

Sommarario

1 Premessa e campo di applicazione	4
2 Tronchi e sezioni di collaudo.....	4
2.1 Gasdotti	4
2.1.1 Tronchi di limitata lunghezza	6
2.1.2 Tronchi di limitatissima lunghezza.....	7
2.1.3 Ponti.....	7
2.1.4 Punti di intercettazione.....	7
2.1.5 Attraversamenti ferroviari	7
2.1.6 Trattati da precollaudare.....	7
2.2 Impianti	7
2.2.1 Impianti di piccole dimensioni	7
2.2.2. Impianti di grandi dimensioni	8
2.2.3 Esclusioni.....	9
3 Prescrizioni tecniche	9
3.1 Acqua di collaudo	10
3.2 Piatti di prova e chiusure.....	10
3.3. Testate apribili	10
3.4 Stazione di prova	10
3.5 Pig per il collaudo di gasdotti	11
3.5.1 Pig per riempimento e spiazzamento dell'acqua	11
3.5.2 Pig per l'asportazione dell'acqua residua.....	11
4 Pressione di prova.....	11
4.1. Pressione di collaudo idraulico di riferimento per gasdotti	11
4.2 Pressioni di collaudo idraulico di riferimento per impianti	13
4.3 Rilievo della pressione	13
4.3.1 Pressioni istantanee	14
4.3.2 Pressioni registrate	14
5 Temperatura di prova.....	14
5.1 Rilievo della temperatura nel collaudo idraulico di tronchi di gasdotto.....	14
5.1.1 Modalità di applicazione delle sonde termometriche sulla condotta.....	15
5.2 Rilievo della temperatura ambiente.....	15
5.3 Collaudo idraulico a basse temperature	15
6 Precollaudo	16
7 Programmi	16
7.1 Programma dei collaudi idraulici per tronchi di gasdotto	16
7.2 Programma dei collaudi idraulici per impianti	17
7.3 Programma degli svuotamenti e modalità di recupero e di smaltimento dell'acqua di collaudo	17
7.3.1 Spiazzamento dell'acqua di collaudo nei tronchi in collaudo idraulico	17
7.3.2 Asportazione dell'acqua residua.....	17
7.3.3 Svuotamento e modalità di recupero e smaltimento dell'acqua per collaudi di impianti	17
8 Collaudo idraulico di tronchi di gasdotto	18
8.1 Riempimento	18
8.2 Regimazione termica	18
8.2.1 Regimazione termica di tronchi di limitata lunghezza.....	19



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

8.3 Pressurizzazione	19
8.3.1 Pressurizzazione delle condotte	19
8.3.2 Verifica della presenza di aria nel tronco in prova	19
8.3.3 Pressurizzazione di tronchi di limitata lunghezza	19
8.4 Mantenimento alla pressione di collaudo idraulico di riferimento	20
8.4.1 Mantenimento della pressione di riferimento di tronchi di limitata lunghezza	20
8.5 Valutazione del collaudo idraulico	20
8.5.1 Valutazione del collaudo di tronchi di limitata lunghezza	20
8.6 Svuotamento	20
8.6.1 Spiazzamento dell'acqua di collaudo	20
8.6.2 Asportazione dell'acqua residua	21
8.6.3 Valutazione dello svuotamento	21
8.7 Calcoli	22
8.7.1 Quantità teorica d'acqua di riempimento	22
8.7.2 Quantità teorica d'acqua di pressurizzazione	22
8.7.3 Variazione di volume in funzione delle variazioni di pressione e temperatura	22
8.7.4 Quantità d'aria rimasta nel tronco	22
9 Collaudo idraulico di impianti	23
9.1 Riempimento	23
9.2 Pressurizzazione e regimazione termica	23
9.3 Mantenimento della pressione di collaudo idraulico	23
9.4 Valutazione della prova a pressione	24
9.4.1 Impianti di limitate dimensioni ispezionabili al 100%	24
9.4.2 Impianti di grandi dimensioni	24
9.5 Collaudo idraulico circuito gas di preriscaldamento	24
9.6 Modalità di svuotamento di impianti	24
10 Rapporti e Certificati	25
10.1 Rapporti e Certificati per il Collaudo idraulico di tronchi di gasdotto	25
10.2 Rapporti e Certificati per il Collaudo idraulico di impianti	25
10.3 Registrazioni	25
11 Documenti di riferimento	26
ALLEGATI	27
ALLEGATO A - RAPPORTO DI PRECOLLAUDO IDRAULICO	28
ALLEGATO B - RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO	30
ALLEGATO B1 - RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-IMPIANTI	33
ALLEGATO C-CERTIFICATO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO	35
ALLEGATO C1 - CERTIFICATO DI COLLAUDO-IMPIANTI	37
ALLEGATO D - RAPPORTO DI SVUOTAMENTO - TRONCHI di GASDOTTO	38
ALLEGATO D1 - RAPPORTO DI SVUOTAMENTO-IMPIANTI	39
ALLEGATO E - SCHEDA DEL TRONCO IN PROVA	40
APPENDICE 1	43
FATTORE DI COMPRIMIBILITA' DELL'ACQUA ($\text{bar}^{-1} \cdot 10^{-6}$) IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA T, ($^{\circ}\text{C}$) E DELLA PRESSIONE P, (bar)	43
APPENDICE 2	44
DIFFERENZA TRA IL VALORE DEL COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA DELL'ACQUA E QUELLO DELL'ACCIAIO B ($^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 10^{-6}$), IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA T ($^{\circ}\text{C}$) E DELLA PRESSIONE P (bar)	44



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

DIFFERENZA TRA IL VALORE DEL COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA DELL'ACQUA E QUELLO DELL'ACCIAIO B ($^{\circ}\text{C}^{-1} * 10^{-6}$), IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA T ($^{\circ}\text{C}$) E DELLA PRESSIONE P (bar).	45
APPENDICE 3.....	46
VARIAZIONE DI VOLUME AMMISSIBILE DURANTE IL COLLAUDO IDRAULICO.....	46



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

1 Premessa e campo di applicazione

La presente specifica, in applicazione dei requisiti stabiliti dal D.M. 17/04/2008 (1) ed in accordo alle norme UNI-EN 1594 (2), UNI EN 12007-1 (3), UNI EN 12007-3 (4) ed UNI EN 12327 (5), regola l'esecuzione in campo dei collaudi idraulici di:

- gasdotti di 1^a specie con pressione massima di esercizio ≤ 75 bar;
- gasdotti di 2^a e 3^a specie;
- impianti.

Sono considerati impianti ai fini della presente specifica:

- nodi di smistamento;
- impianti di riduzione della pressione;
- stazione di misura;
- terminali marini;
- centrali;
- punti di intercettazione di linea;
- punti di lancio e ricevimento pig;
- ponti su pile, a travate e sospesi.

La Specifica stabilisce per tutti i suddetti casi le prescrizioni relative a:

- metodo di prova;
- pressione di prova;
- durata della prova;
- mezzo di prova;
- criteri di accettazione;
- oscillazioni di pressione e volume ammesse;
- pressione minima nel sistema;
- metodi di individuazione delle perdite;
- scarico del mezzo di prova;
- smaltimento dell'acqua.

2 Tronchi e sezioni di collaudo

Il collaudo di gasdotti viene eseguito su tronchi come definito al paragrafo 2.1. Per tratti particolari di gasdotto è richiesto il collaudo separatamente dalla linea e secondo particolari prescrizioni.

Il collaudo di impianti viene eseguito su sezioni come definito al paragrafo 2.2. Per alcune parti di impianto non è previsto il collaudo. Alcuni circuiti di impianto vanno esclusi dal collaudo perché collaudati con criteri particolari.

2.1 Gasdotti

La suddivisione del metanodotto nei diversi tronchi di collaudo deve essere eseguita già in fase di progettazione, tenendo conto del profilo altimetrico della condotta, della localizzazione dei possibili punti di prelievo e di smaltimento dell'acqua di collaudo e di ogni altro elemento rilevante ai fini del collaudo idraulico e scegliendo quindi opportunamente lo spessore delle tubazioni allo scopo di ottimizzare i tronchi in prova.

La lunghezza massima dei singoli tronchi deve essere scelta valutando le eventuali conseguenze di una rottura durante la prova di collaudo, non superando la lunghezza massima di 15 km.

Il tronco di prova deve essere interrato salvo i tratti in corrispondenza dei piatti di prova che possono essere scoperti per la lunghezza minore possibile.

Ogni tronco in prova può comprendere dislivelli compatibili con le pressioni massime e minime di collaudo ammesse (paragrafo 4).

Per tratti particolari sono previste particolari procedure di collaudo o è richiesto il collaudo separatamente dalla linea. Questi tratti particolari sono definiti nei successivi sotto paragrafi.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

