

## MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

**Decreto 04 aprile 2014**  
**(Gazz. Uff. n. 97 del 28 aprile 2014).**

### **Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.**

Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti

Visto l'art. 61 del decreto 31 luglio 1934 del Ministero dell'interno, che ha approvato le norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego e la vendita di oli minerali e per il trasporto degli oli stessi;

Visto il decreto ministeriale 21 gennaio 1963, n. 2755, con il quale è stato istituito presso la Direzione generale della Ferrovie dello Stato un comitato incaricato dell'esame dei progetti di attraversamenti di linee ferroviarie con gasdotti, elettrodotti ed acquedotti;

Visto il decreto ministeriale 23 febbraio 1971, n. 2455 del Ministero dei trasporti, con il quale sono state approvate le «Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto»;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 11 luglio 1980, n. 753 recante nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto;

Visto il decreto 24 novembre 1984 del Ministero dell'interno recante norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8;

Visto il decreto ministeriale 2 novembre 1987, n. 975 del Ministro dei trasporti, con il quale è stata approvata la parziale modifica delle disposizioni concernenti la sistemazione delle apparecchiature di controllo e dei congegni di intercettazione espresse al punto 2.5.1 delle norme tecniche di cui al citato decreto ministeriale n. 2445/1971, con il quale è stato stabilito che le linee ferroviarie, realizzate nell'ambito di centri abitati, con impianti aventi caratteristiche costruttive di linea metropolitana, debbano essere considerate, sotto il profilo tecnico, tranvie ai sensi dell'art. 12 del D.lt. n. 303 del 23 febbraio 1919, pertanto non soggette alle norme relative agli attraversamenti di cui al predetto decreto n. 2445/1971;

Visto il decreto 16 novembre 1999 del Ministero dell'interno recante modifiche al citato decreto ministeriale 24 novembre 1984 della medesima Amministrazione;

Visto il decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165 recante norme generali sull'ordinamento del lavoro alle dipendenze delle Amministrazioni pubbliche e s.m.i.;

Visto il decreto 10 agosto 2004 del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti recante modifiche alle «Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto»;

Visto il decreto legislativo 10 agosto 2007, n. 162 recante l'attuazione delle Direttive 2004/49/CE e 2004/51/CE, relative alla sicurezza e allo sviluppo delle ferrovie comunitarie;

Visto il decreto ministeriale 14 gennaio 2008 del Ministero delle infrastrutture di concerto con il Ministero dell'interno e il Dipartimento della protezione civile recante «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»;

Visto il decreto 16 aprile 2008 del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'interno recante la Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;

Visto il decreto 17 aprile 2008 del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'interno recante la Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8;

Visto il Regolamento (CE) n. 352/2009 e s.m.i. della Commissione del 24 aprile 2009 relativo all'adozione di un metodo comune di determinazione e di valutazione dei rischi di cui all'art. 6, paragrafo 3, lettera a), della Direttiva 2004/49/CE del Parlamento Europeo del Consiglio;

Ritenuta la necessità di procedere ad una revisione delle norme di cui al citato decreto ministeriale n. 2445/1971, come modificato dal decreto 10 agosto 2004 del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti in relazione alle innovazioni tecnologiche concernenti le modalità di posa e di esercizio di condotte interrato e dei relativi materiali utilizzati;

Considerata l'opportunità di istituire un Gruppo di lavoro con il compito di effettuare la suddetta revisione normativa;

Vista la nota del Ministero dell'interno n. 9665 del 23 luglio 2012, con la quale sono stati comunicati i nominativi dei rappresentanti designati a partecipare alle attività del costituendo Gruppo di lavoro;

Vista la nota di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. n. 671 del 13 agosto 2012, con la quale sono stati comunicati i nominativi dei rappresentanti designati a partecipare alle attività del Gruppo di lavoro citato;

Visto il decreto dirigenziale 15 gennaio 2013, n. 1 con il quale è stato istituito, presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti – Dipartimento per i trasporti, la navigazione ed i sistemi informativi e statistici – Direzione generale per il trasporto pubblico locale, un Gruppo di lavoro con il compito di procedere ad una revisione

delle norme contenute nel decreto ministeriale n. 2445/1971, come modificato dal decreto 10 agosto 2004 del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, al fine di adeguarlo alle recenti innovazioni tecnologiche e all'evoluzione della normativa di settore;

Visti gli esiti dei lavori del predetto Gruppo;

Decreta:

Art. 1.

Sono approvate le «Norme Tecniche per gli attraversamenti e parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto», di cui all'Allegato «A» al presente decreto che dello stesso costituisce parte integrante, in base alle quali dovranno essere progettati, realizzati e gestiti gli impianti per il trasporto e distribuzione di liquidi e gas per la parte interferente con le ferrovie ed altre linee di trasporto.

Art. 2.

Nel caso in cui, per particolari motivi, risulti tecnicamente impossibile attenersi alle disposizioni tecniche di cui all'Allegato «A» del presente decreto, il soggetto attraversante potrà presentare una richiesta di deroga proponendo una soluzione alternativa che tuttavia garantisca un grado di sicurezza non inferiore a quello ottenibile dall'applicazione delle norme.

La richiesta di deroga deve essere sottoposta al Tavolo tecnico, disciplinato dal successivo art. 3, che è deputato ad esprimere un parere vincolante sulla soluzione presentata dal soggetto attraversante.

Art. 3.

È istituito, presso il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti – Dipartimento per i trasporti, la navigazione ed i sistemi informativi e statistici - Direzione generale per il trasporto pubblico locale, un Tavolo tecnico permanente con il compito di esprimere un parere vincolante sulle richieste di deroghe alle «Norme Tecniche», così determinato nella sua composizione:

Presidente: il Direttore della Direzione generale per il trasporto pubblico locale;

Membri effettivi:

due rappresentanti della Direzione generale per il trasporto pubblico locale;

due rappresentanti di R.F.I. S.p.A.;

un rappresentante del Ministero dell'interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile designato dal Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;

un rappresentante dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie;

un rappresentante dei Gestori delle Ferrovie Regionali;

Segretario: un rappresentante della Direzione generale per il trasporto pubblico locale.

In caso di assenza o impedimento dei membri effettivi o del segretario, gli stessi sono sostituiti da altrettanti membri supplenti.

La partecipazione al Tavolo tecnico permanente non comporta oneri a carico del bilancio dello Stato.

Art. 4.

Ultimati gli impianti previsti nella convenzione che disciplina l'attraversamento od il parallelismo oggetto delle presenti norme, si dovrà procedere:

1) ad effettuare tutte le prove e verifiche in contraddittorio tra le parti per accertare la rispondenza fra progetto approvato ed esecuzione degli impianti;

2) a redigere apposito «Verbale di regolare esecuzione» che dovrà essere firmato da funzionari responsabili delle due parti. Tale documento da redigersi in duplice copia, per uso delle parti, autorizza il richiedente a mettere in servizio la condotta con l'attraversamento od il parallelismo della ferrovia;

3) a redigere verbale di constatazione con espressa diffida al soggetto richiedente l'attraversamento, dal mettere in servizio l'impianto qualora l'attraversamento od il parallelismo non dovessero corrispondere a quanto previsto in progetto, discostandosene in modo da non rispettare sia pure in minima parte le presenti norme;

4) negli attraversamenti o parallelismi di cui è prevista la protezione catodica, trascorsi centottanta giorni dalla data di emissione del «Verbale di regolare esecuzione» di cui al precedente punto 2, alla redazione in contraddittorio, a firma di funzionari responsabili delle parti, in duplice copia, di un altro verbale dal quale deve risultare che l'impianto di protezione catodica è funzionante, ben dimensionato e che la condotta ed il relativo tubo di protezione, in relazione alle caratteristiche dell'elettrodo utilizzato, sono mantenuti ad un potenziale tale da garantire una protezione equivalente a quella garantita da un valore di almeno 0,85 Volt negativi con l'utilizzo di elettrodo Cu-CuSO<sub>4</sub>.

Il rilievo del potenziale di protezione catodica deve essere effettuato in conformità delle norme vigenti ed in particolare secondo la norma UNI 11094. I valori di potenziale più positivi di quello di riferimento (-0.85V per elettrodo Cu-CuSO<sub>4</sub>) devono essere conteggiati nella loro durata determinando il tempo complessivo in cui tali fenomeni si sono manifestati nell'arco delle 24 ore. La misura del potenziale registrata è considerata conforme se nelle 24 ore il tempo totale di permanenza di questi valori è uguale o minore a 3600 secondi purché non continuativi.

La mancata emissione di tale verbale farà decadere dal diritto ad esercitare l'attraversamento od il parallelismo.

5) alla verifica, da parte dell'Esercente entro la fine di ogni anno successivo a quello nel quale è stato attivato l'impianto, del buon funzionamento dell'intero impianto, ivi comprese le apparecchiature di intercettazione manuale o motorizzate e tutte le altre apparecchiature di controllo allarme e sicurezza ubicate lungo la condotta e presso le stazioni di pompaggio e di ricevimento; del regolare funzionamento di quello di protezione catodica che, se necessario, dovrà essere adeguato.

