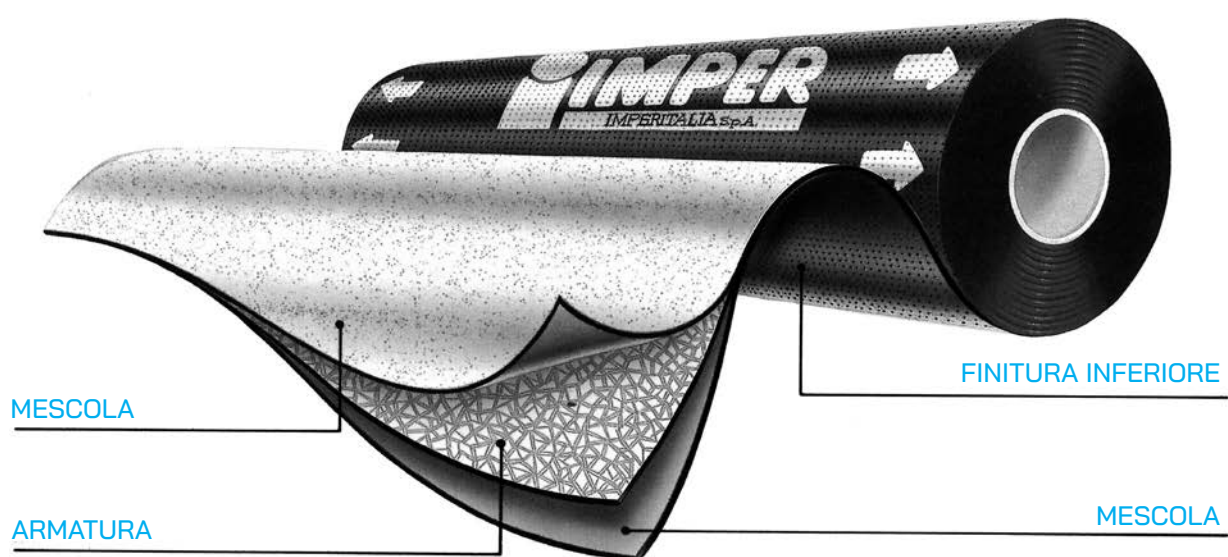
La lunga esperienza maturata nel settore, in oltre 80 anni di attività, ha condotto la IMPER ITALIA a definire prodotti e sistemi in grado di soddisfare anche i più severi standard previsti e richiesti per questo tipo di interventi.

Le soluzioni impermeabilizzanti proposte possono essere in mono o doppio strato e prevedono l'elemento di tenuta costituito da membrane bitume polimero elastomeriche ed elastoplastomeriche ad elevate prestazioni.

Le membrane bitume-polimero sono costituite da un compound impermeabile a base di bitume e polimeri termoplastici e da un'armatura, inserita nello spessore del compound stesso, in completa sinergia con la massa impermeabilizzante.

I principali polimeri impiegati per le membrane impermeabilizzanti IMPER ITALIA sono il polipropilene atattico (APP) e lo stirene-butadiene-stirene (SBS). Nelle impermeabilizzazioni degli impalcati stradali, in virtù delle loro caratteristiche fisico-meccaniche, trovano maggiore impiego le membrane bitume-polimero APP di cui la IMPER è leader del mercato da oltre 50 anni. Con le membrane bitume-polimero si è raggiunta anzitutto la possibilità di applicare in opera, senza complicate manipolazioni da parte del posatore e senza la necessità di materiali ausiliari, il prodotto fabbricato in stabilimento: per l'applicazione è infatti sufficiente una termofusione superficiale del compound impermeabilizzante ottenibile mediante cannello a fiamma di gas propano.

In queste membrane il potere impermeabilizzante e le principali caratteristiche chimico-fisiche sono fornite dalla massa bitume-polimero, mentre le caratteristiche meccaniche sono assicurate dall'armatura in non tessuto di poliestere da filo continuo ad elevata grammatura.



IMPER ITALIA ha in catalogo diverse membrane per questo utilizzo, alcune risultato di una lunga storia di perfezionamenti e adattamenti alle specifiche esigenze di impermeabilizzazione:

MEMBRANA	Tipo	Spessore (mm)	Flessibilità a freddo (°C)	Tenuta al calore (°C)	Trazione L/T (N/5 cm)	Lacerazione (N)
Paralon NT4 Plus ST	metalloc.	4	-20	140	750/650	160/180
Paralon Antiradice	metalloc.	4	-20	140	750/650	160/180
Paralon Ponts	metalloc.	4	-10	120	750/650	160/180
Paralon Road	metalloc.	4 - 5	-15	150	950/750	250/250 300/300
Paraflex NT4	SBS	4	-25	100	800/600	160/180
Unosint AV HP	APP	4	-20	140	900/700	180/200
Unosint AV S	APP	4	-20	140	1200/1000	250/250
Sintoplene 3 AV	APP	3	-10	140	500/400	150/150
Unosint 4/25 AV	APP	4	-15	140	900/900	200/200
Unosint 5/25	APP	5	-20	140	1200/1000	250/250
Monotene 4/30	APP	4	-10	120	950/800	160/170

7. IMPERMEABILIZZAZIONE DEGLI IMPALCATI

PROGETTAZIONE

Una corretta progettazione di tutto il sistema impermeabilizzante costituisce il presupposto per l'efficacia dello stesso. Lo strato impermeabile deve essere supportato da un perfetto piano di posa, da un corretto sistema di smaltimento delle acque meteoriche e dalla previsione progettuale delle soluzioni per il raccordo dell'elemento di tenuta con i dettagli esecutivi quali giunti strutturali, risvolti verticali ed elementi passanti.

Negli impalcati ferroviari, caratterizzati dalla presenza di muretti paraballast, particolare attenzione andrà riservata alla continuità idraulica per il corretto deflusso delle acque meteoriche, consentendo il drenaggio verso le zone perimetrali ove sono allocati i pluviali e i pozzetti di scarico. I muretti sono dotati di fori passanti di collegamento tra le superfici all'interno dei cordoli paraballast e i corridoi perimetrali; il rivestimento impermeabile non dovrà avere soluzione di continuità, utile al proposito l'utilizzo di elementi prefabbricati di raccordo.

STRATIGRAFIA FUNZIONALE

La stratigrafia funzionale è l'insieme degli strati principali e complementari che costituiscono il sistema impermeabile.

Nota: i prodotti inseriti nella stratigrafia funzionale seguente sono a titolo esemplificativo ma non esauriscono la gamma di membrane impermeabilizzanti di IMPER ITALIA idonee all'uso specifico e conformi alla Norma UNI EN 14695. La nostra gamma prevede altre membrane progettate per soddisfare specifiche esigenze d'uso.

7.1 SUPPORTO DI BASE. PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA

Il piano di posa dovrà presentarsi liscio, pulito e privo di qualunque asperità che possa danneggiare per punzonamento il rivestimento impermeabile. Dovrà inoltre essere eseguito in maniera da realizzare un efficace sistema delle pendenze.

Eventuali fessurazioni o crateri presenti sul supporto andranno ripristinati. Deve essere ben pulito per eliminare tracce di olii grassi o residui di pitture e trattamenti precedenti. Occorre fare attenzione al fatto che certi CLS additivati potrebbero non consentire un'adeguata adesione delle membrane. A tal riguardo si raccomanda di effettuare verifiche preliminari specifiche.

