I tubi protettivi per i cavi

di *Gianluigi Saveri*

Pubblicato il: 11/06/2010
Aggiornato al: 11/06/2011

1 Generalità

Un sistema di tubi (il testo inglese della norma li chiama “conduit system”) è costituito dall’insieme di tubi protettivi e relativi accessori destinati alla protezione di conduttori o cavi negli impianti elettrici o di telecomunicazione. Il tubo, è un “involucro chiuso, di sezione circolare o non circolare, destinato alla messa in opera o alla sostituzione mediante tiro di cavi”, che permette il solo “infilaggio”, o “sfilaggio” per un’eventuale sostituzione, di conduttori e cavi. L’inserimento all’interno del tubo non può quindi essere ottenuto mediante inserimento laterale.

Definizioni	
tubo e/o accessorio metallico	tubo o accessorio costituito soltanto da materiale metallico
tubo e/o accessorio non metallico	tubo o accessorio costituito soltanto da materiale non metallico e privo di qualsiasi componente metallico
tubo pieghevole	tubo che può essere piegato a mano con una forza ragionevole e che non o destinato ad essere piegato frequentemente
tubo e/o accessorio composto	tubo o accessorio che comprende sia materiale metallico che non metallico
tubo e/o accessorio non propagante la fiamma	tubo o accessorio che può prendere fuoco con l'applicazione di una fiamma, ma che non la propaga, e si autoestingue In un tempo limitato dopo che la fiamma o stata rimossa

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d’autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

tubo liscio	tubo in cui il profilo della sezione longitudinale o piatto
tubo ondulato	tubo in cui il profilo della sezione longitudinale ondulato (corrugato)
tubo rigido	tubo che non può essere piegato o può esserlo soltanto con l'aiuto di un mezzo meccanico, con o senza trattamenti speciali
tubo flessibile	tubo che può essere piegato a mano, con una forza ragionevolmente debole e che è destinato ad essere piegato frequentemente nel suo impiego
tubo autorinvenente	tubo pieghevole che si deforma sotto l'azione di una forza trasversale applicata per un breve periodo di tempo e riprende, dopo la cessazione di questa forza, la sua forma originale dopo un breve periodo di tempo
tubo ed accessorio filettabili	tubo ed accessorio che presentano una filettatura per la connessione o che possono essere filettati
tubo ed accessorio non filettabili	tubo ed accessorio per i quali la connessione è realizzata solo con mezzi diversi dalle filettature

