

COMUNE DI SASSUOLO

Provincia di Modena

Intervento di riuso e rigenerazione urbana con interventi di demolizione e nuova costruzione con inserimento di nuove funzionalità tra cui spazi e strutture di servizio pubblico e privato (parcheggio multipiano, attività commerciali, pubblici esercizi e direzionalità)



RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA INTERVENTO DI TOMBAMENTO DEL CANALE DI MODENA

REDATTO da:

Ing. Lorenzo Corti

Vicolo Santa Lucia 7/2

40010 Bentivoglio (BO)

Modena, Settembre 2021



Sommario

1	Premessa.....	3
2	Analisi dello stato di fatto.....	3
2.1	Area delle sezioni – stato di fatto.....	5
3	Assunzioni progettuali	10
4	Opere in progetto	10
5	Calcolo della portata massima di dimensionamento – Tr 100.....	11
5.1	Portata dell’interbacino	12
6	Modello idraulico in ambiente HEC RAS.....	13
6.1	Determinazione del carico idraulico a monte del manufatto.....	16
6.2	Inlet control: condizioni di deflusso vincolate da monte.....	17
6.3	Outlet control: condizioni di deflusso vincolate da valle	20
6.4	Perdite di imbocco.....	20
1.1.1	Perdite di sbocco.....	22
1.1.2	Perdite lungo la condotta	22
1.1.3	FHWA Full Flow Equations – “funzionamento a sifone”	23
6.5	Simulazioni condotte.....	23
6.5.1	Stato di fatto	23
6.5.2	Progetto	23
7	Confronto Livelli.....	24

1 Premessa

La presente relazione tecnica riassume le principali evidenze dello studio idraulico di compatibilità idraulica dell'intervento di tombamento di circa 60 m del Canale di Modena nel centro di Sassuolo nel tratto compreso tra Via Solferino e Via San Martino.

L'intervento è parte integrante del progetto *“Intervento di riuso e rigenerazione urbana con interventi di demolizione e nuova costruzione con inserimento di nuove funzionalità, tra cui spazi e strutture di servizio pubblico e privato (parcheggio multipiano, attività commerciali, pubblici esercizi e direzionalità)”* (Immobiltec Spa).

La relazione è così strutturata.

- descrizione dell'inquadramento idraulico generale;
- descrizione delle opere di progetto;
- calcolo della portata massima idrologica di verifica;
- Implementazione di un modello idraulico monodimensionale di moto permanente
 - o analisi idraulica dello stato di fatto
 - o analisi idraulica nelle condizioni di progetto
 - o confronti
- Analisi dei risultati e conclusioni

La portata massima adottata per la verifica idraulica condotta è stata assunta in accordo con i tecnici preposti del Consorzio di Bonifica Emilia Centrale.

Il tombamento ha una estensione di 60 m. Si prevede la realizzazione di un attraversamento stradale in corrispondenza della sezione in cui è presente una passerella pedonale.

2 Analisi dello stato di fatto

Il tratto oggetto di intervento è ubicato in Comune di Sassuolo tra la Via Solferino e Via San Martino. Il progetto prevede il tombamento di un tratto di Canale di Modena di estensione totale pari a 60 m. Nel tratto in oggetto il canale di Modena è caratterizzato da una sezione rettangolare e da una sezione trapezia come riportato nelle tavole di rilievo.

Le sezioni a monte della sezione n.3 sono caratterizzate dalla presenza in destra idraulica della fondazione del muro del giardino condominiale. **E' stata condotta una campagna di sondaggi da cui si è dedotto che tale fondazione non può essere demolita.**

Per ovviare a tale problematica e per evitare che lo scatolare poggi sulla fondazione esistente andando ad aumentare la livelletta di 20 cm si è deciso di adottare un profilo a C poggiante sulla fondazione sottostante (nel tratto a monte dell'attraversamento di progetto).

In corrispondenza della sezione n.3 si ha un salto di quota (si veda il rilievo condotto).

A monte a valle della sezione n.3 la pendenza media del tratto è di circa lo 0.2 %.

Le dimensioni delle sezioni sono dedotte da specifico rilievo.

Lo stato di fatto è caratterizzato dalla presenza di una passerella per consentire l'attraversamento pedonale. In corrispondenza di Via Solferino il Canale di Modena passa dal tratto tombato al tratto a cielo aperto. In corrispondenza di Via Radici in Monte (130 m a valle dell'inizio del tratto a cielo aperto) si ha l'ingresso di un ulteriore tratto tombato necessario per poter attraversare il rilevato ferroviario.

A monte dell'attraversamento il Canale di Modena è contenuto da un muro solo lungo la sponda destra. In sinistra idraulica vi è solo la scarpata inerbita.

In termini di inquadramento idraulico generale, il tratto di Canale di Modena oggetto di intervento è posto a valle di uno sfioratore (in Secchia) il cui scopo è ridurre la portata al colmo centenaria in ingresso al centro abitato di Sassuolo. La portata di progetto massima a valle dello sfioratore è pari a 9.90 mc/s (dato fornito da Consorzio Bonifica Emilia Centrale).

Il progetto prevede che il tombamento venga realizzato mediante la posa di manufatti:

- scatolari prefabbricati tipo COPREM aventi le seguenti dimensioni: 360x1175 (h) cm a valle dell'attraversamento di progetto. In tale porzione di tombamento si prevede di realizzare un parcheggio; il ricoprimento è pari a 50 cm.
- a C prefabbricati tipo COPREM avente dimensione 410x175 (h) cm a monte dell'attraversamento di progetto. In tale porzione di tombamento si prevede di realizzare un'area verde, pertanto, il rinterro sopra il manufatto è costituito da 50 cm di terreno coltivo.

Si sottolinea che l'attraversamento è caratterizzato dalla posa di una serie di scatolari a valle 360x175 cm (a valle della sezione 3) e da una serie di scatolari 410x175 (a monte della sezione 3).

L'utilizzo di scatolari permette una significativa velocità di posa e quindi un fermo temporale del Canale compatibile con le richieste del Consorzio di Bonifica.

2.1 Area delle sezioni – stato di fatto

Il rilievo ha permesso di determinare le aree delle sezioni valutate considerando che il massimo livello sia pari alla minima quota arginale.

Nella tabella successiva si riassume quanto desunto.

La sezione 1 ha un'area libera di 6.4 mq.

SEZIONE	NOTA	AREA
		[mq]
1	SCATOLARE SBOCCO DA MONTE	6.4
2	PRESENZA DI FONDAZIONE IN DX IDRAULICA - Larghezza 1.65 m	6.3
3	PRESENZA DI FONDAZIONE IN DX IDRAULICA - Larghezza 2.00 m	6.3
4		6.8
5		7
6	SEZIONE AD ARCO	3.7

Tabella 1: aree sezioni canale di Modena – stato di fatto

La sezione minima di progetto è uno scatolare 3.60 x 1.75 m (posta a valle della sezione di attraversamento) che consente un'area di 6.3 m. A monte dell'attraversamento la sezione è caratterizzata da una C di larghezza 4.10 m ed altezza 1.75 m a cui è associata un'area di 7.2 mc/s superiore all'area associata alla sezione n.1 esistente (6.3 mq).



Figura 1: inquadramento idraulico generale



Figura 2: inquadramento idraulico generale

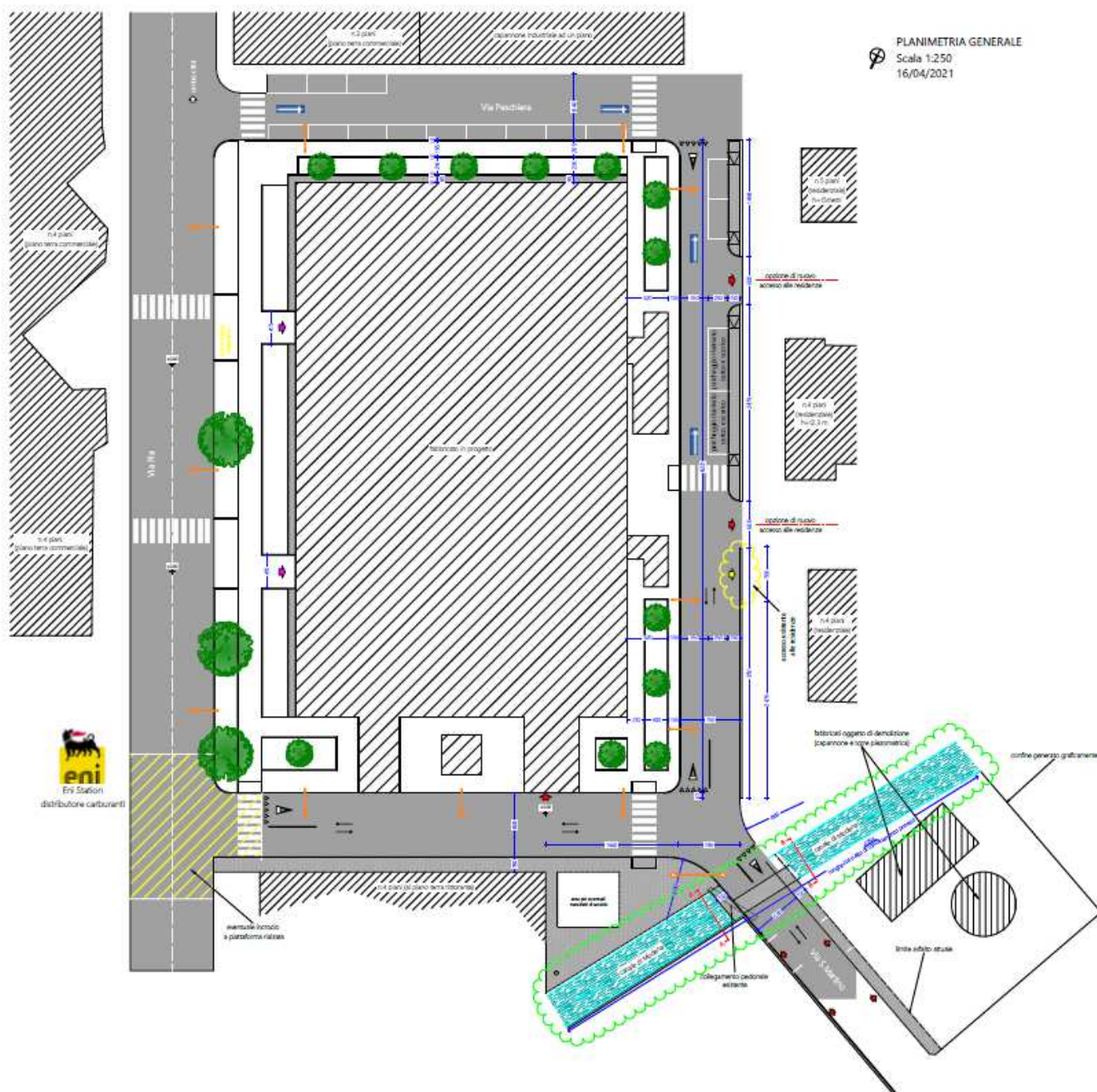


Figura 3: planimetria di progetto



Figura 4: inquadramento tratto oggetto di intervento



Figura 5: rilievo sezione ingresso tratto oggetto di studio

3 Assunzioni progettuali

Le assunzioni di progetto sono:

- mantenere la livelletta esistente;
- mantenere la fondazione esistente in DX idraulica;
- non generare scalini/gradini che alterino lo sviluppo altimetrico del Canale dalle condizioni di stato di fatto;
- contenere il rigurgito a 50 m dall'intervento a pochi centimetri.

4 Opere in progetto

Il progetto prevede che il tombamento venga realizzato mediante la posa di manufatti:

- scatolari prefabbricati tipo COPREM aventi le seguenti dimensioni: **360x175 (h) cm** a valle dell'attraversamento di progetto. In tale porzione di tombamento si prevede di realizzare un parcheggio; il ricoprimento è pari a 50 cm;
- a C prefabbricati tipo COPREM avente dimensione **410x175 (h) cm** a monte dell'attraversamento di progetto. In tale porzione di tombamento si prevede di

realizzare un'area verde, pertanto, il rinterro sopra il manufatto è costituito da 50 cm di terreno coltivo.

Ulteriore intervento prevede di regolarizzare il fondo alla quota di fondazione di destra idraulica anche nel tratto compreso tra la sezione 1 e la sezione di ingresso del tombamento di progetto.

Si sottolinea che l'attraversamento è caratterizzato dalla posa di una serie di scatolari a 360x175 cm (a valle della sezione 3) e da una serie di scatolari 410x175 (a monte della sezione 3).

L'utilizzo di scatolari permette una significativa velocità di posa e quindi un fermo temporale del Canale compatibile con le richieste del Consorzio di Bonifica.

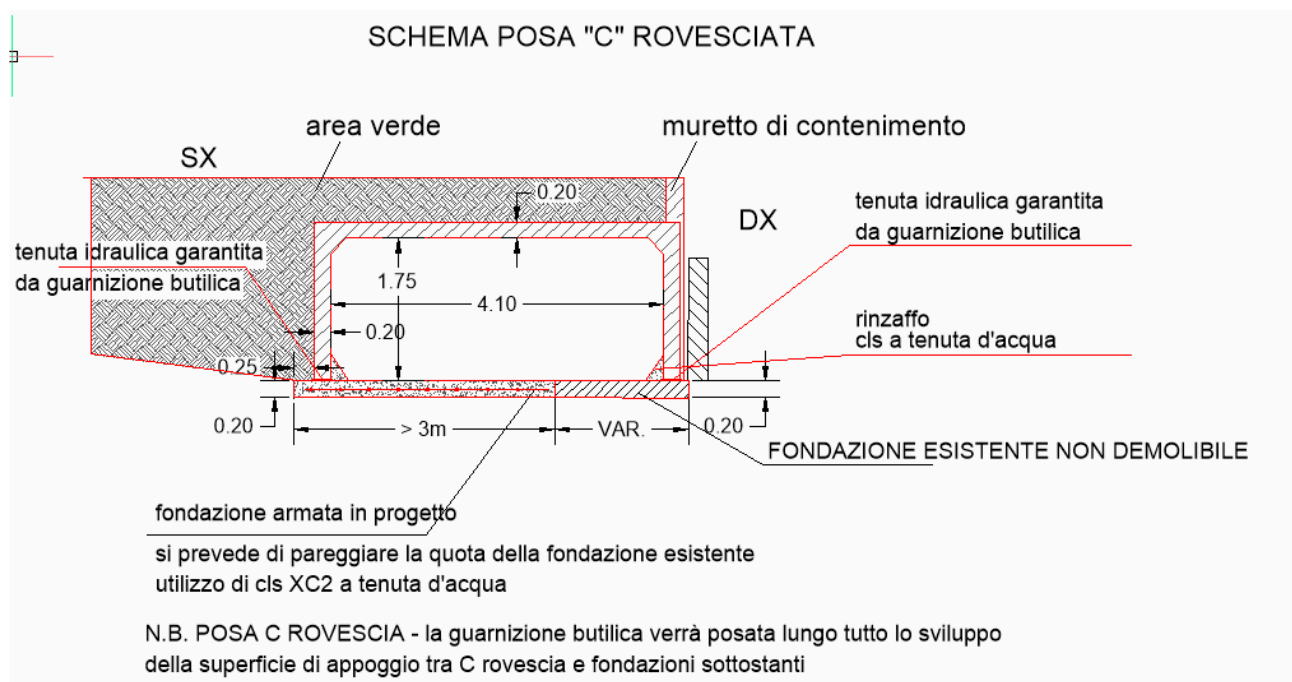


Figura 6: schema posa C rovescia

La tenuta idraulica del punto di appoggio è garantita dalla posa di guarnizione butilica per tutta l'estensione delle superficie di appoggio medesima.

5 Calcolo della portata massima di dimensionamento – Tr 100

La portata massima di dimensionamento è pari alla somma della portata massima a valle del nuovo scolmatore realizzato a monte del centro abitato e della portata massima relativa

all'interbacino tra la sezione di ingresso del tratto tombato di Sassuolo e la sezione di progetto.

La portata a valle dello sfioratore è pari a 9.90 mc/s come riportato nel seguito.

CANALE MAESTRO DI MODENA - GIRACANALE – INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ALLA PORTATA DI PROGETTO PREVISTI NELLA PRESENTE PERIZIA DI PROGETTO

*Si procede quindi alla progettazione degli interventi di adeguamento del Canale Maestro a valle della sezione del Giracanal, considerando una portata idrologica pari a 19.10 mc/s a monte del Ponte “al Cannocchiale” e 19.90 mc/s a valle, generate da una pioggia di durata 2 ore e tempo di ritorno **100 anni**.*

In base ai calcoli di seguito allegati si evince che la portata massima defluibile nello scolmatore di progetto (scatolare in c.a. dim. 2,5 x 1,5 ml) è pari a 10,00 mc/sec.

Di conseguenza in seguito all'esecuzione dello scolmatore di cui sopra, nel tratto tombato del giracanal posto parallelamente alla strada di circonvallazione transiterà una portata massima di 9,90 mc/sec compatibile con le dimensioni dello scatolare in c.a. esistente posto al termine del tratto a cielo aperto del canale stesso.

5.1 Portata dell'interbacino

La portata di tale interbacino è stata calcolata mediante la formula razionale.

Nella tabella successiva si riassume quanto desunto.

Si sono adottati i parametri delle linee segnalatrici forniti dal consorzio per Tr 25 anni. Dato che il bacino è urbano non si è ritenuto corretto considerare un tempo di ritorno superiore a quello mediamente di riferimento per il dimensionamento dei tratti fognari afferenti il canale.

L'estensione, cautelativa, del bacino è pari a 5 ha.

FORMULA RAZIONALE			
Parametro	Sigla	Unità	Valore
Area del bacino	A	mq	50000.00
Area del bacino	A	ha	5.000
Area del bacino	A	kmq	0.05
Tempo di ritorno	Tr	anni	25
coefficiente a	a	mm/h	51
coefficiente n	n	-	0.210

FORMULA RAZIONALE			
Parametro	Sigla	Unità	Valore
durata critica imposta	d_c	<i>min</i>	60.000
durata critica imposta	d_c	<i>ore</i>	1.000
altezza di pioggia	h	<i>mm</i>	51.44
intensità critica	i_{cr}	<i>mm/h</i>	51.4
coefficiente di deflusso	f	-	0.80
Portata al colmo	Q_{max}	<i>mc/s</i>	0.6
Portata al colmo	Q_{max}	<i>l/s</i>	576

Tabella 2: portata massima interbacino

La portata massima di dimensionamento è pari a 10.5 mc/s.

6 Modello idraulico in ambiente HEC RAS

La verifica è stata condotta mediante l'applicazione di un modello idraulico in ambiente HEC RAS – moto permanente 1 D.

Il tombamento di progetto è stato riprodotto mediante una serie di culvert.