7.2 ELEMENTO DI TENUTA

7.2.1 STRATO DI IMPRIMITURA E PROMOTORE DI ADESIONE

Sul supporto preparato secondo le indicazioni precedenti andrà applicato uno strato di imprimitura avente la funzione di bloccare la polverosità presente e di migliorare l'adesione. Tale strato sarà realizzato con un primer bituminoso a solvente tipo **IMPETENE PRIMER**, applicato a spazzolone, rullo o spruzzo, in ragione di un consumo di circa 200 L/m² e comunque variabile con il grado di porosità del supporto stesso. Bisognerà porre attenzione che tutta la superficie sia uniformemente trattata e il prodotto assorbito senza eccessi. Tali eccessi infatti potrebbero creare dei film superficiali che potrebbero compromettere la perfetta adesione della membrana al supporto.

È opportuno sottolineare che tutte le applicazioni descritte non dovranno avvenire in presenza di pioggia o nebbia. La temperatura non dovrà essere inferiore a +5°C, onde evitare d'intrappolare acqua di condensa o brina sul supporto o fra le membrane impermeabilizzanti.

7.2.2 STRATO IMPERMEABILE IN DOPPIO STRATO

Dopo l'essiccazione dei primer si procederà con la posa dello strato impermeabile realizzato da un doppio strato di membrana bitume polimero elastoplamerica ad alte prestazioni di cui la prima serie **SINTOPLENE 3 AV**, avente uno spessore di 3 mm, e la seconda serie **UNOSINT 4/25 AV**, avente uno spessore di 4 mm.

È importante ricordare che i teli, disposti longitudinalmente secondo il senso del traffico, dovranno essere incollati al supporto a giunti sfalsati con sovrapposizioni longitudinali di 8/10cm e trasversali di 12+15cm. Le membrane saranno applicate a totale aderenza con cannello a fiamma di gas propano insistendo nella fusione della faccia inferiore in modo da realizzare una perfetta adesione ed un completo adattamento al supporto sottostante.

Bisognerà prestare attenzione alla sigillatura di sormonte e incroci a strati multipli.

Le membrane andranno applicate anche sui risvolti verticali. Nelle zone di raccordo tra superfici orizzontali e verticali è opportuno saldare a fiamma una fascia di rinforzo che migliorerà anche l'adesio-

ne dell'elemento di tenuta.

L'elemento di tenuta andrà opportunamente raccordato con elementi passanti, giunti e pluviali di scarico.

Nota: Sui risvolti verticali, ove le membrane saranno esposte a vista, è necessario proteggerle dall'irraggiamento solare mediante idonee pitture o utilizzare, quale ultimo strato, membrane del tipo autoprotette con scaglie di ardesia o altro rivestimento protettivo.

7.2.3 STRATO IMPERMEABILE IN MONO STRATO

Dopo l'essiccazione dei primer si procederà con la posa dell'elemento di tenuta realizzato da uno strato di membrana bitume polimero elastoplastomerica ad alte prestazioni serie **UNOSINT 5/25** spessore 5 mm e armatura del peso di 250 gr/m² in non tessuto di poliestere da filo continuo o **MONOTENE 4/30** spessore 4 mm, avente una armatura in non tessuto di poliestere d filo continuo del peso di 300 gr/m².

Le soluzioni in mono strato sono in genere previste per l'impermeabilizzazione dei corridoi laterali degli impalcati.

È importante ricordare che i teli andranno posati a giunti sfalsati con sovrapposizioni longitudinali di 8/10 cm. e trasversali di 12+15 cm.

Le membrane saranno applicate a totale aderenza mediante cannello a fiamma di gas propano insistendo nella fusione della faccia inferiore in modo da realizzare una perfetta adesione ed un completo adattamento al supporto sottostante.

Le membrane andranno applicate anche sui risvolti verticali. Nelle zone di raccordo tra superfici orizzontali e verticali è opportuno saldare a fiamma una fascia di rinforzo che migliorerà anche l'adesione dell'elemento di tenuta.

L'elemento di tenuta andrà opportunamente raccordato con elementi passanti, giunti e pluviali di scarico.

Nota: Sui risvolti verticali, ove le membrane saranno esposte a vista, è necessario proteggerle dall'irraggiamento solare mediante idonee pitture o utilizzare membrane del tipo autoprotette con scaglie di ardesia o altro rivestimento protettivo.

7.3 STRATO DI PROTEZIONE E FINITURA

IMPALCATI FERROVIARI

Sull'elemento di tenuta, e prima della posa del ballast, è previsto l'interposizione di uno strato di protezione di tipo pesante in conglomerato bituminoso.

IMPALCATI STRADALI - PAVIMENTAZIONE CARRABILE

Sull'elemento di tenuta verrà applicata la pavimentazione carrabile costituita da binder e tappetino di usura. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla posa della pavimentazione carrabile per evitare danneggiamenti al rivestimento impermeabile. Attenzione all'azione delle macchine operatrici quali finitrici e rulli compressori, ovviamente solo su gomma. Attenzione anche alla qualità degli inerti all'interno dei conglomerati.

7.4 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE OPERE AL CONTORNO

PARTICOLARI ESECUTIVI

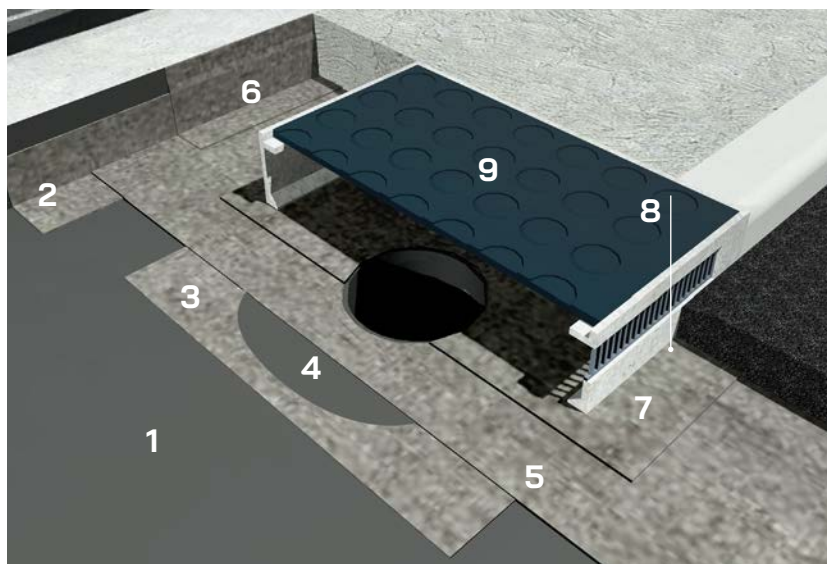
Particolare attenzione andrà prestata in fase di progettazione e di esecuzione ai particolari esecutivi la cui complessità potrebbe pregiudicare la tenuta impermeabile del sistema.

Il sistema impermeabilizzante deve disporre di prescrizioni esecutive per le opere al contorno, quali cordoli laterali, opere di convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche, giunti di tenuta, ecc. L'elemento di tenuta corrente andrà perfettamente raccordato ai particolari esecutivi al fine di garantire l'assoluta continuità dell'impermeabilizzazione.