Tabella 1 - Definizioni

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

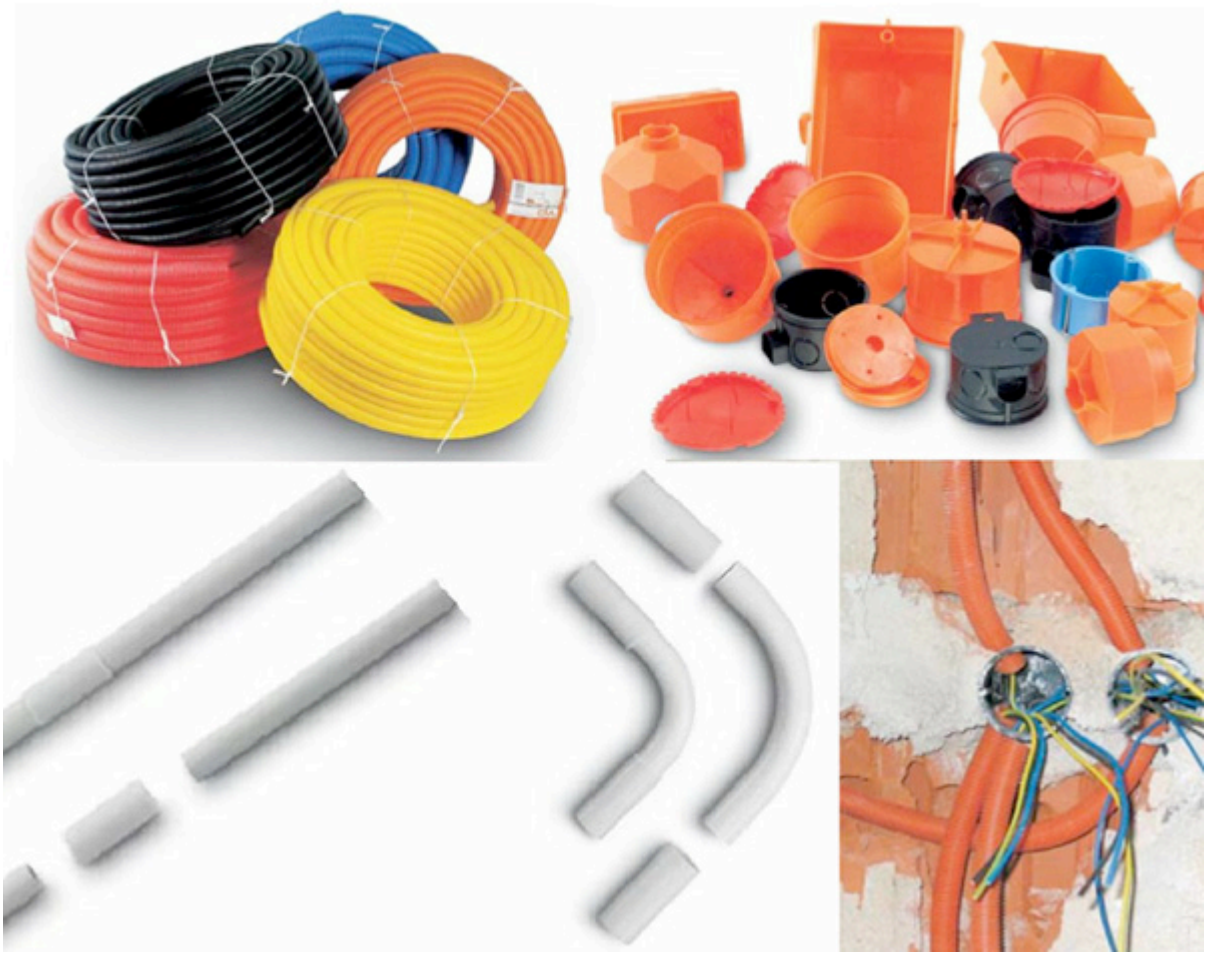


Figura 1 - Un sistema di tubi (“conduit system” in inglese) è costituito dall’insieme di tubi protettivi e relativi accessori destinati alla protezione di conduttori o cavi negli impianti elettrici o di telecomunicazione

I sistemi di tubi sono riferibili a quattro fondamentali norme di prodotto:

- EN 61386-1 (CEI 23-80), prescrizioni generali;
- EN 61386-21 (CEI 23-81), tubi rigidi;
- EN 61386-22 (CEI 23-82), tubi pieghevoli;
- EN 61386-23 (CEI 23-83), tubi flessibili.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d’autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

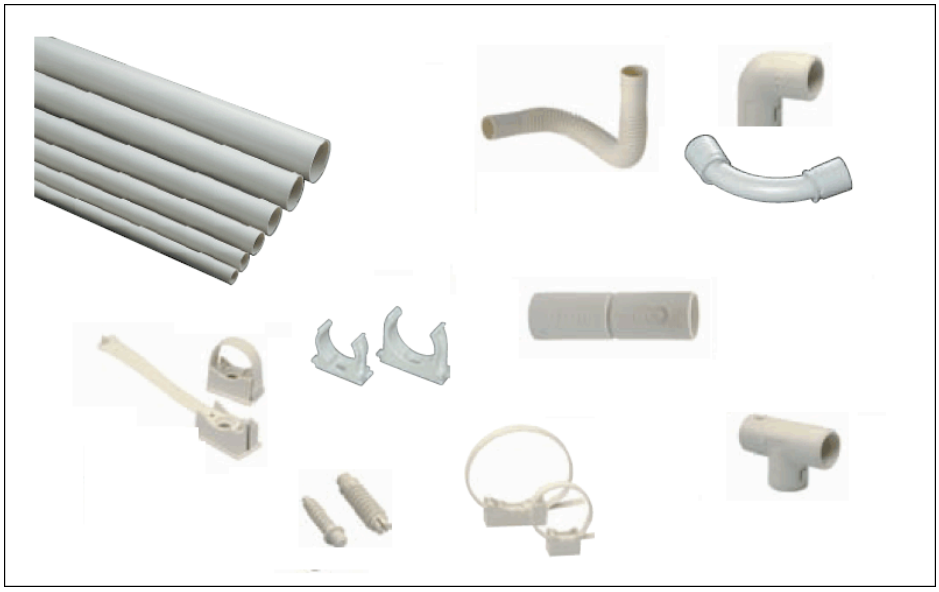


Figura 2 - Sistema di tubi rigidi



a) b)

Figura 3 – Esempi di tubi corrugati

a) per cavidotto b) per impianti sotto traccia

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Ciascun tubo deve riportare, in modo indelebile e ben leggibile, le seguenti informazioni minime:

- nome del costruttore o del venditore o il marchio di fabbrica o di identificazione,
- marchio di identificazione del prodotto in modo tale da permettere l'identificazione nella documentazione del costruttore o del venditore.

E' previsto anche un codice di classificazione, non è obbligatorio, che, quando presente, deve riportare almeno le prime quattro cifre ciascuna delle quali rappresenta una delle caratteristiche indicate in figura 4.