L'apposito verbale dovrà essere redatto in doppia copia, una da conservarsi presso la sede legale dell'Esercente l'impianto e l'altra da inviarsi con raccomandata con ricevuta di ritorno, entro sessanta giorni dalla data della verifica, all'indirizzo indicato nella convenzione che regola i rapporti tra le parti contraenti.

Il verbale non deve essere inviato quando la sede ferroviaria in cui insiste l'attraversamento o il parallelismo sia stata dismessa o nel caso di dismissione della condotta.

Resta inteso che sarà cura dell'Ente gestore delle condotte interrate porre in essere tutti gli accorgimenti necessari, previsti dalle leggi/norme vigenti, a propria cura e spese qualora venga ripristinato l'esercizio ferroviario.

6) ad un'assunzione di responsabilità civile e penale da parte dell'Esercente dell'impianto nei confronti del Gestore dell'Infrastruttura di trasporto e nei confronti dei terzi in generale.

Qualora la gestione dell'impianto in attraversamento o parallelismo non sia regolata da una convenzione, i soprariportati adempimenti tecnici dovranno comunque essere espletati e degli stessi dovrà essere tenuta una idonea registrazione.

#### Art. 5.

Per attraversamenti e parallelismi esistenti alla data di entrata in vigore del presente decreto, purché realizzati in conformità alla previgente normativa, non è richiesto alcun adeguamento.

Ai progetti di attraversamento e parallelismo presentati per l'approvazione prima della data di entrata in vigore del presente decreto continuano ad applicarsi, in via transitoria, le norme contenute nel decreto ministeriale 23 febbraio 1971, n. 2445, come modificato dal decreto 10 agosto 2004 del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

#### Art. 6.

È abrogato il decreto ministeriale 23 febbraio 1971, n. 2445, come modificato dal decreto 10 agosto 2004 del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

#### Art. 7.

Il presente decreto è pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana ed entra in vigore il quindicesimo giorno successivo alla sua pubblicazione.

## NORME TECNICHE PER GLI ATTRAVERSAMENTI E PER I PARALLELISMI DI CONDOTTE E CANALI CONVOGLIANTI LIQUIDI E GAS CON FERROVIE ED ALTRE LINEE DI TRASPORTO.

1 – Scopo e campo di applicazione.

1.1 - Le presenti Norme Tecniche hanno lo scopo di regolamentare gli attraversamenti e i parallelismi di condotte (convoglianti liquidi o gas o sostanze solide minute, pulverulente, pastose o in sospensione in veicolo fluido) e di canali con: ferrovie, tranvie extraurbane, filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti simili.

Per brevità, nel testo, per tutte le ferrovie e tranvie extraurbane, si impiegherà la dizione ferrovie.

1.2 – Le disposizioni delle presenti Norme Tecniche si applicano agli impianti di nuova costruzione, nonché al rinnovo e alla gestione di quelli esistenti.

Le disposizioni delle presenti Norme Tecniche non si applicano agli attraversamenti e ai parallelismi di condotte e canali come sopra indicati con tranvie urbane.

Per quanto non disposto dalle presenti Norme Tecniche valgono le norme UNI e CEI vigenti all'atto della progettazione, ove applicabili.

1.3 – Per quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche, per gas leggero si intende un gas con densità non superiore a 0.8 (es. gas metano).

2 - Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di ferrovie con condotte convoglianti liquidi e gas (esclusi acquedotti e canalizzazioni a pelo libero).

2.1 - Attraversamenti.

Gli attraversamenti si distinguono in:

- interrati (2.1.1.);
- superiori (2.1.2.);
- inferiori (2.1.3.).

2.1.1 - Attraversamenti interrati. Sono quelli realizzati con le condotte interrate al disotto dei binari.

2.1.1.1 - Il tracciato della condotta in attraversamento deve essere, di norma, rettilineo e normale all'asse del binario.

Quando ciò non sia possibile è consentito che il tracciato della condotta formi con l'asse del binario un angolo non minore di 45°.

Quando la condotta è posata lungo una strada che interseca la sede ferroviaria con un passaggio a livello, è consentito che il tracciato della condotta formi con l'asse del binario lo stesso angolo che è determinato dall'asse della strada.

2.1.1.2 - In prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio, ecc.) l'attraversamento deve essere realizzato in modo tale da non interessare le strutture delle opere d'arte e degli impianti stessi consentendone allo stesso modo l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento.

In ogni caso l'attraversamento deve risultare a distanza dal filo esterno della struttura più vicina non minore dell'altezza del piano del ferro sul piano di fondazione dell'opera d'arte, con un massimo di 10 m.

Nei confronti degli imbocchi delle gallerie va rispettata la distanza di 20m.

2.1.1.3 - La condotta attraversante deve essere contenuta entro un tubo di maggior diametro (tubo di protezione) avente le caratteristiche riportate al paragrafo 2.4 e deve avere una pendenza uniforme non inferiore al due per mille in direzione dello spurgo.

Nel caso di utilizzo di tubazioni in polietilene di cui al punto 2.3.1, qualora posate con la tecnica della trivellazione controllata (trivellazione teleguidata, microtunneling o altre simili), può non essere rispettata la pendenza della condotta.

2.1.1.4 - La condotta attraversante deve essere interrata — per una estesa corrispondente alla distanza tra le due rotaie estreme più 3m al di là di entrambe — a una profondità tale che l'altezza del terreno sovrastante il tubo di protezione risulti di almeno 1,20m e che il punto più alto del tubo stesso si trovi ad almeno 2m al di sotto del piano del ferro (della rotaia più bassa se vi è sopraelevazione del binario).

Se nella detta estesa ricadono cunette la profondità di interramento rispetto al fondo di essa deve risultare di almeno 0,80m. Oltre detta estesa e fino a 20m dalle rotaie estreme la profondità di interramento non deve essere minore di almeno 0,80m.

Va inoltre rispettata una profondità di almeno 0,30m rispetto alle condotte d'acqua ed ai cavi interrati, di pertinenza delle ferrovie.

2.1.1.5 - Nel caso che si debba necessariamente attraversare una stazione ferroviaria non è ammesso l'attraversamento di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse. Non è ammesso altresì

l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 20m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi delle stazioni, delle fermate e degli scali merci.

Negli altri casi non contemplati, non è ammesso l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 30m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi.

2.1.2 - Attraversamenti superiori. Si distinguono in attraversamenti mediante struttura portante propria ed attraversamenti con appoggio su altri manufatti (esistenti o da costruire per usi promiscui vari).

2.1.2.1 - Gli attraversamenti superiori con struttura portante propria debbono essere progettati e realizzati con l'esclusione di strutture metalliche, e con un passaggio che consenta l'ispezione della tubazione (o delle tubazioni) la cui disposizione dovrà essere tale da renderne anche agevole la manutenzione.

2.1.2.2 - L'asse della struttura portante propria deve essere rettilineo e, per quanto possibile, normale all'asse del binario.

2.1.2.3 - Non è ammesso l'attraversamento superiore di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse. Non è ammesso altresì l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 20m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi delle stazioni, delle fermate e degli scali merci.

Negli altri casi non contemplati, non è ammesso l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 30m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi.

2.1.2.4 - In prossimità di opere d'arte deve essere rispettata una distanza tale da non interessare le strutture delle opere d'arte stesse e consentire l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento delle medesime.

Nei confronti degli imbocchi delle gallerie e dei pozzi di aerazione va rispettata la distanza minima di 20m.

2.1.2.5 - Nei casi di condotte con struttura portante propria quest'ultima deve assicurare una altezza libera sul piano del ferro di almeno:

a: 7,2m per le ferrovie elettrificate a 25 kV C.A.;

b: 7,0m per tutte le altre ferrovie.

In ogni caso dovrà essere rispettato il franco elettrico minimo indicato nella CEI EN 50119.

2.1.2.6 - La condotta deve essere contenuta nel tubo di protezione di cui al paragrafo 2.4 e dovrà avere una pendenza non inferiore al due per mille in direzione dello spurgo.

2.1.2.7 - Non sono ammessi attraversamenti superiori con appoggio o sospensione a struttura metallica di pertinenza della ferrovia attraversata.

Gli attraversamenti superiori con appoggio su altri manufatti non metallici (esistenti o da costruire per usi promiscui vari) devono essere realizzati introducendo la condotta nel tubo di protezione di cui al paragrafo 2.4. Tale tubo di protezione deve essere sistemato in un cunicolo appositamente predisposto o ricavato sotto il piano di calpestio del manufatto, oppure può essere incorporato nel sottofondo stradale con opportuno rinfianco di malta di cemento, ma sempre nell'interno delle spallette o balaustre del manufatto.

Non sono ammessi attraversamenti superiori con tubi di protezione appoggiati o sospesi a mensole murate all'esterno dei manufatti.