Per motivi di sicurezza della viabilità e di protezione della costruzione, si deve evitare che l'acqua meteorica o di disgelo ristagni sulla sede stradale. Sarà indispensabile realizzare il drenaggio delle acque meteoriche le quali, grazie ad un efficace sistema di pendenze, verranno convogliate verso le zone di deflusso. Lungo la linea di displuvio, generalmente alle estremità degli impalcati, verranno previsti dei pluviali per lo smaltimento dell'acqua. Il rivestimento impermeabile andrà perfettamente raccordato alle flange dell'elemento di raccordo (bocchetta di scarico) tra elemento di tenuta e pluviale. Sulla superficie della pavimentazione stradale il posizionamento di un pozzetto ne garantirà l'ispezionabilità.

POZZETTO DI DRENAGGIO DEL MANTO STRADALE

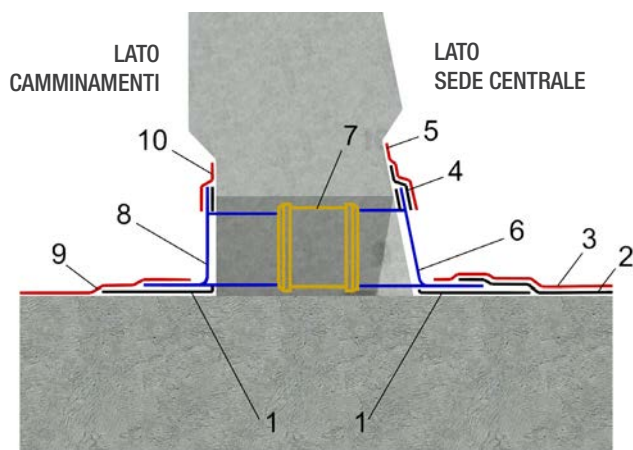
- 1 Primer
- 2 Striscia di adesione (consigliata)
- 3 Fazzoletto di protezione in membrana
- 4 Bocchetta prefabbricata
- 5 Membrana corrente in singolo o doppio strato
- 6 Risvolto verticale
- 7 Fazzoletto di protezione in membrana
- 8 Pozzetto prefabbricato cementizio
- 9 Chiusino metallico



Negli impalcati ferroviari la presenza di cordoli paraballast, che dividono la parte centrale dai camminamenti perimetrali, richiede una particolare attenzione alla continuità idraulica tra le superfici centrali e periferiche per un corretto sistema di deflusso delle acque meteoriche.

Sono previsti degli elementi di collegamento che attraversano i muretti paraballast aventi la funzione di dare continuità al rivestimento impermeabile.

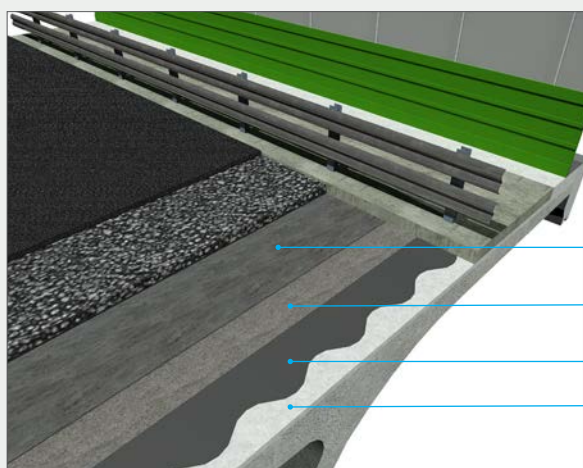
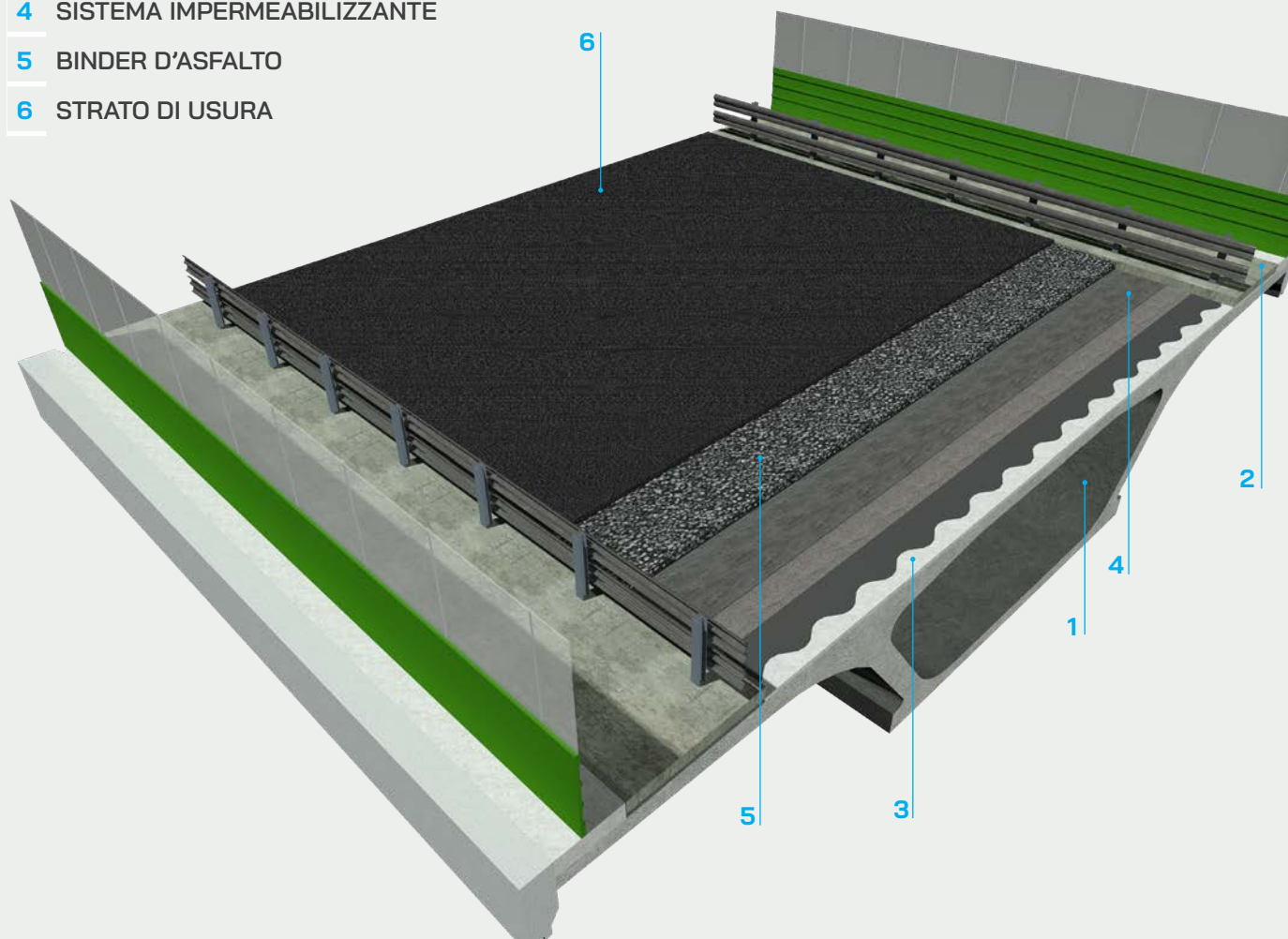
BYPASS MURETTO PARABALLAST DELL'IMPALCATO FERROVIARIO



- 1 Striscia di rinforzo
- 2 Prima membrana orizzontale
- 3 Seconda membrana orizzontale
- 4 Primo risvolto verticale
- 5 Secondo risvolto verticale
- 6 Prima bocchetta angolare
- 7 Manicotto a tenuta con guarnizioni
- 8 Seconda bocchetta angolare
- 9 Membrana orizzontale
- 10 Risvolto verticale

