

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE
TOMBINO SCATOLARE 3x2 AL KM 17+653,50
GENERALE
Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data: Ottobre 2021			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	R O	I N 1 K 0 0	0 0 1	A	- - - D - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI	Data

Progettazione:								
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Rocca 	10/2021	Guilarte 	10/2021	Aiello 	10/2021	 Data: Ottobre 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2ROIN1K00001A_01.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 11

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
4	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....	4
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	6
6	VERIFICHE IDRAULICHE.....	8
6.1	Portata di progetto	8
6.2	Scabrezze	8
6.3	Verifiche in moto uniforme	8
7	CONCLUSIONI.....	11

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 11	

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere previste per dare continuità al fosso pubblico non demaniale che interferisce alla pk 17+700 con la Linea AV-AC Torino – Venezia, Tratta VERONA – PADOVA, Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza, all'interno del comune di Belfiore (VR).

Il progetto per la realizzazione della linea ferroviaria, che nel tratto in questione risulta essere all'interno del tratto in rilevato RI32, prevede il sotto-attraversamento della linea mediante un tombino costituito da uno scatolare 3x2, corredato da strutture di imbocco e sbocco e relative ricuciture al reticolo idrografico esistente.

Lo studio ha dimostrato la compatibilità idraulica dell'intervento.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

La normativa idraulica di riferimento per la Pianura Padana è costituita dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01 e successive varianti approvate.

Il PAI è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Esso fornisce i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche per alcune sezioni significative del reticolo idrografico padano; fornisce altresì le indicazioni per il calcolo delle portate di piena nelle sezioni non indagate sulla base delle curve di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno elaborate per tutto il territorio di competenza.

Il PAI contiene inoltre i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del PAI.

Da un punto di vista generale le opere di attraversamento e le sistemazioni idrauliche sono limitate allo stretto necessario alla funzionalità dell'opera nel rispetto dell'attuale configurazione dei corsi d'acqua interferenti; si è verificato che gli interventi non comportassero in nessun caso restringimenti di alveo e non inducessero in generale effetti peggiorativi sul regime idraulico del corso d'acqua.

La verifica idraulica dei manufatti di progetto è stata condotta nel rispetto del deflusso della portata duecentennale, in accordo a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione RFI (Parte II Sezione 3 Par. 3.7.2.1.4).

Per la definizione della portata di progetto si rimanda alla "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari", elaborato IN1710E12RHID0000002.

Essendo lo scolo in questione un corso d'acqua secondario (bacino inferiore a 10 km²), il criterio adottato è quello di un grado di riempimento inferiore a 0.7 per i manufatti di attraversamento non in pressione, in accordo con il Manuale di Progettazione RFI (Parte II Sezione 3 par. 3.7.2.2.2).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 11

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rif. [1]	IN1710EI2RHID0000002	RELAZ. IDROLOGICA E IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI SECONDARI
Rif. [2]	IN1712EI2RIRI3204001	RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE - TAV.1
Rif. [3]	IN1712EI2P8RI3204001	PLANIMETRIA IDRAULICA
Rif. [4]	IN1710EI2RBGE0000002	RELAZIONE GEOTECNICA (DA 10+050 A 21+990)
Rif. [5]	IN1710EI2LZGE0000014	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 3 DI 11
Rif. [6]	IN1710EI2LZGE0000015	PLAN. CON UBICAZIONE INDAGINI E PROFILO GEOTECNICO 4 DI 11

4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il territorio su cui si snoda il tracciato della linea ferroviaria AC Milano-Verona è interessato da una fitta rete idrografica costituita da fiumi, torrenti, canali di bonifica, canali di irrigazione, fossi di scolo, canalette prefabbricate in cls. (pensili o appoggiate sul terreno).

Alla pk 17+700 il rilevato di progetto interferisce con il canale di irrigazione denominato Canale Maestro in un tratto a cielo aperto che segue il tombino di attraversamento della strada Porcilana.