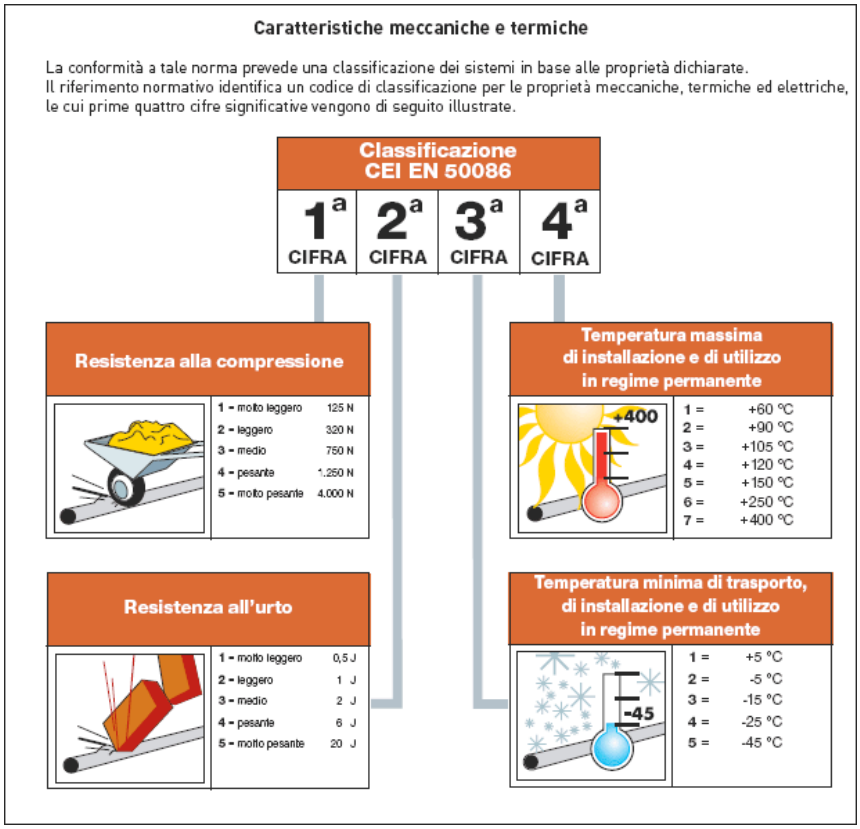


Figura 4 - Quando presente, il codice deve includere almeno le prime quattro cifre

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Il codice completo, composto da 12 cifre, individua alcune proprietà del tubo derivate da apposite prove di prodotto. La tabella 2 descrive il significato di ogni cifra che, in base alla posizione occupata nel codice, fornisce informazioni relativa alle caratteristiche del tubo.

Posizione cifra	Caratteristica	Cifra	Descrizione e significato della cifra			
1ª	Resistenza alla compressione	1	125 N		molto leggero	Prova di compressione su campioni di tubo di 200 mm con una forza come indicato
		2	320 N		leggero	
		3	750 N		medio	
		4	1250 N		pesante	
		5	4000 N		molto pesante	
2ª	Resistenza all'urto	1	0,5 kg	100 mm	molto leggero	Resistenza all'urto su campioni di tubo di 200 mm con un martello di massa e con un'altezza di caduta come indicato
		2	1 kg	100 mm	leggero	
		3	2 kg	100 mm	medio	
		4	2 kg	300 mm	pesante	
		5	6,8 kg	300 mm	molto pesante	
3ª	Temperatura minima	1	+5 °C	Campo delle basse temperature per trasporto, installazione e utilizzo		
		2	-5 °C			
		3	-15 °C			
		4	-25 °C			

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

		5	-45 °C	
4ª	Temperatura massima	1	+60 °C	Campo delle alte temperature per installazione e utilizzo
		2	+90 °C	
		3	+105 °C	
		4	+120 °C	
		5	+150 °C	
		6	+250 °C	
		7	+400 °C	
5ª	Resistenza alla curvatura	1	Rigido	Piegabile solo mediante attrezzi meccanici
		2	Pieghevole	Piegabile a mano
		3	Pieghevole/Autorinvenente	Dopo la piegatura riassume la forma iniziale
		4	Flessibile	Piegabile diverse volte
6ª	Caratteristiche elettriche	0	Non dichiarato	Caratteristica non dichiarata dal costruttore
		1	Tubo metallico	Con caratteristiche di continuità elettrica
		2	Tubo isolante	Con caratteristiche di isolamento elettrico
		3	Tubo misto	Con caratteristiche di isolamento elettrico e di continuità elettrica