IMPERMEABILIZZAZIONE IMPALCATO STRADALE

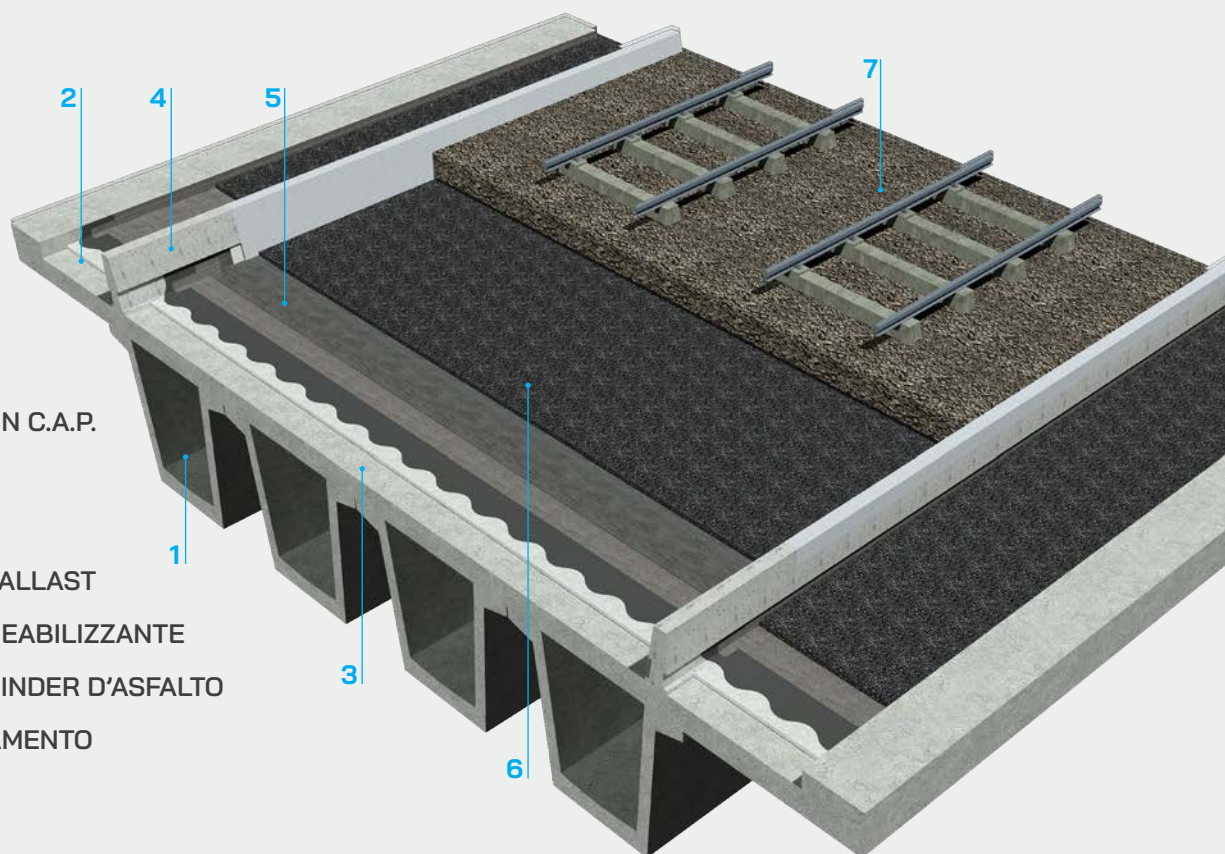
- 1 STRUTTURA PORTANTE IN C.A.P.
- 2 MARCIAPIEDI
- 3 SEDE CENTRALE IMPALCATO
- 4 SISTEMA IMPERMEABILIZZANTE
- 5 BINDER D'ASFALTO
- 6 STRATO DI USURA



DETTAGLIO

- 1 PIANO DI POSA
- 2 PRIMER IMPERTENE
- 3 PRIMA MEMBRANA SINTOPLENE 3 AV
- 4 SECONDA MEMBRANA UNOSINT 4/25 AV

IMPERMEABILIZZAZIONE IMPALCATO FERROVIARIO



- 1 TRAVI PORTANTI IN C.A.P.
- 2 MARCIAPIEDI
- 3 SEDE CENTRALE
- 4 MURETTO PARABALLAST
- 5 SISTEMA IMPERMEABILIZZANTE
- 6 PROTEZIONE IN BINDER D'ASFALTO
- 7 BALLAST E ARMAMENTO

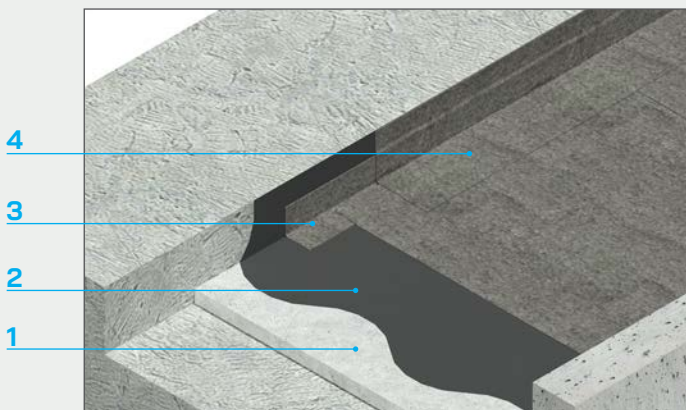
SEDE CENTRALE

- 1 PIANO DI POSA
- 2 PRIMER IMPERTENE
- 3 PRIMA MEMBRANA SINTOPLENE 3 AV
- 4 SECONDA MEMBRANA UNOSINT 4/25 AV
- 5 MURETTO PARABALLAST
- 6 BINDER D'ASFALTO
- 7 BALLAST



MARCIAPIEDI

- 1 PIANO DI POSA
- 2 PRIMER IMPERTENE
- 3 STRISCIA DI ADESIONE (consigliata)
- 4 MEMBRANA UNOSINT 5/25 o MONOTENE 4/30



8. GALLERIE ARTIFICIALI

L'espansione delle aree metropolitane e l'aumento delle esigenze di mobilità viaria comportano la necessità di un sempre maggior sfruttamento del sottosuolo, in modo da garantire un veloce scorrimento del traffico sia su gomma che su rotaia con tutti i servizi complementari sotterranei che ciò comporta (stazioni, parcheggi, ecc.). Inoltre, anche gli spostamenti celeri tra città e città (treni ad alta velocità, autostrade anche di montagna) richiedono percorsi rettilinei o con curve a largo raggio e dislivelli poco accentuati e uniformi: per poter realizzare ciò si fa ricorso sempre più frequentemente a gallerie naturali e artificiali e, per rendere sicura la viabilità in montagna, a paravalanghe.

Tutte le opere interrato, siano esse gallerie o fondazioni, sono opere che per la loro complessità devono avere un'aspettativa di vita valutabile in molte decine di anni, caratteristica richiesta a tutte le componenti costruttive compresa l'impermeabilizzazione.

L'efficienza dell'impermeabilizzazione e la protezione delle strutture portanti devono essere garantite per tutta la durata d'esercizio dell'opera. Storicamente l'acqua è stata uno dei maggiori problemi incontrati nella realizzazione di opere in sotterraneo e più recentemente causa di lavori di riparazione e ripristino estremamente onerosi. Le infiltrazioni non solo danneggiano il calcestruzzo ma potrebbero pregiudicare le condizioni di sicurezza del transito veicolare all'interno delle gallerie. Per le esigenze sopra espresse un manto impermeabile per opere interrato deve possedere caratteristiche prestazionali fisico-chimiche elevatissime e soprattutto deve mantenerle nel tempo.