La scabrezza dello scatolare di progetto è posta pari a $65 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

La modellazione adottata per valutare il comportamento idrodinamico è di carattere monodimensionale e si basa, come noto, sui principi idraulici dell'alveo cilindrico, adottando per la stima delle perdite distribuite la legge di moto uniforme, mentre nel caso delle perdite concentrate si adottano le metodologie più note e diffuse in letteratura basate sui principi energetici, sull'equazione della quantità di moto e sulle leggi della foronomia. Per una disamina approfondita della metodologia teoriche adottate per il calcolo del profilo di pelo libero si rimanda alla corposa documentazione allegata al codice HEC RAS, codice di calcolo utilizzato nella presente indagine.

Le problematiche riguardanti il calcolo del pelo libero lungo un tratto fluviale ed in particolare la stima dei tiranti in prossimità delle singolarità oggetto del presente studio sono, come noto, condizionate da due fattori:

- ❑ valutare correttamente le perdite distribuite ovvero caratterizzare in modo corretto e al più cautelativo i coefficienti di scabrezza;
- ❑ valutare correttamente le perdite concentrate associate alle diverse singolarità presenti in alveo (restringimenti, allargamenti, cambiamenti di sezione, presenza di pile e spalle di ponti, ecc..).

Per quanto riguarda la definizione degli indici di scabrezza si è condotta una disamina puntuale basata sulle informazioni deducibili sia dalle fotografie che da quanto emerso durante i diversi sopralluoghi condotti.

Per quanto riguarda l'analisi delle singolarità occorre sottolineare che il calcolo delle perdite concentrate attraverso le strutture tramite modellazione monodimensionale induce valori di energia locali (singolarità) leggermente inferiori a quelli forniti da una modellistica maggiormente dettagliata (modelli 2D). Tale differenza è da imputare al fatto che il modello monodimensionale adotta i valori della velocità mediata sulla sezione trasversale. Valori energetici minori inducono effetti di rigurgito superiori a quelli normalmente riscontrabili nella realtà. L'adozione di tale modello è da ritenersi quindi cautelativa e affidabile.

Il programma adottato per la definizione del profilo idraulico nel tratto di canale in esame, in condizioni di moto permanente, è il modello HEC RAS elaborato dall'US Army, ed è ritenuto in campo internazionale uno dei più affidabili programmi nello studio delle problematiche connesse all'idraulica fluviale.

Il codice di calcolo è basato sul bilancio energetico tra le sezioni trasversali consecutive:

$$\frac{\Delta E}{\Delta S} = i - J$$

in cui:

- ❑ E corrisponde alla variazione dell'energia valutata in due sezioni di calcolo;
- ❑ S corrisponde alla distanza tra due sezioni di calcolo;
- ❑ i corrisponde alla pendenza del fondo del canale;
- ❑ J corrisponde alla cadente della linea di energia.

Il modello in esame adotta lo “standard step” per integrare la precedente equazione discretizzata nella seguente forma (in cui i termini avente pedice 2 sono incogniti):

$$z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \Delta H$$

in cui:

- Z_2 corrisponde alla quota assoluta del pelo libero nella sezione 2;
- A_2 corrisponde al coefficiente di velocità nella sezione di calcolo 2;
- V_2 corrisponde alla velocità media nella sezione di calcolo;
- ΔH corrisponde alla perdita di carico tra le due sezioni.

Il termine ΔH è calcolato come somma del contributo relativo alle perdite distribuite e del termine associato alle perdite concentrate per l'eventuale restringimento o espansione della vena fluida dovuta alla variazione delle dimensioni delle sezioni trasversali.

Tale termine può essere espresso nella forma:

$$\Delta H = LJ + K \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right)$$

in cui:

- L corrisponde alla distanza tra due sezioni successive di calcolo;
- J corrisponde alla cadente;
- K corrisponde al coefficiente di espansione o restringimento.

La cadente è calcolata attraverso la nota formula di Chezy di seguito riportata:

$$J = \frac{V^2}{C^2 R}$$

in cui l'indice di resistenza può essere valutato attraverso la nota formula proposta da Manning:

$$J = n^2 \frac{V^2}{R^{\frac{4}{3}}}$$

in cui :

- n corrisponde all'indice di scabrezza secondo Manning;
- V corrisponde alla velocità media nella sezione di calcolo;
- R corrisponde al raggio idraulico della sezione.

Come ricordato in precedenza il tratto oggetto di studio è caratterizzato da estese aree golenali da considerare come casse di espansione naturali nel caso in cui la portata ecceda la massima portata transitabile in alveo. L'effetto indotto, una significativa riduzione del colmo di piena, è stato trascurato a favore di sicurezza essendo l'analisi condotta in condizioni di moto permanente.

6.1 Determinazione del carico idraulico a monte del manufatto

Il presente paragrafo illustra la metodologia adottata in fase di progetto definitivo per la verifica della capacità idraulica dei manufatti di attraversamento in esame sulla base dei rilievi topografici effettuati e per l'eventuale ridimensionamento dei manufatti insufficienti. Occorre ricordare che in sede di progetto preliminare è stato condotto un dimensionamento di massima sulla base delle classiche formule di moto uniforme.

Gli attraversamenti oggetto di studio ricadono perfettamente nella classificazione di *culvert* manufatti la cui elevata pendenza, l'irregolarità della geometria e la presenza di salti di fondo all'imbocco e allo sbocco dell'attraversamento non consentono un tracciamento del profilo in moto permanente.

Le verifiche e l'eventuale dimensionamento nel caso in cui la capacità del manufatto risulti essere insufficiente in riferimento alle portate massime calcolate sono state effettuate utilizzando le note formule proposte dal *Federal Highway Administration* che si basano sulla conservazione dell'energia fra la sezione di imbocco e quella di sbocco del manufatto computando le perdite di imbocco e di sbocco attraverso opportuni coefficienti valutati sulla base di numerose campagne sperimentali.

La verifica della compatibilità idraulica dei tombini è basata sulla definizione della capacità di deflusso del manufatto e del livello massimo raggiungibile dal tirante in prossimità dell'ingresso di monte del tombino.

Comunemente l'analisi del comportamento idraulico dei tombini si semplifica adottando due differenti approcci di seguito descritti:

- **inlet control:** tale approccio si basa sull'assunzione che il flusso è condizionato dalle perdite all'ingresso del manufatto e non tanto da quelle continue computabili lungo il manufatto medesimo. Il tirante idrico in prossimità dell'imbocco del tombino si determina ipotizzando prevalenti le perdite indotte dal restringimento della sezione di monte. In tale condizione la sezione di controllo è posta in prossimità della sezione di ingresso del *culvert*. In tale sezione si instaura lo stato critico e immediatamente a valle di questa il regime di corrente è supercritico;
- **outlet control:** tale approccio assume che la capacità idraulica del sistema sia condizionata dalle condizione al contorno di valle e/o dalla capacità idraulica del manufatto stesso. Pertanto il tirante in prossimità della sezione di imbocco si calcola considerando prevalenti le perdite dovute alla rugosità della condotta e dell'eventuale presenza di acqua in prossimità dello sbocco del tombino.

Nelle figure seguenti si mostrano le due condizioni di deflusso precedentemente descritte.

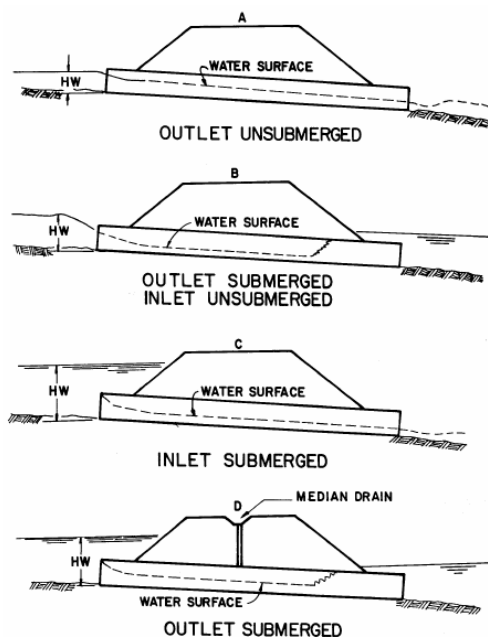


Figura 6.1: condizioni di deflusso inlet control

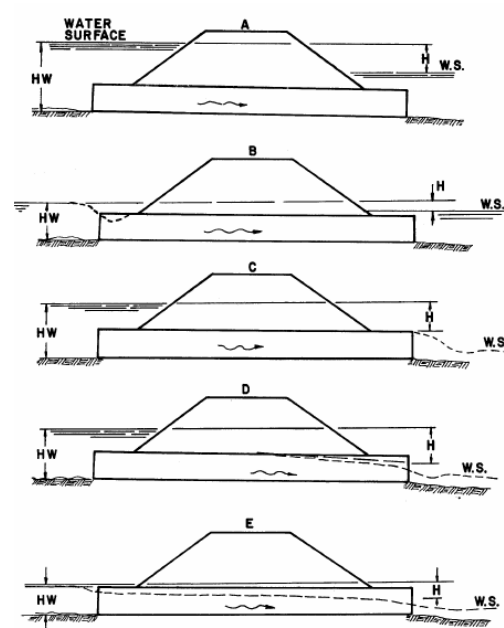


Figura 6.2. condizioni di deflusso – outlet control

6.2 Inlet control: condizioni di deflusso vincolate da monte

Come ricordato in precedenza le condizioni di deflusso sono vincolate da monte quando le perdite di carico sono imputabili al brusco restringimento di sezione in prossimità dell'

imbocco del manufatto. Numerose prove sperimentali compiute dall' U.S. Departement of Transportation – Federal Highway Administrator (FHWA) hanno condotto alla definizione di alcune equazioni integralmente riportate in Hydraulic Design of Highway Culvert [FHWA, 1985] a cui si rimanda per ogni ulteriore approfondimento.

Di seguito si riportano le diverse equazioni per deflusso controllato da monte.

- deflusso a pelo libero – sezione di controllo posta in prossimità dell'imbocco (unsubmerged flow)

$$\frac{H_w}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left(\frac{Q}{A\sqrt{D}} \right)^M - 0.5S^2 \quad (1)$$

- deflusso a pelo libero – senza transizione attraverso lo stato critico in prossimità dell'imbocco (unsubmerged flow)

$$\frac{H_w}{D} = K \left(\frac{Q}{A\sqrt{D}} \right)^M \quad (2)$$

- deflusso sotto battente (submerged flow)

$$\frac{H_w}{D} = c \left(\frac{Q}{A\sqrt{D}} \right)^2 - 0.5S + Y \quad (3)$$

in cui:

- H_w : rappresenta il carico di monte riferito al fondo della sezione di imbocco [m];
- D : altezza della sezione del tombino [m];
- H_c : energia associata allo stato critico [m];
- Q : portata transitante [m^3/s];
- A : sezione del tombino [m^2]
- S : pendenza del tombino [m/m];
- K, M, Y, c : sono costanti adimensionali funzione della geometria e della tipologia della condotta [-].

Nelle tabelle seguenti si mostrano i coefficienti K, M, T e c da utilizzare nelle equazioni relative all'inlet control.

Chart No.	Shape and Material	Nomograph Scale	Inlet Edge Description	Equation Form	Unsubmerged		Submerged		References
					K	M	c	Y	
1	Circular Concrete	1	Square edge w/headwall	1	.0098	2.0	.0398	.67	56/57
		2	Groove end w/headwall		.0018	2.0	.0292	.74	
		3	Groove end projecting		.0045	2.0	.0317	.69	
2	Circular CMP	1	Headwall	1	.0078	2.0	.0379	.69	56/57)
		2	Mitered to slope		.0210	1.33	.0463	.75	
		3	Projecting		.0340	1.50	.0553	.54	
3	Circular	A	Beveled ring, 45° bevels	1	.0018	2.50	.0300	.74	57
		B	Beveled ring, 33.7° bevels*		.0018	2.50	.0243	.83	
8	Rectangular Box	1	30° to 75° wingwall flares	1	.026	1.0	.0347	.81	56
		2	90° and 15° wingwall flares		.061	.75	.0400	.80	
		3	0° wingwall flares		.061	.75	.0423	.82	
9	Rectangular Box	1	45° wingwall flare d = .043D	2	.510	.667	.0309	.80	8
		2	18° to 33.7° wingwall flare d = .083D		.486	.667	.0249	.83	
10	Rectangular Box	1	90° headwall w/3/4" chamfers	2	.515	.667	.0375	.79	8
		2	90° headwall w/45° bevels		.495	.667	.0314	.82	
		3	90° headwall w/33.7° bevels		.486	.667	.0252	.865	
11	Rectangular Box	1	3/4" chamfers; 45° skewed headwall	2	.545	.667	.04505	.73	8
		2	3/4" chamfers; 30° skewed headwall		.533	.667	.0425	.705	
		3	3/4" chamfers; 15° skewed headwall		.522	.667	.0402	.68	
		4	45° bevels; 10°-45° skewed headwall		.498	.667	.0327	.75	
12	Rectangular Box 3/4" chamfers	1	45° non-offset wingwall flares	2	.497	.667	.0339	.803	8
		2	18.4° non-offset wingwall flares		.493	.667	.0361	.806	
		3	18.4° non-offset wingwall flares 30° skewed barrel		.495	.667	.0386	.71	
13	Rectangular Box Top Bevels	1	45° wingwall flares - offset	2	.497	.667	.0302	.835	8
		2	33.7° wingwall flares - offset		.495	.667	.0252	.881	
		3	18.4° wingwall flares - offset		.493	.667	.0227	.887	
16-19	C M Boxes	2	90° headwall	1	.0083	2.0	.0379	.69	57
		3	Thick wall projecting		.0145	1.75	.0419	.64	
		5	Thin wall projecting		.0340	1.5	.0496	.57	

Tabella 6.1: costanti K, M, Y e c – equazioni relative alla condizione inlet control

Chart No.	Shape and Material	Nomograph Scale	Inlet Edge Description	Equation Form	Unsubmerged		Submerged		References
					K	M	c	Y	
29	Horizontal Ellipse Concrete	1	Square edge w/headwall	1	.0100	2.0	.0398	.67	57
		2	Groove end w/headwall		.0018	2.5	.0292	.74	
		3	Groove end projecting		.0045	2.0	.0317	.69	
30	Vertical Ellipse Concrete	1	Square edge w/headwall	1	.0100	2.0	.0398	.67	57
		2	Groove end w/headwall		.0018	2.5	.0292	.74	
		3	Groove end projecting		.0095	2.0	.0317	.69	
34	Pipe Arch 18" Corner Radius CM	1	90° headwall	1	.0083	2.0	.0379	.69	57
		2	Mitered to slope		.0300	1.0	.0463	.75	
		3	Projecting		.0340	1.5	.0496	.57	
35	Pipe Arch 18" Corner Radius CM	1	Projecting	1	.0300	1.5	.0496	.57	56
		2	No Bevels		.0088	2.0	.0368	.68	
		3	33.7° Bevels		.0030	2.0	.0269	.77	
36	Pipe Arch 31" Corner Radius CM	1	Projecting	1	.0300	1.5	.0496	.57	56
		2	No Bevels		.0088	2.0	.0368	.68	
		3	33.7° Bevels		.0030	2.0	.0269	.77	
41-43	Arch CM	1	90° headwall	1	.0083	2.0	.0379	.69	57
		2	Mitered to slope		.0300	1.0	.0463	.75	
		3	Thin wall projecting		.0340	1.5	.0496	.57	
55	Circular	1	Smooth tapered inlet throat	2	.534	.555	.0196	.90	3
		2	Rough tapered inlet throat		.519	.64	.0210	.90	
56	Elliptical Inlet Face	1	Tapered inlet-beveled edges	2	.536	.622	.0368	.83	3
		2	Tapered inlet-square edges		.5035	.719	.0478	.80	
		3	Tapered inlet-thin edge projecting		.547	.80	.0598	.75	
57	Rectangular	1	Tapered inlet throat	2	.475	.667	.0179	.97	3
58	Rectangular Concrete	1	Side tapered-less favorable edges	2	.56	.667	.0446	.85	3
		2	Side tapered-more favorable edges		.56	.667	.0378	.87	
59	Rectangular Concrete	1	Slope tapered-less favorable edges	2	.50	.667	.0446	.65	3
		2	Slope tapered-more favorable edges		.50	.667	.0378	.71	

Tabella 6.2: costanti K, M, Y e c – equazioni relative alla condizione inlet control

6.3 Outlet control: condizioni di deflusso vincolate da valle

Nel caso in cui il deflusso non sia condizionato dalle perdite di ingresso, il valore di energia richiesto per consentire il passaggio attraverso il manufatto della portata di riferimento viene determinata applicando l'equazione dell'energia che può essere espressa nella seguente forma:

$$Z_3 + Y_3 + \alpha_3 V_3^2 = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 V_2^2 + H_L$$

in cui:

- Z_3 è la quota di fondo della sezione di imbocco del manufatto [m]
- Y_3 è il tirante idrico in prossimità della sezione di imbocco [m];
- V_3 è la velocità media valutata in prossimità della sezione di imbocco del tombino [m/s];
- g è l'accelerazione di gravità [m/s^2];
- Z_2 è la quota di fondo della sezione a valle dell'uscita del manufatto [m]
- Y_2 è il tirante idrico in prossimità della sezione a valle della sezione di sbocco del manufatto [m];
- V_2 è la velocità media valutata in prossimità della sezione di uscita del tombino [m/s];
- H_L è la somma delle perdite incluse le perdite di ingresso, le perdite della condotta e le perdite di uscita[m];

6.4 Perdite di imbocco

Le perdite di imbocco, dovute alla contrazione della vena fluida all'ingresso del tombino, possono essere calcolate attraverso la seguente relazione:

$$h_{en} = k_{en} \frac{V_{en}^2}{2g}$$

in cui:

- K_{en} è il coefficiente di perdita all'ingresso [-];
- V_{en} è la velocità media valutata in corrispondenza della sezione di imbocco [m/s];

- g è l'accelerazione di gravità [m/s^2].

I valori assunti dal coefficiente K_{en} sono mostrati nelle seguenti tabelle e sono funzione della tipologia della sezione di ingresso.

Type of Structure and Design of Entrance	Coefficient, k_{en}
Headwall Parallel to Embankment (no wingwalls):	
Square-edged on three edges	0.5
Three edges rounded to radius of 1/12 barrel dimension	0.2
Wingwalls at 30 to 75 degrees to Barrel:	
Square-edge at crown	0.4
Top corner rounded to radius of 1/12 barrel dimension	0.2
Wingwalls at 10 to 25 degrees to Barrel:	
Square-edge at crown	0.5
Wingwalls parallel (extension of sides):	
Square-edge at crown	0.7
Side or slope tapered inlet	0.2

Tabella 6.3: coefficienti di perdita all'imbocco per tombini rettangolari (box culverts).