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Posizione cifra	Caratteristica	Cifra	Descrizione e significato della cifra	Posizione cifra
7ª	Grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e la polvere	3	IP3X	Solidi di diametro >2,5 mm
		4	IP4X	Solidi di diametro >1 mm
		5	IP5X	Polvere
		6	IP6X	Totale contro la polvere
8ª	Grado di protezione contro la penetrazione dell'acqua	0	Non dichiarato	---
		1	IPX1	Caduta verticale gocce
		2	IPX2	Caduta gocce su tubo inclinato fino a 15°
		3	IPX3	Pioggia
		4	IPX4	Spruzzi
		5	IPX5	Getti
		6	IPX6	Getti potenti
		7	IPX7	Immersione temporanea
9ª	Resistenza alla corrosione per tubi di ferro Interno/Esterno	1	Bassa	Pittura di prima mano
		2	Media/Media	Smaltatura al forno/zincatura elettrolitica pittura con essiccazione in aria
		3	Media/Alta	Smaltatura in forno Sherardizzazione
		4	Alta/Alta	Zincatura a bagno caldo Sherardizzazione Acciaio inossidabile

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

10ª	Resistenza alla trazione	1	100 N	Molto leggero	Prova di trazione su un campione di tubo di 200 mm e due accessori assemblati secondo istruzioni del costruttore con una forza come indicato.
		2	250 N	Leggero	
		3	500 N	Medio	
		4	1000 N	Pesante	
		5	2500 N	Molto pesante	
11ª	Resistenza alla propagazione della fiamma	1	Non propagante la fiamma		Prova su un tubo verticale sottoposto ad una fiamma di un bruciatore da 1 kW. Prova del filo incandescente a 750 °C sugli accessori.
		2	Propagante la fiamma (colore arancione)		
12ª	Resistenza al carico sospeso	0	--	Non dichiarato	Prova dell'accessorio che deve sorreggere il tubo con una forza applicata verso il basso del valore indicato
		1	20 N	Molto leggero	
		2	30 N	Leggero	
		3	150 N	Medio	
		4	450 N	Pesante	
		5	850 N	Molto pesante	

Tabella 2 - Codice di classificazione

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

2 Colore dei tubi

Non esistono particolari regole per quanto riguarda il colore dei tubi tranne per l'arancione che è destinato all'identificazione dei materiali propaganti la fiamma. Per i tubi costruiti con materiali non propaganti la fiamma, ad eccezione del giallo, arancione o rosso per non confonderli con quelli propaganti la fiamma (a meno che non sia chiaramente indicato tramite marcatura di che materiale si tratta), può essere utilizzato qualsiasi colore. L'utilizzo di tubi di diverso colore nella posa sotto traccia può essere comunque utile, come consigliato anche dalla guida CEI 64-100/2, per meglio distinguere il tipo di impianto corrispondente. Si potrebbero ad esempio utilizzare i colori indicati in tabella 2.

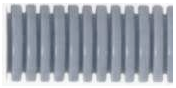
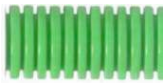
Tipo di circuito	Colore
Distribuzione energia elettrica (potenza, illuminazione, movimentazione, ecc.), automazione domestica	Nero 
Citofonico (video), audio/video (Hi-Fi)	Blu 
Telefonico, trasmissione dati, ricezione segnali TV	Verde 
Sicurezza (allarme intrusione/furto,soccorso e allarmi tecnici)	Marrone 

Tabella 2 – Colori consigliati

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

3 Dimensione dei tubi

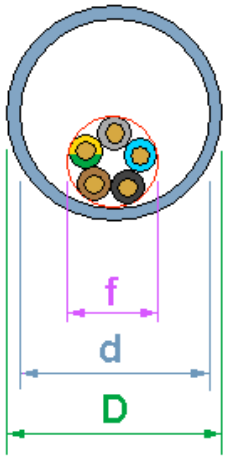
Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori dopo la messa in opera devono essere tali da permettere di infilare e tirare agevolmente i cavi. La norma 64-8 raccomanda pertanto che sia garantita la sfilabilità dei cavi. A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare deve essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che devono contenere (1,5 volte secondo la guida 64-100/2, figura 5), con un minimo di 10 mm. In ogni caso, per determinare agevolmente il diametro esterno minimo dei tubi in funzione della sezione, tipo e numero dei conduttori, si utilizzano in genere delle tabelle precompilate come riportato nelle tabelle 3 e 4.

f - diametro del cerchio circostritto al fascio di cavi

d - diametro interno del tubo

D - diamtro esterno del tubo

$d \geq 1{,}5 f$



La dimensione del tubo può essere stabilita in base alle seguenti regole pratiche:

- definire la quantità di cavi che devono essere infilati nel tubo.
- rilevare il diametro di ogni cavo
- calcolare il diametro medio dei cavi che formano il fascio.
- definire il diametro del cerchio che circoscrive il fascio di cavi aventi il diametro medio (incrementare del 10% il valore ricavato con tratte superiori a 10 m e del 20% se nella tratta sono presenti più di due curve)
- moltiplicare per 1,5 il valore del diametro del cerchio che circoscrive il fascio di cavi aventi il diametro medio
- scegliere un tubo con diametro interno non inferiore al valore calcolato al punto precedente

Figura 5 – Procedura per stabilire il diametro del tubo in base al fascio di conduttori che deve contenere