Il canale in questione, realizzato negli anni '20, ha una funzione prettamente irrigua a servizio di un'area agricola di circa 3000 ettari compresa tra il Comune di Zevio, dove attinge acqua dall'Antanello, e i comuni di Caldiero, Belfiore e S. Bonifacio, distribuendo l'acqua su canalette aperte in calcestruzzo, collettori naturali principali e secondari per una estensione complessiva di circa 11.5km. Presenta una sezione rettangolare aperta, poggiante su piloni in c.a. ad una altezza di 2.50m circa dal piano campagna, di larghezza 3.00m e altezza 0.75m. La portata è di 2.60 m³/s.

Nel tratto interessato dall'intervento il corso del canale devia verso sud, sottopassa la strada Porcilana attraverso un tombino scatolare prefabbricato di dimensioni interne 1.90x1.50m, prosegue in direzione sud-est per circa 110m con una sezione rettangolare a cielo aperto e poi viene intubato in una tubazione DN1200, con pozzetti di ispezione ogni 45 m circa.



Vista del Canale Maestro all'imbocco del tombino sotto la strada Porcilana

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 11



Vista del Canale Maestro allo sbocco dello scatolare sotto la strada Porcilana esistente



Vista del Canale Maestro in direzione sud-est a valle dello scatolare

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 11



Vista del Canale Maestro in direzione nord-ovest in corrispondenza della vasca di raccordo tratto aperto – tratto intubato



Vista di un pozzetto di ispezione nel tratto intubato del Canale Maestro

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato IN1710E12RHID0000002 "Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari".

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un tombino scatolare 3x2 per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria e con la viabilità IN35, il cui tracciato si sviluppa parallelamente a quello della linea AV/AC a sud della stessa.

L'opera, con tracciato perpendicolare alla linea, è ubicata in corrispondenza della pk 17+653.50.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 11

A nord del tombino viene realizzato un pozzetto di collegamento tra lo scatolare esistente e la nuova opera; a sud viene invece realizzato un nuovo tratto di tubazione DN1500 che si ricollega al tracciato esistente in corrispondenza di uno dei pozzetti di ispezione già presenti lungo il tratto intubato.

L'opera, che permette di sottopassare la linea AV/AC, il relativo stradello di servizio carrabile lato B.D. e la viabilità IN35, ha dimensioni nette interne 3.00 x 2.00 m e sviluppo totale pari a 57.65 m.

Le strutture del tombino sono realizzate in c.a. gettato in opera, e a partire da nord prevedono:

- un pozzetto di collegamento con lo scatolare prefabbricato esistente di altezza interna 2.70m
- uno scatolare di lunghezza 4.30m e dim. interne 3x2m sotto lo stradello di servizio carrabile lato B.D.
- un concio di muro a U di lunghezza 3.85 m intercluso tra stradello di servizio e rilevato AV/AC di altezza costante pari a 2.70m
- uno scatolare di lunghezza 15.10m e dim. interne 3x2m sotto il rilevato AV/AC, con spessore di ricoprimento pari a 1.10m rispetto al P.F.
- un tratto di muro a U di lunghezza 17.40m intercluso tra il rilevato e la viabilità IN35 di altezza variabile da 2.70m a 2.00m per i primi 105 cm, poi di altezza costante pari a 2.00m
- uno scatolare dim. interne 3x2m sotto il rilevato della viabilità IN35, con spessore di ricoprimento pari a 0.71m rispetto alla Q.P.
- un pozzetto di sbocco di dim. interne 6.30x3.00m e altezza 2.40m

Le strutture sono separate da giunti di dilatazione di spessore 2cm nei quali viene posizionato un profilo water-stop, e vengono impermeabilizzate mediante guaine bituminose.

Sulla sommità dei muri vengono installati dei parapetti metallici tritubo, mentre sui cordoli dello scatolare sotto la pista di servizio e dello scatolare sotto la viabilità IN35, vengono installate delle barriere H2 bordo ponte.