È ammesso nel caso di condotte convoglianti gas metano, per diametro nominale fino a 350mm e per pressioni di esercizio non superiori a 0,5MPa, posare la condotta senza il tubo di protezione in un cunicolo ad uso esclusivo, ricavato nell'opera d'arte in grado di proteggere meccanicamente la condotta stessa, la cui intercapedine libera deve essere riempita con materiale inerte. Inoltre la condotta può essere direttamente posata nella pavimentazione stradale nel rispetto delle prescrizioni di cui ai decreti ministeriali del 16 e 17 aprile 2008 del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'interno.

2.1.2.8 - Gli attraversamenti da realizzare al disopra delle gallerie, con le condotte posate sul piano di campagna, sospese o interrato, vengono considerati attraversamenti superiori di tipo particolare, per i quali valgono le seguenti norme.

2.1.2.9 - Negli attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, quando lo spessore del terreno esistente tra il piano di posa della condotta e l'estradosso del rivestimento della galleria è inferiore a 10m deve essere previsto il tubo di protezione (2.4). Il tubo di protezione deve estendersi da ambo i lati della galleria di almeno 20m a partire dall'intradosso dei piedritti.

In caso di condotte convoglianti gas leggeri detto tubo non è richiesto.

In relazione allo spessore di terreno interposto tra il piano di posa della condotta e l'estradosso del rivestimento della galleria, alle sue caratteristiche geologiche e alla natura del fluido trasportato, il Gestore dell'infrastruttura valuterà se l'impianto interferisce effettivamente con la linea ferroviaria. Nel caso in cui sia dimostrata la mancanza di interferenza, non dovranno essere applicate all'impianto stesso le prescrizioni del presente «Allegato» tecnico.

2.1.2.10 - Attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, con condotte in tubi di protezione posti a quota inferiore a 3m sopra l'estradosso del rivestimento delle gallerie stesse possono essere ammessi previa verifica della stabilità del manufatto in relazione al nuovo carico e alle caratteristiche del manufatto stesso, nonché previa esecuzione delle eventuali opere atte a garantirne la stabilità.

2.1.2.11 - Non si richiedono apparecchiature di controllo né gli organi di intercettazione di cui al successivo paragrafo 2.5.

2.1.3 - Attraversamenti inferiori. Gli attraversamenti inferiori, cioè quelli realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti, sono ammessi soltanto se compatibili con la funzione dei manufatti.

2.1.3.1 - Detti attraversamenti devono essere realizzati osservando le prescrizioni stabilite per gli attraversamenti interrati al numero 2.1.1.3.

La profondità di interramento non dovrà essere inferiore a 0,80m rispetto al piano di campagna o al piano stradale.

Nell'alveo dei fiumi è tuttavia ammessa la posa allo scoperto su appositi sostegni indipendenti dalle strutture del manufatto, sotto il quale si realizza l'attraversamento.

2.1.3.2 - Di norma la condotta deve essere posata preferibilmente in corrispondenza della mezzera della luce libera dell'opera d'arte.

Può essere collocata in diversa posizione nei casi in cui non venga compromessa la agevole esecuzione di lavori di manutenzione o di consolidamento dell'opera d'arte.

A tale scopo va rispettata la distanza di un diametro del tubo di protezione dal fi lo più vicino delle fondazioni del manufatto con un minimo di 0,60m.

2.1.3.3 - Non è ammesso spingere gli scavi per l'interramento di condotte al di sotto dei piani di posa delle fondazioni di opere d'arte.

Se l'opera d'arte è fondata su platea, la condotta (o il fascio di condotte) va posata al di sopra di tale platea, sempre che tale soluzione sia compatibile con la funzione del manufatto e con l'equilibrio statico della intera opera d'arte.

Nei sottopassi a sezione rettangolare realizzati con manufatti scatolari in c.a. al disotto dei binari, la condotta, per diametri del tubo di protezione fino a 300mm, può essere posata al disotto del piano di fondazione del manufatto. In tal caso dovrà essere posata in corrispondenza dell'asse dello stesso ed ad una profondità minima di 2m, mediante trivellazione orizzontale controllata o similari, tenendo presente che nel calcolo di verifica del tubo di protezione si dovrà tener conto anche dei carichi trasmessi dallo scatolare, previa verifica della stabilità dello scatolare nei confronti di possibili cedimenti.

## 2.2 - Parallelismi.

2.2.1 - Di norma non è ammesso che le condotte siano posate ad una distanza inferiore a 20m misurata fra la generatrice esterna della condotta lato binari e la più vicina rotaia.

Nei casi in cui per motivi tecnici non sia possibile rispettare tale distanza, per l'approvazione del progetto dovranno essere attivate le previste procedure di autorizzazione in deroga del progetto e la condotta dovrà essere protetta con idoneo tubo di protezione, realizzato secondo le prescrizioni del paragrafo 2.4 e in particolare dei punti 2.4.9 e 2.4.10.

In ogni caso la condotta dovrà essere posata in modo tale da non interessare le strutture delle opere d'arte e degli impianti tecnologici esistenti in modo tale da consentire i lavori di manutenzione e consolidamento dei medesimi.

## 2.3 - Caratteristiche tecniche e sistemi di prova delle condotte in opera.

2.3.1 - Le condotte devono essere di acciaio salvo i casi in cui il fluido trasportato non ne consenta l'impiego.

È ammesso nel caso di condotte convoglianti gas metano l'utilizzo di tubazioni in polietilene, per diametri esterni fino a 315mm e per pressioni di esercizio non superiori a 0,5MPa.

In ogni caso tali condotte non devono avere caratteristiche inferiori

a:

PE 80, Serie 5 - SDR 11 come previsto dal decreto ministeriale del 16 aprile 2008 del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'interno.

2.3.2 - Le sezioni costituenti il tratto di condotta come sopra detto devono nel caso di condotte in acciaio essere unite di testa mediante saldatura elettrica ad arco.

Le saldature devono essere tutte radiografate allorché la pressione di esercizio è superiore a 0,5MPa.

Il richiedente è tenuto ad esibire la relativa documentazione, completata anche dal certificato di accettabilità rilasciato da organismo legalmente riconosciuto.

Le tubazioni di polietilene di cui al punto 2.3.1, convoglianti gas metano, devono essere unite mediante saldatura di testa per fusione o saldatura per fusione mediante raccordi elettrosaldabili.

Non sono ammesse saldature delle condotte in polietilene all'interno del tubo di protezione.

2.3.3 - Gli spessori delle tubazioni in acciaio interessanti l'attraversamento o il parallelismo debbono essere calcolati con la formula:

$$s = (200 \times S/Ks + pDe) : (200 \times S/Ks + 2 p)$$

nella quale:

s = spessore del tubo in millimetri;

S = carico di snervamento minimo dell'acciaio impiegato, espresso in daN/mm<sup>2</sup>.

Ks = coefficiente di sicurezza minimo pari a 2,5 rispetto al carico di snervamento;

p = pressione massima che può aversi nel più sfavorevole caso espressa in daN/cm<sup>2</sup>;

De = diametro esterno della condotta espresso in millimetri.

La determinazione degli spessori delle condotte in polietilene interessanti gli attraversamenti e i parallelismi dovrà essere effettuata secondo quanto previsto dal decreto ministeriale del 16 aprile 2008 del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'interno.



2.3.4 - Gli spessori delle condotte in acciaio devono corrispondere od essere immediatamente superiori a quelli desunti dal calcolo con la formula sopra riportata. In ogni caso lo spessore minimo delle condotte in acciaio non deve essere inferiore a 4mm.

2.3.5 - Le condotte metalliche debbono essere trattate esternamente in modo uniforme e continuo con vernici, con bendaggi, o altri rivestimenti protettivi che ne garantiscano la buona conservazione.

2.3.6 - Il tratto di condotta interessante l'attraversamento o il parallelismo deve essere sottoposto ad una prova idraulica in opera pari a 1,5 volte la pressione dichiarata massima di esercizio. Tale pressione di prova idraulica non deve mai essere inferiore di 0,5 MPa e deve mantenersi costante per 2 ore dopo raggiunta la stabilizzazione (termica, idraulica, ecc.) del sistema.

Per le condotte in polietilene di cui al punto 2.3.1 e per le condotte in acciaio quando il loro particolare utilizzo è incompatibile con la presenza di residui di acqua all'interno delle stesse, la prova di tenuta può essere effettuata anche mediante fluido gassoso inerte o aria, secondo quanto prescritto ai decreti ministeriali del 16 e 17 aprile 2008 del Ministero dello sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'interno.

2.3.7 - La pressione di prova idraulica o pneumatica deve essere controllata con manometro registratore. Il risultato della prova stessa deve essere verbalizzato.

2.4 - Tubo di protezione - Tubi di sfiato e spurghi.

2.4.1 - Il tubo di protezione deve essere di acciaio ed avere uno spessore adeguato alle sollecitazioni da sopportare. Nel caso di tubazioni in polietilene di cui al punto 2.3.1, il tubo di protezione può essere anche dello stesso materiale della condotta nei seguenti casi:

attraversamenti inferiori;

parallelismi;

attraversamenti interrati quando la condotta è posata con la tecnica della trivellazione controllata.