Type of Structure and Design of Entrance	Coefficient, k_{en}
Concrete Pipe Projecting from Fill (no headwall):	
Socket end of pipe	0.2
Square cut end of pipe	0.5
Concrete Pipe with Headwall or Headwall and Wingwalls:	
Socket end of pipe (grooved end)	0.2
Square cut end of pipe	0.5
Rounded entrance, with rounding radius = 1/12 of diameter	0.2
Concrete Pipe:	
Mitered to conform to fill slope	0.7
End section conformed to fill slope	0.5
Beveled edges, 33.7 or 45 degree bevels	0.2
Side slope tapered inlet	0.2
Corrugated Metal Pipe or Pipe-Arch:	
Projected from fill (no headwall)	0.9
Headwall or headwall and wingwalls square edge	0.5
Mitered to conform to fill slope	0.7
End section conformed to fill slope	0.5
Beveled edges, 33.7 or 45 degree bevels	0.2
Side slope tapered inlet	0.2

Tabella 6.4: coefficienti di perdita all'imbocco per tombini circolari (pipe culverts)

Come mostrato nelle tabelle precedenti nel caso di tombini circolari (pipe culverts) il valore del coefficiente K_{en} varia tra 0.2 e 0.9 mentre nel caso in cui il tombino abbia sezione rettangolare (box culverts) il coefficiente assume valori variabili tra 0.2 e 0.7.

1.1.1 Perdite di sbocco

Le perdite all'uscita del manufatto sono causate dalla repentina espansione della vena fluida e sono funzione della variazione di energie cinetica che avviene in prossimità della sezione di sbocco. Tali perdite possono essere valutate adottando la seguente relazione:

$$h_{ex} = k_{ex} \left(\frac{V_{ex}^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

in cui:

- h_{ex} è la perdita di energia [m];
- K_{ex} è il coefficiente di perdita [m];
- V_{ex} è la velocità media valutata in prossimità della sezione di uscita [m/s];
- V_2 è la velocità media valutata in una sezione a valle del culvert [m/s];

Come proposto dal FHWA il coefficiente K_e varia tra 0.3 e 1.

1.1.2 Perdite lungo la condotta

La valutazione delle perdite all'interno del manufatto dipende dalla condizione in cui la portata defluisce. Infatti nel caso in cui il tombino sia pieno (full flow) cioè la sezione liquida coincide con la sezione totale del manufatto le perdite continue possono essere stimate adottando la nota formula di *Manning* essendo note le caratteristiche geometriche del manufatto e la sua scabrezza. Diverso e più complesso è il caso in cui il tombino non sia completamente pieno. In questo caso infatti è necessario ricostruire l'andamento del pelo libero all'interno del manufatto adottando la procedura nota in letteratura come direct step per il bilanciamento dell'equazione dell'energia tra la sezione di valle e quella di monte. Come noto tale procedura è particolarmente efficiente perché non richiede alcuna iterazione del calcolo. Nel caso in cui il tirante idrico raggiunga il cielo del manufatto prima della sezione di imbocco le perdite per la parte rimanente del *culvert* sono calcolate adottando la metodologia precedente (*full flow*).

1.1.3 FHWA Full Flow Equations – “funzionamento a sifone”

Nel caso in cui il tombino sia rigurgitato da valle ovvero sia il tirante in corrispondenza dello sbocco sia superiore all'intradosso dello scatolare la perdita di carico totale è calcolata utilizzando la seguente relazione $H_L = h_{en} + h_f + h_{ex}$ in cui h_{en} indica la perdita di imbocco, h_f indica la perdita (*fiction loss*) continua lungo il manufatto e h_{ex} la perdita di sbocco. Il termine h_f è computato tramite la formula di Mannig esprimibile dalla seguente relazione:

$$h_f = L \left(\frac{Qn}{1.486AR^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

in cui L indica la lunghezza del manufatto, Q la portata di riferimento, n l'indice di scabrezza secondo Manning, A l'area liquida ed R il raggio idraulico.

Nei successivi paragrafi per ogni manufatto in progetto si riassume il funzionamento idraulico, i valori dei franchi di sicurezza valutati rispetto al cielo del manufatto e rispetto al piano stradale e si mostra attraverso dei grafici l'andamento del pelo libero all'interno del *culvert* in prossimità della sezione di imbocco e di sbocco.

6.5 Simulazioni condotte

Le simulazioni sono state condotte in riferimento alla geometria di stato di fatto e di progetto.

La finalità è quella di poter condurre un confronto puntuale dei livelli calcolati e determinare l'entità del rigurgito a monte del progetto.

La portata di verifica idraulica è pari a 10.50 mc/s.

6.5.1 Stato di fatto

La portata di verifica idraulica è pari a 10.50 mc/s.

La geometria è dedotta dal rilievo di dettaglio delle sezioni del Canale di Modena.

6.5.2 Progetto

La portata di verifica idraulica è pari a 10.50 mc/s.

La geometria di progetto prevede l'inserimento di due Culvert di dimensioni 3.60x1.75 e 4.10x1.75 m. La scabrezza dei manufatti è posta pari a $65 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

7 Confronto Livelli

Nel seguito si mostra quanto desunto dall'applicazione del modello idraulico 1D.

La figura mostra il profilo longitudinale del pelo libero calcolato nelle condizioni di stato di fatto e di progetto.

Si deduce che a monte dell'intervento la differenza dei livelli è contenuta in pochi centimetri come richiesto dai tecnici del Consorzio Emilia Centrale.

Nell'allegato II si riportano le sezioni di calcolo con indicazione dei livelli massimi calcolati.

Nella seguente tabella si riporta i risultati del calcolo.



Relazione di compatibilità idraulica – intervento di tombamento del Canale di Modena

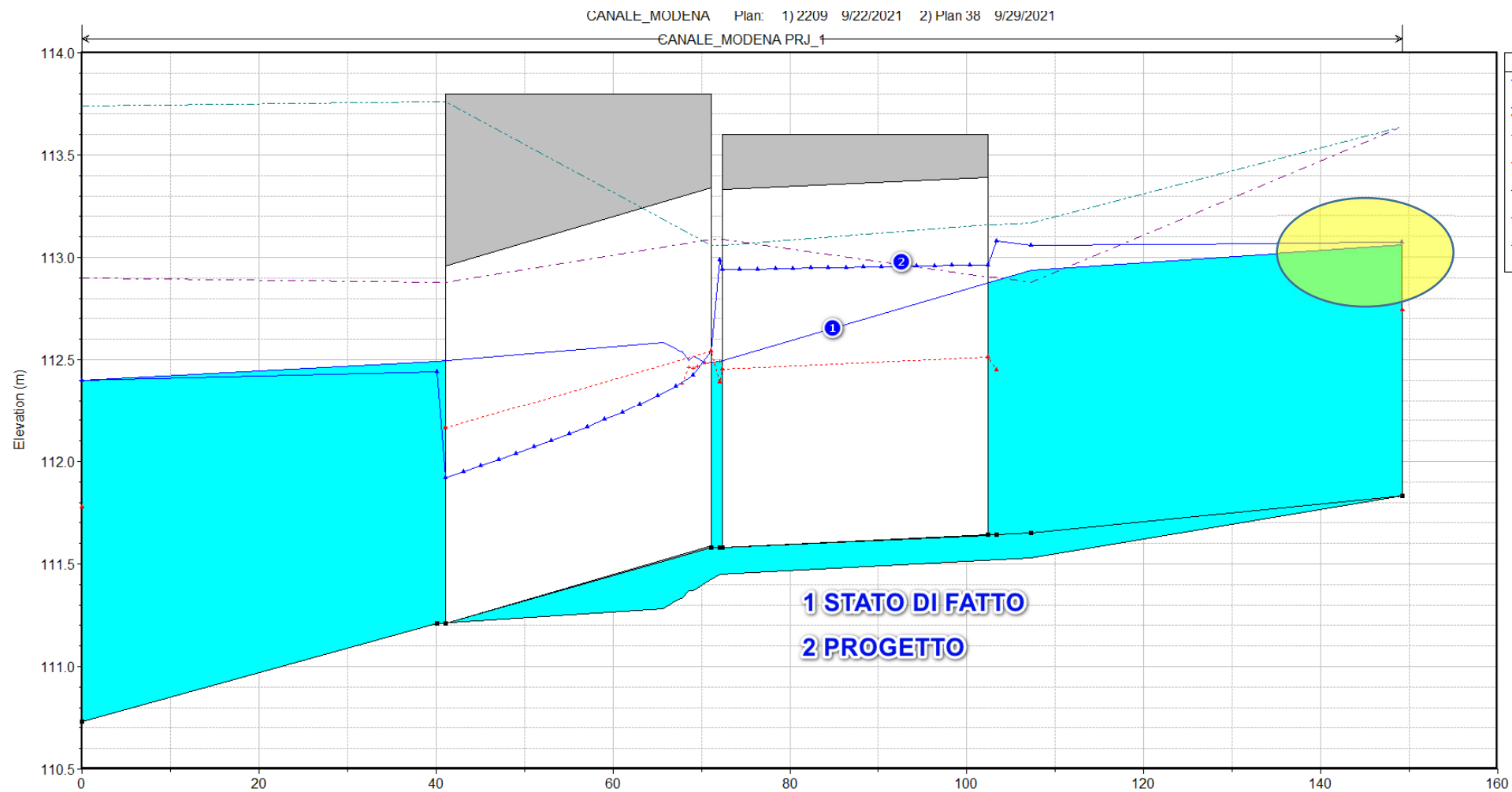


Figura 3: confronto profili di pelo libero

Relazione di compatibilità idraulica – intervento di tombamento del Canale di Modena

River Sta	SEZIONE RILIEVO	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Tirante (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
6	1	PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.83	113.06	1.23	112.7	113.3	0.0049	2.23	4.71	3.83	0.64
6	1	PF 1	PROGETTO	10.5	111.83	113.07	1.24	112.7	113.3	0.00168	2.21	4.76	3.83	0.63
5	2	PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.53	112.94	1.41		113.1	0.00339	1.91	5.49	5.06	0.59
5	2	PF 1	PROGETTO	10.5	111.65	113.06	1.41		113.2	0.00193	1.78	5.9	5.06	0.53
4.88		PF 1	PROGETTO	10.5	111.64	113.08	1.44	112.5	113.2	0.00066	1.54	6.83	5.08	0.42
							0							
4	3	PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.45	112.49	1.04	112.5	112.9	0.00888	2.88	3.65	4.32	1
4	3	PF 1	PROGETTO	10.5	111.58	112.99	1.41	112.4	113.1	0.00068	1.58	6.64	4.85	0.43
3.75		PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.41	112.49	1.08	112.5	112.9	0.00803	2.85	3.69	4.49	1
3.607		PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.38	112.51	1.13	112.5	112.9	0.00762	2.7	3.89	4.64	0.94
3.536		PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.37	112.52	1.15	112.5	112.9	0.00717	2.63	3.99	4.69	0.91

Relazione di compatibilità idraulica – intervento di tombamento del Canale di Modena

River Sta	SEZIONE RILIEVO	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Tirante (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
3.4				Bridge										
3.321		PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.33	112.54	1.21		112.8	0.00808	2.42	4.34	4.36	0.77
3.25		PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.32	112.55	1.23		112.8	0.00603	2.33	4.51	4.35	0.73
3	4	PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.28	112.58	1.3		112.8	0.00456	2.06	5.09	4.35	0.61
2	5	PF 1	STATO DI FATTO	10.5	111.21	112.49	1.28		112.7	0.00366	1.98	5.29	4.49	0.58
2	5	PF 1	PROGETTO	10.5	111.21	112.44	1.23		112.6	0.00117	1.9	5.51	4.5	0.55
1	6	PF 1	STATO DI FATTO	10.5	110.73	112.4	1.67	111.8	112.5	0.00304	1.67	6.29	4.32	0.44
1	6	PF 1	PROGETTO	10.5	110.73	112.4	1.67	111.8	112.5	0.00304	1.67	6.29	4.32	0.44

Tabella 5: risultati

ALLEGATO I

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

“CANALE DI MODENA”