La pendenza longitudinale del tombino, pari allo 0.20%, viene realizzata tramite un massetto di altezza variabile, mentre la quota intradosso delle strutture rimane invariata e costante.

Per quanto riguarda il livello di falda, in base al documento Rif. [4], risulta in prossimità del piano campagna. Prima dell'esecuzione degli scavi, in considerazione della quota di falda prossima al piano campagna, si prevede l'esecuzione di un pozzetto di indagine al fine di valutare la necessità di installazione di elementi atti a garantire l'esecuzione dello scavo in sicurezza (pozzi di emungimento o pompe).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 11	

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 Portata di progetto

La portata di progetto fornita dal Consorzio Alta Pianura Veneta è di 2.60 m³/s.

6.2 Scabrezze

Non avendo operato uno studio specifico riguardante la granulometria e le condizioni morfologiche dell'alveo, per quanto riguarda la definizione del coefficiente di scabrezza da utilizzare per le verifiche, sono stati presi a riferimento gli standard Italferr.

Per il tratto di alveo esaminato è stato quindi considerato un coefficiente di Strickler K_s pari a:

- 67 m^{1/3}s⁻¹ per i canali in calcestruzzo
- 40 m^{1/3}s⁻¹ per gli alvei in terra
- 50 m^{1/3}s⁻¹ per la sistemazione in materassi reno.

6.3 Verifiche in moto uniforme

L'analisi idraulica viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

Viene utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \left[\left(\frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

- Q=portata [m³/s]
- A=area liquida [m²]
- n=coefficiente di scabrezza di Manning [m^{-1/3}s] = 1/K_s
- R=raggio idraulico [m]
- J=pendenza longitudinale [m/m]

I tratti tombati si ritengono verificati con riempimento inferiore al 70%, come indicato nel manuale di progettazione RFI Parte II Sezione 3 par. 3.7.2.2.2.

La verifica delle opere di progetto comprende il manufatto di attraversamento di progetto della linea AV/AC ed il tratto di canale a monte e a valle dello stesso per la ricucitura al reticolo esistente.

Si riportano di seguito le caratteristiche delle opere, le relative scale delle portate in forma di grafico e i valori di dimensionamento per gli elementi di progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 11

ATTRAVERSAMENTO DI PROGETTO DELLA LINEA AV/AC E DELLA VIABILITÀ IN35

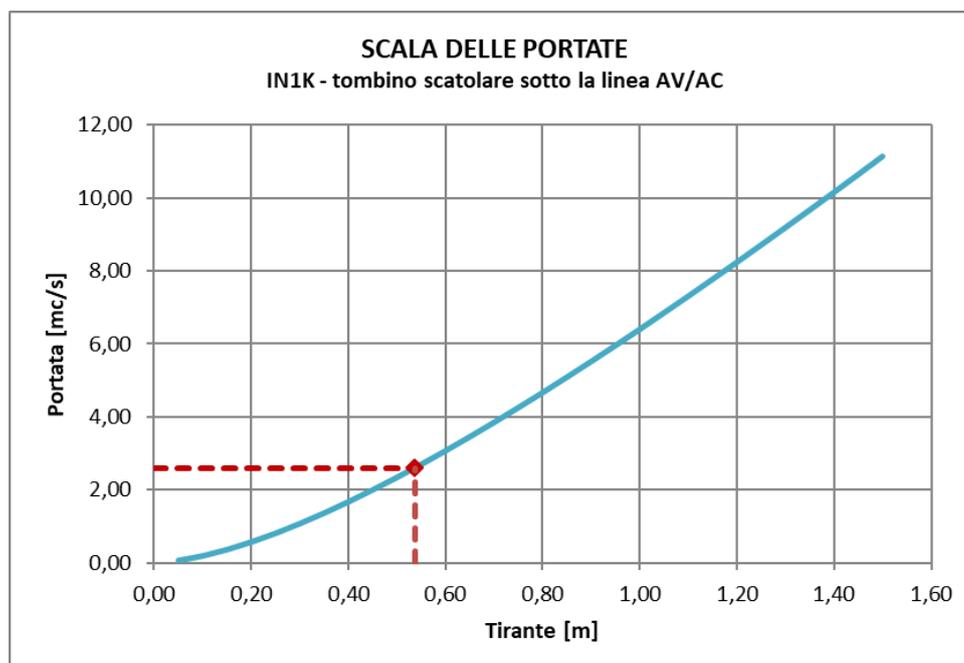
L'altezza utile massima viene assunta pari all'altezza della struttura, pari a 2 m, meno lo spessore del massetto di pendenza, pari a 0.48 m all'interno dello scatolare.