2.4.2 - Indipendentemente dai risultati del calcolo di cui al punto 2.4.3 non devono essere adottati spessori minori di 4mm per le tubazioni di acciaio.

2.4.3 - Per il calcolo dello spessore dei tubi in acciaio si dovrà tener conto dalle diverse sollecitazioni di seguito elencate:

A) Peso proprio della tubazione.

B) Carico ripartito superiore, corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione ed al carico mobile transitante sul binario opportunamente combinati.

Tale carico mobile è valutato pari a:

$[15000 : (2.6 + 1.5 H)] \text{ daN/m}^2$  - per ferrovie a semplice binario

ed a:

$[15000 : (3,08 + 0.8 H)] \text{ daN/m}^2$  - per ferrovie a doppio binario

dove H è la distanza minima tra il piano di posa del ballast e la generatrice superiore del tubo di protezione.

Per le linee ove circolano carichi inferiori a 12t per asse le suddette valutazioni possono essere ridotte in proporzione al carico effettivo ammesso a circolare sulla linea;

C) Carico ripartito laterale, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico);

D) Carico triangolare laterale, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.

E) Reazione radiale costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60° in funzione del carico Q pari alla somma di tutti i carichi verticali opportunamente combinati, agente sulla tubazione.

Per i tubi di protezione in acciaio la sollecitazione massima cui risulta sottoposto il materiale, nella verifica delle tensioni di esercizio, non deve essere superiore alla metà del carico di snervamento minimo del materiale stesso.

Per i tubi di protezione in polietilene il calcolo dovrà essere condotto facendo riferimento ai codici di buona pratica di cui al Regolamento CE n. 352/2009. Per i carichi verticali si applicherà quanto sopra riportato alle lettere A) e B). Le altre azioni dovranno essere determinate tramite un appropriato studio di interazione tubazione/terreno, che tenga conto della deformabilità delle tubazioni e delle caratteristiche di rigidità del terreno stesso. In generale, per i tubi in polietilene, dovranno essere condotte le seguenti verifiche:

1) calcolo e verifica della inflessione diametrale a lungo termine;

2) calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione risultante dall'inflessione del tubo;

3) calcolo e verifica del carico critico di collasso associato all'instabilità all'equilibrio elastico.

2.4.4 - Il diametro del tubo di protezione deve essere tale da assicurare una intercapedine non inferiore a 2cm e non maggiore di 5cm.

Nel caso di condotte convoglianti gas metano l'intercapedine libera nella parte superiore tra la condotta e il tubo di protezione non dovrà essere maggiore di 14cm.

2.4.5 - Il tubo di protezione, qualora realizzato in acciaio, deve essere protetto esternamente con vernici, bendaggi o altri rivestimenti protettivi.

2.4.6 - La condotta portante deve essere posata nell'interno del tubo di protezione con distanziatori di materiale isolante non deteriorabile. I distanziatori non devono occupare più di un quarto della sezione dell'intercapedine, devono essere in numero tale da garantire che i due tubi non vengano in nessun caso a contatto e devono essere posti in modo

da consentire il libero deflusso dei liquidi e dei gas. Nel caso di condotte in polietilene di cui al punto 2.3.1, con tubo di protezione dello stesso materiale, i distanziatori di cui al precedente capoverso possono essere omessi.

2.4.7 - Il tubo di protezione deve essere posato con pendenza minima del due per mille in direzione dello spurgo e negli attraversamenti deve terminare, da ciascun lato dei binari esterni, ad una distanza minima di 10m a partire dalla più vicina rotaia; contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza di 3m dal piede del rilevato o 5m dal ciglio delle trincee, anche se ciò comporta un aumento della sopraindicata distanza minima di 10m.

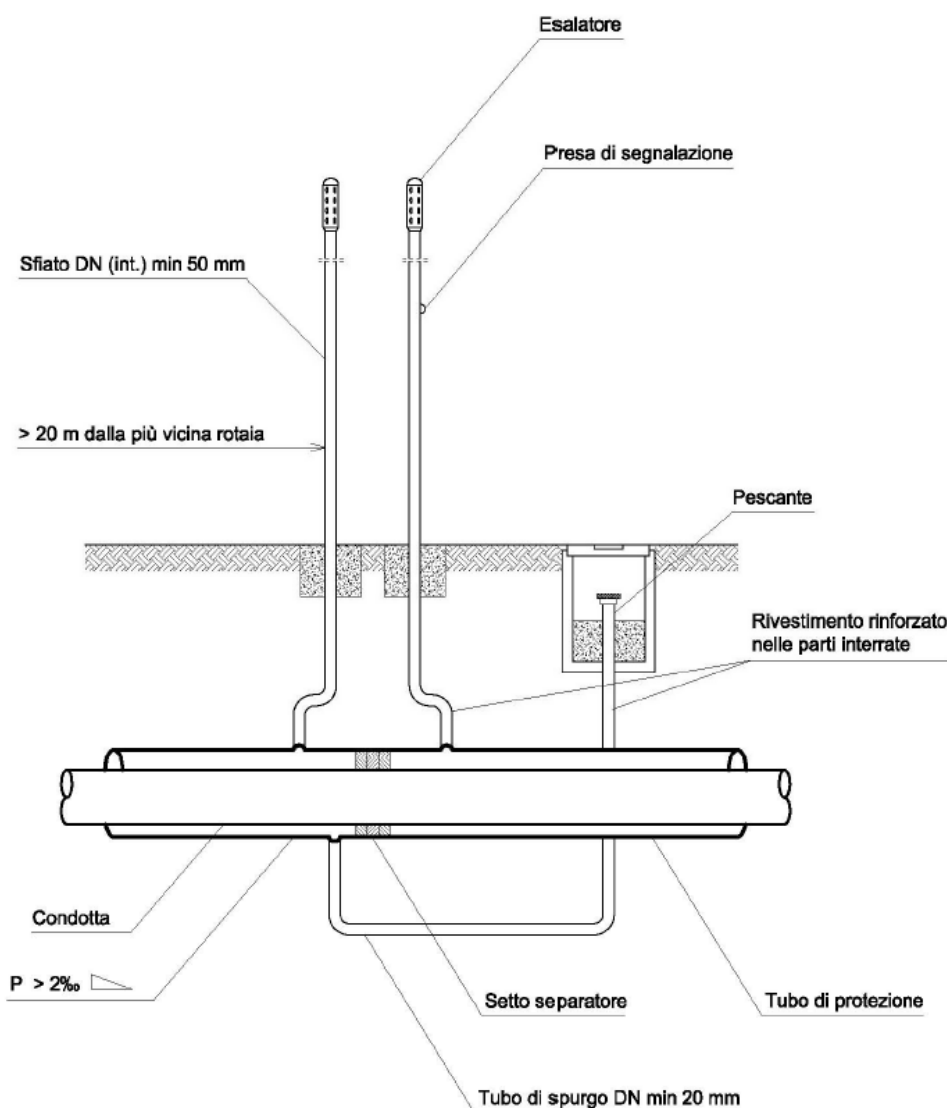
Le predette distanze debbono intendersi misurate sulla ortogonale all'asse del binario.

2.4.8 - Le estremità del tubo di protezione devono essere chiuse con adeguato sistema che assicuri la perfetta tenuta stagna della intercapedine compresa fra i due tubi.

2.4.9 - Nel caso di gas leggeri il tubo di protezione deve essere munito di due tubi di sfiato dell'intercapedine da collocare in prossimità delle due estremità del tubo stesso.

Nei casi di parallelismo di condotte convoglianti gas leggeri il tubo di protezione deve essere munito, oltre agli sfiati di estremità, anche di setti separatori intermedi almeno ogni 50m dotati, ciascuno, di n. 2 sfiati e n. 1 spurgo, come in Figura n. 1.

I tubi di sfiato devono avere il diametro interno non inferiore a 50mm con spessore minimo di 3mm.



**Figura 1: Tubazione per gas leggero – Setto separatore**

2.4.10 - I tubi di sfiato di cui al precedente punto 2.4.9 devono essere portati fuori terra ad una distanza non inferiore a 20m dalla più vicina rotaia; essi devono essere protetti dalle corrosioni mediante adatto rivestimento (protezione passiva).



Inoltre essi devono essere muniti di una presa per l'applicazione di un segnalatore di gas o di un segnalatore di umidità, terminare, nei casi di gas leggeri, con un dispositivo taglia fiamma ed avere una altezza minima di 2,50m sul piano di campagna.

La predetta distanza di 20 m deve intendersi misurata sulla ortogonale all'asse del binario.

2.4.11 - Nei casi di attraversamenti e parallelismi di condotte convoglianti fluidi diversi dai gas leggeri, dovranno essere adottate opportune soluzioni tecniche in grado di evitare la dispersione nell'ambiente di eventuali perdite.