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Tubi rigidi											
Conduttori				Sezione del conduttore (mm^2)							
Tensione nominale	Tipo		N	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
450/750	Cavo unipolare in PVC (senza guaina)		1	16	16	16	20	25	25	32	40
			2	16	16	16	20	25	32	32	40
			3	16	20	20	25	32	32	40	50
			4	16	20	20	32	32	40	40	50
			5	20	20	25	32	40	40	50	50
			6	20	20	25	32	40	50	50	--
			7	20	25	32	40	50	50	50	--
			8	25	25	32	40	50	50	--	--
			9	25	32	40	50	50	--	--	--
	Cavo multipolare in PVC	bipolare	1	20	25	25	25	32	32	40	50
			2	32	32	40	40	50	--	--	--
			3	40	40	50			--	--	--
		tripololare	1	20	25	25	25	32	40	40	50
			2	32	40	40	50	--	--	--	--
			3	40	50	50	--	--	--	--	--
		quadripolare	1	25	25	32	40	40	50	50	--
			2	40	40	50	50	--	--	--	--
			3	40	50	50		--	--	--	--

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

0,6/1 kV	Cavo unipolare in PVC o gomma (con guaina)		1	16	16	20	20	25	25	32	32
			2	20	25	25	32	40	40	50	50
			3	25	25	32	32	40	40	50	50
			4	25	32	32	40	40	50	--	--
			5	32	32	40	40	40	50	--	--
			6	32	40	40	50	50	--	--	--
			7	40	40	50	50	50	--	--	--
	Cavo multipolare in PVC o gomma	bipolare	1	25	25	25	32	32	32	40	50
			2	32	40	40	50	--	--	--	--
			3	40	50	50	--	--	--	--	--
		tripolare	1	25	25	25	25	32	40	40	50
			2	40	40	50	--	--	--	--	--
			3	40	50	--	--	--	--	--	--
		quadripolare	1	25	32	32	40	40	50	50	--
			2	40	40	50	50	--	--	--	--
			3	50	50	--	--	--	--	--	--

Tabella 3 – Diametro eterno minimo dei tubi rigidi in relazione a sezione, tipo e numero dei conduttori

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Tubi flessibili											
Conduttori				Sezione del conduttore (mm^2)							
Tensione nominale	Tipo		N	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
450/750V	Cavo unipolare in PVC (senza guaina)		1	16	16	16	16	16	20	20	25
			2	16	20	20	25	32	32	32	40
			3	16	20	25	32	32	32	40	40
			4	20	20	25	32	32	32	40	50
			5	20	25	25	32	40	40	50	50
			6	20	25	32	32	40	40	50	50
			7	20	25	32	32	40	40	50	–
			8	25	32	32	40	50	50	50	–
			9	25	32	32	50	50	50	–	–
	Cavo multipolare in PVC	bipolare	1	20	25	25	32	40	40	50	63
			2	32	40	50	50	63	–	–	–
			3	40	50	50	63	–	–	–	–
		tripolare	1	20	25	25	32	40	50	50	63
			2	40	40	50	63	63	–	–	–
			3	40	50	50	63	–	–	–	–

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

		quadripolare	1 2 3	25 40 50	25 50 50	32 50 63	32 63 –	50 – –	-- -- --	-- -- --	-- -- --
0,6/1 kV	Cavo unipolare in PVC o gomma (con guaina)		1 2 3 4 5 6 7	20 25 32 32 40 40 50	20 25 32 32 40 40 50	25 32 40 40 50 50 63	25 32 40 40 50 50 63	32 40 40 50 50 63 63	32 50 50 63 63 63 –	40 63 63 – – – –	40 63 63 – – – –
	Cavo multipolare in PVC o gomma	bipolare	1 2 3	25 40 50	32 50 63	32 50 63	40 63 –	50 63 –	50 – –	63 – –	63 – –
		tripolare	1 2 3	25 40 50	32 50 63	32 50 63	40 63 –	50 63 –	– – –	– – –	– – –
		quadripolare	1 2 3	32 40 50	32 50 63	32 50 63	40 63 –	40 – –	50 – –	50 – –	63 – –

Tabella 4 – Diametro eterno minimo dei tubi corrugati in relazione a sezione, tipo e numero dei conduttori

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

4 Condizioni di posa in base al tipo di ambiente

Il tubo protettivo deve essere scelto considerando, oltre il tipo di impianto, anche le caratteristiche ambientali di installazione. La scelta è condizionata infatti dalle sollecitazioni ambientali a cui il tubo è sottoposto: meccaniche, corrosione, termiche, di protezione dalla polvere e dall'acqua, di comportamento al fuoco, ecc.