Figura 4: Canale di Modena a monte del tombamento di ingresso a Sassuolo



Figura 5: Canale di Modena - ingresso tombamento



Figura 6: Canale di Modena – sfioratore di piena



Figura 7: Canale di Modena – nuovo partitore di Via Montanara

ALLEGATO III

SEZIONI DI CALCOLO

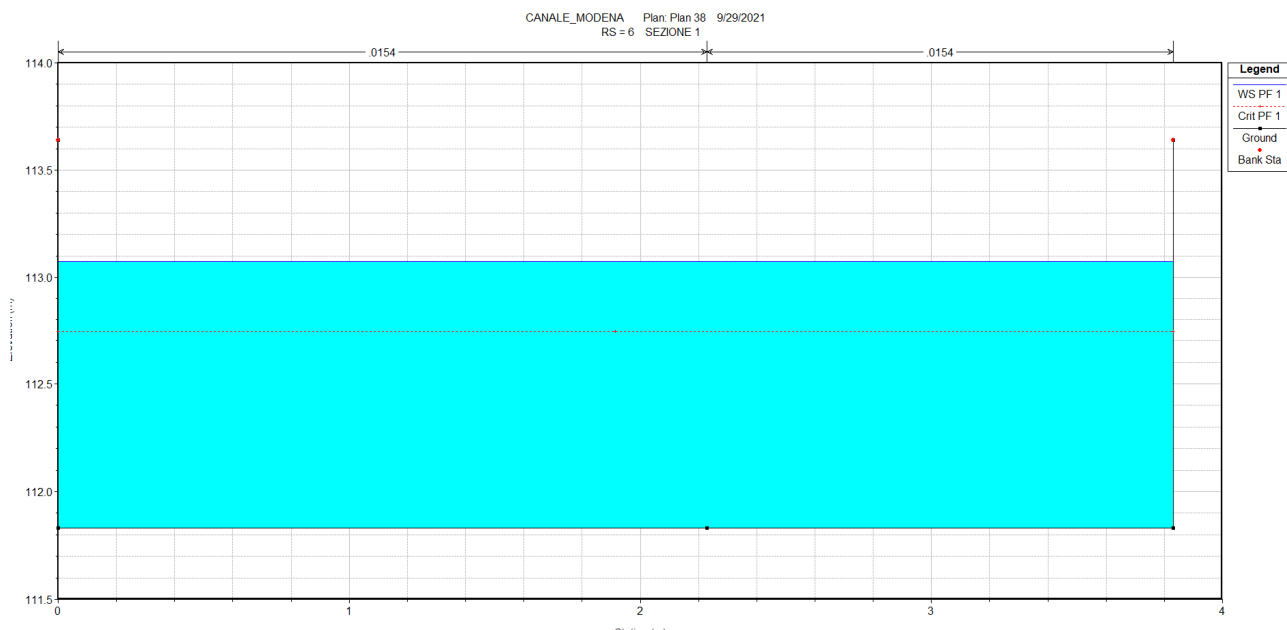


Figura 8: SEZIONE RILIEVO 1

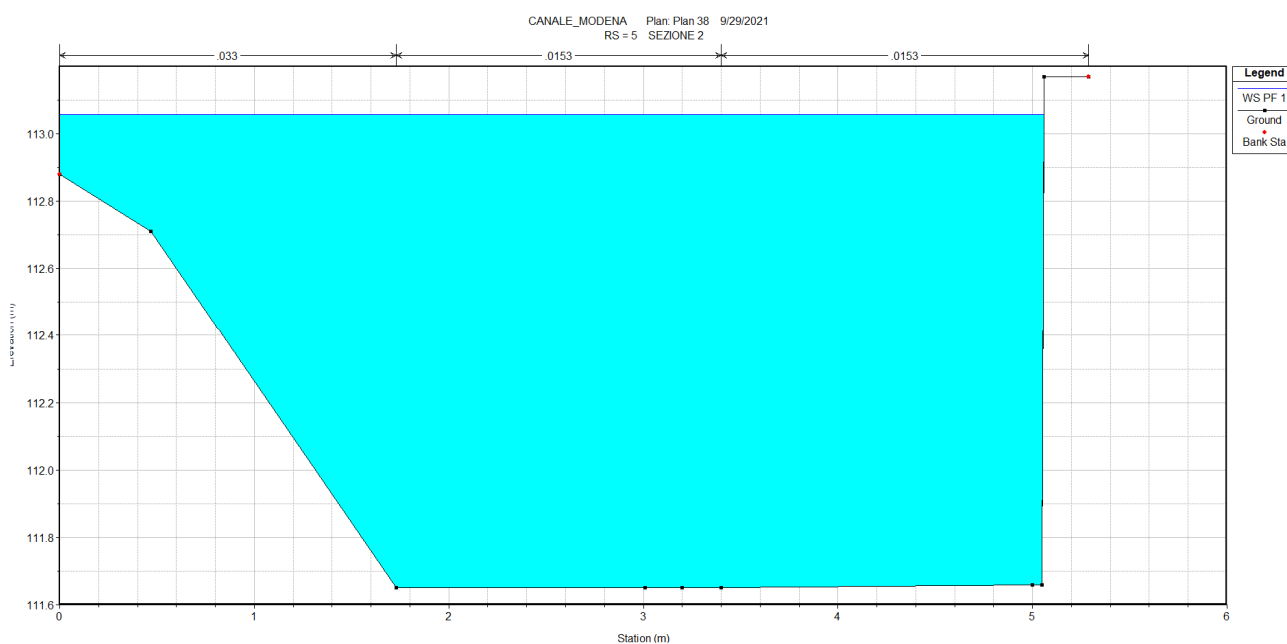


Figura 9: SEZIONE RILIEVO 2

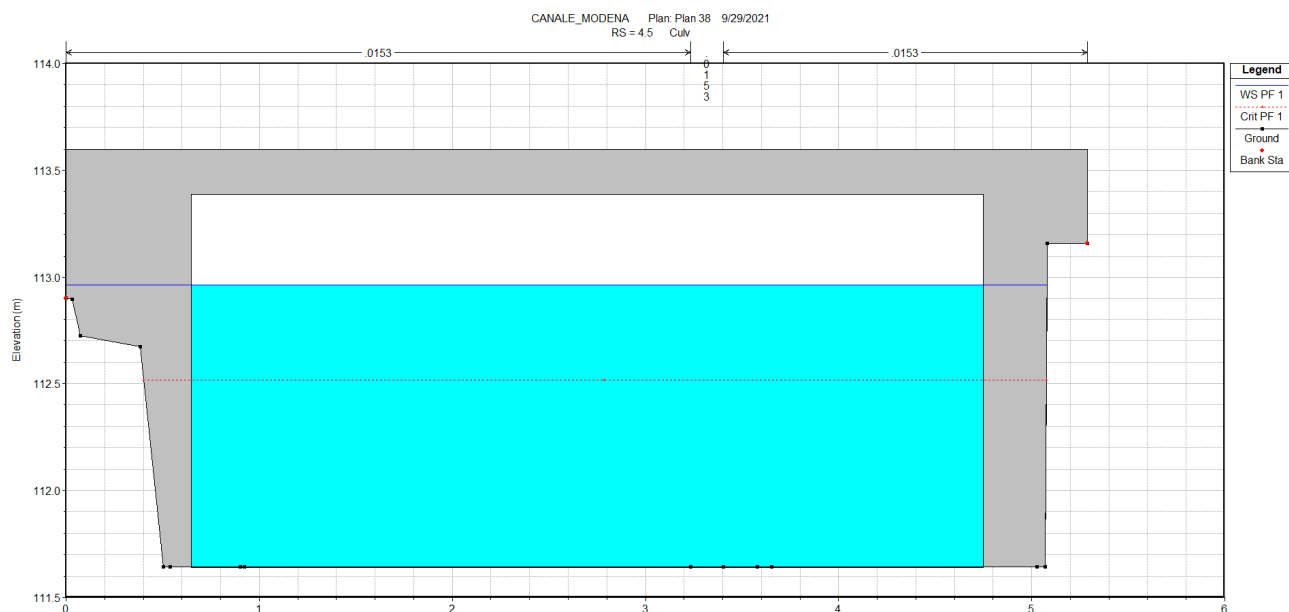


Figura 10: SEZIONE – INGRESSO CULVERT DI MONTE 410X175

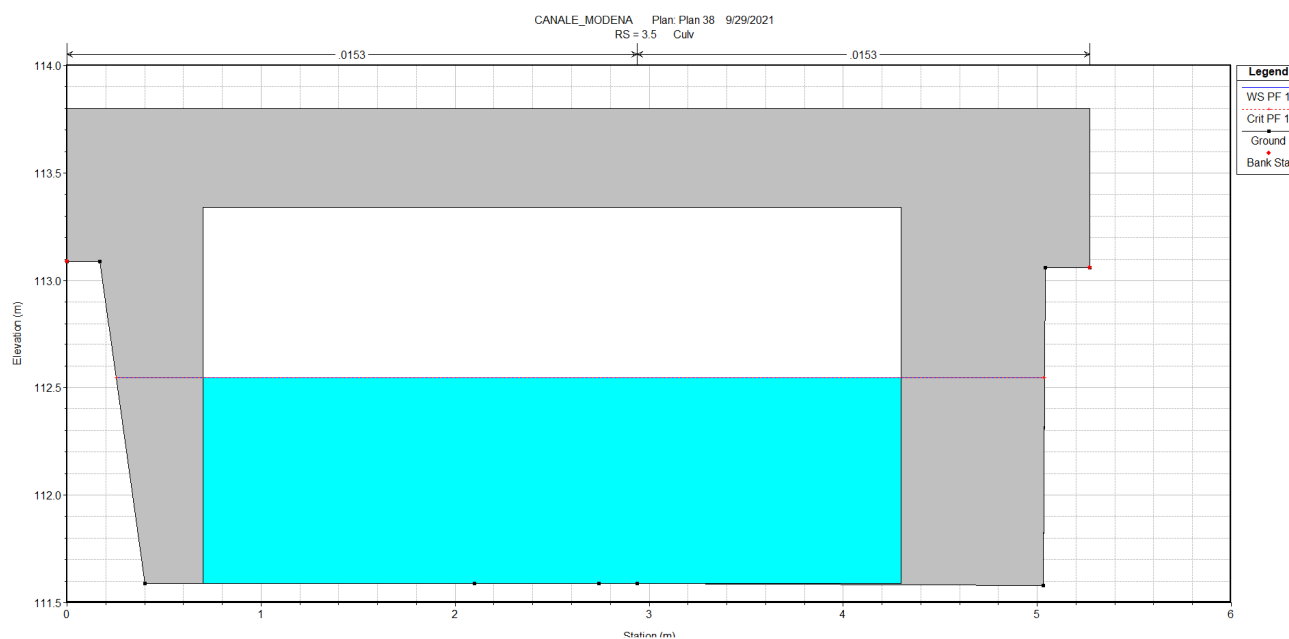


Figura 11: SEZIONE – INGRESSO CULVERT DI VALLE – 360X175

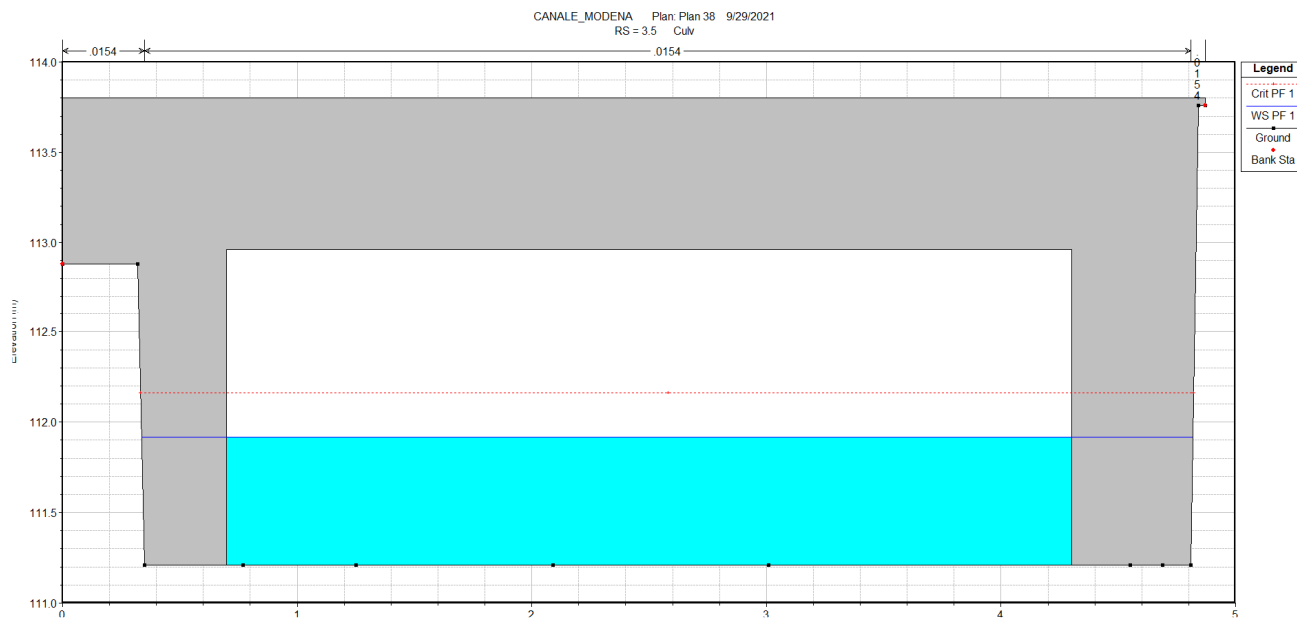


Figura 12: SEZIONE – USCITA CULVERT DI VALLE – 360X175

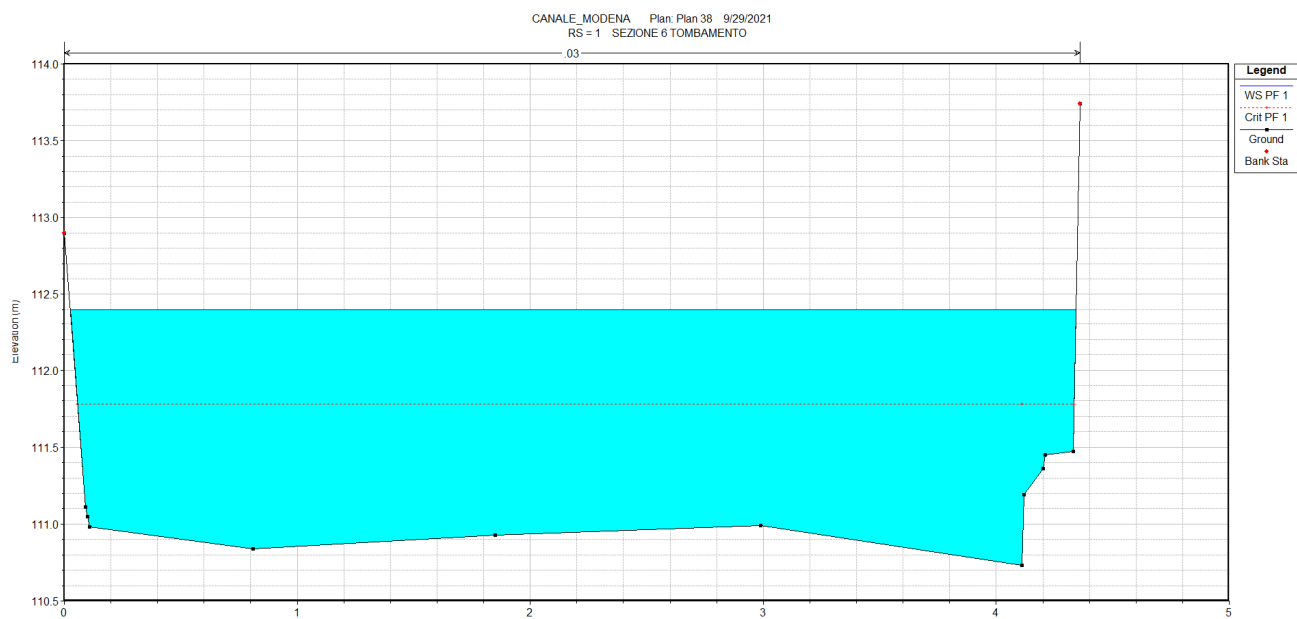


Figura 13: SEZIONE 6 VALLE

ALLEGATO III

SCHEDE TECNICHE

MANUFATTI COPREM

SCATOLARE CHIUSO

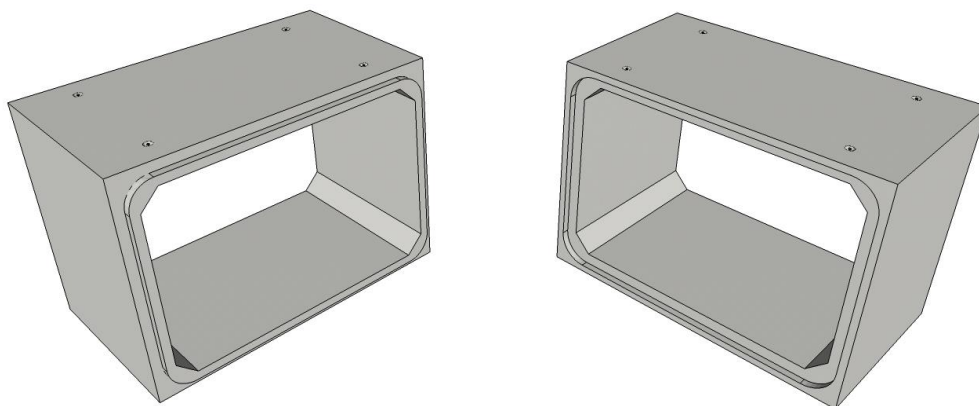
SCATOLARE APERTO

GUARNIZIONI E GIUNTI

SCATOLARE STANDARD

- *Fornitura di manufatto scatolare “chiuso” in calcestruzzo armato (C 40/50 N/mm², B450C) con giunzione del tipo a bicchiere, da porsi interrato, idoneo a sopportare:*
 - *carichi permanenti dovuti al riempimento del terreno soprastante*
 - *carichi variabili rappresentati da un automezzo da 600 kN per strade di 1^a categoria (DM 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”)*
 - *spinta laterale del terreno di riempimento a tergo dei piedritti e dei carichi variabili previsti*
 - *spinta idraulica interna in condizioni statiche (salvo diversamente specificato)*
 - *spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di eventuale falda*
 - *azione sismica di riferimento per la località*

prodotto in conformità alle leggi e normative vigenti, e in particolare alla UNI EN 14844: 2012 (prodotti con marcatura CE). La posa delle condotte dovrà avvenire su piano in magrone, cls C12/15 N/mm² dello spessore minimo di 15-20 cm, armata con rete elettrosaldata $\varnothing$ 6/20x20, perfettamente lisciata secondo la livelletta di progetto.



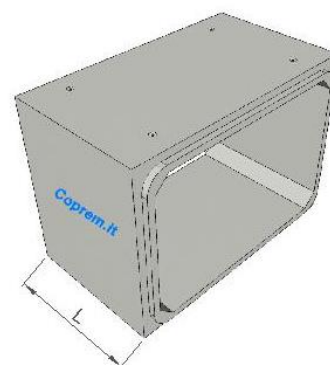
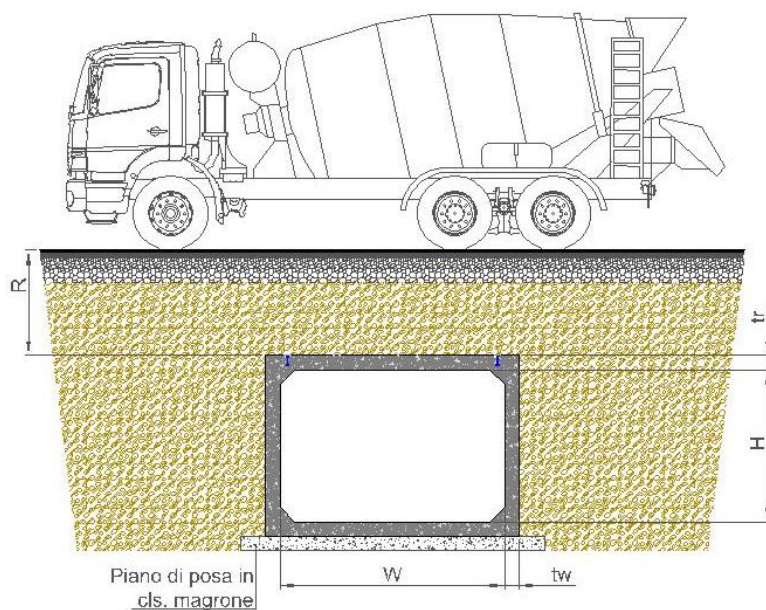
I MANUFATTI SONO REALIZZATI CON N.4 CHIODI PER SOLLEVAMENTO/POSA DI PORTATA ADEGUATA (1,3/2,5/5 t/cad.)

N.B. Se dal profilo progettuale emergessero altezze di ricoprimento (R) diverse da quelle proposte nell’offerta economica che segue, vi invitiamo a specificarlo in modo tale da ottimizzare il più possibile la quotazione dei manufatti richiesti.

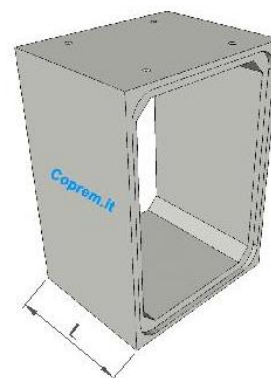
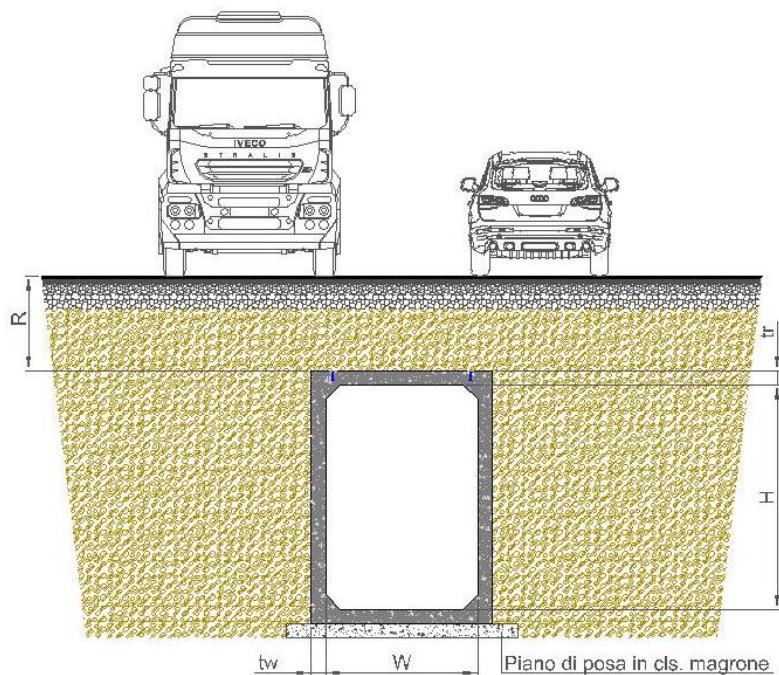
VI RICORDIAMO CHE LO SCATOLARE UNA VOLTA POSATO **ASSOLVE FUNZIONE STATICA** E QUINDI DEVE ESSERE PRODOTTO NEL PIENO RISPETTO DELLE NORMATIVE VIGENTI CHE PREVEDONO L’UTILIZZO DI **ARMATURA RIGIDA DI RIPARTIZIONE**.

GLI ELEMENTI SCATOLARI DELLO STABILIMENTO COPREM DI BOTTANUCO (BG) SONO REALIZZATI SECONDO UN PROCESSO DI CONTROLLO DI PRODUZIONE “CPD” CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DELLA NORMA DI MARCATURA CE UNI EN 14844: 2012 E CERTIFICATI DA UN ORGANISMO NOTIFICATO.