L'impermeabilizzazione una volta realizzata viene coperta da protezioni pesanti fisse o mobili, da rinterri o getti di cls., rendendo complessi eventuali controlli e manutenzioni future. Per questo motivo sono stati sviluppati prodotti e sistemi impermeabilizzanti dalle elevate prestazioni chimico-fisico-meccaniche in grado di assorbire tutte le sollecitazioni generate da tale tipo di strutture e di garantire l'integrità dell'opera anche nel tempo. Oltre alla qualità dei prodotti utilizzati particolare attenzione dovrà essere prestata alle operazioni di posa in opera e soprattutto alle lavorazioni successive alle impermeabilizzazioni per evitarne il danneggiamento.

IMPER ITALIA mette a disposizione dei progettisti una serie di prodotti certificati dai maggiori Istituti nazionali e internazionali, in grado di rispondere a queste esigenze; inoltre il suo Servizio Tecnico è a disposizione per risolvere i problemi e collaborare con i progettisti per le soluzioni più idonee.

IMPER ITALIA offre soluzioni con membrane bitume polimero ad alte prestazioni e soluzioni con membrane sintetiche. Per un approfondimento di queste ultime si rimanda alla documentazione specifica.



9. IMPERMEABILIZZAZIONE DI GALLERIE ARTIFICIALI

PROGETTAZIONE

Una corretta progettazione costituisce il presupposto per l'efficacia del sistema di impermeabilizzazione prescelto. Come detto l'impermeabilizzazione delle opere interrato richiede standard prestazionali superiori alle altre opere. Particolare cura, oltre all'impermeabilizzazione, deve essere dedicata al sistema di drenaggio, captazione e smaltimento delle acque. Inoltre è richiesta speciale attenzione allo studio dei particolari esecutivi al fine di garantire l'assoluta tenuta impermeabile del sistema.

STRATIGRAFIA FUNZIONALE

La stratigrafia funzionale è l'insieme degli strati principali e complementari che costituiscono il sistema impermeabile.



Nota: i prodotti inseriti nella stratigrafia funzionale seguente sono a titolo esemplificativo ma non esauriscono la gamma di membrane impermeabilizzanti di IMPER ITALIA idonee all'uso specifico. La nostra gamma prevede altre membrane progettate per soddisfare specifiche esigenze d'uso.

9.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DELLA GALLERIA SUPERFICI PIANE

Tale soluzione tecnica è adottabile sia sulle coperture che, qualora fosse prevista progettualmente una impermeabilizzazione a tutta sezione, in fondazione, avendo cura di dare continuità all'elemento di tenuta e prevedendo sempre strati di protezione prima dei getti in cls di protezione.

9.1.1 SUPPORTO DI BASE - PREPARAZIONE PIANO DI POSA

Il piano di posa dovrà presentarsi liscio, pulito, privo di qualunque asperità che possa danneggiare per punzonamento il rivestimento impermeabile. Qualora il progetto si riferisca all'impermeabilizzazione di una galleria scatolare sulla copertura dovrà essere realizzato un efficace sistema delle pendenze. In tal modo le acque verranno drenate verso le zone di captazione e smaltimento.

Eventuali fessurazioni o crateri presenti sul supporto andranno ripristinati.

Pulizia per eliminare tracce di olii grassi o residui di pitture e trattamenti precedenti.

Nelle zone di raccordo tra superfici orizzontali e verticali sarà necessario realizzare angoli smussati per evitare azioni di taglio sull'elemento di tenuta.

È consigliabile prima della posa dell'elemento di tenuta applicare, sull'angolo formato tra parete e copertura, una striscia di rinforzo di almeno 60 cm. In caso di strutture in pannelli in c.a. prefabbricati è necessario coprire il giunto di accostamento con una striscia di almeno 40 cm di membrana bitume polimero elastoplastomerica serie **PARALON NT4 PLUS ST**.

9.1.2 ELEMENTO DI TENUTA

9.1.2.1 STRATO DI IMPRIMITURA E PROMOTORE DI ADESIONE

Sul supporto preparato secondo le indicazioni precedenti andrà applicato uno strato di imprimitura avente la funzione di bloccare la polverosità presente e di migliorare l'adesione. Tale strato sarà realizzato con un primer bituminoso a solvente tipo **IMPETENE PRIMER**, applicato a spazzolone, rullo o spruzzo, in ragione di un consumo di circa 200 L/m² e comunque variabile con il grado di porosità del supporto stesso.

Bisognerà porre attenzione che tutta la superficie sia uniformemente trattata e il prodotto assorbito senza eccessi. Tali eccessi infatti potrebbero creare dei film superficiali che potrebbero compromettere la perfetta adesione della membrana al supporto. È opportuno sottolineare che tutte le applicazioni descritte non dovranno avvenire in presenza di pioggia o nebbia. La temperatura non dovrà essere inferiore a +5°C, onde evitare d'intrappolare acqua di condensa o brina sul supporto o fra le membrane impermeabilizzanti.

9.1.2.2 STRATO IMPERMEABILE CON MEMBRANE BITUME POLIMERO IN DOPPIO STRATO

Sulla superficie cementizia trattata con primer e dopo l'applicazione di strisce di rinforzo nelle zone d'angolo, si procederà all'applicazione dello strato impermeabile costituito da due membrane bitume polimero elastoplastomeriche serie **PARALON NT4 PLUS ST**, dotata di BBA attestante un'aspettativa di vita di 40 anni. Le membrane dotate di una armatura in non tessuto di poliestere da filo continuo ad alta

grammatura sono in grado di assicurare elevatissime caratteristiche fisico meccaniche e di resistenza ai carichi e al punzonamento.

La membrana superiore sarà nella versione **ANTIRADICE**

Le membrane dello spessore di 4 mm cadauna, andranno applicate a totale aderenza al supporto mediante rinvenimento a fiamma alimentata da un cannello a gas propano. La direzione di posa delle membrane, che potrà essere trasversale o longitudinale, dipenderà dalla tipologia di manufatto e dal sistema di pendenze.

Le membrane andranno applicate a giunti sfalsati rispetto al primo strato, con sormonti laterali di circa 8/10 cm e di testa di circa 15 cm. Bisognerà prestare attenzione alla sigillatura di sormonte e incroci a strati multipli.

9.1.2.3 STRATI DI SEPARAZIONE E SCORRIMENTO

Prima del getto di protezione, e dopo avere verificato l'integrità dell'elemento di tenuta, si procederà alla posa di un geotessile di separazione in polipropilene del peso non inferiore a 500 gr/m², e di uno strato di scorrimento e anti-imbibizione in film di polietilene non inferiore a 0,20 mm. Entrambi gli strati andranno posati a secco con sovrapposizioni di almeno 15 cm.

9.1.2.3 STRATO DI PROTEZIONE

Realizzazione di strato di protezione di tipo pesante fisso in massetto cementizio armato.

Sullo strato di protezione verrà applicato lo strato di finitura superficiale secondo le indicazioni di progetto.

9.2 IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DELLA GALLERIA SUPERFICI VERTICALI

9.2.1 SUPPORTO DI BASE - PREPARAZIONE PIANO DI POSA

La superficie di posa dovrà presentarsi liscia, pulita, priva di qualunque asperità che possa danneggiare il rivestimento impermeabile. Nelle zone di raccordo tra superfici orizzontali e verticali sarà necessario realizzare angoli smussati per evitare azioni di taglio sull'elemento di tenuta.