In particolare, secondo la Norma CEI 64-8:

- CEI 64-8, art. 522.8.1.6, commento - In funzione della resistenza meccanica si potrà scegliere un tubo di tipo leggero, molto leggero, medio, pesante o molto pesante. Sotto traccia o sotto pavimento si potranno ad esempio utilizzare quelli di tipo medio per la resistenza allo schiacciamento mentre nelle costruzioni prefabbricate si dovranno impiegare tubi pieghevoli autorinvenenti.
- CEI 64-8, art. 527.1.4 - I tubi di colore arancione sono del tipo non propagante la fiamma e si utilizzano annegati in strutture di materiale non combustibile.
- CEI 64-8, art. 528.2.1 - In pavimenti con elementi scaldanti i tubi deformabili al calore devono essere adeguatamente distanziati dagli elementi scaldanti, e negli incroci devono essere separati da un sufficiente spessore di calcestruzzo.
- CEI 64-8, art. 701.520.02 - Nei locali da bagno e doccia le condutture devono essere di Classe II senza alcun rivestimento metallico (ad esempio cavi unipolari entro tubi isolanti).
- CEI 64-8, art. 702.520.2 - La stessa regola deve essere applicata anche nelle piscine.
- CEI 64-8, art. 703.52 - Nelle saune le condutture devono essere collocate possibilmente fuori dalle zone, ad esempio sulla parte fredda dell'isolamento termico. Le eventuali condutture posate sul lato caldo devono essere resistenti al calore. Guaine metalliche e tubi protettivi metallici non devono essere accessibili durante l'utilizzo ordinario.
- CEI 64-8, art. 754.521.6 - Nei caravan e nei camper si possono utilizzare tubi protettivi conformi alle CEI EN 50086 realizzati con materiali rispondenti alle CEI EN 60695-2 per quanto concerne le prove al fuoco. Non si possono impiegare tubi in polietilene.
- CEI 64-8, art. 751.04.2.6 - Regole particolari devono essere seguite nella scelta del tubo nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio con pericolo d'esplosione.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

5 Condizioni di posa in relazione alle caratteristiche della costruzione

La scelta del tubo è subordinata alle caratteristiche della costruzione. Se si tratta di struttura di tipo prefabbricato o gettata in opera, si utilizzeranno, come detto, tubi autorinvenenti (resistenti alle sollecitazioni meccaniche ed alle temperature massime e minime che possono presentarsi durante le varie fasi di costruzione della struttura stessa), mentre con strutture edili in mattoni pieni e forati si utilizzeranno tubi normali. Particolare attenzione dovrà essere posta a non modificare la struttura portante dell'edificio come pilastri, solette e travetti di solai e comunque tutte le opere in cemento armato che potrebbero compromettere la stabilità della costruzione. E' bene non tracciare scanalature nelle pignatte, ad esempio per il posizionamento di punti luce a soffitto, eventualmente è possibile infilare direttamente il tubo nelle stesse senza indebolire le stesse (anche se normalmente svolgono una funzione di alleggerimento, in alcuni casi sono utilizzate come blocchi collaboranti. Eventualmente, in caso di necessità, si dovrà chiedere l'autorizzazione del progettista strutturale). Nei limiti del possibile sono da evitare anche eventuali ponti termici. Il progettista edile potrebbe provvedere in tal senso, prevedendo un appropriato spazio per la posa di tubazioni e cassette di derivazione. Per evitare di indebolire il pavimento finito è preferibile non posare troppi tubi adiacenti. Il problema può essere risolto collocando sopra agli stessi una rete elettrosaldata (figura 6a) oppure di distanziando i tubi per permettere alla colata del massetto di riempire gli spazi fra tubo un tubo e l'altro (figura 6b).