2.4.12 - Il tubo di protezione deve essere munito anche di tubo di spurgo della intercapedine da collocare in prossimità della estremità più bassa del tubo stesso.

Il tubo di spurgo deve terminare nel pozzetto a valle di cui al successivo punto 2.5.1.

Esso deve avere il diametro non inferiore a 20mm. Nel caso di tubazioni di polietilene di cui al punto 2.3.1, qualora posate con la tecnica della trivellazione controllata, il tubo di spurgo può essere omissso.

## 2.5 - Apparecchiature di controllo e congegni di intercettazione.

2.5.1 - A monte ed a valle dell'attraversamento, in corrispondenza delle estremità del tubo di protezione devono essere costruiti due pozzetti contenenti ciascuno: una presa per manometro, le eventuali apparecchiature relative alla protezione catodica, di cui al paragrafo 2.6, le prese agibili per il controllo periodico dello stato elettrico della condotta e del tubo di protezione, il terminale del tubo di spurgo dell'intercapedine fra tubo di protezione e condotta. Detto terminale deve essere munito di una idonea chiusura di sicurezza, anche per evitare la dispersione di eventuali perdite.

È tuttavia ammesso che le apparecchiature ed i congegni di cui sopra vengano sistemati nel modo seguente:

le prese per manometro, nelle camerette, nei pozzetti interrati o nei recinti di protezione degli organi di intercettazione;

le prese elettriche agibili per il controllo della situazione elettrica della condotta e del relativo tubo di protezione, su pozzetti o su armadietti a piantana ubicati presso i tubi di sfiato;

i pozzetti di ricovero dei terminali dei tubi di spurgo dell'intercapedine tra condotta e tubo di protezione, in corrispondenza o nelle vicinanze delle estremità del tubo di protezione medesimo, ma in ogni caso a distanza non minore di 3m dal piede del rilevato o 5 m dal ciglio delle trincee, anche se ciò comporta un aumento della anzidetta minima distanza di 10 m.

Anche nei casi di parallelismo dovranno essere predisposti idonei pozzetti per contenere i dispositivi di cui sopra.

2.5.2 - Tutte le condotte devono essere intercettabili a monte ed a valle dell'attraversamento. Gli organi di intercettazione devono essere ubicati in posizione facilmente accessibile, in modo che possa essere rapido l'intervento per intercettare il flusso in caso di necessità, e ad una distanza fra loro non maggiore di 1000m. La predetta distanza di 1000 m in deve intendersi misurata sull'asse della condotta. Gli organi di intercettazione anzidetti devono essere protetti da camerette interrate o pozzetti interrati o da recinti in modo che la loro manovra possa essere effettuata soltanto dal personale addetto.

Ciascuna cameretta, ciascun pozzetto interrato o ciascun recinto non può in nessun caso trovarsi a meno di 20m dalla rotaia più vicina. La predetta distanza di 20 m deve intendersi misurata sulla ortogonale all'asse del binario.

È ammesso nel caso di condotte convoglianti gas metano, con pressioni superiori a 0,5MPa, che gli organi di intercettazione possono essere ubicati ad una distanza tra loro superiore a 1000 m ma inferiore a 2000m, a condizione che sia previsto un sistema automatico o manuale che permetta l'immediata attivazione degli organi di intercettazione in caso di avaria.

Nel caso di condotte convoglianti gas inerte o ossigeno, è ammesso che gli organi di intercettazione siano disposti in corrispondenza delle estremità della condotta, presso gli stabilimenti di partenza e di arrivo del fluido trasportato. Tali organi di intercettazione dovranno essere dotati di sistemi di chiusura telecomandabili, continuamente presidiati.

2.5.3 - I pozzetti, le camerette e i recinti, devono essere costruiti e mantenuti in modo da assicurare in ogni momento il regolare funzionamento di tutte le apparecchiature e meccanismi in essi contenute.

## 2.6 - Protezione catodica.

2.6.1 - Le condotte metalliche ed i relativi tubi di protezione nel tratto di attraversamento e parallelismo, oltre che dalla normale protezione passiva, devono essere munite di adeguata protezione catodica. Ciò vale anche per le condotte interferenti con linee non elettrificate.

Qualora le condotte metalliche e i relativi tubi di protezione siano posati allo scoperto nel tratto di attraversamento e/o parallelismo, gli stessi non sono soggetti all'obbligo della protezione catodica. In questo caso le condotte e i relativi tubi di protezione devono essere posati su supporti isolanti e devono essere collegati ad un adeguato impianto di terra.

2.6.2 - Qualora il richiedente intenda estendere la protezione all'intera condotta ciò deve essere esplicitamente dichiarato.

2.6.3 - Qualora il richiedente intenda proteggere catodicamente il solo tratto di attraversamento o parallelismo, è ammesso l'impiego di giunti isolanti da porsi in corrispondenza delle camerette di contenimento dei congegni di intercettazione di cui al punto 2.5.2, o nelle camerette dei congegni di misura di cui al punto 2.5.1.

2.6.4 - I giunti isolanti del tipo proposto dal richiedente devono sopportare al collaudo in officina la tensione di 1000Volt alternati efficaci, 50Hz, per un minuto primo e presentare caratteristiche tali che, per effetto di acqua di condensa o forte umidità, non risulti riduzione nei valori del suddetto isolamento.

2.6.5 - Per i controlli periodici sulla efficienza o sull'adeguatezza della protezione catodica devono essere messe in opera, in adeguato numero, prese di misura agibili.

2.6.6 - La situazione elettrica sia della condotta che del tubo di protezione limitatamente all'attraversamento o parallelismo, deve essere controllata ogni sei mesi a cura del richiedente, che è tenuto a verbalizzare l'esito dei controlli effettuati.

Tale controllo viene sospeso qualora la sede ferroviaria in cui insiste l'attraversamento o il parallelismo sia stata dismessa o nel caso di dismissione della condotta.

Resta inteso che sarà cura dell'Ente gestore delle condotte interrato porre in essere tutti gli accorgimenti necessari, previsti dalle leggi/norme vigenti, a propria cura e spese qualora venga ripristinato l'esercizio ferroviario.

3 - Norme tecniche per gli attraversamenti e i parallelismi di binari adibiti al servizio merci all'interno degli stabilimenti industriali e dei porti, con condotte convoglianti liquidi e gas (esclusi acquedotti e canalizzazioni a pelo libero).

3.1 - Valgono le norme previste al Capitolo 2 con le varianti/integrazioni che seguono.

3.1.2 - (Riferimento 2.2.1) - È ammesso che le condotte siano posate alla distanza di 2,5 m dalla più vicina rotaia misurata a partire dalla generatrice esterna della condotta, lato binario.

3.1.3 - (Riferimento 2.4.7) - La lunghezza del tubo di protezione può essere ridotta in corrispondenza degli stabilimenti industriali e dei porti in relazione alla ubicazione dei fabbricati. Comunque il tubo dovrà estendersi fino a 2,5 m dalla più vicina rotaia.

3.1.4 - (Riferimento 2.5.2) - La distanza fra gli organi di intercettazione può anche essere superiore a 1000m in relazione alle circostanze locali, fino ad un massimo di 2000 m.

4 - Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di ferrovie con condotte convoglianti acque sotto pressione.

4.1 - Attraversamenti.

Gli attraversamenti si distinguono in:

- interrati (4.1.1.);
- superiori (4.1.2.);
- inferiori (4.1.3.).

4.1.1 - Attraversamenti interrati. Sono quelli realizzati con le condotte interrate al disotto dei binari.

4.1.1.1 - Il tracciato della condotta in attraversamento deve essere per quanto possibile rettilineo e normale all'asse del binario.

Quando la condotta è posata lungo una strada che interseca la sede ferroviaria con un passaggio a livello, è consentito che il tracciato della condotta formi con l'asse del binario lo stesso angolo che è determinato dall'asse della strada.

4.1.1.2 - In prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio, ecc.), l'attraversamento deve essere realizzato in modo tale da non interessare le strutture delle opere d'arte e degli impianti stessi consentendone allo stesso modo l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento.

In ogni caso l'attraversamento deve risultare a distanza, dal filo esterno della struttura più vicina, non minore dell'altezza del piano del ferro sul piano di fondazione dell'opera d'arte, con un massimo di 10 m.

Nei confronti degli imbocchi delle gallerie va rispettata la distanza di 10 m.

4.1.1.3 - Le condotte di acciaio o di altro materiale anche non metallico (escluse le condotte in cemento armato di diametro interno eguale o maggiore di 0,8 m) debbono essere contenute entro un tubo di maggiore diametro (tubo di protezione) avente le caratteristiche riportate al paragrafo 4.4 ed una pendenza non inferiore a due per mille in direzione del pozzetto di valle o a quota bassa.

4.1.1.4 - La condotta attraversante deve essere interrata per una estesa corrispondente alla distanza tra le due rotaie estreme più 3m al di là di entrambe - a una profondità tale che l'altezza del terreno sovrastante il tubo di protezione risulti di 1,20 m e che il punto più alto del tubo stesso si trovi a 2 m al disotto del piano di ferro (della rotaia più bassa se vi è sopraelevazione del binario).