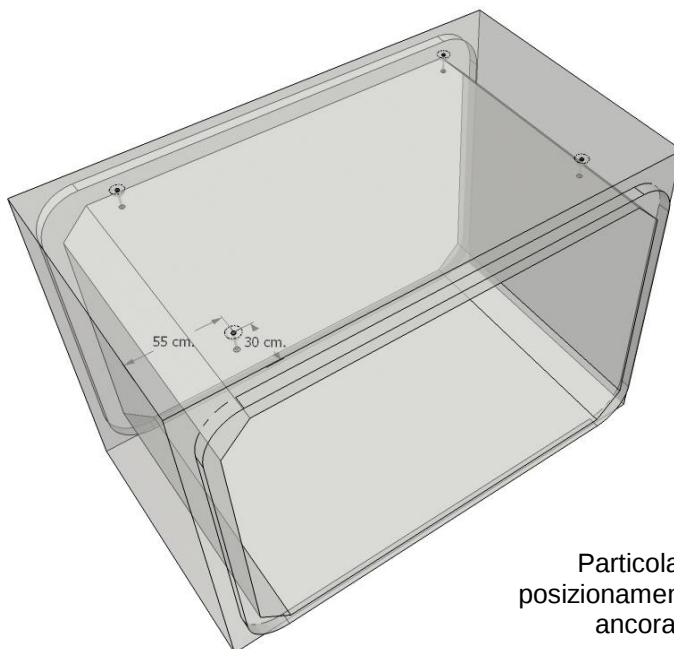
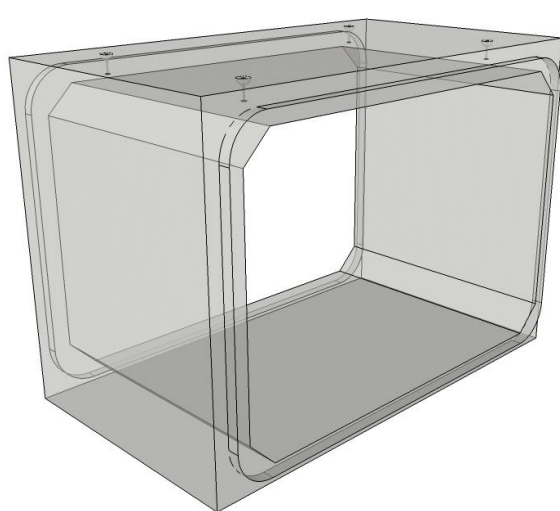
SEZIONI TRASVERSALI



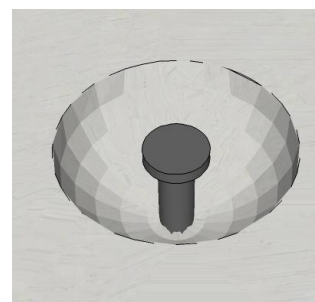
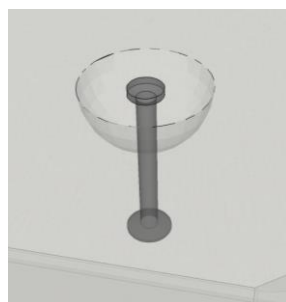
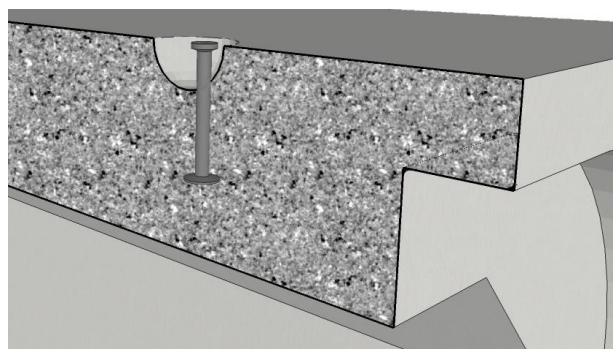
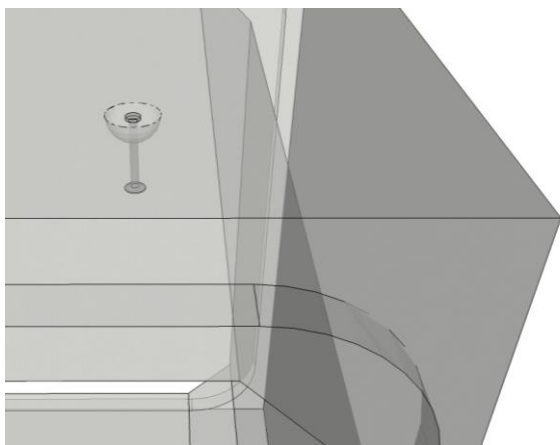
W = base utile interna
H = altezza utile interna
L = lunghezza
tw = spessore muri
tr = spessore solette
R = altezza ricoprimento



SISTEMI DI SOLLEVAMENTO / POSA SCATOLARI



Particolare
posizionamento
ancoranti



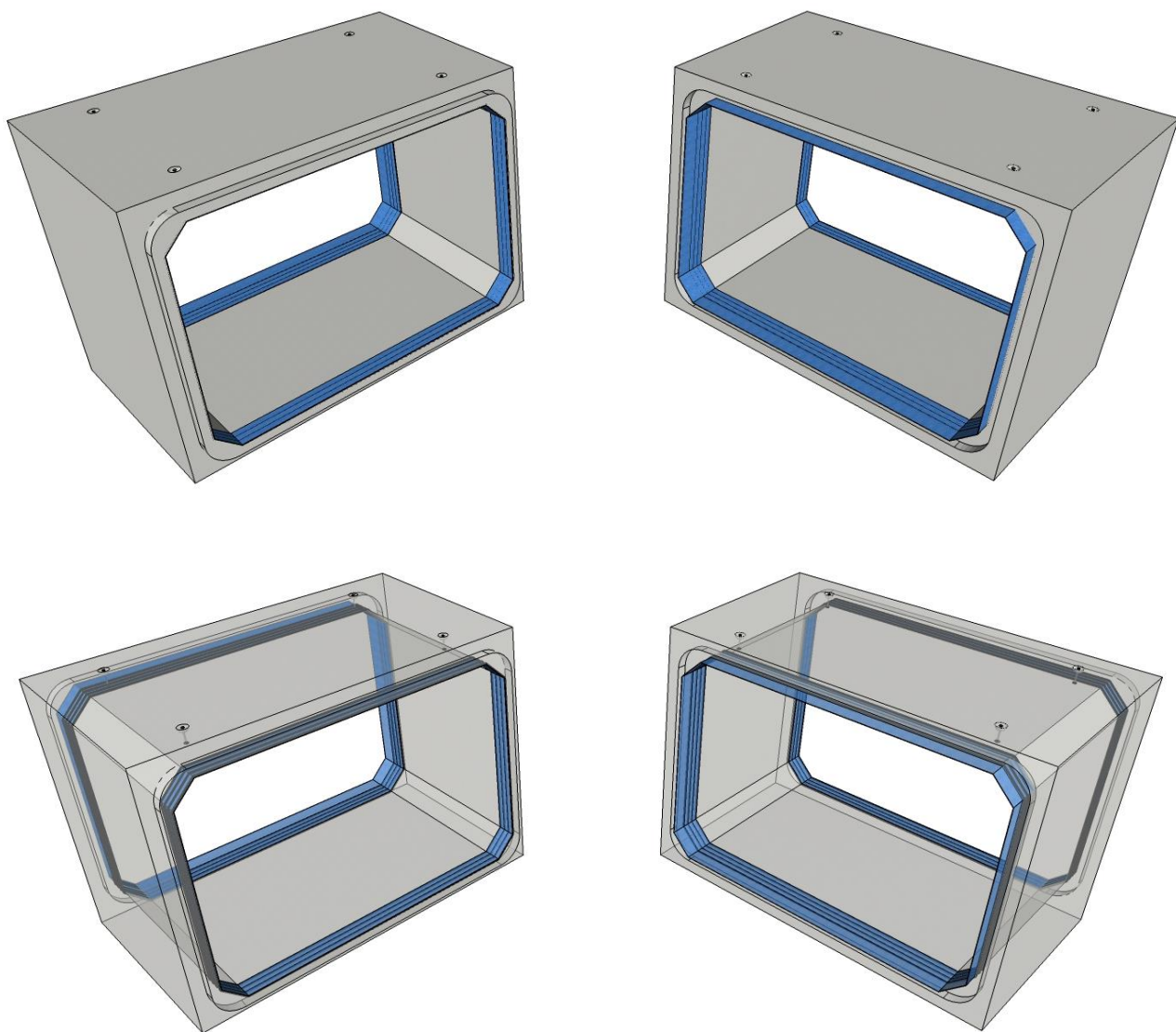
MANIGLIONI per movimentazione e posa scatolari

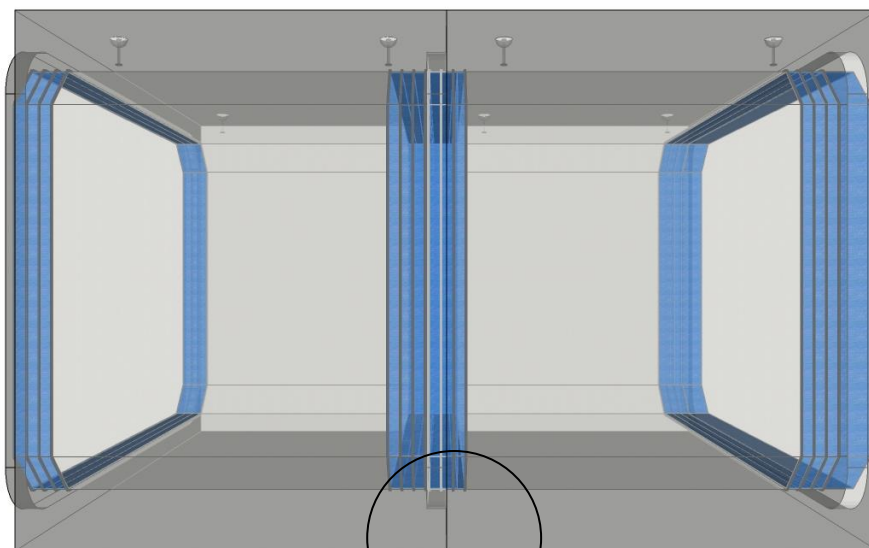
N.B. l'angolo di tiro delle funi non deve essere superiore a 30°

SISTEMA "GIUNTO SALDATO"

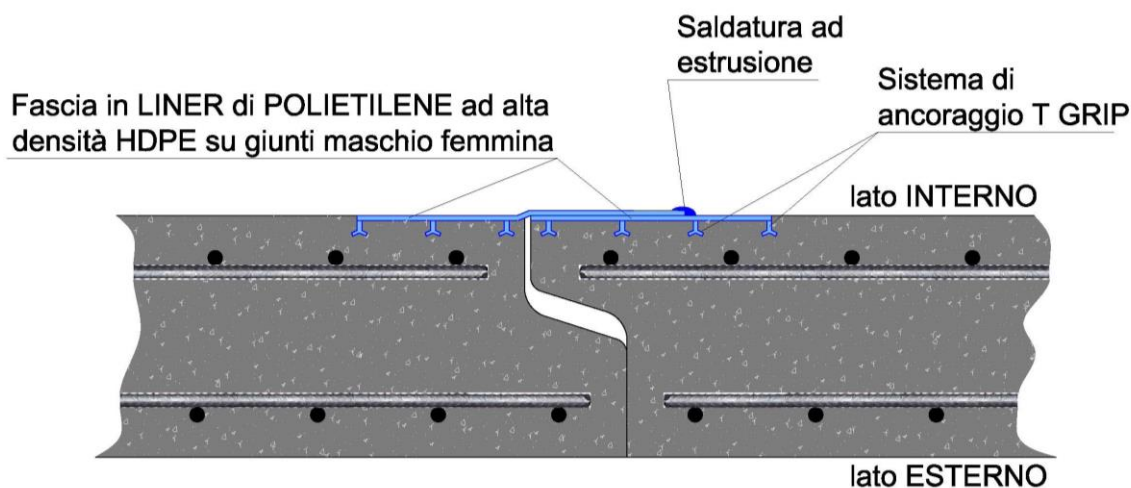
Lo scatolare viene rivestito in stabilimento, in prossimità della parte maschio e femmina, con una fascia di Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE, perfettamente integrata nel getto per mezzo del sistema di ancoraggio T-GRIP lungo tutto il perimetro senza interruzioni, garantendo così numerosi vantaggi:

- *Tenuta idraulica con pressioni elevate anche in presenza di deviazioni angolari importanti della condotta*
- *Elasticità del Liner (allungamenti superiori al 600%) con deformazioni senza rottura, garantendo quindi la tenuta idraulica anche con assestamenti importanti della condotta*
- *Assenza di infiltrazioni di radici*
- *Elevata aderenza del Liner al calcestruzzo (resistenza al distacco: oltre 38.000 kg/m²)*
- *Verifica delle saldature con scintillografo*





PARTICOLARE SALDATURA GIUNTO



La saldatura dei giunti, realizzata in opera da ns. personale specializzato (munito di regolare patentino rilasciato dall'IIS di Genova) secondo le norme UNI EN 13067 per Classe 7 PE 7.5+3 PE 3.2 e DVS 2212:2008 per classe II-1.1, con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, al fine di garantire **un'assoluta tenuta idraulica** anche in pressione.

A totale garanzia dell'opera tutte le saldature saranno verificate con la tecnica dello scintillografo a cui seguirà il rilascio di un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

N.B. *le saldature possono essere eseguite solo in condizioni di asciutta.*

“GUARNIZIONE BUTILICA” A NORMA ASTM C-789

La sezione di questa guarnizione è 30x30 mm ed è dimensionata, una volta compressa di circa il 30%, per riempire quasi completamente il giunto, anche in presenza di tolleranze dimensionali non perfette; abbinata alla guaina protettiva esterna si ottiene una buona tenuta idraulica ma non è garantita nel corso del tempo.

Di seguito elenchiamo le principali proprietà della giunzione:

- ❑ Capacità di lavorare in condizioni di basse e alte temperature, Guarnizione Butilica (-1° a 48°C), Guaina Protettiva (-12° a 48°C).
- ❑ Eccellente adesione chimica e meccanica alla superficie di calcestruzzo.
- ❑ La sigillatura così eseguita non subirà nessun ritiro, indurimento o ossidazione nel tempo.
- ❑ In condizioni di calcestruzzo umido, freddo un primer a base solvente migliorerà l'azione di aggrappaggio della guarnizione sigillante permettendo un perfetto “incollaggio” della giunzione.

RESISTENZA IDROSTATICA

La guarnizione è conforme alle prescrizioni contenute nelle ASTM C-990 sezione 10.1 (Prestazioni richieste: 10 psi per 10 minuti in allineamento rettilineo).

SPECIFICHE

La guarnizione soddisfa e supera le richieste contenute nelle specifiche Federali SS-S-210 (210-A), AASHTO M-198B, ASTM C-990-91.

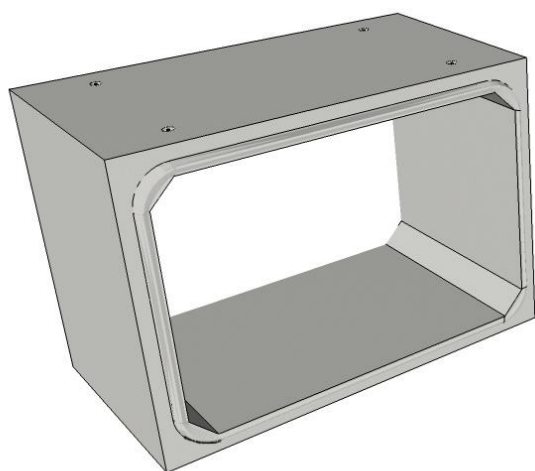
PROPRIETA' FISICHE

	Spec.	Requisiti	Guarnizione Butilica	Guaina Protettiva
Miscela di idrocarburi in % in peso	ASTM D4	50% min.	51%	52%
% di carica inerte minerale in peso	AASHTO T111	30% min.	35%	35%
% sostanze volatili in peso	ASTM D6	2% max	1,2	1,2
Peso specifico a 77° F	ASTM D71	1.15-1.50	1.25	1.20
Duttilità a 77° F	ASTM D113	5.0 min.	10	12
Penetrazione cono a 77°F 150 gm 5 sec.	ASTM D217	50-100	55-60	60-65
Penetrazione cono a 32°F 150 gm 5 sec.	ASTM D217	40 mm	40-45	50-55
Punto di infiammabilità C.O.C. °F	ASTM D92	350°F min.	450°F	425°F
Punto di incendio C.O.C. °F	ASTM D92	375°F min.	475°F	450°F

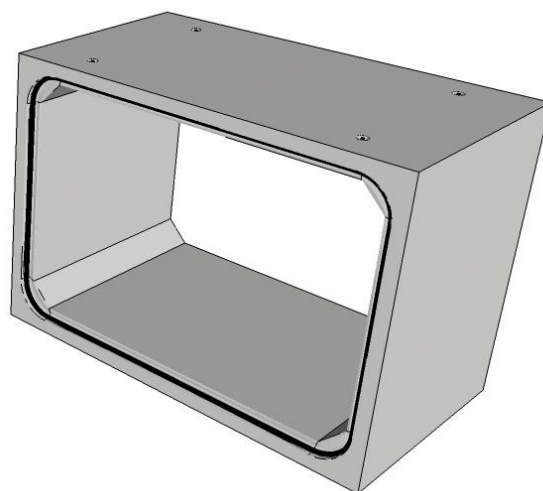
PROVA AD IMMERSIONE

- ❑ Prova d'immersione 30 giorni: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di “soda caustica”, 5% di acido cloridrico, 5% acido solforico e 5% solfato di idrogeno saturo.
- ❑ Prova d'immersione 1 anno: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di formaldeide, 5% di acido formico, 5% acido solforico, 5% acido cloridrico, 5% solfuro di idrogeno e 5% idrossido di potassio.

FASI DI POSIZIONAMENTO GUARNIZIONE BUTILICA

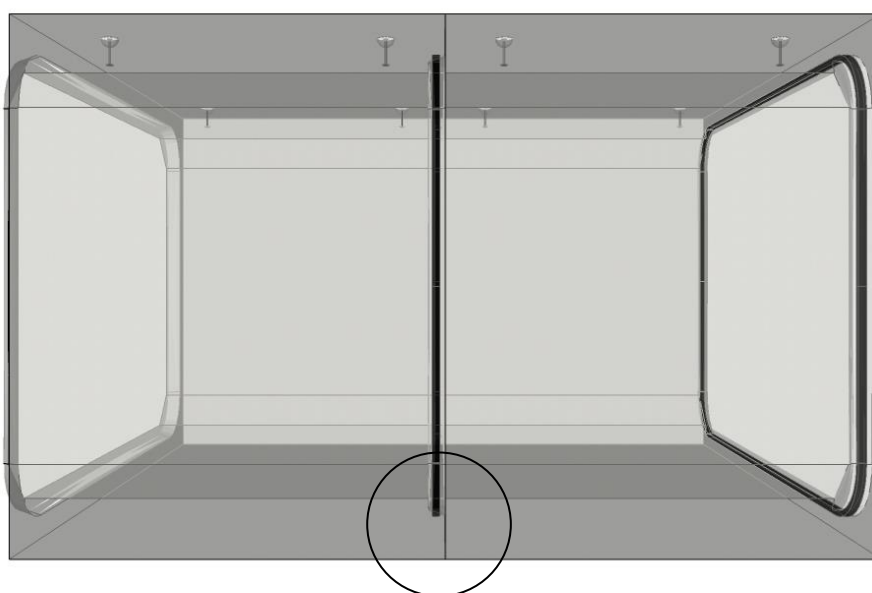


SCATOLARE GIUNTO MASCHIO
(senza guarnizione)



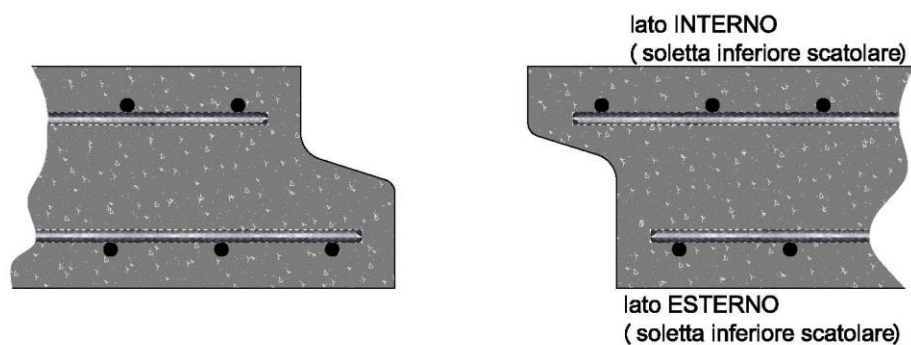
SCATOLARE GIUNTO FEMMINA
(con guarnizione posizionata)

FASI ASSEMBLAGGIO SCATOLARI

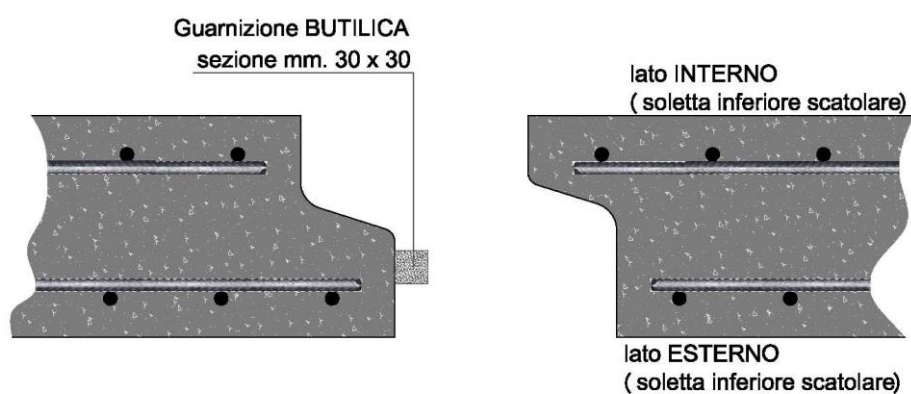


SCATOLARI ASSEMBLATI
(schiacciamento guarnizione)