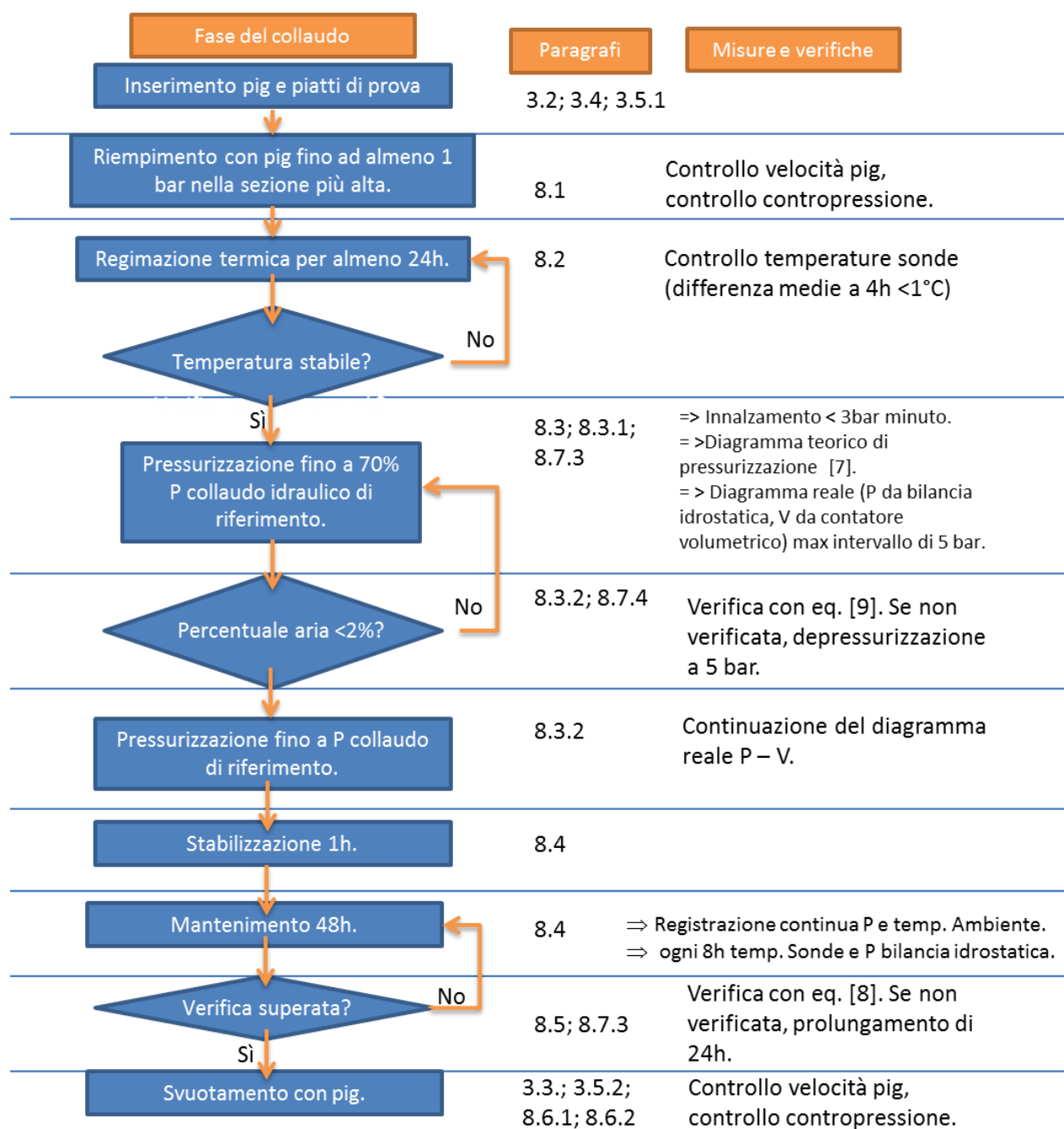


Figura 1 – Schema generale per il collaudo di tronchi di gasdotto



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

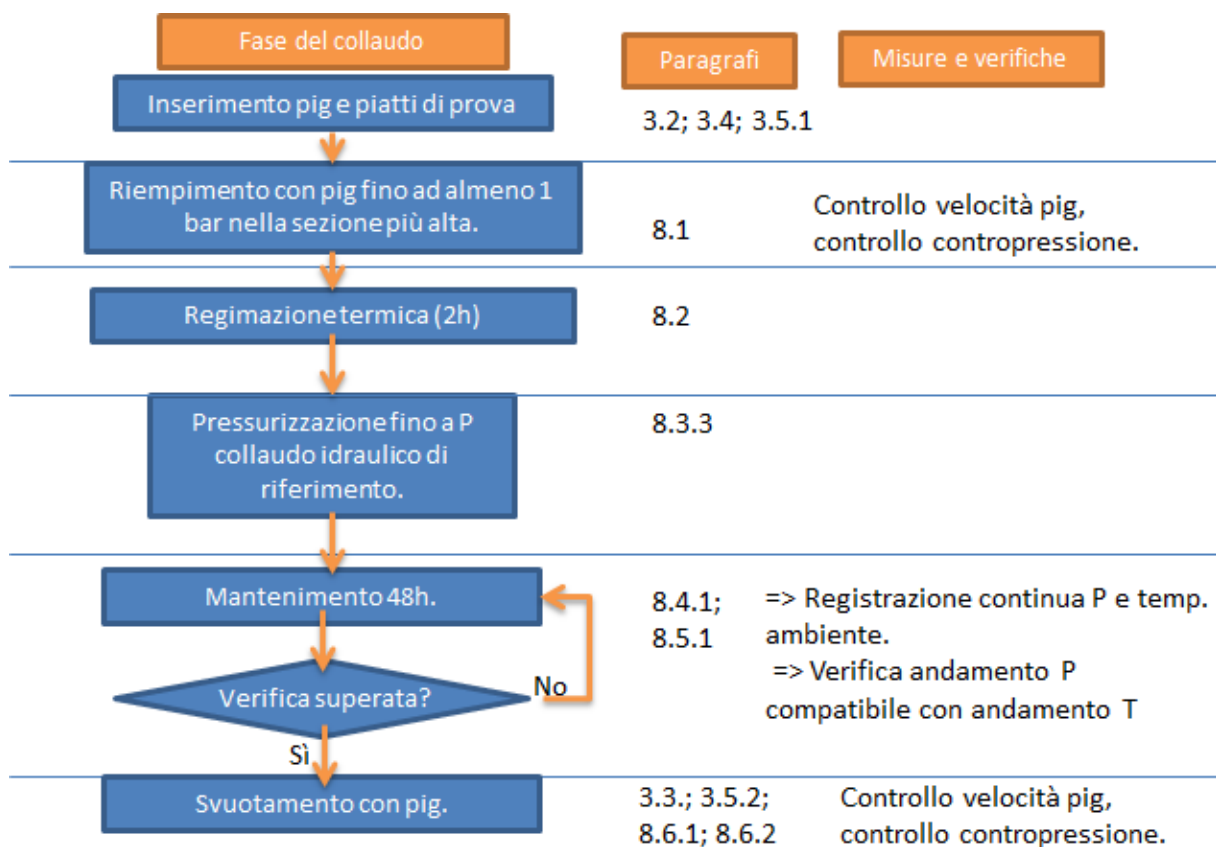
23/10/2017

2.1.1 Tronchi di limitata lunghezza

Sono considerati tronchi di limitata lunghezza, condotte in collaudo con le lunghezze riportate in tabella 1. Non sono ammesse suddivisioni in tratti di condotte con lunghezze superiori a quelle riportate in tabella 1.

Tabella 1

DN [mm]	Massima lunghezza [m]
100	2500
150	2500
200	2500
250	2500
300	2050
350	1700
400	1290
450	1010
500	810
550	650
600	550
650	470
750	340
900	240
1050	170
1200	130
1400	100

**Figura 2 – Schema generale per il collaudo di tronchi di limitata lunghezza****SNAM RETE GAS****NORMATIVA
INTERNA**

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

2.1.2 Tronchi di limitatissima lunghezza

Sono considerati tronchi di limitatissima lunghezza, tratti di condotta di lunghezza non superiore ai 50 metri per i quali sia possibile il controllo visivo di tutta la superficie sottoposta a collaudo idraulico. I tronchi di limitatissima lunghezza sono collaudati con le modalità previste per gli impianti di piccole dimensioni descritte al paragrafo 9.

2.1.3 Ponti

Devono essere collaudati separatamente dalla linea e con le modalità previste per il collaudo degli impianti di piccole dimensioni i tratti costituenti:

- i ponti su pile (attraversamenti realizzati con la condotta sostenuta da almeno due appoggi fuori terra);
- i ponti a travata;
- i ponti sospesi.

Se tali tratti possono essere opportunamente coibentati, è allora possibile collaudarli in linea purché siano stati precedentemente precollaudati come previsto al par. 6.

2.1.4 Punti di intercettazione

I punti di intercettazione di linea devono essere collaudati secondo una delle seguenti modalità: collaudo secondo le modalità previste per gli impianti di piccole dimensioni separatamente dalla linea; collaudo inseriti in un tronco purché gli stessi siano precollaudati come detto al par. 6, purché sia assicurato il passaggio dei pig per il riempimento e sia eseguita la pulizia dei tronchi prima dell'inserimento mediante passaggi opportunamente documentati di pig di pulizia. In tal caso la pressione di collaudo del punto di intercettazione diventa la pressione di collaudo idraulico di riferimento per gasdotti.

2.1.5 Attraversamenti ferroviari

Gli attraversamenti ferrotranviari dovranno essere precollaudati a parte come detto al paragrafo 6, collaudati successivamente, sempre a parte, in ottemperanza al D.M. 4 Aprile 2014 e successive modifiche e integrazioni (6).

2.1.6 Tratti da precollaudare

Devono essere precollaudati prima dell'installazione definitiva, come detto al par. 6, i tratti di condotta costituenti:

- i tratti posati in galleria;
- gli attraversamenti realizzati mediante opere trenchless;
- gli attraversamenti in sub alveo a cielo aperto;
- gli attraversamenti di autostrade
- gli attraversamenti stradali, qualora gli attraversamenti stessi siano eseguiti senza tubo di protezione e non fosse opportuno interrompere il traffico, oppure la lunghezza del tubo di protezione sia maggiore di 40 m;
- gli attraversamenti di canali pensili;
- gli attraversamenti di acquedotti, di metanodotti di terzi con pressione maggiore di 5 bar e di condotte di trasporto di fluidi pericolosi di proprietà di terzi (ossigeno, gas naturale, gpl, prodotti petroliferi e altri prodotti chimici pericolosi), per almeno 10 m a monte e a valle del servizio attraversato.

Inoltre il precollaudo deve essere effettuato anche nei casi previsti nella progettazione del gasdotto.

2.2 Impianti

Il collaudo deve essere eseguito solo dopo il completamento meccanico dell'impianto (rispondenza allo schema meccanico, controlli non distruttivi, ecc.). Il collaudo idraulico deve essere eseguito con l'impianto completamente assiemato.

2.2.1 Impianti di piccole dimensioni

Ai fini della presente specifica, sono considerati impianti di piccole dimensioni: i punti di linea ad esclusione dei punti di lancio e ricevimento pig (PIL, PIDS, PIDI, PIDI/INTERCONNESSIONE; PIDA; PISB; e assimilabili);



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

gli impianti di riduzione della pressione di tipo IPRS e LPRS e di regolazione; ponti su pile, a travata e sospesi.

Per tali impianti il collaudo idraulico deve essere eseguito in opera, ma prima del rinterro delle parti per le quali in progetto è previsto l'interramento. E' ammesso, previa autorizzazione del gestore del contratto d'appalto, il collaudo fuori opera di impianti che, in relazione alle dimensioni ed ai pesi, non comportano problemi per il successivo posizionamento nella condotta. In tale caso inoltre è ammesso, previa autorizzazione, il collaudo idraulico contemporaneo di più impianti collegati tra loro.

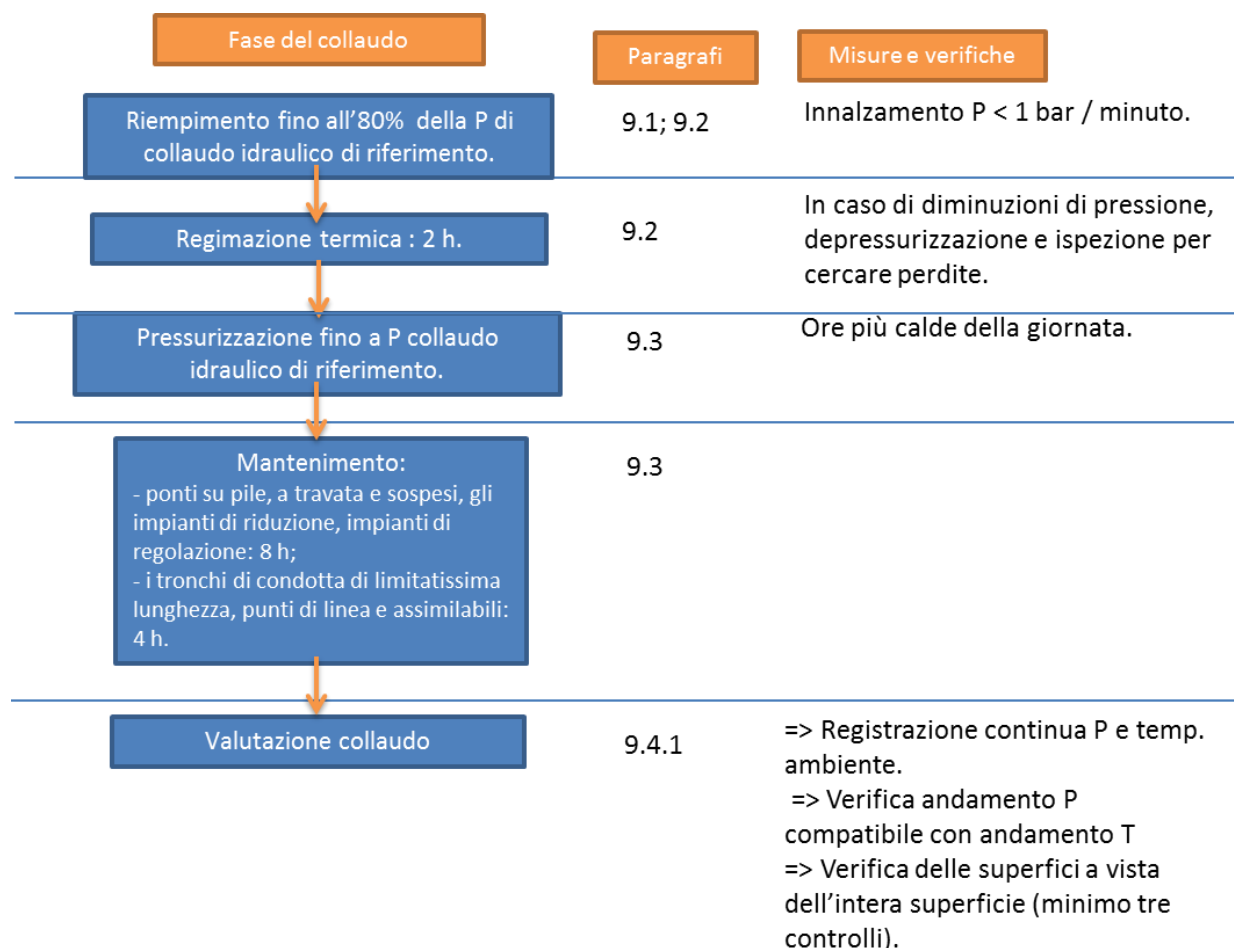


Figura 3 - Schema generale per il collaudo di impianti di piccole dimensioni ispezionabili al 100%

2.2.2. Impianti di grandi dimensioni

Ai fini della presente specifica, sono considerati impianti di grandi dimensioni:

punti di lancio e ricevimento pig;

nodi di smistamento;

terminali marini;

centrali ed impianti di riduzione di tipo HPRS.