Se nella detta estesa ricadono cunette, la profondità di interrimento rispetto al fondo di essa deve risultare di 0,8 m. Oltre detta estesa e fino a 20 m dalle rotaie estreme la profondità di interrimento non deve essere minore di 0,8 m.

Va inoltre rispettata una profondità di 0,3 m rispetto alle condotte d'acqua e ai cavi interrati di pertinenza delle ferrovie.

4.1.1.5 - Non è ammesso l'attraversamento di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse. Non è ammesso altresì l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 20 m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi delle stazioni, delle fermate e degli scali merci.

Negli altri casi non contemplati, non è ammesso l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 30 m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi.

4.1.2 - Attraversamenti superiori. Si distinguono in attraversamenti mediante struttura portante propria ed attraversamenti su altri manufatti (esistenti o da costruire per usi promiscui vari).

4.1.2.1 - Gli attraversamenti superiori con struttura portante propria debbono essere progettati e realizzati con un passaggio pedonale che consenta la ispezione della tubazione (o delle tubazioni) la cui disposizione deve essere tale da renderne anche agevole la manutenzione.

4.1.2.2 - Il tracciato dell'attraversamento superiore deve essere rettilineo e per quanto possibile normale all'asse del binario. Quando la condotta è posata lungo una strada che interseca la ferrovia con un'opera d'arte esistente o che sorpassa la stessa linea al disopra di una galleria, è consentito che il tracciato della condotta formi con l'asse del binario o della galleria lo stesso angolo che è determinato all'asse della strada.

4.1.2.3 - Non è ammesso l'attraversamento superiore di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse.

4.1.2.4 - In prossimità di opere d'arte deve essere rispettata una distanza tale da non interessare le strutture delle opere d'arte stesse e consentire l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento delle medesime.

Nei confronti degli imbocchi delle gallerie e dei pozzi di aerazione va rispettata la distanza di 10m.

4.1.2.5 - Nei casi di condotte con struttura portante propria, quest'ultima deve assicurare una altezza libera sul piano del ferro di almeno:

a: 7,2m per le ferrovie elettrificate a 25 kV C.A.;

b: 7,0m per tutte le altre ferrovie.

In ogni caso dovrà essere rispettato il franco elettrico minimo indicato nella CEI EN 50119.

4.1.2.6 - La condotta deve essere contenuta nel tubo di protezione di cui al successivo paragrafo 4.4 e dovrà avere una pendenza non inferiore al due per mille verso il pozzetto di valle o a quota bassa.

È consentita la omissione del tubo di protezione, nel caso di struttura portante propria realizzata in muratura od in cemento armato, in cui l'alloggiamento della condotta assuma la configurazione di un canale. Le dimensioni dell'alloggiamento della condotta stessa dovranno essere tali da consentire oltre alla agevole manutenzione della condotta, anche lo smaltimento dell'intero volume di acqua. Si dovrà evitare nel modo più assoluto che infiltrazioni o perdite possano raggiungere la sottostante sede ferroviaria.

4.1.2.7 - Gli attraversamenti superiori con appoggio su altri manufatti (esistenti o da costruire per usi promiscui vari) debbono essere realizzati introducendo la condotta nel tubo di protezione di cui al paragrafo 4.4. Tale tubo di protezione può essere incorporato nel sottofondo stradale con opportuno rinfianco di malta di cemento; oppure può essere lasciato in vista, ma sempre all'interno delle spallette o balaustre del manufatto.

È consentita la omissione del tubo di protezione quando sia possibile alloggiare la condotta in cunicolo stagno e ispezionabile appositamente predisposto e ricavato sotto il piano di calpestio del manufatto. È altresì consentita la omissione del tubo di protezione anche quando la condotta sia lasciata in vista, sempre però, all'interno delle spallette o balaustre che dovranno essere continue e stagne nei confronti della ferrovia sottostante, facendo assumere al manufatto stesso la forma del canale di cui si è detto nel precedente punto.

Non sono ammessi attraversamenti superiori con tubi di protezione appoggiati o sospesi a mensole murate all'esterno dei manufatti.

4.1.2.8 - Gli attraversamenti da realizzare al disopra delle gallerie, con le condotte posate sul piano di campagna, sospese o interrato, vengono considerati attraversamenti superiori di tipo particolare, per i quali valgono le seguenti norme.

4.1.2.9 - Negli attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, quando lo spessore del terreno esistente tra il piano di posa della condotta e l'estradosso del rivestimento della galleria è inferiore a 5m deve essere previsto il tubo di protezione di cui al paragrafo 4.4.

Detto tubo deve estendersi da ambo i lati della galleria di almeno 10 m a partire dall'intradosso dei piedritti.

Per le condotte in cemento armato di diametro rilevante (800 mm o più) il tubo di protezione non è richiesto.

4.1.2.10 - Attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, con condotte in tubi di protezione posti a quota inferiore a 3m sopra l'estradosso del rivestimento delle gallerie stesse, possono essere ammessi previa verifica della stabilità del manufatto sottostante in relazione al nuovo carico e alle caratteristiche del manufatto stesso nonché previa esecuzione delle eventuali opere atte a garantirne la stabilità.

4.1.3 - Attraversamenti inferiori. Gli attraversamenti inferiori, cioè quelli realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti, sono ammessi soltanto se compatibili con la funzione del manufatto. Si ammette che la condotta (o il fascio di condotte) sia interrata o posata fuori terra.

4.1.3.1 - Se la condotta (o il fascio di condotte), è interrata sotto il piano di campagna o sotto il manto di una strada è sempre necessario il tubo di protezione come indicato nel punto 4.1.1.3 per le condotte di acciaio o di altro materiale anche non metallico (comprese quelle in cemento armato di diametro interno minore di 0,8 m). Detto tubo di protezione deve avere pendenza non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di valle o a quota bassa.

È ammessa la omissione del tubo di protezione quando la condotta (o fascio di condotte) è posata nell'alveo dei fiumi. La omissione del tubo di protezione è altresì ammessa per le condotte di cemento armato aventi diametro interno di 0,8 m o maggiore.

Le condotte posate sotto il manto di una strada dovranno essere verificate ai carichi stradali.

4.1.3.2 - Se la condotta (o il fascio di condotte) è posata allo scoperto su appositi sostegni indipendenti dalle strutture del manufatto sotto il quale si realizza l'attraversamento, è ammessa la omissione del tubo di protezione.

4.1.3.3 - Di norma la condotta (o il fascio di condotte) dovrà essere posata preferibilmente in corrispondenza della mezzeria della luce libera dell'opera d'arte.

Può essere collocata in diversa posizione purché non venga limitata la agevole esecuzione di lavori di manutenzione o di consolidamento dell'opera d'arte.

A tale scopo va rispettata la distanza pari ad un diametro della condotta o del tubo di protezione, ove presente, dal filo più vicino del manufatto e delle sue fondazioni, se trattasi di condotte di diametro interno uguale o superiore a 400mm; le condotte di diametro inferiore a tale valore possono essere posate in qualunque altra posizione, mai però al di sopra della risega più esterna delle fondazioni del manufatto.

4.1.3.4 - Non è ammesso spingere gli scavi per la posa di condotte al di sotto dei piani di posa delle fondazioni delle opere d'arte.

Se l'opera d'arte è fondata su platea, la condotta (o il fascio di condotte) va posata al di sopra di tale platea, sempre che tale soluzione sia compatibile con la funzione del manufatto e con l'equilibrio statico dell'intera opera d'arte.

4.1.4 - Attraversamenti in cunicolo. Gli attraversamenti da realizzare posando la condotta o le condotte nell'interno di un cunicolo appositamente costruito, vengono considerati attraversamenti inferiori di tipo particolare, per i quali valgono le seguenti norme.

L'asse del cunicolo deve essere rettilineo e normale all'asse del binario. Quando ciò non sia possibile è consentito che l'asse del cunicolo formi con l'asse del binario un angolo non minore di 45°.

4.1.4.1 - In prossimità di opere d'arte deve essere rispettata una distanza tale da non interessare le strutture delle opere d'arte stesse e consentire l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento. A tal fine va rispettata una distanza dal filo più esterno dell'opera d'arte esistente e delle sue fondazioni, pari all'altezza del piano del ferro sul piano di posa delle fondazioni stesse, con un massimo di 10m.

In prossimità degli imbocchi delle gallerie va rispettata una distanza di 10m.

4.1.4.2 - L'estradosso della copertura del cunicolo deve trovarsi almeno 1m al disotto del piano del ferro.

4.1.4.3 - La sezione interna del cunicolo deve avere dimensioni tali da consentire la agevole manutenzione e sostituzione delle condotte.

4.1.4.4 - La pendenza del piano di calpestio interno del cunicolo deve essere non minore del due per mille verso il pozzetto di ispezione più basso.