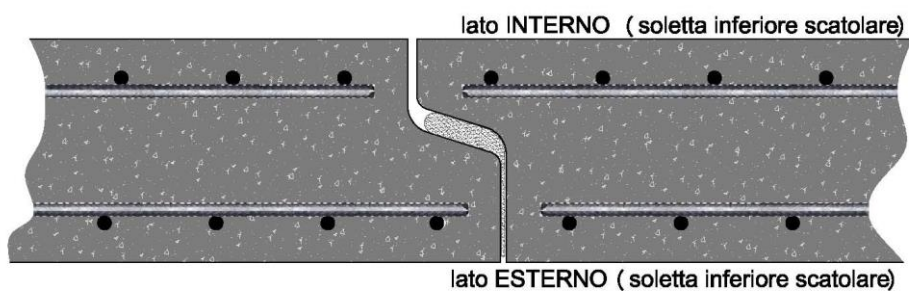
Fase 1: A RIPOSO



Fase 2: POSA GUARNIZIONE

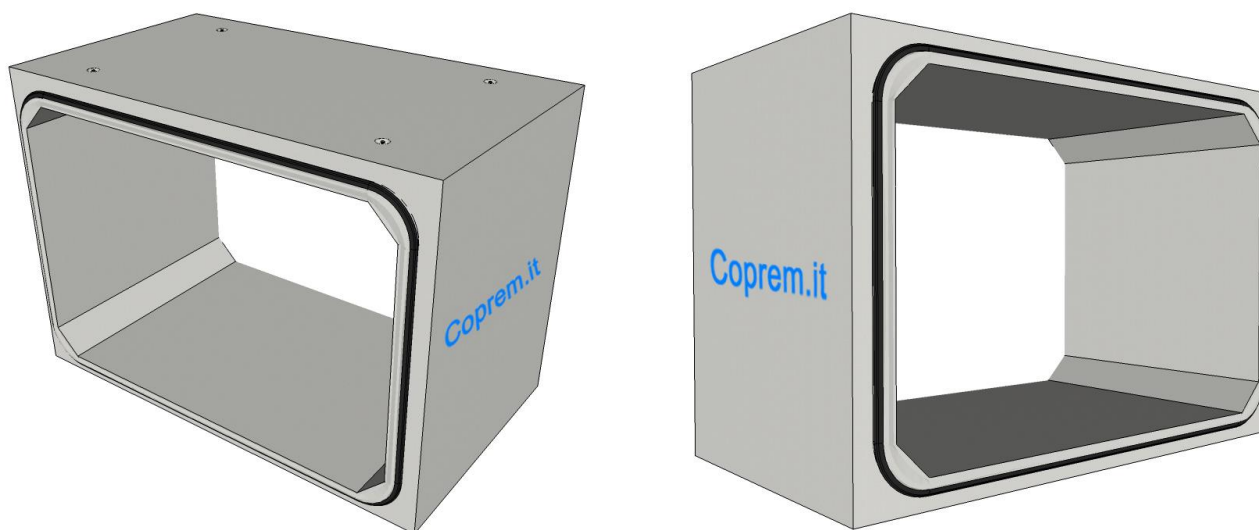


Fase 3: SCHIACCIAMENTO GUARNIZIONE

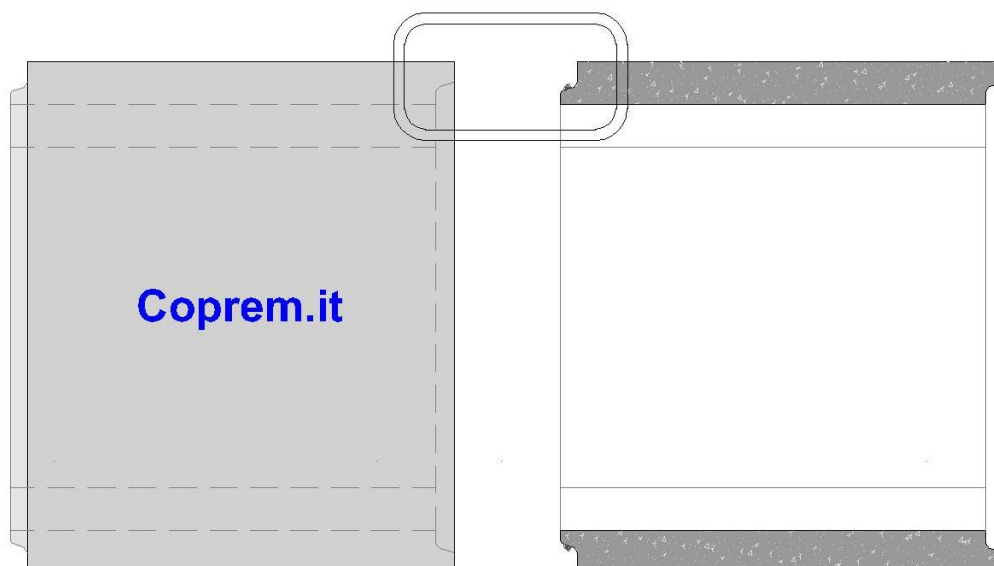


"GUARNIZIONE IN GOMMA A CUSPIDE"

Questa guarnizione è del tipo a compressione e va posizionata in opera sulla parte maschio del manufatto, prima della giunzione (con questo sistema non è garantita la tenuta idraulica, si consiglia la sigillatura in opera con apposite malte cementizie).

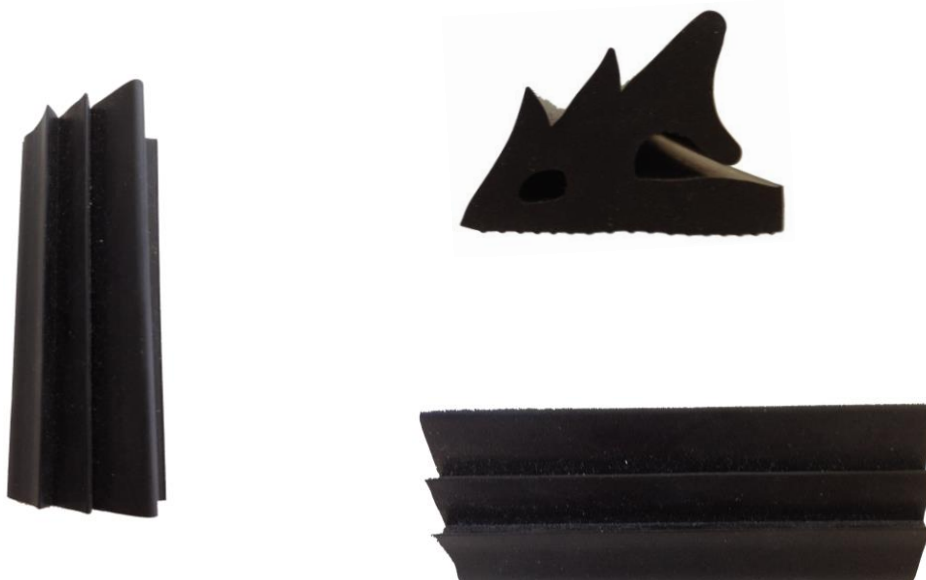
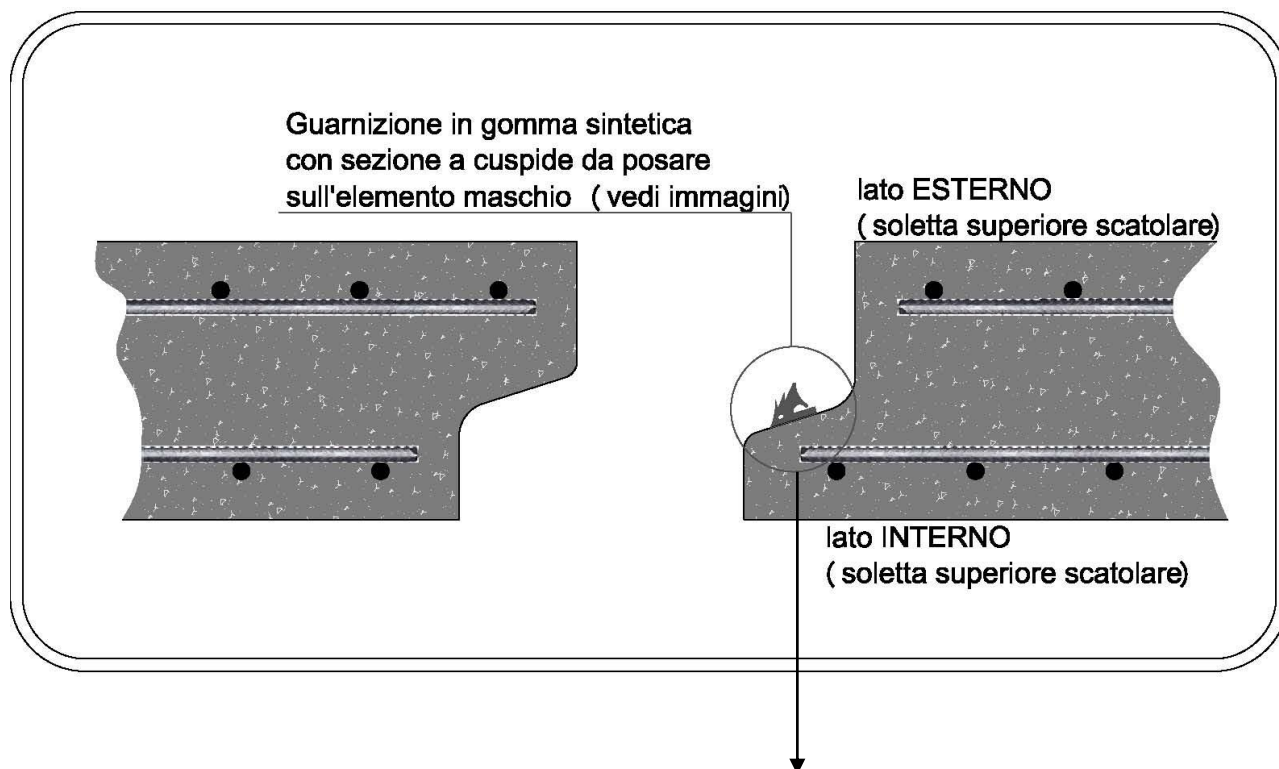


(vedi particolare incastro elementi scatolari)



SCATOLARE TIPO

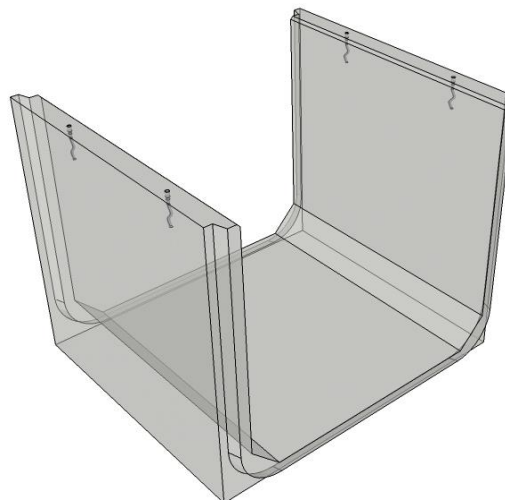
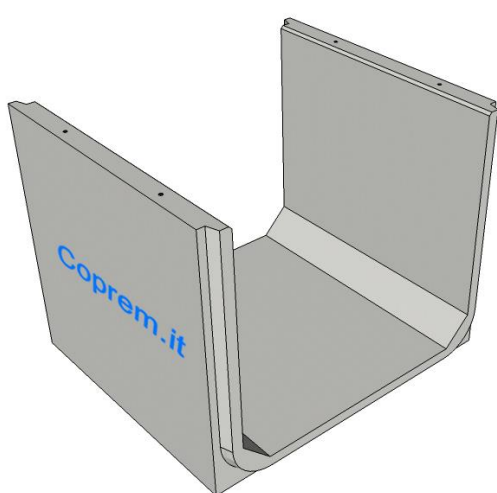
PARTICOLARE INCASTRO ELEMENTI SCATOLARI



SCATOLARE APERTO

- *Fornitura di manufatto scatolare aperto, con sezione ad "U", in calcestruzzo armato (C 40/50 N/mm², B450C) con giunzione del tipo a bicchiere, da porsi interrato, idoneo a sopportare lo smaltimento delle acque e i seguenti carichi: 1) la spinta laterale del terreno e dei sovraccarichi; 2) la spinta dell'acqua interna, prodotto in conformità alle leggi e normative vigenti.*

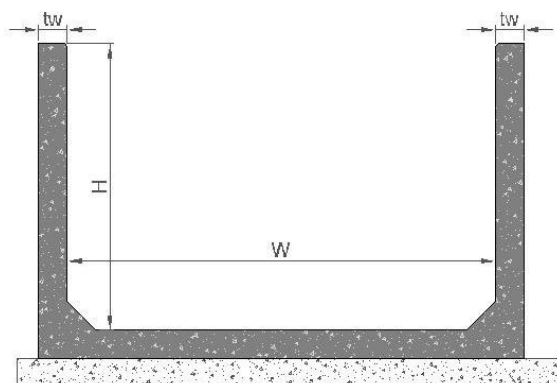
La posa delle condotte dovrà avvenire su piano in magrone, cls C12/15 N/mm² dello spessore minimo di 15-20 cm, armata con rete elettrosaldata $\varnothing$ 6/20x20, perfettamente lisciata secondo la livelletta di progetto.



I CANALI SONO REALIZZATI CON N.4 BOCCOLE PER SOLLEVAMENTO/POSA DI PORTATA ADEGUATA (1,2/2/2,5/4 t/cad.)

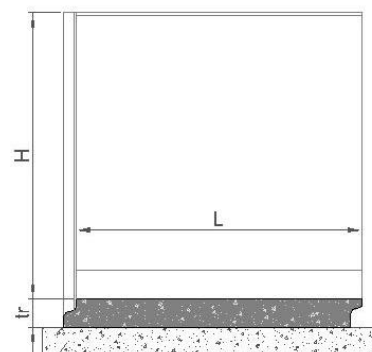
VI RICORDIAMO CHE LO SCATOLARE UNA VOLTA POSATO **ASSOLVE FUNZIONE STATICA** E QUINDI DEVE ESSERE PRODOTTO NEL PIENO RISPETTO DELLE NORMATIVE VIGENTI CHE PREVEDONO L'UTILIZZO DI **ARMATURA RIGIDA DI RIPARTIZIONE**.

GLI ELEMENTI SCATOLARI DELLO STABILIMENTO COPREM DI BOTTANUCO (BG) SONO REALIZZATI SECONDO UN PROCESSO DI CONTROLLO DI PRODUZIONE.



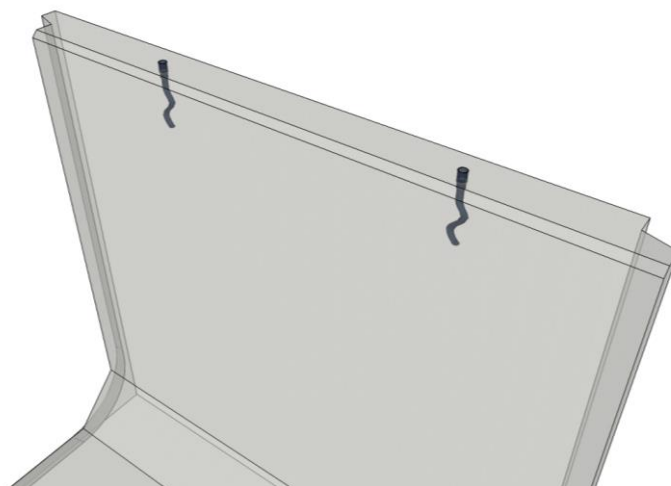
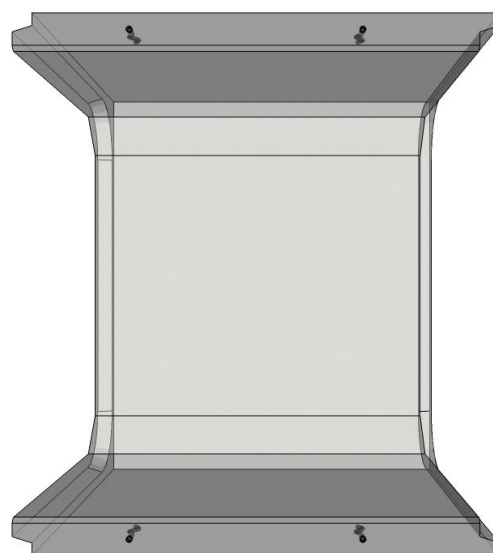
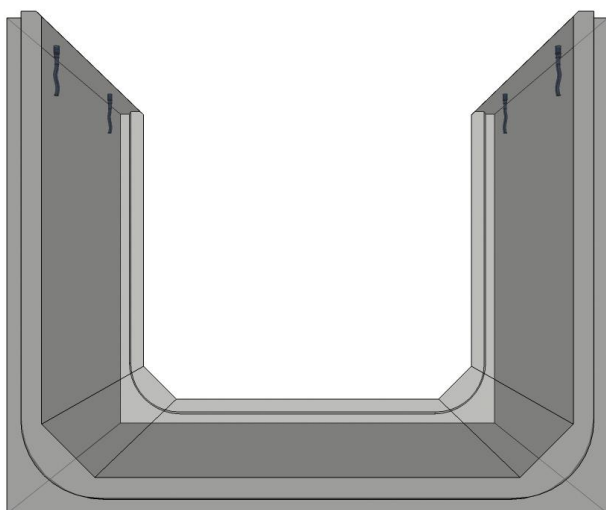
SEZIONE TRASVERSALE

W = base utile interna
H = altezza utile interna
L = lunghezza
tw = spessore muri
tr = spessore soletta

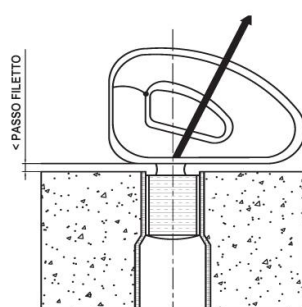
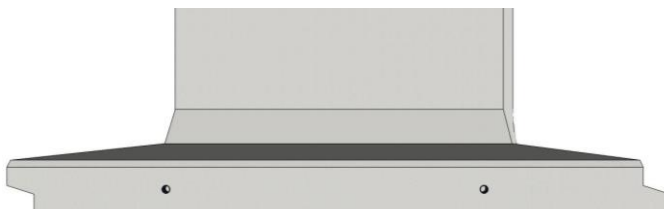
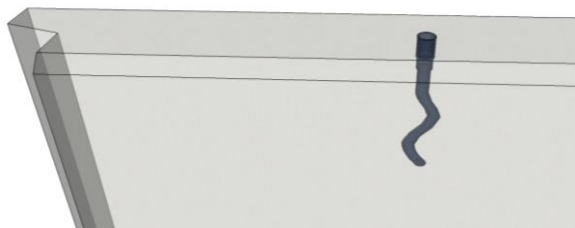


SEZIONE LONGITUDINALE

Piano di posa in cls.