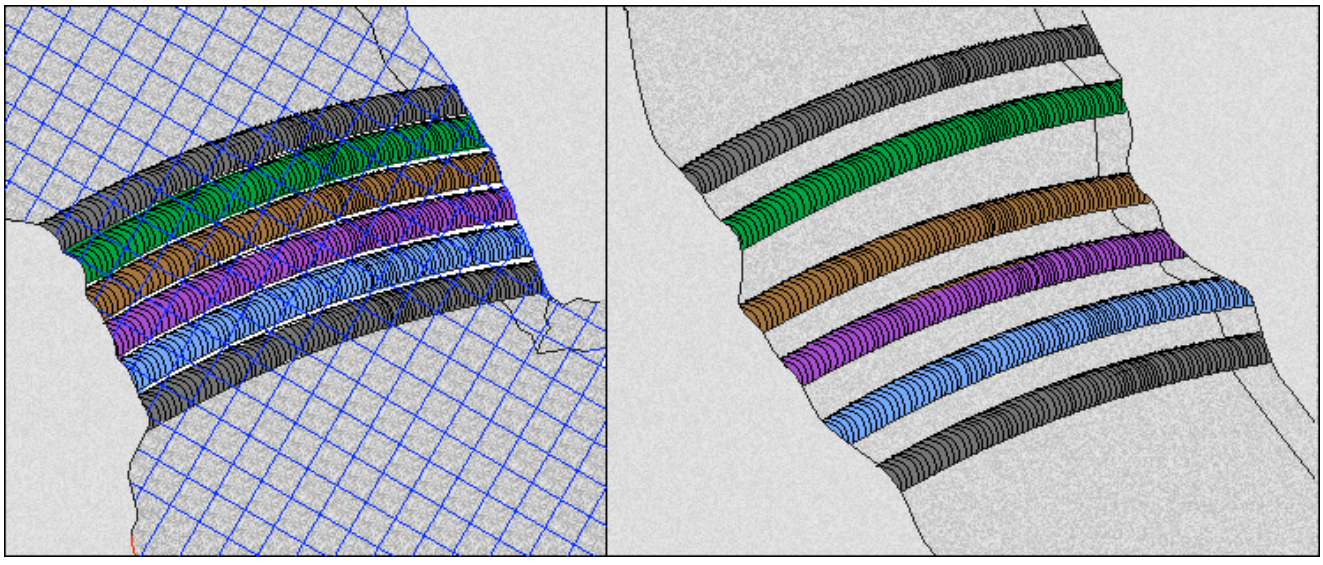


Figura 6 – Esempio di posa di tubi corrugati sotto pavimento
a) protetti con rete elettrosaldata b) distanziati per facilitare una abbondante colata del massetto fra gli interstizi

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Nel passaggio da un percorso verticale ad uno orizzontale (ad esempio da una parete ad un pavimento o ad un soffitto) devono essere evitate curve troppo strette con tubi di diametro insufficiente. La curva può essere "addolcita" posizionandola in modo da evitare che il tubo sia perpendicolare rispetto allo spigolo formato dal soffitto o pavimento e la parete. (figura 7)

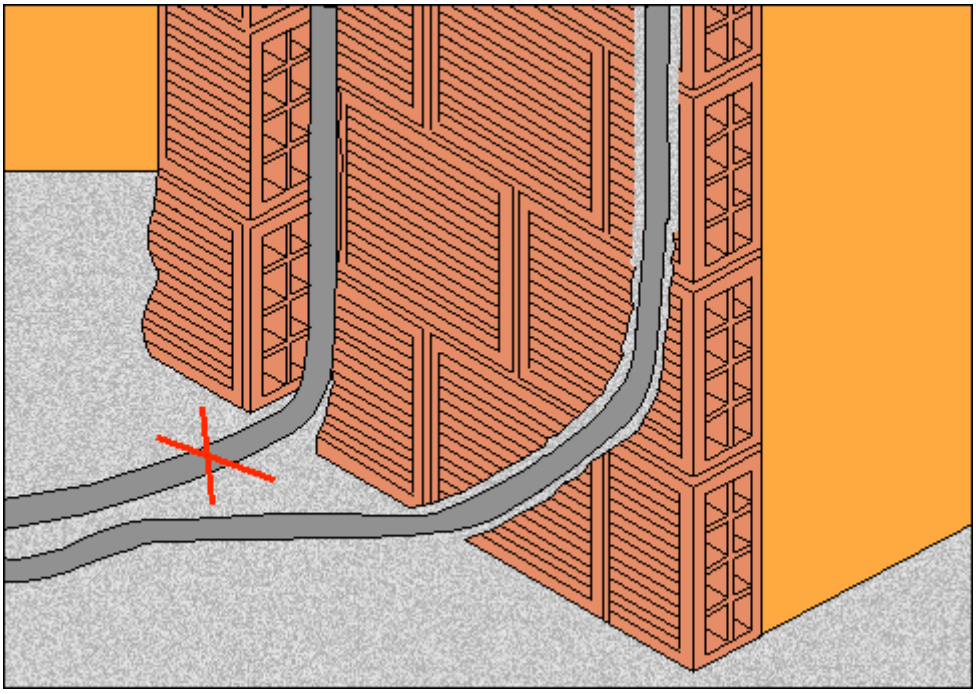


Figura 7 – Evitare curve ad angolo retto, preferire percorsi inclinati per ottenere curve più dolci

In fase di progettazione della struttura si devono prevedere, ove necessario, asole tecniche, cavedi verticali e fori passanti per agevolare la posa delle tubazioni senza rischiare di indebolire la struttura portante della costruzione .

Durante le operazioni di posa in cantiere è consigliabile che le tubazioni siano al più presto protette per evitare danneggiamenti meccanici per schiacciamento e urti.