## 4.2 – Parallelismi.

4.2.1 - Le condotte devono essere posate parallelamente al binario, ad una distanza tale da non costituire pregiudizio alla sede ed alle opere ferroviarie; tale distanza, non dovrà essere inferiore a 10m dalla più vicina rotaia e dovrà essere misurata ortogonalmente all'asse del binario.

Contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza di 3m dal piede del rilevato o 5m dal ciglio della trincea, anche se ciò comporta un aumento della sopracitata distanza di 10m. In ogni caso la distanza tra la generatrice esterna della condotta e il piede del rilevato, o il ciglio della trincea, non deve essere inferiore alla profondità del piano di posa della condotta stessa, rispetto al piano di campagna.

Le distanze suddette possono essere ridotte fino a 6m dalla più vicina rotaia e a 2m dal piede del rilevato o dal ciglio della trincea, qualora la condotta sia contenuta in un tubo di protezione che dovrà terminare in pozzetti praticabili realizzati conformemente al punto 4.4.8.

In ogni caso, in prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio ecc.), le condotte in parallelismo dovranno essere posate in modo tale da non interessare le strutture delle opere e degli impianti stessi e consentire la eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento delle medesime.

## 4.3 - Caratteristiche tecniche e sistema di prova delle condotte in opera.

4.3.1 - Le condotte possono essere di acciaio o di qualunque altro materiale (metallico, plastico o di cemento armato, di vetroresina, ecc.).

4.3.2 - Se le condotte sono di acciaio, gli elementi tubolari debbono essere calcolati come riportato al punto seguente.

4.3.3 - Gli spessori delle tubazioni di acciaio interessanti l'attraversamento o il parallelismo debbono essere calcolati con la formula:

$$s = (200 \times S/Ks + pDe) : (200 \times S/Ks + 2p)$$

nella quale:

s = spessore del tubo in millimetri;

S = carico di snervamento minimo dell'acciaio impiegato espresso in daN/mm<sup>2</sup>;

Ks = coefficiente di sicurezza minimo, pari a 2, rispetto al carico di snervamento;

p = pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo di ariete, espressa in daN/cm<sup>2</sup>;

De = diametro esterno della condotta espresso in millimetri.

4.3.4 - Gli spessori delle condotte di acciaio debbono corrispondere od essere immediatamente superiori a quelli desunti dal calcolo con la formula sopra riportata.

4.3.5 - Gli spessori delle condotte di ghisa vanno scelti in relazione al diametro della condotta ed al valore della pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo d'ariete, moltiplicato per 1,5. In ogni caso però lo spessore minimo della condotta non deve essere inferiore a 5mm.

4.3.6 - Gli spessori delle condotte in plastica o in altro materiale non metallico vanno scelti in relazione al diametro delle condotte ed al valore della pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo d'ariete, moltiplicato per 1,5.

4.3.7 - Lo spessore della parete e l'entità dell'armatura metallica delle condotte in cemento armato vanno calcolati ricavando lo sforzo di trazione N (in daN) dalla formula:

$$N = p \times Di/2$$

in cui:

p = pressione massima di prova in daN/cm<sup>2</sup>;

Di = diametro interno in centimetri e tenendo conto altresì che gli sforzi di trazione debbono essere tutti assorbiti dall'armatura in acciaio la cui tensione non deve superare il limite di 1000daN/cm<sup>2</sup>.

4.3.8 - Le condotte metalliche debbono essere trattate esternamente in modo uniforme e continuo con vernici, con bendaggi o altri rivestimenti protettivi che ne garantiscano la buona conservazione.

4.3.9 - Il tratto di condotta deve essere sottoposto ad una prova di tenuta idraulica in opera con una pressione pari a 1,5 volte il valore della pressione massima che può verificarsi nelle più gravose condizioni di esercizio, compreso il colpo di ariete.

La pressione minima di prova idraulica non deve in nessun caso essere inferiore a 5 daN/cm<sup>2</sup>.

La prova di pressione può essere omessa per gli attraversamenti inferiori in corrispondenza di corsi d'acqua e di canali quando la luce libera dell'opera d'arte è tale da poter smaltire oltre le acque del fiume o canale in regime di massima piena, anche l'intera portata dell'acquedotto.

4.3.10. - La pressione di prova idraulica da controllare con manometro registratore (per tutte le condotte aventi diametro maggiore di 25mm) deve mantenersi costante per due ore dopo raggiunta la stabilizzazione del sistema. Il risultato della prova deve essere verbalizzato.

4.4. - Tubo di protezione.

4.4.1 - Il tubo di protezione deve essere di spessore adeguato alle sollecitazioni esterne ed interne da sopportare. Nei tubi di acciaio tale spessore, indipendentemente dai risultati dei calcoli di cui appresso, non può essere inferiore a 4mm.

4.4.2 - Per il calcolo degli spessori dei tubi di acciaio e la verifica dei tubi di cemento armato, si dovrà tener conto delle diverse sollecitazioni di seguito elencate:

A) Peso proprio della tubazione.

B) Carico ripartito superiore, corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sul binario opportunamente combinati.

Tale carico mobile è valutato pari a:

$$[15000 : (2.6 + 1.5 H)] \text{ daN/m}^2 \text{ - per ferrovie a semplice binario}$$

ed a:

$$[15000 : (3,08 + 0.8 H)] \text{ daN/m}^2 \text{ - per ferrovie a doppio binario}$$

dove H è la distanza minima tra il piano di posa del ballast e la generatrice superiore del tubo di protezione.

Per le linee ove circolano carichi inferiori a 12 t per asse le suddette valutazioni possono essere ridotte in proporzione al carico effettivo, ammesso a circolare sulla linea.

C) Carico ripartito laterale, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra + sovraccarico).

D) Carico triangolare laterale, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta.

E) Reazione radiale costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali opportunamente combinati, agente sulla tubazione.

Per i tubi di protezione in acciaio la sollecitazione massima cui risulta sottoposto il materiale, nella verifica delle tensioni di esercizio, non deve essere superiore alla metà del carico di snervamento minimo del materiale.

Per i tubi di cemento armato, la sollecitazione massima delle armature, nella verifica delle tensioni di esercizio, non deve superare il valore di 1000 daN/cm<sup>2</sup>.

Per i tubi di protezione in polietilene il calcolo dovrà essere condotto facendo riferimento ai codici di buona pratica, di cui al Regolamento(CE) n. 352/2009. Per i carichi verticali si applicherà quanto sopra riportato alle lettere A) e B) . Le altre azioni dovranno essere determinate tramite un appropriato studio di interazione tubazione/terreno, che tenga conto della deformabilità delle tubazioni e delle caratteristiche di rigidità del terreno stesso. In generale, per i tubi in polietilene, dovranno essere condotte le seguenti verifiche:

1) calcolo e verifica della inflessione diametrale a lungo termine;

2) calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione risultante dall'inflessione del tubo;

3) calcolo e verifica del carico critico di collasso associato all'instabilità all'equilibrio elastico.

4.4.3 - Il diametro del tubo di protezione deve essere tale da assicurare lo smaltimento della intera portata della condotta.



4.4.4 - Il tubo di protezione, qualora realizzato in acciaio, deve essere protetto esternamente con vernici, bendaggi o altri rivestimenti protettivi.

4.4.5 - La condotta portante deve essere posata nell'interno del tubo di protezione con distanziatori di materiale isolante non deteriorabile. I distanziatori non devono occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine, dovranno essere in numero tale da garantire che i due tubi non vengano in nessun caso a contatto e dovranno essere posti in modo da consentire il libero deflusso delle acque.

4.4.6 - Negli attraversamenti interrati e inferiori il tubo di protezione deve essere posato con pendenza uniforme non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di ispezione di valle. Negli attraversamenti superiori il tubo di protezione deve essere posato con una pendenza non inferiore al due per mille in direzione del pozzetto di ispezione di valle. In ogni caso il tubo di protezione dovrà terminare, da ciascun lato dei binari esterni, ad una distanza minima di 10 m a partire dalla più vicina rotaia.

Contemporaneamente dovrà essere rispettata la distanza minima di 3 m dal piede del rilevato o 5m dal ciglio delle trincee, anche se ciò comporta un aumento della sopra indicata distanza minima di 10m. Le predette distanze debbono intendersi misurate sulla ortogonale all'asse del binario.

4.4.7 - La lunghezza del tubo di protezione può essere ridotta in corrispondenza degli stabilimenti industriali e dei porti, in relazione alla ubicazione dei fabbricati. In tali casi il tubo deve estendersi fino a 2,5m dalla più vicina rotaia.

4.4.8 - Le estremità del tubo di protezione debbono terminare in pozzetti praticabili e aventi lo scopo di consentire l'ispezione della intercapedine libera fra la condotta ed il tubo di protezione, di raccogliere e smaltire lontano dalla sede ferroviaria le eventuali perdite, dovute ad avaria o rottura della condotta.

Il bordo più vicino di tali pozzetti deve essere posto ad una distanza non inferiore a 10m a partire dalla più vicina rotaia misurata in ortogonale al binario.