E' consigliabile prima della posa dell'elemento di tenuta applicare sull'angolo formato tra parete e copertura una striscia di rinforzo di almeno 60 cm.

In caso di strutture in pannelli in c.a. prefabbricati è necessario coprire il giunto di accostamento con una striscia di almeno 40 cm di membrana bitume polimero elastoplastomerica serie **PARALON NT4 PLUS ST**.

Sulle pareti verticali eventuali fori e vaiolature andranno regolarizzate con idonea malta.

9.2.2 ELEMENTO DI TENUTA

9.2.2.1 STRATO DI IMPRIMITURA E PROMOTORE DI ADESIONE

Sul supporto preparato secondo le indicazioni precedenti andrà applicato, mediante spazzolone, rullo o spruzzo, il primer ad alta penetrazione **IMPETENE PRIMER** a base di bitumi ed additivi tensioattivi in solvente, con un consumo orientativo di 0,2 l/m² e comunque variabile con il grado di porosità del supporto stesso.

9.2.2.2 STRATO IMPERMEABILE CON MEMBRANE BITUME POLIMERO ELASTOPLASTOMERICHE

Sulla superficie cementizia trattata con primer e dopo l'applicazione di strisce di rinforzo nelle zone d'angolo, si procederà all'applicazione dello strato impermeabile costituito da membrana bitume polimero elastoplastomerica serie **PARALON ANTIRADICE**, dotata di BBA attestante un'aspettativa di vita di 40 anni. Le membrane dotate di una armatura in non tessuto di poliestere da filo continuo ad alta grammatura sono in grado di assicurare elevatissime caratteristiche fisico meccaniche e di resistenza ai carichi e al punzonamento, inoltre sono additivate per resistere all'azione delle radici.

Le membrane dello spessore di 4 mm, andranno applicate a totale aderenza al supporto mediante rinvenimento a fiamma alimentata da un cannello a gas propano.

Sulle superfici verticali di rilevante altezza è buona norma, per avere la massima sicurezza nel tempo, ridurre la lunghezza dei teli a circa 3-5m. Le giunzioni, sempre sfalsate, si otterranno per termofusione con cannello a gas propano sovrapponendo i lembi laterali di 10-12 cm e quelli di testata di 15-20 cm. Ogni 3-5 m di intervallo in altezza si realizzerà un fissaggio meccanico, puntuale o lineare, sotto cimosa.

9.2.2.3 STRATI DI PROTEZIONE E DI DRENAGGIO

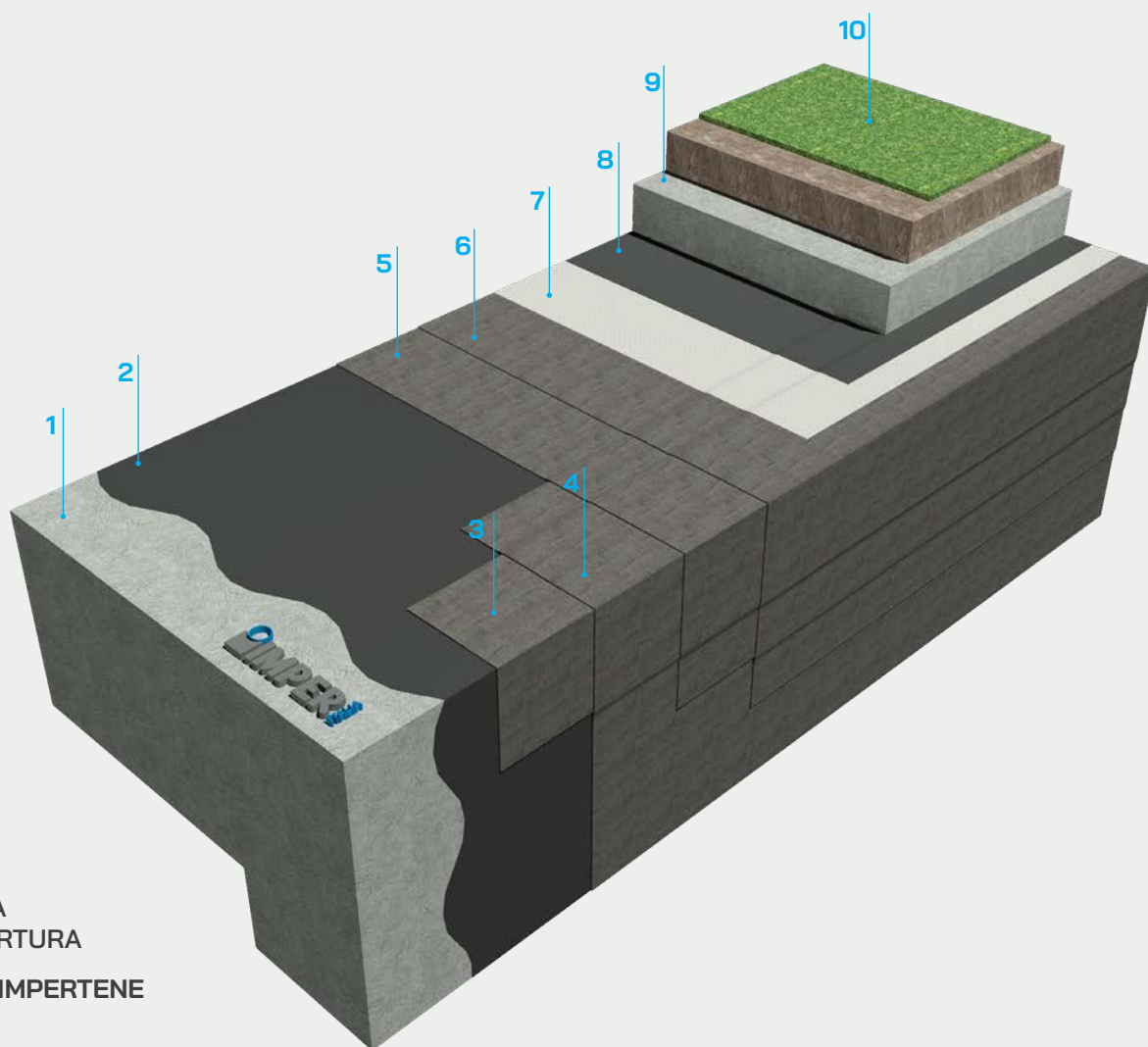
Elementi tipici di protezione	Pannelli di protezione in EPS o XPS di idoneo spessore e resistenza a compressione
Elementi tipici di protezione e drenaggio:	- Geocompositi costituiti da membrana in polietilene bugnata accoppiata a geotessili - Geocompositi drenanti costituiti da una rete sintetica a maglie romboidali o da filamenti sintetici estrusi, interposti tra due geotessili non tessuto
Sistema di drenaggio	Il sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche sarà costituito da un tubo microfessurato in PVC o in Polietilene ad alta densità, posato al piede delle pareti verticali, coperto da idoneo strato di ghiaia. Tra la ghiaia e lo strato di rinterro andrà interposto uno strato filtrante in tessuto non tessuto di polipropilene per evitare che eventuale pulviscolo, terra o altri detriti possano intasare il tubo drenante

9.2.3 DETTAGLI ESECUTIVI

Adeguata attenzione andrà prestata in fase di progettazione e di esecuzione ai particolari esecutivi la cui complessità potrebbe pregiudicare la tenuta impermeabile del sistema.