Il collaudo idraulico di impianti di grandi dimensioni deve essere eseguito in opera e nelle condizioni di posa previste per l'impianto finito.

E' ammesso tuttavia il collaudo per sezioni separate di impianti complessi, quando questo risulti conveniente ai fini dell'eliminazione dell'aria durante il riempimento e dell'eliminazione dell'acqua nello svuotamento.

Prima del collaudo si deve verificare che gli scarichi e i drenaggi siano sufficienti a garantire un corretto riempimento e svuotamento dell'impianto. Se necessario possono essere installati, approvati dal gestore del contratto d'appalto, punti di drenaggio per il solo collaudo idraulico, da rimuovere o sigillare terminato lo svuotamento.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

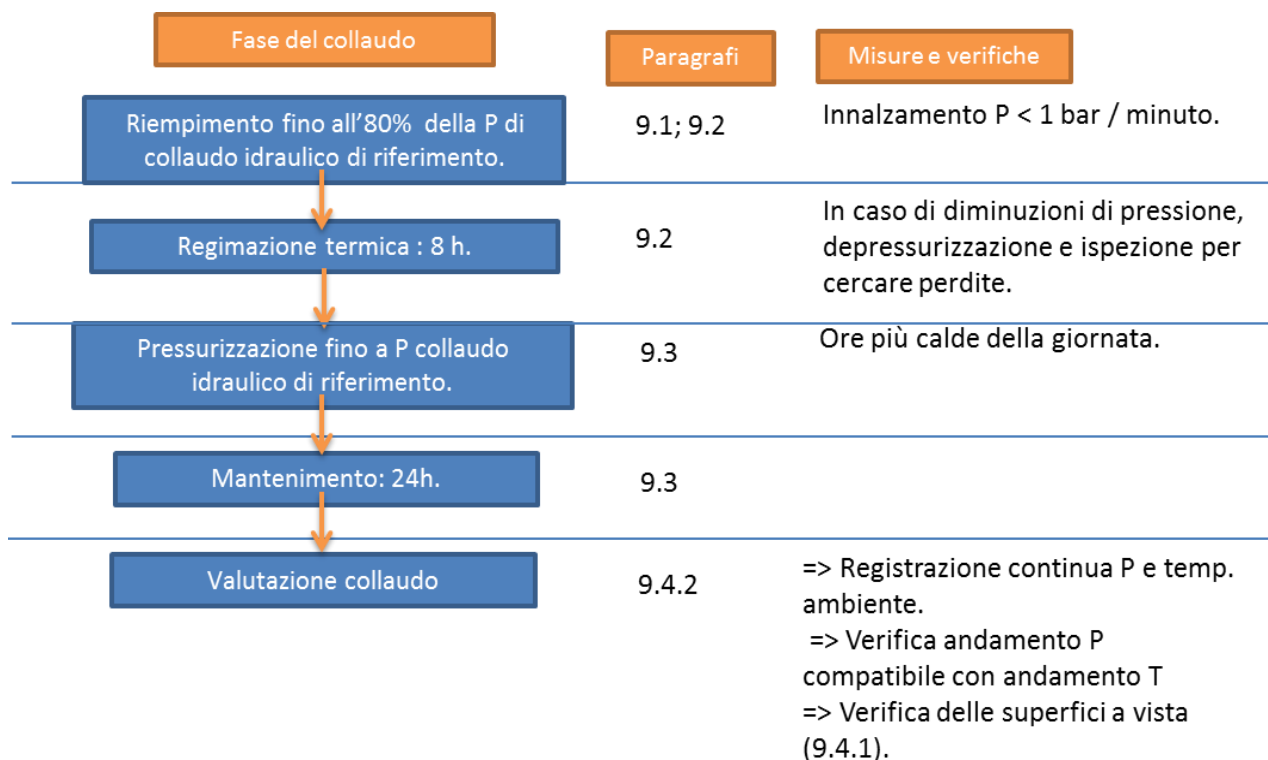


Figura 4 - Schema generale per il collaudo di impianti di grandi dimensioni

2.2.3 Esclusioni

Dall'impianto in prova devono essere esclusi:

- le valvole di regolazione, le valvole di sicurezza, gli strumenti di misura e le macchine con relative apparecchiature;
- i riscaldatori di gas (heaters) negli impianti di riduzione: vedi punto 9.5;
- le circuitazioni al servizio della strumentazione.

Dall'impianto in prova devono inoltre essere esclusi, in quanto da collaudare con criteri particolari, i seguenti circuiti:

- rete antincendio;
- rete olio lubrificante;
- rete di distribuzione aria compressa;
- rete di strumentazione pneumatica;
- rete idrica di preriscaldamento gas;
- circuito gas di alimentazione bruciatori a valle del riduttore di 1° salto;
- circuito di scarico e raccolta liquami dei filtri;
- impianto idrosanitario e di riscaldamento;
- impianto pluvirriguo.

3 Prescrizioni tecniche

In tutti i punti ove la condotta è scoperta ed in particolare in corrispondenza dei piatti di prova e della stazione di prova devono essere poste idonea segnalazione di pericolo, di divieto e nastri segnaletici bicolori secondo Norma GASD B.10.02.10 (7).

È vietata l'esecuzione di qualsiasi lavoro lungo tutto il tronco di gasdotto o lungo la sezione di impianto in prova durante l'esecuzione di pressurizzazione e collaudo.

L'area che comprende un impianto in collaudo deve essere opportunamente recintata in modo che sia impedito l'accesso agli estranei.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

3.1 Acqua di collaudo

Il mezzo di prova per i collaudi è l'acqua. L'acqua di collaudo deve essere non aggressiva, pulita e di qualità tali da minimizzare i rischi di fenomeni corrosivi all'interno della condotta o dell'impianto. Tale idoneità deve essere documentata da analisi di laboratorio attestanti la conformità delle acque alla normativa ambientale vigente.

Si deve provvedere alla individuazione del punto di prelievo dell'acqua, utilizzando sorgenti naturali, quali corsi d'acqua superficiali, bacini e pozzi, serbatoi artificiali o reti idriche disponibili in zona, nel rispetto della legislazione vigente in materia. Si devono ottenere tutti i permessi necessari per l'utilizzo dell'acqua osservando tutte le eventuali prescrizioni. Non è consentito l'utilizzo di acque reflue o derivanti da processi industriali.

L'acqua deve essere filtrata per evitare l'ingresso di corpi estranei nell'impianto in prova e nel caso di presenza di corpi solidi in sospensione (sabbia, limo ecc.) oppure nel caso di acque torbide si devono utilizzare apparati di decantazione e filtraggio (50 micron) per evitare fenomeni di sedimentazione.

L'acqua non deve permanere nella condotta o nell'impianto per un tempo superiore a 30 giorni salvo l'utilizzo di accorgimenti tali da evitare fenomeni corrosivi alla condotta.

Per l'impiego d'inibitori si devono rispettare le norme in vigore.

3.2 Piatti di prova e chiusure

I piatti di prova devono essere saldati al tronco in prova e dimensionati per una pressione di progetto almeno pari alla pressione massima di impiego alla quale è sottoposta la condotta durante la prova di collaudo idraulico.

La saldatura di collegamento al tronco in prova deve essere realizzata e controllata secondo la Specifica GASD C.05.01.00 (8).

Nel caso di collaudo di impianti, per le eventuali chiusure dei terminali flangiati devono essere utilizzate flange cieche della medesima Classe delle flange di accoppiamento.

I piatti di prova devono essere posizionati in modo che una eventuale avaria non provochi danni alle persone addette al collaudo, a terzi, a cose ed all'ambiente circostante.

Qualora, per difficoltà di posizionamento, i piatti di prova sono ubicati troppo vicino sia a strade che alla stazione di prova, i piatti di prova stessi devono essere adeguatamente contornati da apposite barriere realizzate con sacchetti di sabbia o similari.

Durante la prova di collaudo idraulico nessuna valvola del piatto di prova deve essere manovrata, per interrompere l'immissione d'acqua nel tronco in prova si deve chiudere la valvola posta in corrispondenza della pompa. Nel caso di perdite da valvole o connessioni filettate su piatto di prova gli interventi di riparazione possono essere eseguiti solo dopo depressurizzazione completa della condotta.

3.3. Testate apribili

Le testate apribili utilizzate durante le operazioni di asportazione dell'acqua residua devono essere saldate al tronco in prova e opportunamente dimensionate in funzione della pressione massima di pressurizzazione del tratto in svuotamento prevista dai programmi di svuotamento redatti in accordo al paragrafo 7.

La saldatura di collegamento al tronco in prova deve essere realizzata e controllata secondo la Specifica GASD C.05.01.00 (8).

Tappi di tenuta, quali ad esempio i tappi expander o pistoncini otturatori, non devono mai essere utilizzati con la linea o l'impianto in pressione, possono essere utilizzati solo per impedire che acqua o fango entrino nei tubi dopo lo spiazzamento dell'acqua di collaudo.

3.4 Stazione di prova

La stazione di prova, composta dagli strumenti per la misura e la registrazione della pressione e della temperatura e dalle apparecchiature utilizzate per la pressurizzazione, deve essere posta in prossimità di una estremità del tronco o dell'impianto in prova, in luogo adatto, ad adeguata distanza dal tronco in prova stesso o da eventuali parti di impianto in collaudo fuori terra.

Il personale deve agevolmente poter seguire l'andamento delle prove e, qualora non risulti possibile rispettare adeguate distanze di sicurezza, devono essere messe in atto idonee soluzioni protettive.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

La stazione di prova è collegata all'impianto in prova mediante tubazioni per il rilievo delle pressioni e per la depressurizzazione dell'impianto stesso, tutti i componenti ed i raccordi usati per l'esecuzione del collaudo devono essere idonei per la pressione massima di collaudo, devono essere adeguatamente ancorati e conformi alle normative vigenti.

3.5 Pig per il collaudo di gasdotti

3.5.1 Pig per riempimento e spazzamento dell'acqua

I pig devono essere del tipo bidirezionale a sei dischi (due di guida e quattro di tenuta). Prima di ogni inserimento si dovrà verificare che le guarnizioni siano in buono stato e che non presentino slabbature o tagli. Nei tronchi di limitata lunghezza possono essere usati tipi particolari di pig (esempio foam pig). Nei tronchi di limitatissima lunghezza il riempimento può essere effettuato senza l'utilizzo di pig.

3.5.2 Pig per l'asportazione dell'acqua residua

Si devono prevedere, per l'asportazione dell'acqua residua, passaggi di pig in materiale spugnoso con densità non superiore a 40 kg/m³ (fase finale).

Il numero di passaggi di pig sarà stabilito dall'Appaltatore.

4 Pressione di prova

Per ogni prova di collaudo idraulico è definita la pressione di riferimento di collaudo idraulico intesa come la pressione relativa da raggiungere alla stazione di prova ad inizio collaudo (paragrafo 4.1). Nel caso dei gasdotti tale pressione è funzione della quota altimetrica.

Nel caso di collaudi di impianti o di tronchi di limitata e di limitatissima lunghezza, paragrafo 4.2, sono definite le pressioni massime e minime accettabili dovute alle eventuali escursioni termiche.