Di seguito sono riportati, a seconda che la posa sia a pavimento o a parete, alcuni accorgimenti da seguire nella posa dei tubi protettivi.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Posa a pavimento:

- Mantenere una giusta distanza rispetto a tubazioni dell'impianto idrico per evitare eventuale formazione di condensa e trasmissione di calore.
- I tubi protettivi negli incroci non devono essere scavalcati dalle tubazioni degli impianti idrici

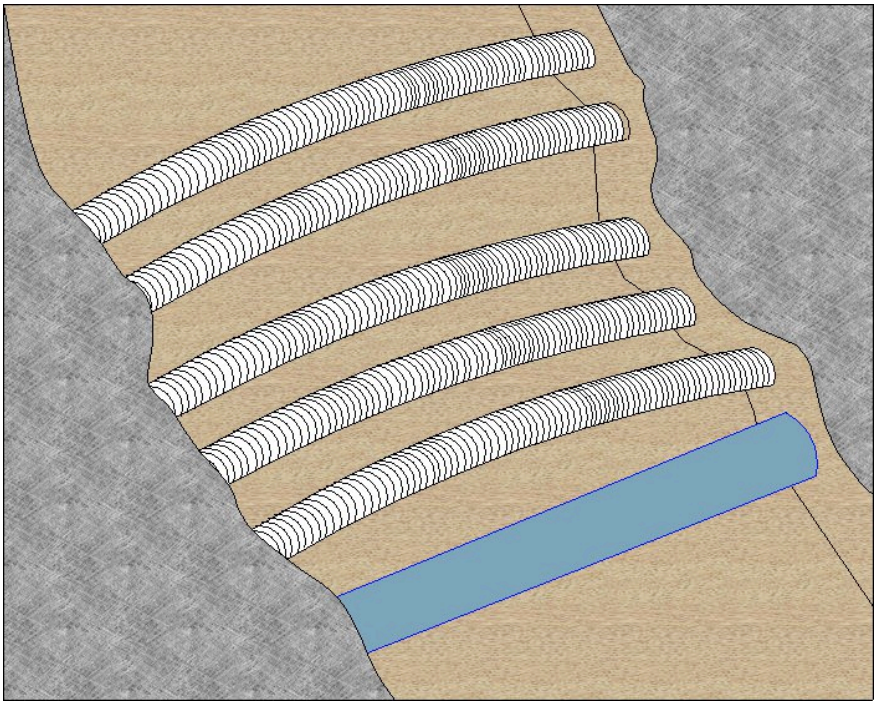


Figura 8 - Deve essere mantenuta una giusta distanza rispetto a tubazioni dell'impianto idrico

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

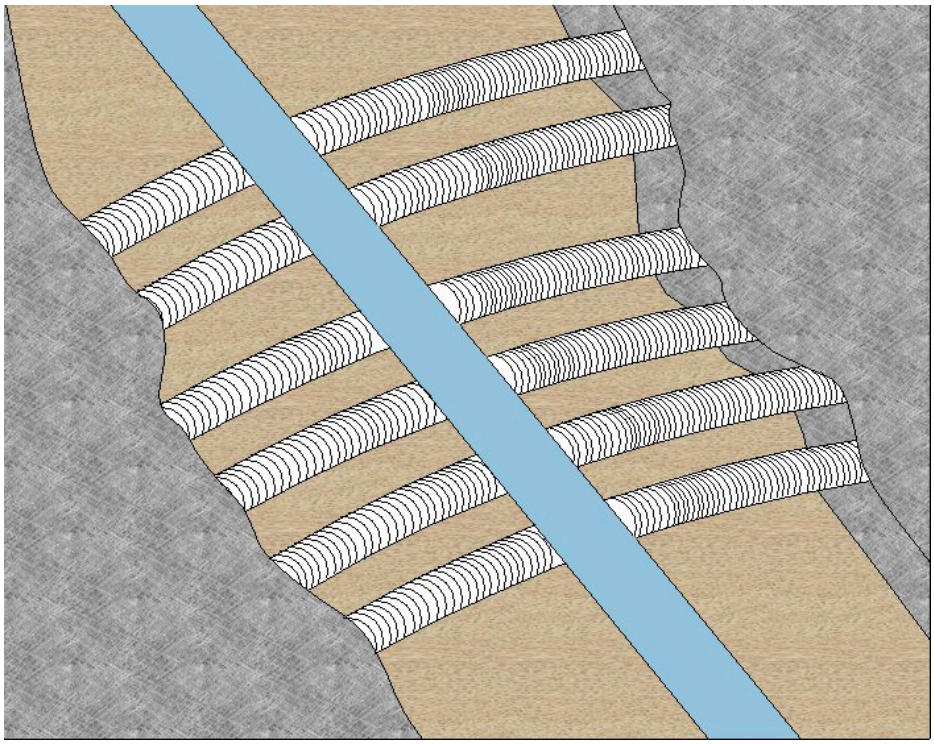


Figura 9 - I tubi protettivi negli incroci non devono essere scavalcati dalle tubazioni degli impianti idrici

Posa a parete:

- Allontanare i tubi rispetto canne fumarie e sorgenti di calore.
- Mantenere una giusta distanza rispetto a tubazioni dell'impianto idrico. Le cassette di derivazione non devono essere collocate sotto rubinetti di presa dell'acqua e scarichi delle acque.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.

Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.