GALLERIA ARTIFICIALE

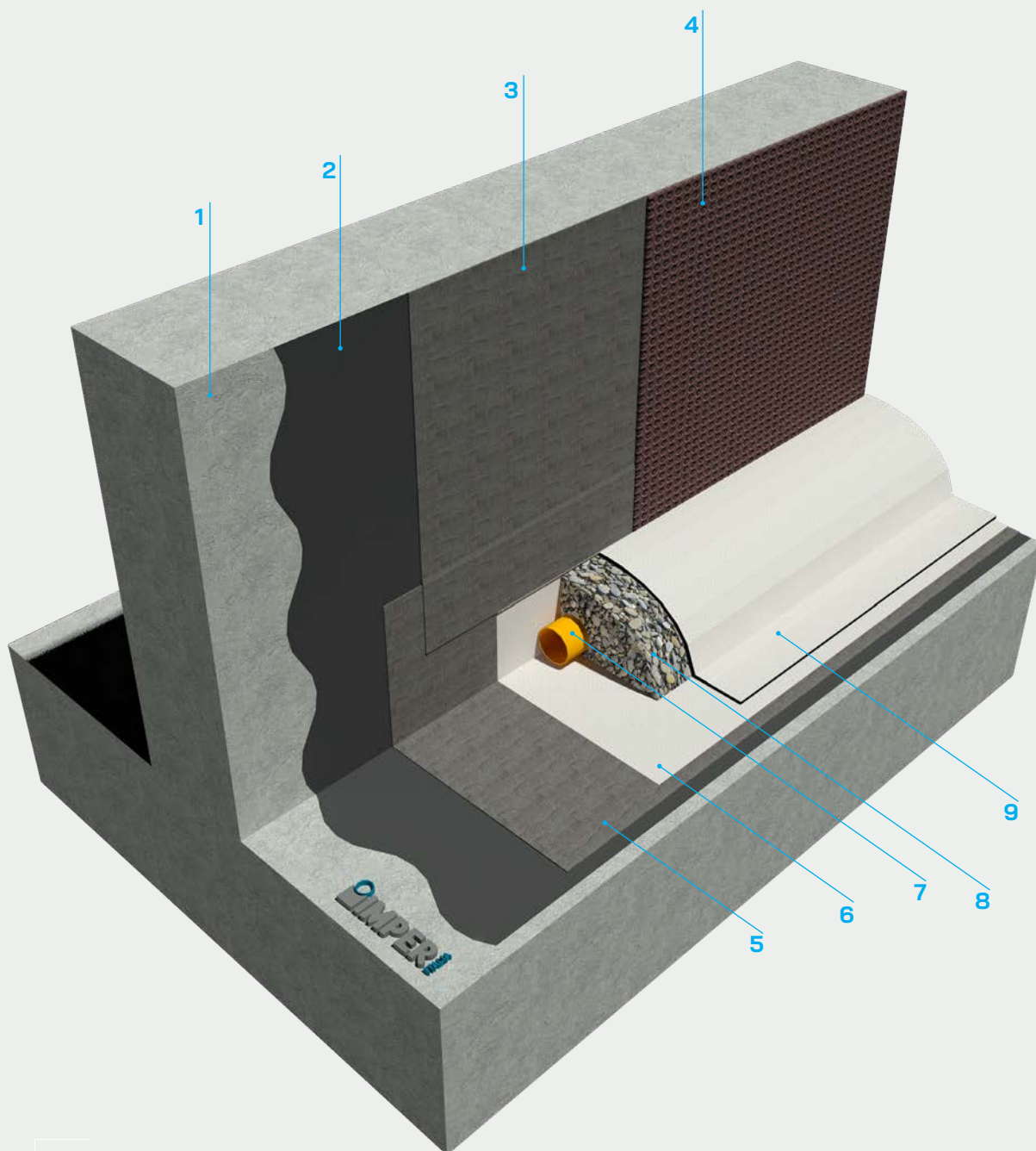
IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA COPERTURA



- 1 SOLETTA DI COPERTURA
- 2 PRIMER IMPERTENE
- 3 STRISCIA DI ADESIONE (consigliata)
- 4 MEMBRANA VERTICALE PARALON ANTIRADICE
- 5 PRIMA MEMBRANA ORIZZONTALE PARALON NT4 PLUS ST
- 6 SECONDA MEMBRANA ORIZZONTALE PARALON ANTIRADICE
- 7 GEOTESSILE DRENO FELT 500 g/m²
- 8 FILM POLIETILENE VAPORFOIL
- 9 MASSETTO DI PROTEZIONE
- 10 RINTERRO

GALLERIA ARTIFICIALE

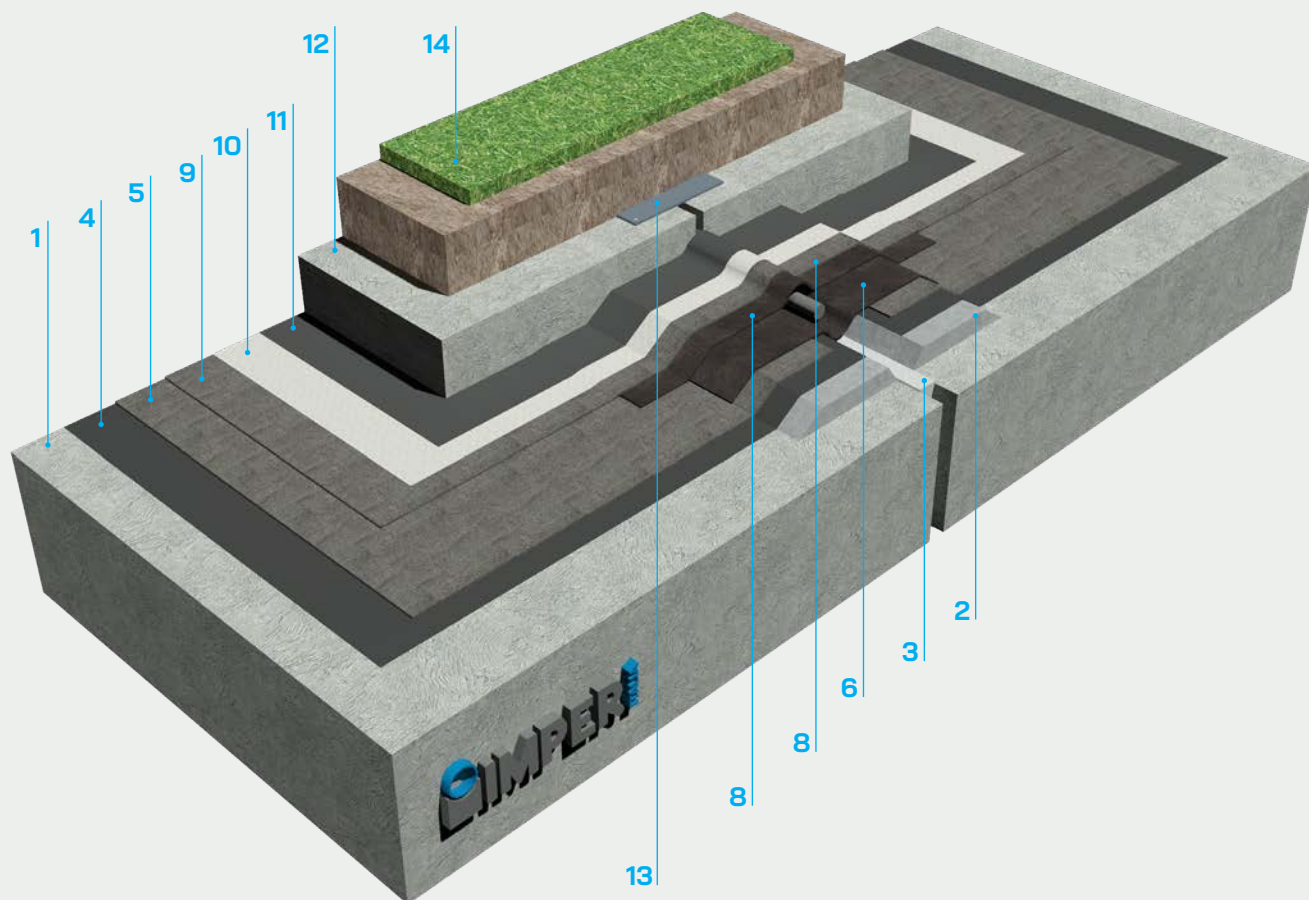
IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA PARETE