4.1. Pressione di collaudo idraulico di riferimento per gasdotti

La pressione di collaudo idraulico di riferimento P_R è la pressione relativa da raggiungere alla stazione di prova ad inizio collaudo.

Nel caso di gasdotti con sezioni a quote altimetriche diverse si hanno nello stesso istante valori differenti di pressione in funzione della quota. In particolare ad inizio collaudo si distinguono:

- P_I : pressione ad inizio collaudo idraulico nella sezione a massima sollecitazione: è la pressione che si raggiunge nella sezione a quota altimetrica H_I ; tale pressione deve essere uguale al minore tra i seguenti valori [1] e [2]:

$$a) P_I = 124.7 \text{ bar} \quad [1]$$

$$b) P_I = 0.95 \cdot 20 \cdot t_m \cdot R_{t_{\min}} / D \quad [2]$$

dove:

$R_{t_{\min}}$ = carico unitario al limite di snervamento totale, minimo garantito dell'acciaio (N/mm²);

t_m = spessore minimo garantito del tubo (mm);

D = diametro nominale esterno della condotta (mm); nel caso di tubi con diametro interno "d" stabilito si assumerà $D = d + 2 \cdot t_m$

- P_2 : pressione ad inizio collaudo idraulico nella sezione a minima pressione: è la pressione che si raggiunge nella sezione a quota altimetrica massima H_2 ;
La pressione minima di collaudo idraulico per condotte di prima specie deve essere $\geq 1,3$ la pressione di progetto della condotta.
La pressione minima di collaudo idraulico per condotte di 2^a e 3^a specie deve essere ≥ 75 bar.
- P_R è la pressione relativa da raggiungere alla stazione di prova collocata a quota altimetrica H_R ad inizio collaudo. P_R è calcolabile con la [3]:



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

$$P_R = P_1 - \frac{(H_R - H_1)}{10,1972}$$

[3]

Nella formula le pressioni vanno espresse in bar, le quote in metri.

La tabella 2 indica per i gasdotti di 1^a specie, per ogni diametro e spessore, le pressioni di collaudo idraulico di riferimento e, in caso di pressione di progetto di 75bar, i massimi dislivelli ammissibili al di sopra della quota di H1 (H_2-H_1) (tali dislivelli corrispondono al max dislivello totale in collaudo quando ad H1 corrisponde la minima quota), le pressioni indicate sono da considerare valide per qualsiasi lunghezza di tratto in collaudo.

In tabella 3 si riportano per i gasdotti di 2^a e 3^a specie, le pressioni di collaudo idraulico di riferimento e i massimi dislivelli ammissibili al di sopra della quota di H1 (H_2-H_1) (tali dislivelli corrispondono al max dislivello totale in collaudo quando ad H1 corrisponde la minima quota), le pressioni indicate sono da considerare valide per qualsiasi lunghezza di tratto in collaudo.

Tabella 2

Condotte di 1ª specie con pressione massima di esercizio ≤ 75 bar.						
DN	Spessore t [mm]	P _p Precollaudo [bar]	P ₁ [H ₁] [bar]	P ₂ [H ₂ =H _{max.}] [bar]	ΔH _{max.} [H ₂ -H ₁] [m]	P _R H _R -[quota altimetrica della stazione di prova] [bar]
80÷750	4,0÷14,3	129,0	124,7	97,5	277	$P_R = P_1 - \frac{(H_R - H_1)}{10,1972}$
900	12,1	111,4	107,7		104	
	14,2	129,0	124,7		277	
	19,6					
1050	14,1	111,0	107,4		101	
	16,6	129,0	124,7		277	
	22,8					
1200	16,1	111,2	107,5		102	
	18,9	129,0	124,7		277	
	25,9					
1400	18,7	110,9	107,3		100	
	21,8	129,0	124,7		277	
	29,8					



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

Tabella 3

Condotte di 2° e 3° specie.						
DN	Spessore t [mm]	P_p Precollaudo [bar]	P_1 [H_1] [bar]	P_2 [$H_2=H_{max}$] [bar]	ΔH_{max} [H_2-H_1] [m]	P_R H_R -[quota altimetrica della stazione di prova] [bar]
300	7,1	129,0	124,7	75,0	507	$P_R = P_1 - \frac{(H_R - H_1)}{10,1972}$
350	7,9					
400	8,7					
450	7,9					
500	7,9	120,6	116,5		423	
550	8,7	120,7	116,6		424	
600	9,5	120,8	116,7		425	
650	9,5	111,5	107,8		335	
750	11,1	112,9	109,1		348	

4.2 Pressioni di collaudo idraulico di riferimento per impianti

Per il collaudo idraulico di:

impianti (di piccole e di grandi dimensioni);

tronchi di limitata e di limitatissima lunghezza;

a causa della maggior influenza sulla pressione che può essere generata dalle eventuali escursioni termiche, oltre a definire la pressione di collaudo idraulico di riferimento intesa come la pressione di inizio collaudo, è necessario verificare che durante tutto il tempo del collaudo tale pressione non oltrepassi una pressione massima e una pressione minima stabilite.

La pressione di collaudo idraulico, P_R di riferimento, la pressione $P_{max.}$ massima e la $P_{min.}$ minima di collaudo idraulico, dovute ad eventuali escursioni termiche, sono definite in tabella 4.

Tabella 4

Collaudi fuori terra con pressione massima di esercizio ≤ 75 bar.		
P_R [bar]	$P_{max.}$ [bar]	$P_{min.}$ [bar]
124,7	131,0	97,5

Per impianti con pressione di progetto maggiore di 75 bar, la pressione di collaudo idraulico di riferimento, la pressione massima e la minima di collaudo idraulico, saranno definite di volta in volta.

4.3 Rilievo della pressione

Durante il collaudo idraulico, deve essere rilevata la pressione di prova, il rilievo della pressione, deve essere eseguito, con opportuni strumenti, sia in modalità istantanea che in modalità registrata.

Per gli strumenti di misura utilizzati devono essere forniti i certificati di taratura, rilasciati da centro di taratura accreditato, attestanti che la verifica della taratura è stata eseguita non più di 12 mesi prima rispetto alla data di utilizzo.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

4.3.1 Pressioni istantanee

Sui tronchi in collaudo il rilievo della pressione istantanea, atto a produrre calcoli e diagrammi, deve essere effettuato con bilancia idrostatica a piatto rotante, idonea a fornire letture con sensibilità di almeno 0,1 bar e accuratezza di almeno $\pm 0,03\%$.

Su impianti (di piccole e di grandi dimensioni) e su condotte di limitata e di limitatissima lunghezza, il controllo delle pressioni istantanee può essere eseguito con manometro campione (Classe 0,25) conforme alle UNI EN 837-1 (9), UNI EN 837-2 (10) e UNI EN 837-3 (11). Il fondo scala del manometro deve essere tale che il valore della pressione di prova da rilevare sia compreso il 50% ed il 90% del fondo scala dello strumento.

4.3.2 Pressioni registrate

Durante le prove la pressione deve essere registrata mediante manometro registratore o trasduttore di pressione aventi una precisione pari al $\pm 1\%$ del fondo scala.

In caso di utilizzo del trasduttore la pressione deve essere acquisita con opportuna frequenza ($0,01 \div 0,1$ Hz) su supporto digitale.

In caso di utilizzo del manometro registratore, esso deve garantire le caratteristiche riportate in tabella 5.

Tabella 5

Registrazione	Continua su nastro o disco, altezza diagrammale 100 mm
Avanzamento	20 mm/h per diagrammi a nastro 7,5 gradi/h per diagrammi a disco
Campo di registrazione	Tale che la pressione registrata sia tra il 50% ed il 90% dell'ampiezza diagrammale

Su tronchi in collaudo il registratore o il trasduttore di pressione devono essere controllati mediante bilancia idrostatica a piatto rotante all'inizio delle registrazioni, nel corso ed alla fine del collaudo idraulico.

Per impianti (di piccole e di grandi dimensioni) e per tronchi di limitata e di limitatissima lunghezza il controllo del manometro registratore o del trasduttore può essere eseguito con manometro campione.

5 Temperatura di prova

Il rilievo della temperatura, durante il collaudo idraulico, deve essere eseguito, con gli opportuni strumenti, sia in modalità istantanea che in modalità registrata.

Per gli strumenti di misura utilizzati devono essere forniti i certificati di taratura, rilasciati da centro di taratura accreditato attestanti che la verifica della taratura è stata eseguita non più di 12 mesi prima rispetto alla data di utilizzo.

5.1 Rilievo della temperatura nel collaudo idraulico di tronchi di gasdotto

Sui tronchi di condotta (con esclusione dei tronchi di limitata e di limitatissima lunghezza) per la misura delle temperature deve essere prevista l'applicazione di sonde a termoresistenza, due normalmente ubicate a $200 \div 300$ m da ciascun piatto di prova ed almeno una in posizione intermedia per tronchi di lunghezza superiore ad 1 km.

Si assume come temperatura dell'acqua del tronco in prova la media delle temperature rilevate dalle sonde installate sul tubo lungo il tronco stesso.

La centralina termometrica impiegata per la rilevazione delle temperature deve essere idonea per termoresistenze al platino da 100Ω a 0°C , compensate, con le seguenti caratteristiche:

Tabella 6

Precisione	Classe A secondo Norma IEC 60751 (12)
Scala	-10 °C ÷ 40 °C
Sensibilità	± 0.2 °C

Non è ammesso modificare la lunghezza dei cavi delle sonde a termoresistenza.

5.1.1 Modalità di applicazione delle sonde termometriche sulla condotta

La guaina esterna di contatto in PVC delle sonde termometriche deve essere applicata sulla generatrice superiore della tubazione. Le superfici delle parti da unire devono essere sgrassate con opportuno solvente. Il collegamento guaina-tubo deve essere realizzato mediante l'impiego di opportuno adesivo.

A posizionamento avvenuto la sonda termometrica deve essere protetta con calotta di isolamento.

L'estremità del cavo deve essere portata ad una piantana.

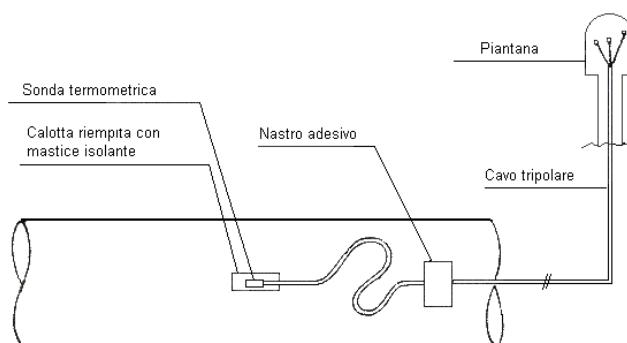


Figura 5

5.2 Rilievo della temperatura ambiente

In tutti i casi la temperatura ambiente deve essere registrata per tutta la durata del collaudo idraulico, dall'inizio del riempimento al termine dello scarico, con termometro registratore o sonda a termoresistenza con acquisizione dei dati aventi precisione $\pm 1\%$ del fondo scala e scala - 20 °C ÷ 60 °C. In caso di acquisizione dati, la frequenza di campionamento deve essere la stessa utilizzata per il campionamento della pressione. In caso di termometro registratore, esso deve avere le caratteristiche riportate in tab.7.

La sonda di rilievo della temperatura dovrà essere ubicata in zona protetta da sbalzi termici esterni.

Tabella 7

Registrazione	Registrazione, continua su nastro o disco, altezza diagrammale 100 mm
Avanzamento	20 mm/h per diagrammi a nastro 7,5 gradi/h per diagrammi a disco

5.3 Collaudo idraulico a basse temperature

Qualora si presuma che durante le prove idrauliche la temperatura ambiente possa scendere sotto 2 °C, il riempimento non deve essere eseguito se non adottando accorgimenti idonei a garantire che l'acqua di collaudo nei piatti di prova non possa scendere mai a temperature inferiori a 2°C.