Le caratteristiche geometriche, la portata di progetto ed il calcolo del livello idrico a moto uniforme sono riassunte nella tabella seguente.

B=	3,00	(m)
H=	1,52	(m)
K=	67	(m ^{1/3} /s)
i=	0,002	(m/m)
Qmax=	2,6	(m ³ /s)
h=	0,54	(m)
A=	1,61	(m ²)
P=	4,07	(m)
R=	0,395	(m)
v=	1,614	(m/s)
Q=	2,60	(m ³ /s)
h/H=	35,3%	(m/m)

Il grado di riempimento risulta pari al 35.3%.

Di seguito si riporta la scala delle portate, in formato grafico e tabellare.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RO IN 1K 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 11

Altezza pelo libero	Area liquida	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata	Grado di riempimento
h	A	P	R	v	Q	h/H
(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m/m)
0,05	0,15	3,10	0,048	0,398	0,0597	3,3%
0,10	0,30	3,20	0,094	0,618	0,1855	6,6%
0,15	0,45	3,30	0,136	0,794	0,3572	9,9%
0,20	0,60	3,40	0,176	0,943	0,5656	13,2%
0,25	0,75	3,50	0,214	1,073	0,8047	16,4%
0,30	0,90	3,60	0,250	1,189	1,0702	19,7%
0,35	1,05	3,70	0,284	1,294	1,3586	23,0%
0,40	1,20	3,80	0,316	1,389	1,6674	26,3%
0,45	1,35	3,90	0,346	1,477	1,9942	29,6%
0,50	1,50	4,00	0,375	1,558	2,3372	32,9%
0,55	1,65	4,10	0,402	1,633	2,6949	36,2%
0,60	1,80	4,20	0,429	1,703	3,0658	39,5%
0,65	1,95	4,30	0,453	1,769	3,4488	42,8%
0,70	2,10	4,40	0,477	1,830	3,8429	46,1%
0,75	2,25	4,50	0,500	1,888	4,2470	49,3%
0,80	2,40	4,60	0,522	1,942	4,6605	52,6%
0,85	2,55	4,70	0,543	1,993	5,0827	55,9%
0,90	2,70	4,80	0,563	2,042	5,5128	59,2%
0,95	2,85	4,90	0,582	2,088	5,9502	62,5%
1,00	3,00	5,00	0,600	2,132	6,3946	65,8%
1,05	3,15	5,10	0,618	2,173	6,8453	69,1%
1,10	3,30	5,20	0,635	2,213	7,3020	72,4%
1,15	3,45	5,30	0,651	2,251	7,7643	75,7%
1,20	3,60	5,40	0,667	2,287	8,2319	78,9%
1,25	3,75	5,50	0,682	2,321	8,7043	82,2%
1,30	3,90	5,60	0,696	2,354	9,1813	85,5%
1,35	4,05	5,70	0,711	2,386	9,6627	88,8%
1,40	4,20	5,80	0,724	2,416	10,1481	92,1%
1,45	4,35	5,90	0,737	2,445	10,6374	95,4%
1,50	4,50	6,00	0,750	2,473	11,1304	98,7%

TUBAZIONE DI VALLE – SEZIONE CIRCOLARE DN1500

Si tratta di una tubazione prefabbricata in cls di diametro interno 1500mm. La pendenza del fondo è dello 0.18%.