- 1 PARETE GALLERIA
- 2 PRIMER IMPERTENE
- 3 MEMBRANA PARALON ANTIRADICE (oppure PARALON NT4 PLUS ST + PARALON ANTIRADICE)
- 4 PROTEZIONE IN FOGLIO DI HDPE BUGNATO
- 5 RISVOLTO MEMBRANA SU SOLETTONE AGGETTANTE
- 6 GEOTESSILE DRENO FELT
- 7 TUBO MICROFESSURATO DI DRENAGGIO
- 8 GHIAIA
- 9 GEOCOMPOSITO DRENANTE

GALLERIA ARTIFICIALE

IMPERMEABILIZZAZIONE DEL GIUNTO



- | | |
|----|--|
| 1 | SOLETTA GALLERIA |
| 2 | RILIEVI IN MALTA |
| 3 | FESSURA DI GIUNTO |
| 4 | PRIMER IMPERTENE |
| 5 | PRIMA MEMBRANA ORIZZONTALE PARALON NT4 PLUS ST |
| 6 | PRIMA MEMBRANA DI GIUNTO (serie PARALON o PARAFLEX) |
| 7 | CORDOLINO IN POLIETILENE ESPANSO |
| 8 | SECONDA MEMBRANA DI GIUNTO (serie PARALON o PARAFLEX) |
| 9 | SECONDA MEMBRANA ORIZZONTALE PARALON ANTIRADICE |
| 10 | GEOTESSILE DRENO FELT |
| 11 | FILM POLIETILENE VAPORFOIL |
| 12 | MASSETTO DI PROTEZIONE |
| 13 | PIASTRA METALLICA |
| 14 | RINTERRO |

10. ISTRUZIONI PER LA POSA DELLE MEMBRANE BITUME POLIMERO

L'efficacia di un sistema impermeabile è il risultato di una corretta progettazione, di prodotti idonei all'uso specifico, di una corretta sequenza stratigrafica di elementi primari e strati complementari e di una posa a regola d'arte. Si consiglia di affidare l'esecuzione dei lavori a imprese qualificate.

10.1 ATTREZZATURA

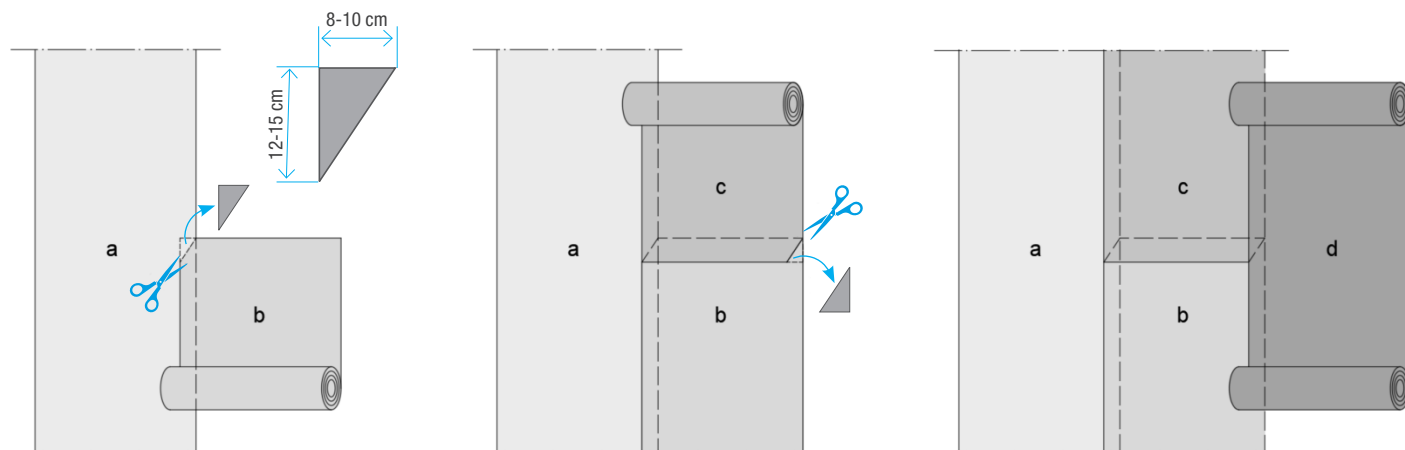
- 1 **taglierina** con lama ad uncino
- 2 **ruolo metallico**, generalmente in acciaio, nel peso di circa 3 kg collegato ad un'asta con impugnatura per esercitare la giusta pressione sulle giunzioni
- 3 **cazzuolino a punta tonda** per eseguire la bisellatura delle giunzioni con la necessaria pressione, in alternativa al rullo. Necessario per eseguire il contorno dei bocchettoni di scarico, dei comignoli, ecc.
- 4 **cannello a gas propano**, tubo in gomma e bombola



10.2 DISPOSIZIONE DEI TELI

Le membrane vengono fornite in rotoli. Tali rotoli andranno distribuiti sulla superficie da impermeabilizzare, srotolati e allineati longitudinalmente. E' sempre consigliabile iniziare la posa delle prime membrane dalla linea di dispiuvio, o comunque dalla quota più bassa procedendo con la disposizione "a tegola".

Le membrane andranno posizionate curando sempre lo sfalsamento in maniera da evitare incroci multipli sulle giunzioni. Il secondo strato impermeabile, se previsto, andrà applicato sfalsato rispetto alle sormonte dello strato sottostante. Nel posizionare i rotoli si dovrà tenere conto che le sovrapposizioni dovranno essere di 8-10 cm longitudinalmente e di circa 15 cm trasversalmente.



10.3 POSA IN OPERA

Le membrane impermeabili verranno applicate a totale aderenza per incollaggio mediante rinvenimento del compound bituminoso con apposito cannello a fiamma alimentato da gas propano.

L'incollaggio dovrà essere uniforme in quanto la stabilizzazione del rivestimento impermeabile è funzionale all'efficacia del sistema.

Le sovrapposizioni tra i teli andranno saldati a fiamma, l'ottimale fusione del compound sarà evidenziato dalla fuoriuscita laterale di cordoli di compound fuso.

Consigliabile l'uso del rullo per una migliore e uniforme sigillatura delle sormonte.

10.4 DETTAGLI ESECUTIVI

Il rivestimento impermeabile non dovrà presentare soluzioni di continuità. Si presterà particolare attenzione al raccordo del manto impermeabile con tutti i dettagli esecutivi, utilizzando se del caso elementi prefabbricati compatibili con le membrane bitume polimero