Inoltre le linee di collegamento alla stazione di prova dovranno essere preventivamente riempite con idonei prodotti atti ad abbassare il punto di congelamento dell'acqua.

I piatti di prova dovranno essere opportunamente protetti e dovrà essere immesso idoneo prodotto in tutte le valvole dei piatti di prova e nelle prese di pressione.

Qualora non risultasse possibile alcun accorgimento per abbassare la temperatura di congelamento dell'acqua, il collaudo dovrà essere sospeso e l'acqua dovrà essere scaricata dalle linee di collegamento al piatto di prova.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

6 Precollaudo

Il precollaudo consiste nel collaudo di una parte limitata di gasdotto eseguito prima che lo stesso sia inserito in un tronco più ampio che è successivamente sottoposto a collaudo. La pressione di precollaudo è maggiore di quella di collaudo per quel tratto.

Devono essere sottoposti a precollaudo gli attraversamenti ferrotranviari (2.1.5) ed i tratti elencati al punto 2.1.6.

Il precollaudo idraulico di un tratto di condotta è eseguito fuori opera anche a tratti. Previa autorizzazione del gestore del contratto d'appalto, il precollaudo può essere eseguito in opera.

Sulle estremità dei tronchi devono essere applicati piatti di prova conformi a quanto indicato al punto 3.2.

La pressione di precollaudo P_p è la minore tra i seguenti valori:

- $P_p = 129.0 \text{ bar}$ [4]
- $P_p = (20 \cdot t_m \cdot R_{t_{\min}} / D) - 2 \text{ (bar)}$ [5]

dove:

$R_{t_{\min}}$ = carico unitario al limite di snervamento totale, minimo garantito dell'acciaio (N/mm^2);

t_m = spessore minimo garantito del tubo (mm);

D = diametro nominale esterno della condotta (mm); nel caso di tubi con diametro interno "d" stabilito si assumerà $D = d + 2 \cdot t_m$ [6]

Al punto 4.1 sono riportati alcuni valori di pressione di precollaudo, in tabella 2 per quanto riguarda i gasdotti 1^a, in tabella 3 relativamente a gasdotti di 2^a e 3^a specie.

La pressione di precollaudo deve essere mantenuta per almeno un'ora.

L'andamento della pressione deve essere registrato e controllato con manometro campione.

Durante la prova si deve aver cura che a causa delle variazioni di temperatura la pressione non raggiunga la pressione di snervamento. Il collaudo idraulico è considerato favorevole se la pressione non varia apprezzabilmente durante il tempo di mantenimento, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura. L'esecuzione del precollaudo deve essere verbalizzata sull'allegato A.

Per i tratti precollaudati, interrati o fuori terra, dovranno essere adottati gli stessi criteri di sicurezza dei tronchi e degli impianti di collaudo.

7 Programmi

Prima di procedere al collaudo idraulico dovranno essere redatti il programma del collaudo idraulico, il programma dello svuotamento con indicazione delle modalità di recupero e smaltimento delle acque.

7.1 Programma dei collaudi idraulici per tronchi di gasdotto

Il programma dei collaudi idraulici deve essere redatto considerando quanto dettagliato al paragrafo 8 "Collaudo idraulico di tronchi di gasdotto" e deve comprendere il profilo altimetrico longitudinale della condotta riportante:

- suddivisione della condotta in tronchi di prova considerando quanto previsto al punto 2.1;
- numerazione progressiva e volume geometrico di ogni singolo tronco;
- ubicazione dei punti di prelievo dell'acqua di collaudo;
- ubicazione delle stazioni di prova;
- ubicazione delle sonde termometriche (esclusivamente per i tronchi di condotta).

Per ogni tronco in prova deve essere compilata una scheda riepilogativa (allegato E) riportante tutti gli elementi inerenti l'esecuzione dei collaudi e degli svuotamenti.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

7.2 Programma dei collaudi idraulici per impianti

Il programma del collaudo idraulico deve essere redatto considerando quanto dettagliato al paragrafo 9 "Collaudo idraulico di impianti" e deve comprendere:

- il disegno di riferimento dell'impianto con indicato l'ubicazione dei piatti di prova o chiusure, la stazione di prova, il punto di riempimento, la pressurizzazione, i punti di scarico dell'aria e dell'acqua;
- eventuale assemblaggio per il collaudo contemporaneo di impianti di piccole dimensioni;
- la documentazione di progetto, la documentazione relativa alle circuitazioni ausiliarie necessarie per l'esecuzione dei collaudi;
- punto di prelievo dell'acqua e descrizione dell'eventuale apparato di filtraggio;
- modalità di riempimento, di pressurizzazione e di depressurizzazione dell'impianto.
- quadro riepilogativo dei collaudi idraulici.
- devono essere inoltre indicati i dati previsti al punto 5 (attrezzature) dell'allegato E.

7.3 Programma degli svuotamenti e modalità di recupero e di smaltimento dell'acqua di collaudo

7.3.1 Spiazzamento dell'acqua di collaudo nei tronchi in collaudo idraulico

Il programma di svuotamento dei tronchi di gasdotto con indicazione delle modalità di recupero e smaltimento delle acque deve essere redatto considerando quanto dettagliato ai paragrafi:

- 8.6 "Svuotamento";
- 8.6.1 "Spiazzamento dell'acqua di collaudo";
- 8.6.2 "Asportazione dell'acqua residua";
- 8.6.3 "Valutazione dello svuotamento".

Il programma di spiazzamento dell'acqua di collaudo deve comprendere:

- a) il profilo altimetrico longitudinale della condotta riportante;
 - l'ubicazione del piatto di prova di scarico per ciascun tronco;
 - l'indicazione se trattasi di travaso nel tronco di condotta adiacente;
 - il valore e le modalità di controllo della pressione di svuotamento da mantenere, per ciascun tronco, nel piatto di prova di scarico nel caso in cui la posizione del pig non sia monitorata;
 - i valori e le modalità di controllo della pressione di svuotamento da mantenere, per ciascun tronco, nel piatto di prova di scarico e le modalità di controllo della posizione del pig nel caso in cui ne sia previsto il monitoraggio;
- b) il tipo dei compressori da impiegare, loro portata e pressione di targa;
- c) l'indicazione sulle modalità di recupero e smaltimento dell'acqua di collaudo.

7.3.2 Asportazione dell'acqua residua

Il programma per l'asportazione dell'acqua residua dovrà comprendere:

- a) il profilo altimetrico longitudinale della condotta riportante;
 - l'ubicazione delle testate apribili da inserire dopo lo spiazzamento dell'acqua di collaudo;
 - i collegamenti da eseguire;
 - la lunghezza dei tratti da collegare;
- b) il tipo dei compressori da impiegare, la loro portata e pressione di targa;
- c) i tipi di pig da impiegare ed il loro numero disponibile;
- d) l'indicazione sulle modalità di recupero e di smaltimento dell'acqua di collaudo.

7.3.3 Svuotamento e modalità di recupero e smaltimento dell'acqua per collaudi di impianti

Il programma di svuotamento degli impianti con indicazione delle modalità di recupero e smaltimento delle acque deve essere redatto considerando quanto dettagliato al paragrafo 9.6 "Modalità di svuotamento di impianti".

Il programma di svuotamento dovrà comprendere:

- le modalità di recupero dell'acqua dall'impianto con particolare riguardo alle tecniche previste per il recupero dell'acqua su parti di impianto nelle quali l'acqua possa rimanere depositata;
- la sequenza operativa da utilizzare durante i soffiaggi nel caso di impianti di grandi dimensioni con l'indicazione delle caratteristiche dei compressori da utilizzare;



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

- l'indicazione sulle modalità di recupero e smaltimento dell'acqua di collaudo che devono essere effettuate secondo le prescrizioni legislative in vigore;
- le modalità per il taglio dei piatti di prova.

8 Collaudo idraulico di tronchi di gasdotto

Si descrivono di seguito le modalità per il riempimento, la regimazione termica, la pressurizzazione, il mantenimento e la valutazione del collaudo idraulico di tronchi di gasdotto e di tronchi di limitata lunghezza. Nel caso di tronchi di limitatissima lunghezza, così come definiti al paragrafo 2.1.2 le modalità di riempimento, regimazione, pressurizzazione e valutazione del collaudo sono quelle indicate al paragrafo 9 per il caso di collaudo idraulico di impianti di piccole dimensioni.

8.1 Riempimento

La fase di riempimento deve essere effettuata mediante l'impiego di due pig con le caratteristiche indicate al punto 3.5.1. I pig saranno separati da una distanza pari a circa 1/10 della lunghezza del tronco in prova.

La pompa utilizzata per la fase di riempimento deve essere alimentata con un battente di almeno due metri di colonna d'acqua ed avere una portata costante tale da consentire un avanzamento del pig con una velocità compresa tra 0.2 e 2 km/h. Lo scarico dell'aria al piatto di prova terminale deve essere regolato in modo da mantenere una contropressione costante pari ad almeno l'equivalente del massimo battente idraulico relativo al tratto con maggior dislivello in discesa presente nel tronco in prova.

In tutti i casi, tale contro pressione di scarico non dovrà essere comunque inferiore a 2 bar.

Durante il riempimento devono essere prese tutte le precauzioni atte a garantire che non venga immessa aria nel tronco di prova.

Qualora sia previsto l'inserimento nel tronco di prova di punti di intercettazione, tutte le valvole di linea devono essere portate in posizione di completa apertura e tutte le altre in posizione di completa chiusura.

Durante il riempimento, nella fase compresa tra il lancio ed il ricevimento del secondo pig, può essere misurata la quantità di acqua immessa per ottenere una prima valutazione della quantità di aria rimasta nel tronco in prova.

Nei calcoli deve sempre essere utilizzata la quantità dedotta dal volume geometrico del tronco di prova, non sono considerati i volumi di acqua misurati con il contatore volumetrico.

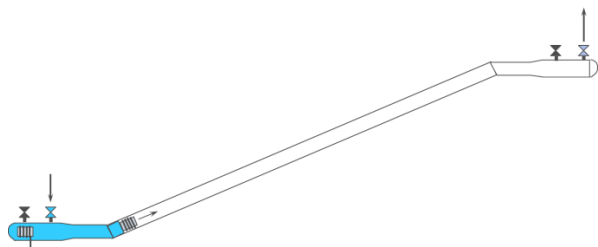


Figura 6 – Riempimento, lancio primo pig

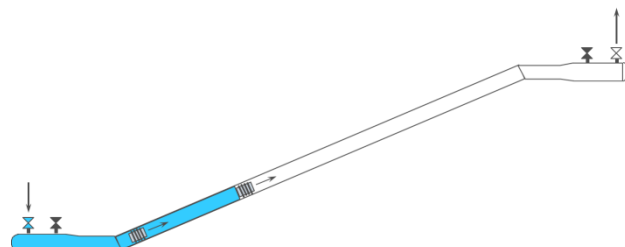


Figura 7 – Riempimento, lancio secondo pig

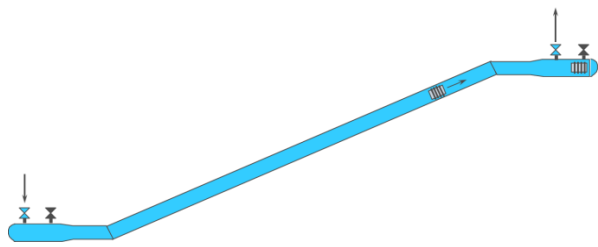


Figura 8 – Riempimento, arrivo primo pig

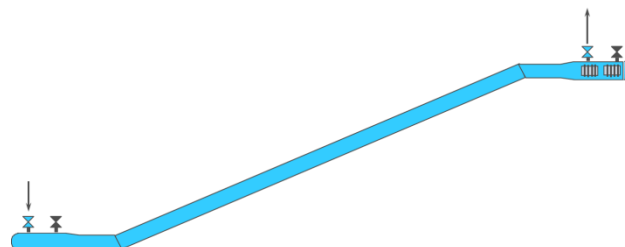


Figura 9 – Riempimento, arrivo secondo pig

8.2 Regimazione termica

La fase di regimazione termica deve aver inizio dopo essersi assicurati che al termine del riempimento, nella sezione più alta del tronco in prova la pressione sia almeno 1 bar.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

La durata della fase di regimazione termica deve essere di almeno 24 ore.