SISTEMA DI SOLLEVAMENTO / POSA SCATOLARI APERTI



Particolare GOLFARE
(realizzato con funi DIN
3060/3064) da avvitare
completamente nella
boccola.



Particolare BOCCOLA
con barra ondulata da
affogare nel getto



N.B. l'angolo di tiro delle funi non deve essere superiore a 30°



“GUARNIZIONE BUTILICA” A NORMA ASTM C-789

La sezione di questa guarnizione è 30x30 mm ed è dimensionata, una volta compressa di circa il 30%, per riempire quasi completamente il giunto, anche in presenza di tolleranze dimensionali non perfette; abbinata alla guaina protettiva esterna si ottiene una buona tenuta idraulica ma non è garantita nel corso del tempo.

Di seguito elenchiamo le principali proprietà della giunzione:

- ❑ Capacità di lavorare in condizioni di basse e alte temperature: Guarnizione Butilica (-1° a 48°C), Guaina Protettiva (-12° a 48°C).
- ❑ Eccellente adesione chimica e meccanica alla superficie di calcestruzzo.
- ❑ La sigillatura così eseguita non subirà nessun ritiro, indurimento o ossidazione nel tempo.
- ❑ In condizioni di calcestruzzo umido, freddo un primer a base solvente migliorerà l'azione di aggrappaggio della guarnizione sigillante permettendo un perfetto “incollaggio” della giunzione.

RESISTENZA IDROSTATICA

La guarnizione è conforme alle prescrizioni contenute nelle ASTM C-990 sezione 10.1 (Prestazioni richieste: 10 psi per 10 minuti in allineamento rettilineo).

SPECIFICHE

La guarnizione soddisfa e supera le richieste contenute nelle specifiche Federali SS-S-210 (210-A), AASHTO M-198B, ASTM C-990-91.

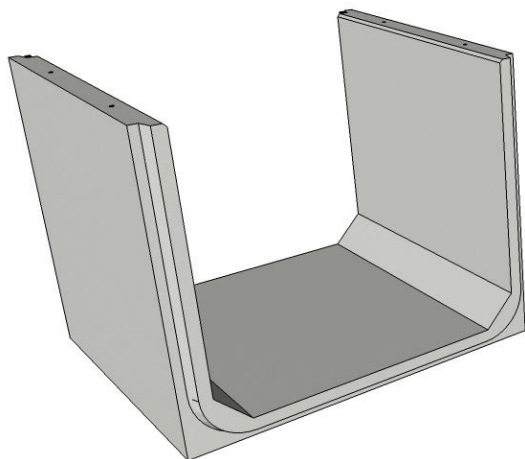
PROPRIETA' FISICHE

	Spec.	Requisiti	Guarnizione Butilica	Guaina Protettiva
Miscela di idrocarburi in % in peso	ASTM D4	50% min.	51%	52%
% di carica inerte minerale in peso	AASHTO T111	30% min.	35%	35%
% sostanze volatili in peso	ASTM D6	2% max	1,2	1,2
Peso specifico a 77° F	ASTM D71	1.15-1.50	1.25	1.20
Duttilità a 77° F	ASTM D113	5.0 min.	10	12
Penetrazione cono a 77°F 150 gm 5 sec.	ASTM D217	50-100	55-60	60-65
Penetrazione cono a 32°F 150 gm 5 sec.	ASTM D217	40 mm	40-45	50-55
Punto di infiammabilità C.O.C. °F	ASTM D92	350°F min.	450°F	425°F
Punto di incendio C.O.C. °F	ASTM D92	375°F min.	475°F	450°F

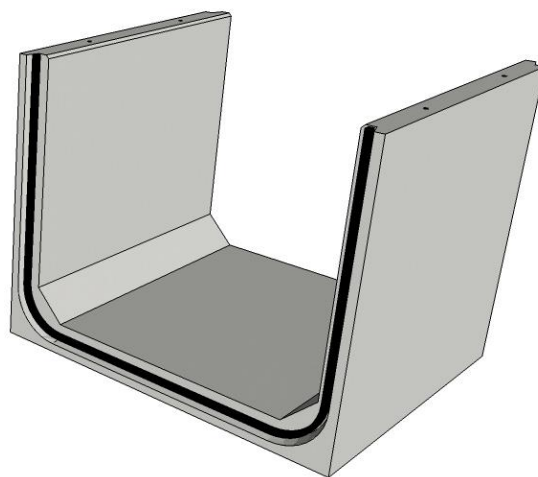
PROVA AD IMMERSIONE

- ❑ Prova d'immersione 30 giorni: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di “soda caustica”, 5% di acido cloridrico, 5% acido solforico e 5% solfato di idrogeno saturo.
- ❑ Prova d'immersione 1 anno: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di formaldeide, 5% di acido formico, 5% acido solforico, 5% acido cloridrico, 5% solfuro di idrogeno e 5% idrossido di potassio.

FASI DI POSIZIONAMENTO GUARNIZIONE BUTILICA

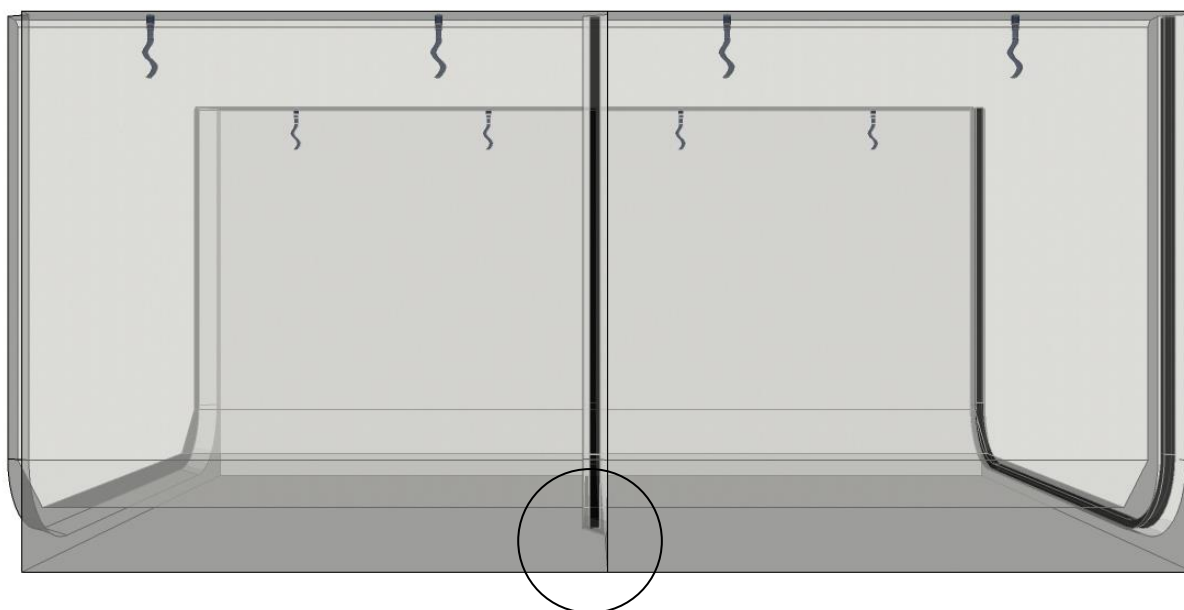


SCATOLARE GIUNTO MASCHIO
(senza guarnizione)



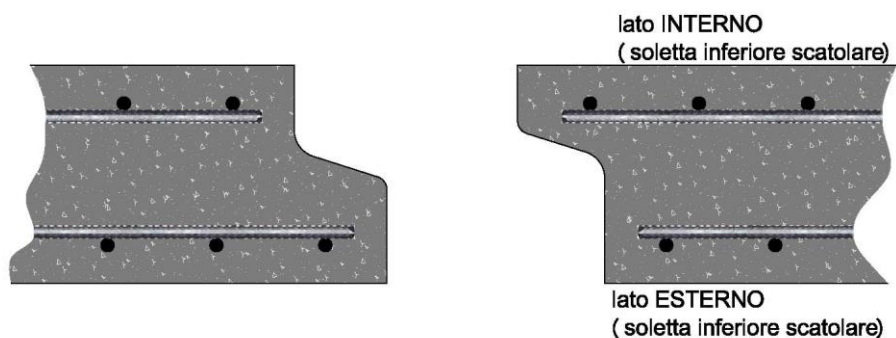
SCATOLARE GIUNTO FEMMINA
(con guarnizione posizionata)

FASI ASSEMBLAGGIO SCATOLARI

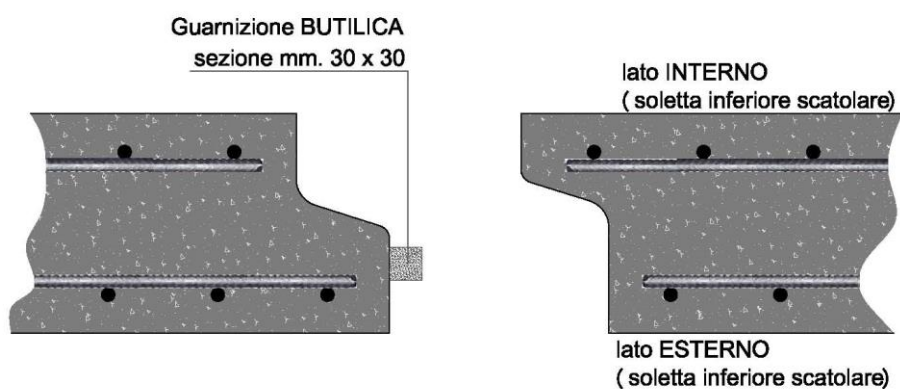


SCATOLARI ASSEMBLATI
(schiacciamento guarnizione)

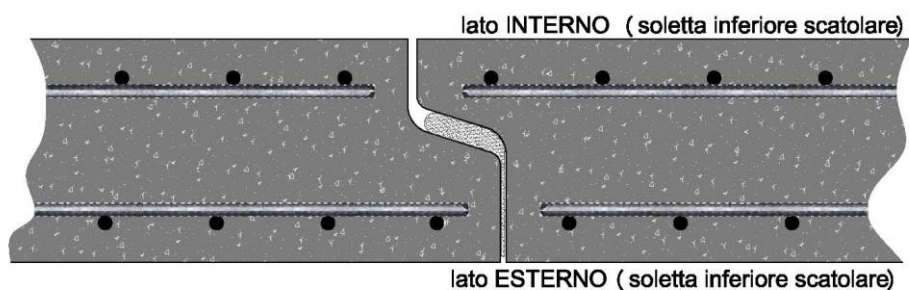
Fase 1: A RIPOSO



Fase 2: POSA GUARNIZIONE



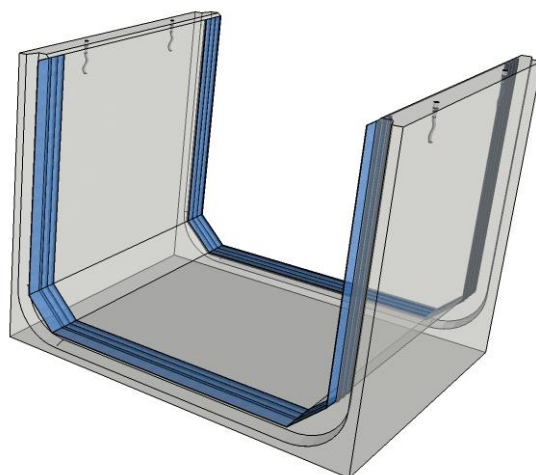
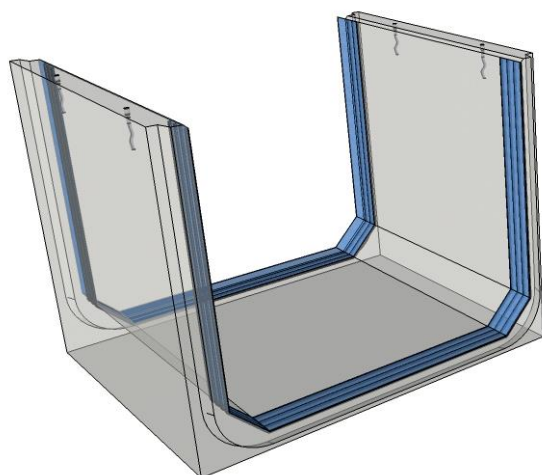
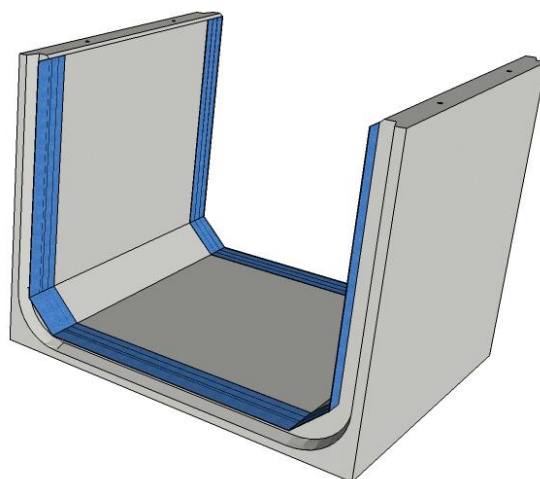
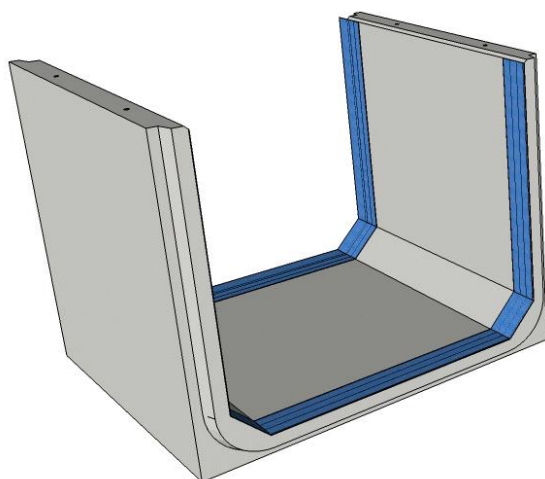
Fase 3: SCHIACCIAMENTO GUARNIZIONE

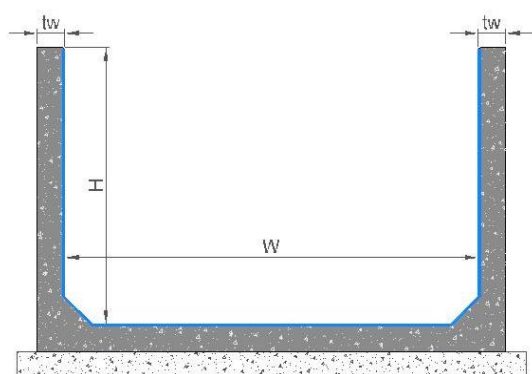


SCATOLARE APERTO **SISTEMA "GIUNTO SALDATO"**

Lo scatolare viene rivestito in stabilimento, in prossimità della parte maschio e femmina, con una fascia di Liner di Polietilene ad Alta Densità HDPE, perfettamente integrata nel getto per mezzo del sistema di ancoraggio T-GRIP lungo tutto il perimetro senza interruzioni, garantendo così numerosi vantaggi:

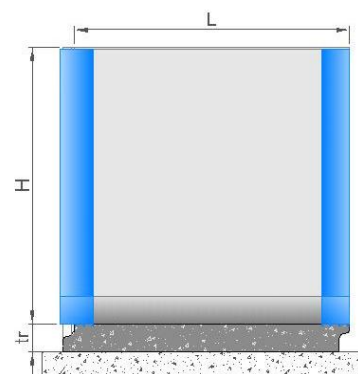
- *Tenuta idraulica con pressioni elevate anche in presenza di deviazioni angolari importanti della condotta*
- *Elasticità del Liner (allungamenti superiori al 600%) con deformazioni senza rottura, garantendo quindi la tenuta idraulica anche con assestamenti importanti della condotta*
- *Assenza di infiltrazioni di radici*
- *Elevata aderenza del Liner al calcestruzzo (resistenza al distacco: oltre 38.000 kg/m²)*
- *Verifica delle saldature con scintillografo*



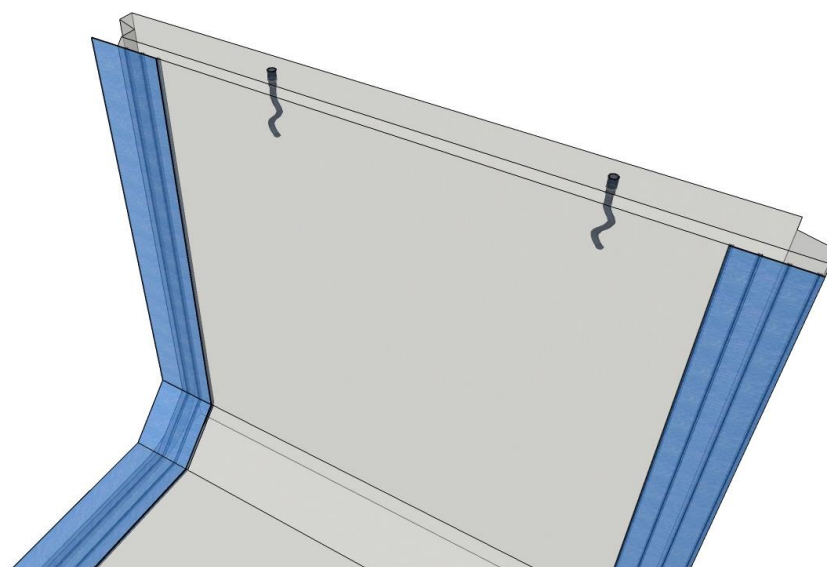
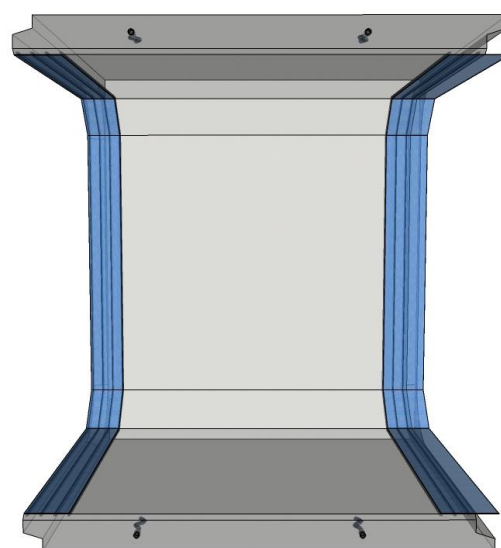
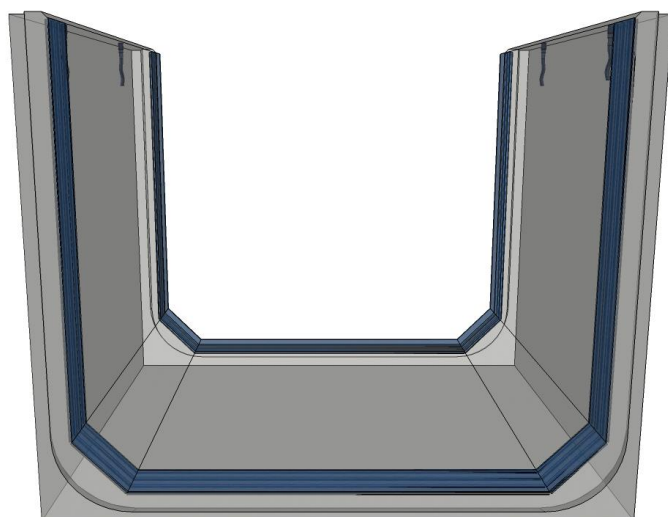


SEZIONE TRASVERSALE

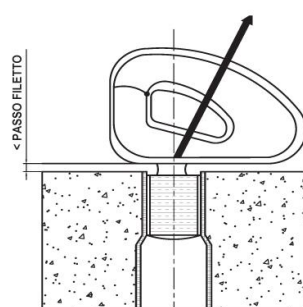
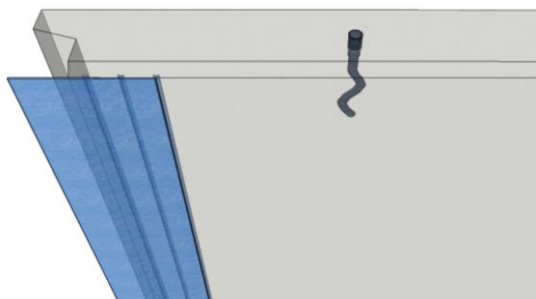
W = base utile interna
H = altezza utile interna
L = lunghezza
tw = spessore muri
tr = spessore soletta



SEZIONE LONGITUDINALE



SISTEMI DI SOLLEVAMENTO/POSA SCATOLARI APERTI GIUNTO SALDATO



Particolare GOLFARE
(realizzato con funi
DIN 3060/3064)
da avvitare completamente
nella boccia.