Le caratteristiche geometriche, la portata di progetto ed il calcolo del livello idrico a moto uniforme sono riassunte nella tabella seguente.

Il grado di riempimento risulta pari all'81%.

alfa	h m	Area idr. mq	Rg idr m	V m/s	Q mc/s	
1,00	0,0918	0,045	0,059	0,43	0,0192	Verifica deflussi in condotta circolare
1,10	0,1106	0,059	0,071	0,49	0,0285	Dati:
1,20	0,1310	0,075	0,084	0,54	0,0408	Portata 2600,00 l/s
1,30	0,1529	0,095	0,097	0,60	0,0565	Pendenza longitudinale 0,18 %
1,40	0,1764	0,117	0,111	0,65	0,0762	diametro 1500 mm
1,50	0,2012	0,141	0,126	0,71	0,1003	n Manning 0,015 s/m ^{1/3}
1,60	0,2275	0,169	0,141	0,77	0,1292	risultati:
1,70	0,2550	0,199	0,156	0,82	0,1635	h idrica = 1,22 m
1,80	0,2838	0,232	0,172	0,88	0,2033	R raggio idraulico = 0,46 m
1,90	0,3137	0,268	0,188	0,93	0,2492	V velocità = 1,68 m/s
2,00	0,3448	0,307	0,205	0,98	0,3012	% riempimento = 81 %
2,10	0,3768	0,348	0,221	1,03	0,3595	
2,20	0,4098	0,391	0,237	1,08	0,4241	
2,30	0,4436	0,437	0,253	1,13	0,4951	
2,40	0,4782	0,485	0,269	1,18	0,5723	
2,50	0,5135	0,535	0,285	1,23	0,6554	
2,60	0,5494	0,586	0,301	1,27	0,7442	
2,70	0,5857	0,639	0,316	1,31	0,8381	
2,80	0,6225	0,693	0,330	1,35	0,9367	
2,90	0,6596	0,748	0,344	1,39	1,0393	
3,00	0,6969	0,804	0,357	1,42	1,1453	
3,10	0,7344	0,860	0,370	1,46	1,2539	
3,20	0,7719	0,916	0,382	1,49	1,3642	
3,30	0,8093	0,972	0,393	1,52	1,4756	
3,40	0,8466	1,028	0,403	1,54	1,587	
3,50	0,8837	1,083	0,413	1,57	1,698	
3,60	0,9204	1,137	0,421	1,59	1,807	
3,70	0,9567	1,190	0,429	1,61	1,913	
3,80	0,9925	1,241	0,435	1,62	2,016	
3,90	1,0276	1,290	0,441	1,64	2,115	
4,00	1,0621	1,338	0,446	1,65	2,209	
4,10	1,0958	1,383	0,450	1,66	2,297	
4,20	1,1286	1,426	0,453	1,67	2,379	
4,30	1,1605	1,467	0,455	1,67	2,454	
4,40	1,1914	1,505	0,456	1,68	2,522	
4,50	1,2211	1,541	0,456	1,68	2,583	
4,60	1,2497	1,573	0,456	1,68	2,636	
4,70	1,2770	1,603	0,455	1,67	2,681	
4,80	1,3030	1,630	0,453	1,67	2,719	
4,90	1,3277	1,654	0,450	1,66	2,749	
5,00	1,3509	1,676	0,447	1,65	2,771	

7 CONCLUSIONI

L'intervento di sistemazione del fosso di scolo in oggetto risulta "idraulicamente compatibile".

I tiranti che si instaurano all'interno del tombino e nel canale di monte e di valle risultano compatibili con la geometria delle inalveazioni di progetto e i gradi di riempimento massimi sono rispettati. Le velocità che si instaurano risultano essere compatibili con in materiali previsti.