Durante la fase di regimazione devono essere effettuate almeno tre letture di temperatura delle sonde, ragionevolmente intervallate. In tal caso si considererà raggiunta la regimazione termica quando le medie delle ultime due letture, intervallate di almeno quattro ore, non differiranno per più di 1 °C.

8.2.1 Regimazione termica di tronchi di limitata lunghezza

Nel caso di tronchi di limitata lunghezza la regimazione termica si considera raggiunta dopo 2 ore.

8.3 Pressurizzazione

La pressurizzazione deve aver inizio a regimazione termica avvenuta.

Qualora nel tronco in prova siano compresi punti di intercettazione, tutte le valvole in essi inserite devono essere poste in posizione di parziale apertura (circa 45°), in modo da poter procedere al riempimento delle circuitazioni di by-pass. Dal circuito di by-pass, del punto di intercettazione, deve essere scaricata completamente l'aria presente, tramite le valvole per prese ausiliarie poste nei punti più alti, anche appositamente inserite; si deve inoltre provvedere allo spurgo dell'aria dai corpi delle valvole a sfera.

L'effettuazione delle manovre sopra descritte deve essere riportata fra le note del rapporto della prova di collaudo idraulico.

8.3.1 Pressurizzazione delle condotte

La pressurizzazione del tronco deve essere eseguita con pompe con portata tale da consentire di non avere un innalzamento della pressione superiore a 3 bar per ogni minuto.

Prima dell'inizio delle prove deve essere tracciato il diagramma teorico di pressurizzazione, avente in ordinate le pressioni, in bar, ed in ascisse i volumi teorici calcolati come indicato al punto 8.7.2.

In alternativa può essere elaborata una tabella riportante le stesse variabili.

Durante la fase di pressurizzazione deve essere costruito per punti il diagramma effettivo di pressurizzazione, sul medesimo foglio di quello teorico, utilizzando per la pressione i valori letti alla bilancia idrostatica e per i volumi quelli misurati dal contatore volumetrico.

In alternativa i dati possono essere riportati a fianco della tabella di cui al punto precedente.

La quantità d'acqua immessa nel tronco in prova, durante le fasi di pressurizzazione, deve essere misurata mediante contatore volumetrico alimentato con un battente di almeno due metri di colonna di acqua.

Il contatore volumetrico deve avere la precisione di misura $\pm 2\%$ e deve essere provvisto di certificato di taratura rilasciato da centro di taratura accreditato attestanti che la verifica della taratura è stata eseguita non più di 12 mesi prima rispetto alla data di utilizzo.

8.3.2 Verifica della presenza di aria nel tronco in prova

La verifica della quantità di aria rimasta nel tronco deve essere eseguita partendo con una pressione di almeno 5 bar nel punto più alto della condotta fino ad una pressione pari al 70% della pressione di collaudo idraulico di riferimento.

Il diagramma pressione-volume deve essere costruito per punti aventi intervalli massimi di 5 bar.

E' tollerata una presenza d'aria del 2% calcolata come indicato nella sezione 8.7.4. Se tale ipotesi è verificata si procede alla pressurizzazione fino al valore stabilito di pressione di collaudo idraulico di riferimento. Qualora il quantitativo di aria risultasse maggiore al massimo ammesso, il tronco in prova deve essere depressurizzato fino a 5 bar e la fase deve essere ripetuta.

Se al termine della seconda verifica la presenza d'aria risultasse ancora superiore ai limiti stabiliti si deve procedere ad un nuovo riempimento di cui al punto 8.1, si devono, di conseguenza ripetere le fasi di regimazione termica di cui al punto 8.2 per poter ripetere la prova.

8.3.3 Pressurizzazione di tronchi di limitata lunghezza

Nel caso di condotte di limitata lunghezza, a regimazione termica avvenuta la condotta deve essere direttamente pressurizzata fino al 100% della pressione di collaudo di riferimento. La fase di pressurizzazione deve essere fatta nelle ore tendenzialmente più calde della giornata.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

8.4 Mantenimento alla pressione di collaudo idraulico di riferimento

Raggiunta la pressione di collaudo idraulico di riferimento, la pressione nel tronco in prova deve essere controllata per almeno un'ora al fine di stabilizzare la pressione stessa.

Dopo avere stabilizzato la pressione al valore di riferimento, ha inizio la fase di collaudo idraulico che deve avere una durata minima di 48 ore.

Durante tale periodo saranno registrate la pressione e la temperatura ambiente.

Inoltre devono essere effettuate misure istantanee di temperatura su tutte le sonde e di pressione alla bilancia idrostatica, all'inizio del collaudo idraulico, ogni 8 ore ed al termine dello stesso.

8.4.1 Mantenimento della pressione di riferimento di tronchi di limitata lunghezza

La fase di collaudo idraulico deve avere una durata minima di 48 ore.

Durante tale periodo saranno registrate la pressione e la temperatura ambiente.

8.5 Valutazione del collaudo idraulico

Il collaudo idraulico deve essere considerato favorevole se la pressione si è mantenuta costante tenuto conto dell'effetto delle variazioni di temperatura.

Per fare tale verifica si deve procedere al calcolo della variazione di volume per effetto della variazione di pressione e temperatura intercorrenti tra l'inizio e la fine del collaudo come riportato al punto 8.7.3 utilizzando le letture di pressione istantanee ottenute dalla bilancia idrostatica e le letture di temperatura istantanee ottenute dalla centralina di lettura della sonde a termoresistenza; il collaudo idraulico deve essere considerato favorevole se tale variazione di volume sarà inferiore o uguale ai limiti fissati nella tabella riportata in appendice 3.

In caso di esito dubbio, la prova deve essere prolungata di 24 ore.

8.5.1 Valutazione del collaudo di tronchi di limitata lunghezza

Il collaudo idraulico deve essere considerato favorevole se la pressione si è mantenuta costante tenuto conto dell'effetto delle variazioni di temperatura. Pertanto nel caso di condotte di limitata lunghezza il collaudo deve essere considerato favorevole se per tutta la durata del collaudo l'andamento della pressione risulta essere compatibile con l'andamento della temperatura registrato dal manotermografo o dagli idonei sistemi di acquisizione dei dati.

8.6 Svuotamento

8.6.1 Spiazzamento dell'acqua di collaudo

Al termine del collaudo idraulico il tronco in prova deve essere depressurizzato scaricando acqua nella quantità necessaria ad ottenere la pressione di svuotamento al piatto di prova allo scarico.

Il recupero e lo smaltimento di eventuali residui deve essere effettuato secondo le prescrizioni legislative in vigore in tema di rifiuti.

Lo scarico della pressione e lo svuotamento dell'acqua di collaudo devono avvenire senza arrecare danni alle persone ed alle cose e all'ambiente.

L'acqua deve essere convogliata lungo percorsi preventivamente predisposti.

La pressione di svuotamento deve essere pari al battente idraulico insistente sul piatto di prova allo scarico aumentata di 2 bar; la stessa deve essere mantenuta costante per tutta la durata della fase di spiazzamento dell'acqua di collaudo.

Lo spiazzamento dell'acqua deve essere effettuato per ciascun tronco in prova in senso opposto al riempimento, dopo aver completamente aperto le valvole di linea eventualmente presenti nel tronco, e chiuse quelle di by-pass, spingendo ad aria uno dei due pig impiegati per il riempimento.

Una volta che il primo pig è giunto nel piatto di prova allo scarico, la condotta deve essere depressurizzata, scaricando aria alla stazione di prova, fino ad una pressione non inferiore a 2 bar.

Deve essere quindi spinto, sempre ad aria, il secondo pig fino al piatto di prova allo scarico mantenendo costante la contro pressione non inferiore a 2 bar.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

Al termine di questa fase devono essere effettuati con condotta in pressione gli opportuni spurghi dei corpi valvola e del by-pass degli eventuali punti di intercettazione presenti nel tronco in prova. Al termine dello spurgo, le valvole di by-pass in ogni punto di intercettazione devono essere completamente chiuse.

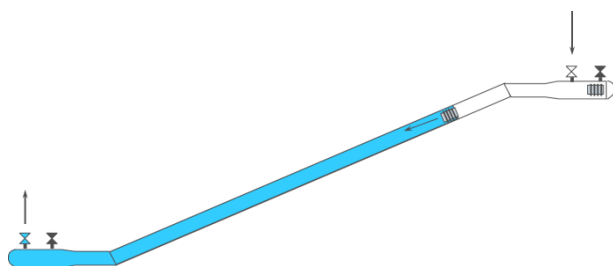


Figura 10 – Svuotamento, lancio primo pig

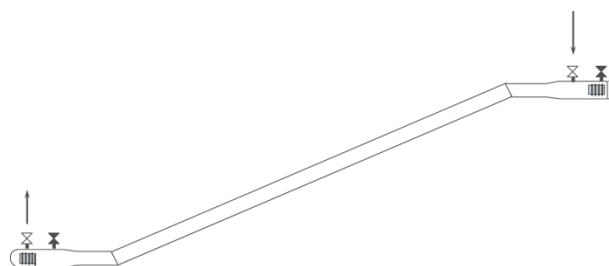


Figura 11 – Svuotamento, arrivo primo pig

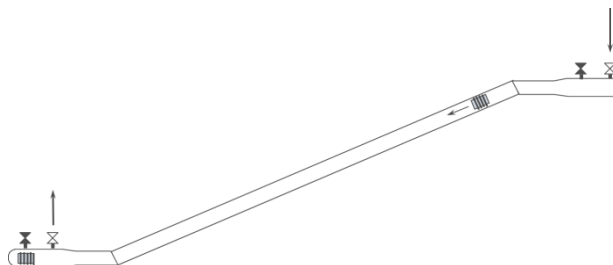


Figura 12 – Svuotamento, lancio secondo pig

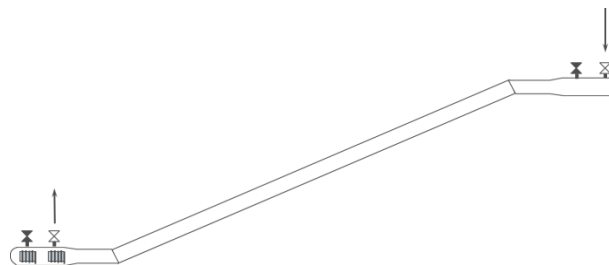


Figura 13 – Svuotamento, arrivo secondo pig

8.6.2 Asportazione dell'acqua residua

Il tronco deve essere quindi completamente depressurizzato ed i piatti di prova devono essere sostituiti con le testate apribili.

Qualora le testate apribili non dovessero essere saldate subito dopo il taglio dei piatti di prova, le estremità del tronco devono essere sigillate in modo da impedire l'ingresso nella condotta di acqua e di corpi estranei.

Si deve quindi far passare, spinti ad aria e nella direzione dei precedenti, almeno altri due pig con caratteristiche indicate al punto 3.5.2.

La portata e la pressione di mandata dei compressori d'aria devono essere tali da assicurare una velocità costante dei pig compresa tra 1 e 3 Km/h.

Ulteriori passaggi di pig devono essere effettuati, sempre nella medesima direzione, fintanto che l'ultimo pig spugnoso sarà estratto asciutto dalla testata terminale.

Quando le condizioni operative lo suggeriscono è possibile assiemare più tronchi in prova.

Ultimata questa fase devono essere effettuati, con condotta in pressione, gli opportuni spurghi dei corpi valvola degli eventuali punti di intercettazione presenti nel tronco in prova.

Al termine delle operazioni le estremità dei tronchi devono essere sigillate in modo da impedire l'ingresso nella condotta di acqua e di corpi estranei.