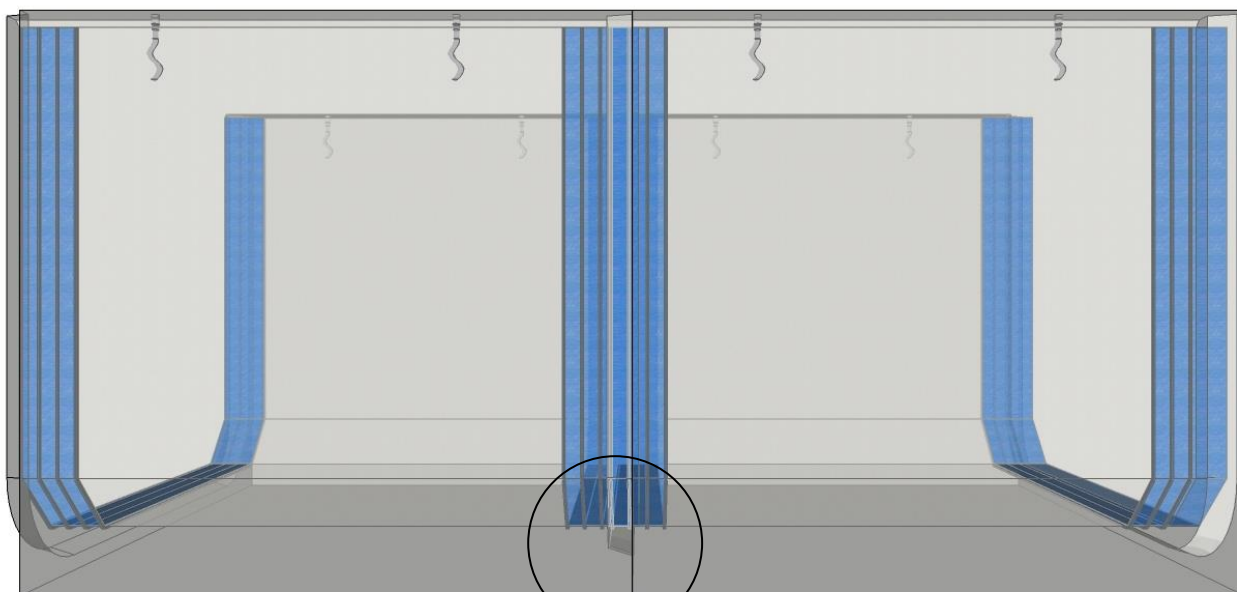


Particolare BOCCOLA
con barra ondulata
da affogare nel getto

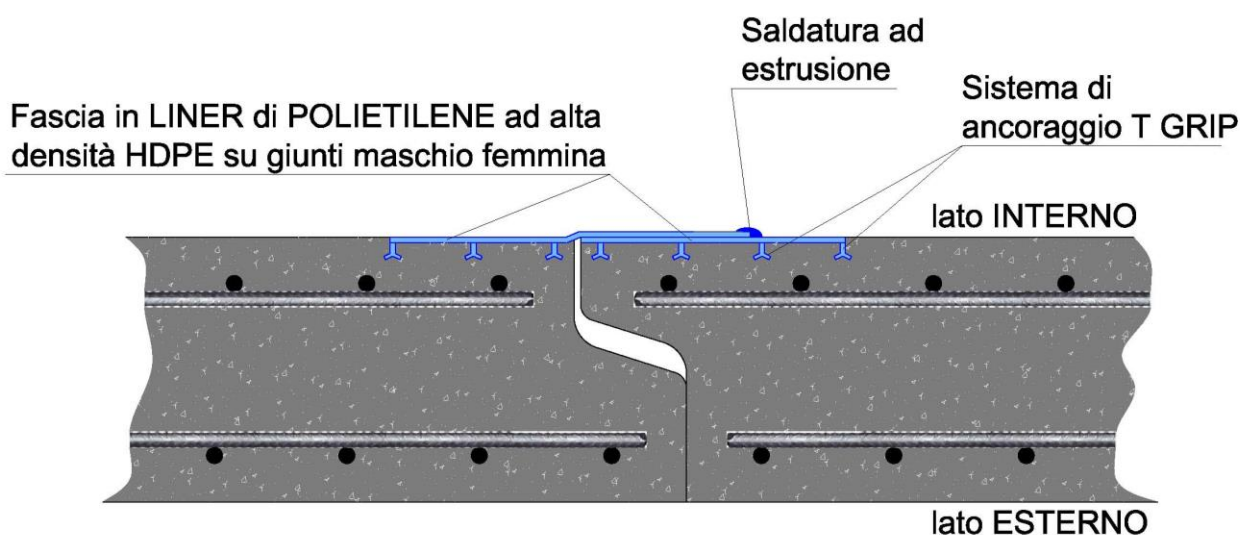


N.B. l'angolo di tiro delle funi non deve essere superiore a 30°





PARTICOLARE SALDATURA GIUNTO



La saldatura dei giunti, realizzata in opera da ns. personale specializzato (munito di regolare patentino rilasciato dall'IIS di Genova), secondo le norme UNI EN 13067 per Classe 7 PE 7.5+3 PE 3.2 e DVS 2212:2008 per classe II-1.1, con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, al fine di garantire **un'assoluta tenuta idraulica** anche in pressione.

A totale garanzia dell'opera tutte le saldature saranno verificate con la tecnica dello scintillografo a cui seguirà il rilascio di un verbale che attesti la positività di ogni saldatura.

N.B. le saldature possono essere eseguite solo in condizioni di asciutta.

“GUARNIZIONE BUTILICA” A NORMA ASTM C-789

La sezione di questa guarnizione è 30x30 mm ed è dimensionata, una volta compressa di circa il 30%, per riempire quasi completamente il giunto, anche in presenza di tolleranze dimensionali non perfette; abbinata alla guaina protettiva esterna si ottiene una buona tenuta idraulica ma non è garantita nel corso del tempo.

Di seguito elenchiamo le principali proprietà della giunzione:

- ❑ Capacità di lavorare in condizioni di basse e alte temperature Guarnizione Butilica (-1° a 48°C), Guaina Protettiva (-12° a 48°C).
- ❑ Eccellente adesione chimica e meccanica alla superficie di calcestruzzo.
- ❑ La sigillatura così eseguita non subirà nessun ritiro, indurimento o ossidazione nel tempo.
- ❑ In condizioni di calcestruzzo umido, freddo un primer a base solvente migliorerà l'azione di aggrappaggio della guarnizione sigillante permettendo un perfetto “incollaggio” della giunzione.

RESISTENZA IDROSTATICA

La guarnizione è conforme alle prescrizioni contenute nelle ASTM C-990 sezione 10.1 (Prestazioni richieste: 10 psi per 10 minuti in allineamento rettilineo).

SPECIFICHE

La guarnizione soddisfa e supera le richieste contenute nelle specifiche Federali SS-S-210 (210-A), AASHTO M-198B, ASTM C-990-91.

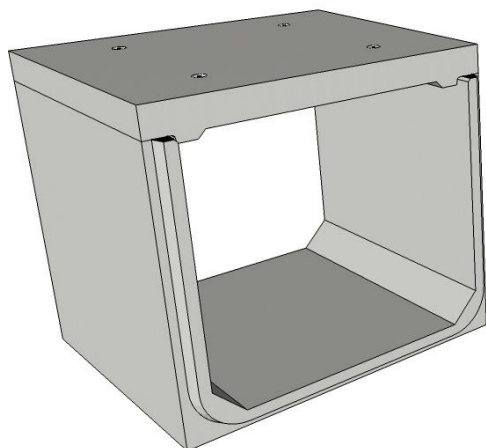
PROPRIETA' FISICHE

	Spec.	Requisiti	Guarnizione Butilica	Guaina Protettiva
Miscela di idrocarburi in % in peso	ASTM D4	50% min.	51%	52%
% di carica inerte minerale in peso	AASHTO T111	30% min.	35%	35%
% sostanze volatili in peso	ASTM D6	2% max	1,2	1,2
Peso specifico a 77° F	ASTM D71	1.15-1.50	1.25	1.20
Duttilità a 77° F	ASTM D113	5.0 min.	10	12
Penetrazione cono a 77°F 150 gm 5 sec.	ASTM D217	50-100	55-60	60-65
Penetrazione cono a 32°F 150 gm 5 sec.	ASTM D217	40 mm	40-45	50-55
Punto di infiammabilità C.O.C. °F	ASTM D92	350°F min.	450°F	425°F
Punto di incendio C.O.C. °F	ASTM D92	375°F min.	475°F	450°F

PROVA AD IMMERSIONE

- ❑ Prova d'immersione 30 giorni: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di “soda caustica”, 5% di acido cloridrico, 5% acido solforico e 5% solfato di idrogeno saturo.
- ❑ Prova d'immersione 1 anno: nessun deterioramento visibile quando provato in 5% di formaldeide, 5% di acido formico, 5% acido solforico, 5% acido cloridrico, 5% solfuro di idrogeno e 5% idrossido di potassio.

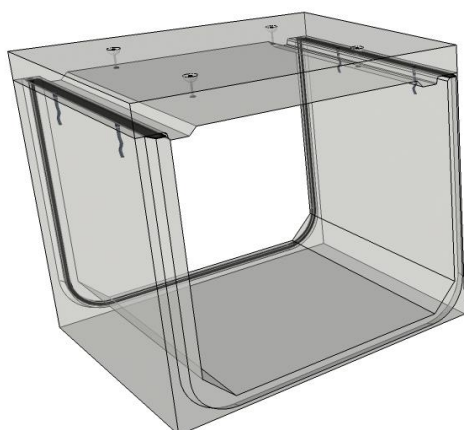
FASI DI POSIZIONAMENTO GUARNIZIONE BUTILICA



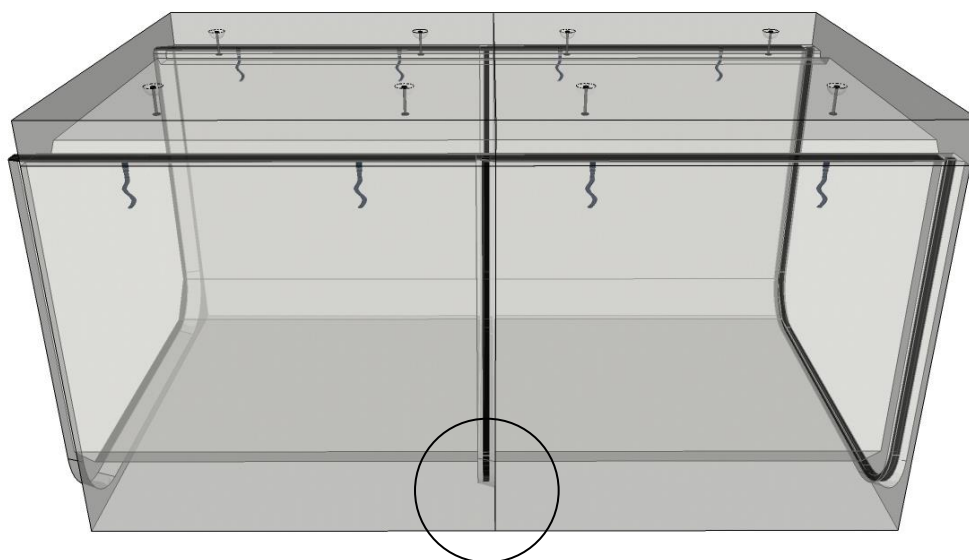
SCATOLARE GIUNTO MASCHIO
(senza guarnizione)



SCATOLARE GIUNTO FEMMINA
(con guarnizione posizionata)

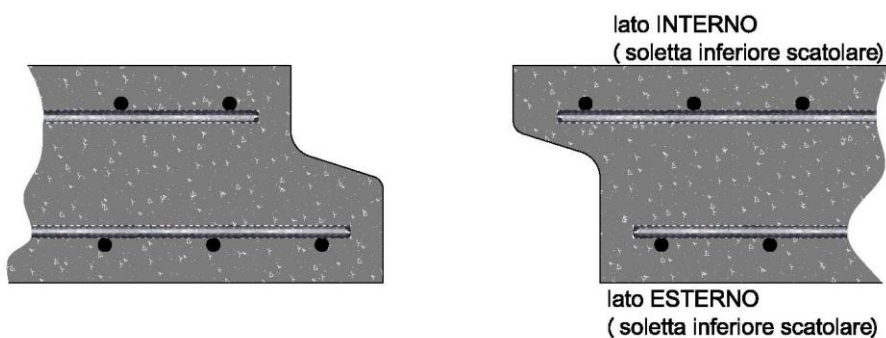


FASI ASSEMBLAGGIO SCATOLARI



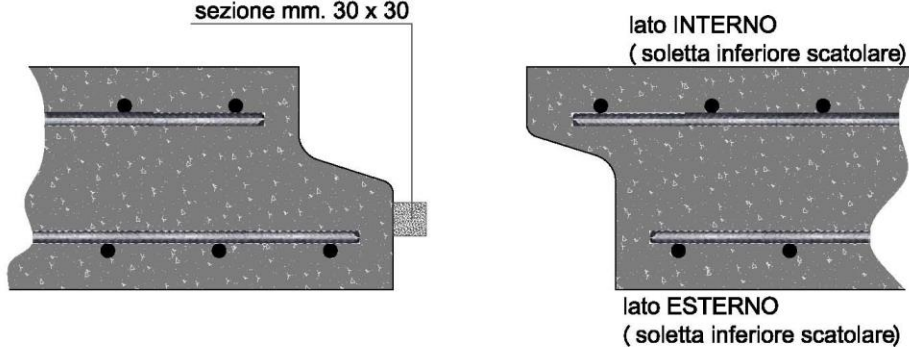
SCATOLARI ASSEMBLATI
(schiacciamento guarnizione)

Fase 1: A RIPOSO

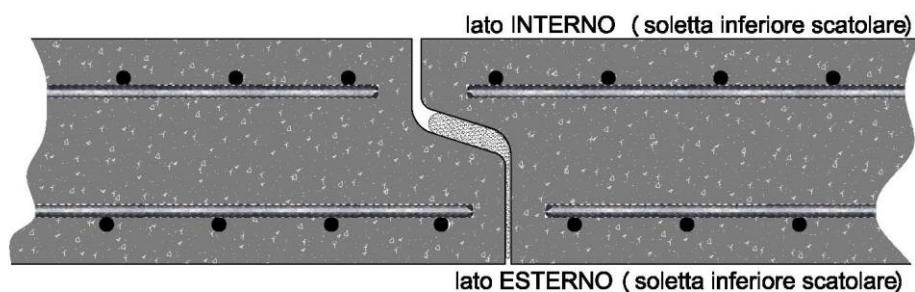


Fase 2: POSA GUARNIZIONE

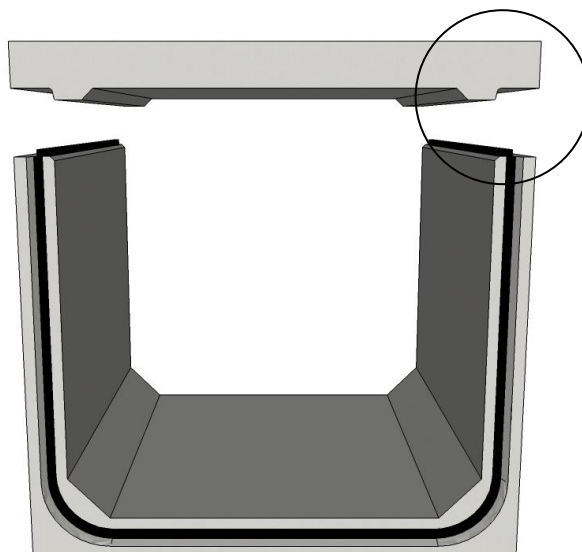
Guarnizione BUTILICA
sezione mm. 30 x 30



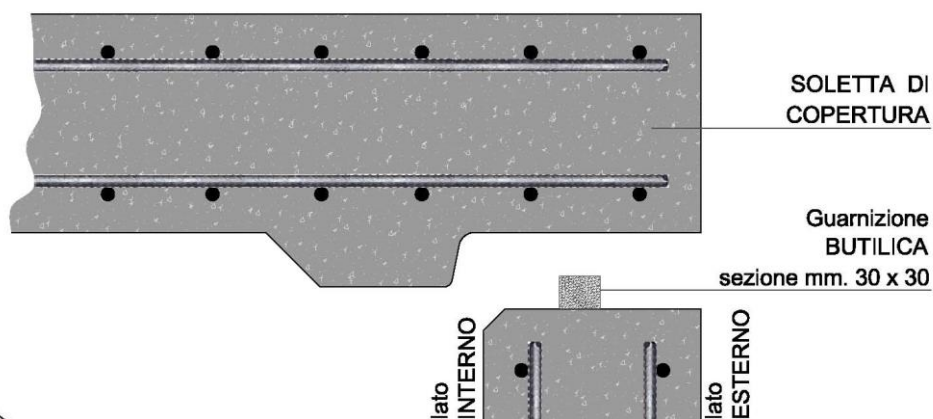
Fase 3: SCHIACCIAMENTO GUARNIZIONE



FASI APPOGGIO SOLETTA DI COPERTURA



POSA GUARNIZIONE



SCHIACCIAMENTO GUARNIZIONE