Lo smaltimento dovrà essere realizzato, mediante scarichi di fondo e/o luci di sfioro alla sommità dei pozzetti, che dovranno essere adeguatamente dimensionati in relazione alla portata di rottura della condotta ed opportunamente protetti con grate.

Detti scarichi dovranno inoltre essere collegati ad idonei ricettori finali ubicati nelle vicinanze.

Le chiusure dei pozzetti anzidetti e le luci di sfioro debbono essere sollevati dal piano di campagna in modo tale che sia impedita la penetrazione di acque meteoriche o di altre sostanze.

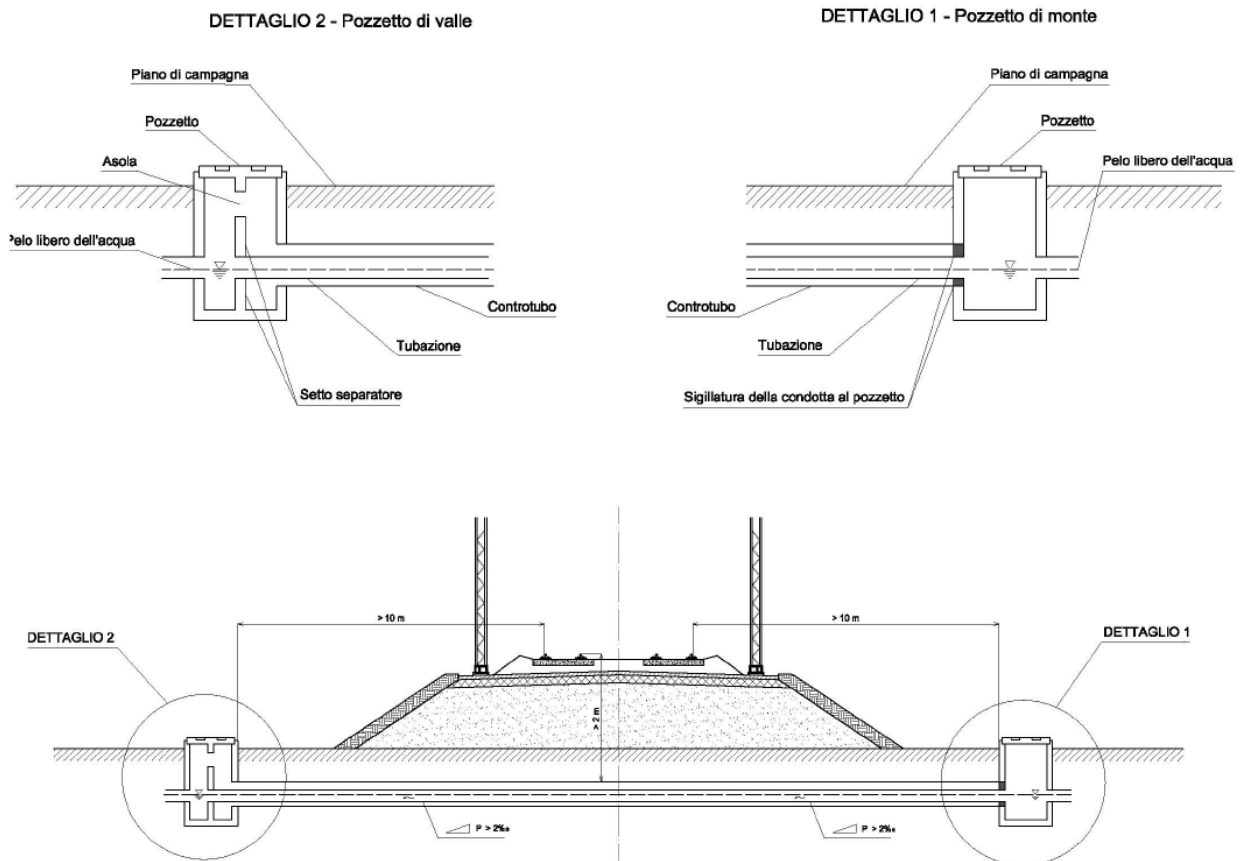
5 - Norme tecniche per gli attraversamenti di ferrovie con condotte o canali convoglianti acque a pelo libero.

5.1 - Gli attraversamenti con canali o con grandi collettori per fognature devono essere realizzati mediante manufatti le cui caratteristiche sono da definirsi di volta in volta.

5.2 - Per le fognature possono ammettersi attraversamenti interrati realizzati con tubazioni di materiale che non venga attaccato dai liquidi di scarico e che siano auto resistenti.

Le condotte non autoresistenti dovranno essere munite di un tubo di protezione le cui estremità dovranno terminare in pozzetti praticabili realizzati secondo lo schema della Figura n. 2.





**Figura 2: Condotta con tubo di protezione**

5.3 - La profondità di posa delle tubazioni, non deve essere inferiore a 2m tra il piano del ferro e la generatrice superiore dei tubi.

5.4 - Per le tubazioni di cui al punto 5.2 devono essere previsti dei pozzetti di ispezione ubicati a non meno di 10m dalla più vicina rotaia e di 3m dal piede del rilevato o dal ciglio della trincea (anche se ciò comporti un aumento della lunghezza minima predetta di 10m).

5.5 - Per quanto non espressamente indicato, valgono per analogia le prescrizioni di cui ai punti 4.1.1, 4.1.3, 4.1.4, 4.2 e 4.4, per quanto applicabili.

6 - Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di ferrovie con condotte convoglianti sostanze solide.

6.1 - Le condotte convoglianti sostanze solide minute, pulverulente, pastose o in sospensione in veicolo liquido sono assimilate alle condotte d'acqua sotto pressione e devono rispondere alle norme previste al Capitolo 4.

7 - Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di filovie extraurbane e di impianti con trazione a fune, con condotte convoglianti liquidi e gas. (esclusi acquedotti e canalizzazioni a pelo libero).

7.1 - Attraversamenti.

Gli attraversamenti si distinguono in:

- interrati (7.1.1);
- superiori (7.1.2);
- inferiori (7.1.3).

7.1.1 - Attraversamenti interrati. Sono quelli realizzati con le condotte interrate al disotto del piano di campagna sottostante la linea di trasporto. Interessano le funicolari terrestri e le funivie.

7.1.1.1 - Il tracciato della condotta di attraversamento può intersecare l'asse della linea di trasporto con un angolo minimo di 45°.

7.1.1.2 - In prossimità dei sostegni delle funivie, l'attraversamento deve essere realizzato come indicato al punto 2.1.1.2 per la parte applicabile.

7.1.1.3 - La condotta attraversante deve essere contenuta entro un tubo di maggior diametro (tubo di protezione avente le caratteristiche riportate al paragrafo 2.4).

Per la profondità di interrimento valgono le norme di cui ai punti 2.1.1.4, 2.1.1.5, per quanto applicabili, considerando le distanze ivi indicate dalla più vicina rotaia (funicolari) o dal più vicino bordo della pista (slittovie e impianti simili).

Per le funivie la profondità di interrimento, riferita alla generatrice superiore del tubo di protezione, non deve essere inferiore a 1,2m per un'estensione, da ogni lato, almeno di 20m dalla proiezione sul terreno della fune più vicina.

7.1.2 - Attraversamenti superiori. Interessano le filovie extraurbane e le funicolari terrestri.

Si distinguono in attraversamenti mediante struttura portante propria ed attraversamenti con appoggio su altri manufatti.

Per essi valgono le norme di cui al punto 2.1.1.2 per quanto applicabili.

7.1.3 - Attraversamenti inferiori. Interessano le funicolari terrestri.

Gli attraversamenti inferiori, cioè quelli realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti, sono ammessi soltanto se compatibili con la funzione dei manufatti.

Per essi valgono le norme di cui al paragrafo 2.1.3 per quanto applicabili.

7.2 - Parallelismi.

Di norma non è ammesso che le condotte siano posate ad una distanza inferiore a 20m misurati tra la generatrice esterna della condotta lato binari e la più vicina rotaia (funicolari) od il più vicino limite della pista (slittovie e impianti simili).

Tale distanza può essere ridotta fino a 10m quando le condotte sono posate con tubo di protezione da realizzare per tutta la lunghezza del parallelismo e per un'ulteriore estesa fino a raggiungere una distanza di 20m dalla più vicina rotaia.

7.3 - Caratteristiche tecniche e sistemi di prova delle condotte in opera.

Valgono le norme di cui al 2.3.

7.4 - Tubo di protezione - Tubi di sfiato e spurghi.

Valgono le norme di cui al 2.4.

7.5 - Apparecchiature di controllo e congegni di intercettazione.

Valgono le norme di cui al 2.5.

7.6 - Protezione catodica.

Valgono le norme di cui al 2.6.

8 - Norme tecniche per gli attraversamenti di filovie extraurbane e di impianti con trazione a fune, con condotte convoglianti acque sotto pressione.

8.1 - Per essi valgono le norme di cui al Capitolo 4, per quanto applicabili.