8.6.3 Valutazione dello svuotamento

Lo svuotamento deve essere considerato favorevole quando dopo il passaggio del pig spugnoso di verifica non si rileva presenza d'acqua.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

8.7 Calcoli

8.7.1 Quantità teorica d'acqua di riempimento

La quantità teorica d'acqua di riempimento necessaria a riempire il tronco in prova deve essere dedotta dal volume geometrico del tronco stesso.

8.7.2 Quantità teorica d'acqua di pressurizzazione

La quantità teorica d'acqua di pressurizzazione deve essere calcolata con la seguente espressione:

$$\Delta V = (0.884 \text{ ri}/t + A) * V/1000 * \Delta P * K' \text{ (dm}^3\text{)} [7]$$

dove:

ΔV = quantità d'acqua necessaria ad innalzare la pressione del tronco in prova di ΔP (dm³);

V = volume geometrico del tronco in prova (m³);

ΔP = innalzamento della pressione (bar);

$0.884 = 0.884 \text{ bar}^{-1} * 10^{-6}$;

ri = raggio interno nominale della tubazione (mm);

t = spessore nominale della tubazione (mm);

A = valore della comprimibilità isoterma media dell'acqua alla temperatura di pressurizzazione e nell'intervallo ΔP (vedi appendice 1) ($\text{bar}^{-1} * 10^{-6}$);

K' = coefficiente adimensionale che per tubazioni saldate vale 1.02 e per tubazioni senza saldatura vale 1.

8.7.3 Variazione di volume in funzione delle variazioni di pressione e temperatura

La variazione di volume dovuta alla variazione della temperatura e della pressione deve essere calcolata con la seguente espressione:

$$\Delta V = [(0.884 * \text{ri}/t + A1) * \Delta P - B\Delta\theta] * V/1000 * K' \quad [8]$$

dove:

ΔV = variazione di volume conseguente alla variazione di pressione e temperatura (dm³);

$\Delta\theta$ = differenza tra la temperatura dell'acqua all'inizio ed al termine del collaudo (°C);

ΔP = variazione di pressione tra l'inizio ed il termine del collaudo;

$A1$ = valore della comprimibilità isoterma dell'acqua valutata alla pressione e temperatura di fine collaudo - ($\text{bar}^{-1} * 10^{-6}$) (vedi appendice 1);

B = differenza tra il valore del coefficiente di dilatazione termica dell'acqua e quello dell'acciaio, valutata alla pressione e temperatura di fine collaudo ($^{\circ}\text{C}^{-1} * 10^{-6}$) (vedi appendice 2);

V = volume geometrico del tronco in prova (m³);

$0.884 = 0.884 \text{ bar}^{-1} * 10^{-6}$;

ri = raggio interno nominale della tubazione (mm);

t = spessore nominale della tubazione (mm);

K' = coefficiente adimensionale che per tubazioni saldate vale 1.02 e per tubazioni senza saldatura vale 1.

8.7.4 Quantità d'aria rimasta nel tronco

Il valore del volume d'aria rimasta nel tronco in prova al termine del riempimento deve essere calcolato con la seguente espressione:

$$X \% = (P2 * P1) / (P2 - P1) * (\Delta V - \Delta V_t * (P2 - P1)) * 100 / V \quad [9]$$

dove:

$X \%$ = percentuale d'aria in volume presente nel tronco;

V = volume geometrico del tronco (dm³);



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

ΔV_t = volume teorico d'acqua da immettere nel tronco per innalzare la pressione di 1 bar in assenza d'aria (dm^3) calcolato come indicato al punto 8.7.2 e assumendo un fattore A riferito ad un valore di pressione intermedio tra P_1 e P_2 ;

ΔV = volume d'acqua immesso nel tronco per innalzare la pressione da P_1 a P_2 (dm^3);

P_1 = pressione assoluta iniziale della parte più bassa del tronco in prova per la verifica della percentuale d'aria (bara);

P_2 = pressione assoluta finale della parte più bassa del tronco in prova per la verifica della percentuale d'aria (bara).

9 Collaudo idraulico di impianti

9.1 Riempimento

La fase di riempimento deve essere effettuata se possibile dal punto più basso e con modalità tali da eliminare l'aria dall'impianto in prova.

Le valvole di intercettazione presenti nell'impianto dovranno essere portate in posizione di semi chiusura.

Durante il riempimento deve essere effettuato lo spurgo delle valvole e da tutti i punti di possibile scarico, quali connessioni flangiate cieche, tappi di spurgo e raccordi.

Al termine dello spurgo tutti i punti di scarico devono essere chiusi con tappi o flange.

9.2 Pressurizzazione e regimazione termica

Dopo la fase di riempimento l'impianto in prova deve essere pressurizzato all'80% della pressione di collaudo idraulico di riferimento. Le pompe da utilizzare per la pressurizzazione di impianti fuori terra devono avere portata tale da non consentire un innalzamento della pressione superiore a 1 bar per ogni minuto.

Raggiunta tale pressione sarà chiusa la valvola della pompa e si deve dare inizio alla regimazione termica.

La durata della regimazione termica è di:

- almeno 2 ore sugli impianti di piccole dimensioni;
- almeno 8 ore sugli impianti di grandi dimensioni.

Ove, a causa di diminuzione della pressione non giustificata, si rendesse necessaria un'ispezione per la verifica di perdite, la condotta deve essere depressurizzata.

Interventi per eliminazione di perdite devono essere eseguiti con l'impianto completamente depressurizzato.

9.3 Mantenimento della pressione di collaudo idraulico

La prova a pressione deve avere inizio a regimazione termica avvenuta.

L'impianto in prova deve essere portato alla pressione di riferimento di collaudo idraulico stabilita. La fase di pressurizzazione deve essere fatta nelle ore tendenzialmente più calde della giornata.

La durata del collaudo idraulico è di 24 ore per gli impianti di grandi dimensioni.

Per impianti di piccole dimensioni, per i quali la tubazione può essere controllata visivamente al 100%, la durata del collaudo è di:

- per ponti su pile, a travata e sospesi, 8 ore;
- per gli impianti di riduzione e per gli impianti di regolazione, 8 ore;
- per i tronchi di condotta di limitatissima lunghezza, 4 ore.
- punti di linea e assimilabili, 4 ore.

Durante la prova si deve registrare l'andamento della pressione e della temperatura ambiente.

Durante la prova si deve verificare che la pressione, a causa della variazione della temperatura, non superi quella massima di collaudo. In tal caso deve essere scaricata acqua fino a raggiungere la pressione di collaudo di riferimento, la prova non è considerata interrotta ed inoltre sul rapporto di collaudo idraulico e sul certificato di collaudo idraulico deve essere indicato che in relazione all'aumento della temperatura, la pressione è stata abbassata per non superare la pressione massima di collaudo.

Nel caso di diminuzione della pressione a valori inferiori a quelli della pressione minima di collaudo deve essere ripristinata la pressione di collaudo di riferimento e la prova ripetuta.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

Al termine della prova, la pressione deve essere riportata alla pressione di progetto e ove possibile dovranno essere ispezionati alla ricerca di perdite:

- l'intera superficie accessibile, sugli impianti fuori terra o su gli impianti che non sono stati interrati per l'esecuzione della prova;
- le parti di impianto poste fuori terra, sugli impianti per i quali la prova è eseguita nelle condizioni di posa previste.

Sul rapporto di collaudo idraulico e sul certificato di collaudo idraulico deve essere riportata la dichiarazione che le superfici accuratamente ispezionate non presentano indicazioni di perdita.

9.4 Valutazione della prova a pressione

9.4.1 Impianti di limitate dimensioni ispezionabili al 100%

La prova a pressione deve essere considerata favorevole se la pressione si è mantenuta, compatibilmente con le variazioni di temperatura, tra la pressione minima di collaudo e la pressione massima di collaudo e se le superfici esaminate non presentano in alcun punto indicazioni di perdita. A tal fine al termine della prova, la pressione deve essere riportata alla pressione di progetto e l'intera superficie dell'impianto, sottoposto a collaudo idraulico, deve essere ispezionata alla ricerca di perdite.

9.4.2 Impianti di grandi dimensioni

Nel caso di impianti di grandi dimensioni il collaudo deve essere considerato favorevole se la pressione (sempre compresa nell'intervallo tra la pressione massima e minima di collaudo) presenta nel tempo un andamento compatibile con l'andamento della temperatura ambiente registrate dal manotermografo o dagli idonei sistemi di acquisizione dei dati. Inoltre le superfici a vista dell'impianto esaminate come descritto al punto 9.4.1 non devono presentare in alcun punto indicazioni di perdita.

9.5 Collaudo idraulico circuito gas di preriscaldamento

La condotta di alimentazione caldaie è costituita da:

- un tratto di monte (da presa su impianto a valvola di regolazione di primo salto) che è soggetto alla pressione massima di esercizio dell'impianto;
- tratto compreso tra la valvola di regolazione di primo salto e la valvola di regolazione di secondo salto (un comprendente una valvola di sicurezza) per il quale la pressione è di 1,25 bar;
- il tratto di valle della valvola di secondo salto per la quale è previsto una pressione di 17 mbar.

I tubi ed i raccordi utilizzati per la costruzione della condotta di alimentazione (valvole di regolazione e di sicurezza escluse) sono quelli previsti per impianti con pressione massima di esercizio (MOP) di 75 bar.

Per il tratto di monte vale la stessa pressione di collaudo prevista per l'impianto. Il tratto a valle del riduttore di primo salto dovrà essere collaudato ad una pressione minima di 2 bar per almeno 4 ore. Trattandosi di prova di tenuta questa potrà essere eseguita anche utilizzando aria o gas naturale.

9.6 Modalità di svuotamento di impianti

Al termine delle prove a pressione l'impianto deve essere depressurizzato, l'acqua deve essere totalmente evacuata dai drenaggi appositamente predisposti nei punti più bassi o da altri punti mediante l'utilizzo di idonee attrezzature per l'aspirazione dell'acqua, secondo quanto previsto nel programma di svuotamento e comunque convogliata in modo tale da non arrecare danni alle persone ed alle cose.

L'acqua deve essere convogliata lungo percorsi preventivamente predisposti.

Dopo il primo svuotamento dell'acqua di collaudo, sugli impianti di piccole dimensioni devono essere eseguite almeno 5 operazioni di pressurizzazione e scarico con aria partendo da una pressione non inferiore a 7 bar e scaricando in sequenza da diversi punti dell'impianto in modo da convogliare eventuali residui d'acqua verso punti della condotta provvisti di punti di drenaggio.

In impianti di grandi dimensioni in ragione del grosso volume a disposizione si deve prevedere una serie di pressurizzazioni a valori di pressione di 25 - 30 bar e successivo soffiaggio della tubazione facendo defluire l'acqua verso punti di drenaggio predisposti; ciò secondo una sequenza stabilita in modo da sottoporre a soffiaggio in modo separato linee in parallelo o diverse sezioni di impianto.



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

Le operazioni devono essere effettuate ad intervalli di almeno 30 minuti.

Prima di procedere allo scarico della pressione si dovranno spurgare i corpi valvola muniti di spurgo.

Lo svuotamento deve essere considerato soddisfacente quando durante le operazioni di scarico, dagli scarichi e dai drenaggi fuoriesce aria senza presenza di impurità e senza presenza di acqua nebulizzata.

In caso di dubbi l'accettazione dello svuotamento può essere subordinata all'esecuzione, ove possibile, di un'ispezione all'interno della condotta con telecamera teleguidata, nei tratti ritenuti più critici.

10 Rapporti e Certificati

L'Appaltatore, in relazione alle caratteristiche della condotta e/o degli impianti, ed immediatamente dopo l'esecuzione della prova, deve provvedere alla redazione dei rapporti e dei certificati di collaudo.

Insieme all'ultimo collaudo il Supervisore Lavori deve consegnare inoltre al Committente il quadro di unione di tutti i collaudi idraulici eseguiti.

10.1 Rapporti e Certificati per il Collaudo idraulico di tronchi di gasdotto

Per i tronchi di limitata e limitatissima lunghezza, sono da utilizzare i moduli al punto 10.2 "Rapporti e Certificati per il collaudo idraulico di impianti".

In relazione alla tipologia della prova i documenti da compilare sono i seguenti:

Precollaudo idraulico, "RAPPORTO DI PRECOLLAUDO IDRAULICO" vedi allegato A, firmato dall'Appaltatore e dalla Direzione lavori;

Collaudo idraulico, "RAPPORTO SUL COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO" vedi allegato B; firmato dall'Appaltatore e dalla Direzione lavori;

Certificato di collaudo idraulico, "CERTIFICATO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO" riportato nell'allegato C, firmato dall'Appaltatore e dalla Direzione lavori;

Rapporto di svuotamento, "RAPPORTO DI SVUOTAMENTO-TRONCHI di GASDOTTO" riportato nell'allegato D, firmato dall'Appaltatore e dalla Direzione lavori.

10.2 Rapporti e Certificati per il Collaudo idraulico di impianti

Al termine di ogni collaudo idraulico dovranno essere redatti i seguenti documenti:

Rapporto di collaudo idraulico, "RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-IMPIANTI", allegato B1 per gli impianti di piccole dimensioni e grandi dimensioni, firmato dall'Appaltatore e dalla Direzione lavori;

Certificato di collaudo idraulico relativo ad impianti di piccole e grandi dimensioni, "CERTIFICATO DI COLLAUDO-IMPIANTI", allegato C1, firmato dall'Appaltatore e dalla Direzione Lavori;

Rapporto di svuotamento, "RAPPORTO DI SVUOTAMENTO-IMPIANTI" allegato D1, firmato dall'Appaltatore e dalla Direzioni lavori.

Per gli impianti di grandi dimensioni, al termine dei collaudi idraulici, deve essere compilato un quadro d'unione, ove diverse sezioni di impianto siano state collaudate separatamente.

10.3 Registrazioni

Al Certificato di prova relativo al collaudo eseguito deve essere allegato il diagramma registrato.

Sul diagramma del collaudo idraulico devono essere riportati:

- i dati identificativi dell'impianto e della sezione;



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

- n° del certificato di collaudo idraulico;
- pressione iniziale;
- pressione finale;
- firma dell'Appaltatore e della Direzioni lavori.

11 Documenti di riferimento

1. Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densita' non superiore a 0,8. D.M. 17/04/2008.
2. Trasporto e distribuzione di gas - Condotte per pressione massima di esercizio maggiore di 16 bar - Requisiti funzionali. UNI EN 1594.
3. Infrastrutture del gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar - Parte 1: Raccomandazioni funzionali generali. UNI EN 12007-1.
4. Trasporto e distribuzione di gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar - Raccomandazioni funzionali specifiche per condotte di acciaio. UNI EN 12007-3.
5. Infrastrutture del gas - Collaudi a pressione, procedure di messa in esercizio e di messa fuori esercizio - Requisiti funzionali. UNI EN 12327.
6. Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto. Decreto Ministeriale 4 aprile 2014.
7. SEGNALETICA DI SICUREZZA PER GASDOTTI . SRG GASD B.10.02.10.
8. SALDATURE DI LINEA E IMPIANTI SAL . SRG GASD C.05.01.00.
9. Manometri - Manometri a molla tubolare - Dimensioni, metrologia, requisiti e prove. UNI EN 837-1:.
10. Manometri - Raccomandazioni per la selezione e l'installazione dei manometri. UNI EN 837-2.
11. Manometri - Manometri a membrana e capsula - Dimensioni, metrologia, requisiti e prove. UNI EN 837-3.
12. Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors. IEC 60751 .



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

ALLEGATI

ALLEGATO A - RAPPORTO DI PRECOLLAUDO IDRAULICO
ALLEGATO B - RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO
ALLEGATO B1 - RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-IMPIANTI
ALLEGATO C - CERTIFICATO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO
ALLEGATO C1 - CERTIFICATO DI COLLAUDO-IMPIANTI
ALLEGATO D - RAPPORTO DI SVUOTAMENTO-TRONCHI di GASDOTTO
ALLEGATO D1 - RAPPORTO DI SVUOTAMENTO-IMPIANTI
ALLEGATO E - SCHEDA DEL TRONCO IN PROVA

**SNAM RETE GAS****NORMATIVA
INTERNA**

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portiere

APPROVATO

[Signature]

REV. 7

23/10/2017

ALLEGATO A - RAPPORTO DI PRECOLLAUDO IDRAULICO

RAPPORTO DI PRECOLLAUDO IDRAULICO N° (2)/.....
RELATIVO A (3)

(1)

LINEA

Tratto precollaudato..... (4)
Lunghezza del troncom da progr. km a prog. km
Pressione di progetto bar. DN
Grado di utilizzazione scelto $f =$
Spessori nominali dei tubi del troncomm, acciaio
Dislivello tra la sezione più alta e la sezione più bassa m
Dislivello tra la sezione più bassa e quella in cui si è misurata la pressione m
Pressioni nella sezione più bassa (pressione di precollaudo):bar
Pressioni misurate alla sezione in cui si è registrato la pressionebar
Regolamentazione di riferimento: DECRETO MINISTERIALE 17/04/2008

IMPIANTO

Linee(4)
Disegni di riferimento
Controllo dopo il montaggio: verbale di "Controllo dopo il montaggio" n°
Pressione di precollaudo:bar

LINEA/IMPIANTO

Estremi dell'impresa che ha eseguito i montaggi.....
Estremi dell'impresa che ha eseguito il precollaudo.....
Con il manografo (5)
installato { nelle sezioni di progr. km si è registrato l'andamento della pressione
nel punto n°
dalle ore del alle ore del
Il diagramma ottenuto è allegato al presente rapporto.
Poiché sono trascorse ore senza che la pressione, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura, sia apprezzabilmente variata, il precollaudo é considerato favorevole.
Note
.....
.....
.....

....., il

(6)

Cognome_ Nome Società Qualifica Firma

.....
.....

Pag.1/2



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

- 1) Spazio riservato per timbro della impresa che ha eseguito il precollaudo.
- 2) Numero progressivo del tratto precollaudato / numero progressivo del tronco di collaudo di cui il tratto fa parte;
Numero dell'impianto.
- 3) Denominazione del:
Metanodotto, derivazione, allacciamento, ecc. di cui il tronco collaudato fa parte;
punto di linea;
nodo di smistamento;
stazione di compressione;
ecc..
- 4) Breve descrizione del tratto precollaudato con l'indicazione dell'ubicazione geografica - località, comune, provincia;
Per gli impianti indicare l'ubicazione geografica - località, comune, provincia.
- 5) Tipo, marca, scala del manografo impiegato;
- 6) Spazio riservato agli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.



ALLEGATO B - RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO

RAPPORTO SUL COLLAUDO IDRAULICO N°/.....(2) RELATIVO A(3)		(1)		
DATI GENERALI				
Tronco collaudato (4) Lunghezza del troncom da progr. km a prog. km Pressione di progetto bar. DN Grado di utilizzazione scelto $f =$ Estremi dell'impresa che ha eseguito i montaggi..... Estremi dell'impresa che ha eseguito il collaudo idraulico.....				
PRESSURIZZAZIONE				
Volume geometrico del tronco $V =$ m^3 Stazione di prova: progressiva km quotam s.l.m. Pressione di riferimentobar Sezione più bassa del tronco: dislivello rispetto alla stazione di provam Pressione massima di collaudo:bar progressiva km Sezione più alta del tronco: dislivello rispetto alla stazione di provam Pressione minima di collaudo:bar progressiva km Regolamentazione di riferimento: DECRETO MINISTERIALE 17/04/2008				
POMPE DI RIEMPIMENTO				
Numero	Tipo	Marca	Prevalenza	Portata
Velocità di avanzamento pig: teorica km/h; effettiva km/h Battente idraulico allo scarico m Contropressione regolata allo scarico bar Regimazione termica: inizio: giorno h termine: giorno h (ove la durata della regimazione termica sia risultata inferiore a 24 ore indicare nelle note le temperature rilevate)				
Pompa di pressurizzazione: tipo Marca Prevalenza Portata Bilancia idrostatica: tipo Marca Matricola Precisione Trasmettitore: tipo Marca Matricola Precisione Contatore volumetrico: tipo Marca Matricola Precisione				
Calcolo volume aria P1bara P2bara ΔVdm ³ ΔV_t dm ³ Percentuale di aria residua =%				
Le tabelle relative a quantità di acqua/pressione compilate durante la pressurizzazione e il diagramma D pressione/volume sono allegate al presente rapporto. La pressione di collaudo di riferimento al termine della pressurizzazione è stata dibar				

Pag. 1/3



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

RAPPORTO SUL COLLAUDO IDRAULICO N°/.....(2)
RELATIVO A(3)

(1)

COLLAUDO IDRAULICO

L'andamento della pressione durante il collaudo è rappresentato nel diagramma registrato e allegato al verbale di collaudo.

Si è rilevata la pressione anche mediante bilancia idrostatica riportandone i valori nella tabella seguente.

Nella tabella sono riportati anche gli scarti della temperatura media rispetto a quella del primo giorno.

Inoltre è calcolata la variazione di volume ΔV per effetto della variazione di pressione (letta con bilancia idrostatica) e di temperatura media secondo la formula al punto 8.7.3.

Tale variazione ΔV tra inizio e fine collaudo deve essere minore o uguale al valore ΔV amm., dedotto da tabella in funzione della temperatura media rilevata dalle sonde

DATA							
ORA							
Temperatura rilevata alle sonde.	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Temperatura media.							
$\Delta\theta$							
Pressione: letta alla bilancia idrostatica.							
ΔP							
ΔV (Vedasi nota sopraindicata)							
ΔV amm.							

Con il manografo (5)

nelle sezioni di prog. km

installato

si è registrato l'andamento della pressione

nel punto n°

dalle ore del alle ore del

Il diagramma ottenuto è allegato al verbale di collaudo.

Poiché sono trascorse ore e la variazione di volume ΔV per effetto della variazione di pressione e temperatura è risultata minore o uguale dei valori ammissibili ΔV amm., il collaudo è considerato favorevole.

Le discordanze tra i valori di pressione ricavati dalla registrazione a quelli letti con la bilancia idrostatica / trasmettitore sono attribuibili a
e rientrano comunque nei limiti ammessi.

L'invito a presenziare il collaudo è stato inviato in data

al Comando dei Vigili del Fuoco di



RAPPORTO SUL COLLAUDO IDRAULICO N°/.....(2)
RELATIVO A(3)

(1)

NOTE

....., il

Cognome_

Nome

Società

Qualifica

Firma

- 1) Spazio riservato per timbro della impresa che ha eseguito il collaudo.
2) Numero progressivo del tronco collaudato / Numero dell'impianto di cui il tronco fa parte.
3) Denominazione del Metanodotto, dell'allacciamento, ecc. di cui il tronco collaudato fa parte.
4) Breve descrizione del tronco collaudato con l'indicazione del Comune in cui ha inizio il tronco e del Comune in cui ha termine il tronco;
In caso di collaudo fuori opera di barre di collegamento o di pezzi speciali indicarne la destinazione.
5) Tipo, marca, matricola, scala del manografo impiegato.
6) Spazio riservato indicazione degli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.

Pag 3/3



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Signature]

REV.

7

23/10/2017

ALLEGATO B1 - RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO-IMPIANTI

RAPPORTO DI COLLAUDO IDRAULICO N° (2)...../.....
RELATIVO A (3).....
.....

(1)

Impianto/sezione(4)
.....
Disegni di riferimento:
.....
Controllo dopo il montaggio: verbale di "Controllo dopo il montaggio" n.
Pressione di progetto bar.
Regolamentazione di riferimento...DECRETO 17 APRILE 2008Estremi dell'impresa che ha eseguito i montaggi
Estremi dell'impresa che ha eseguito il collaudoPressione di riferimento bar
Pressione massima di collaudo: bar
Pressione minima di collaudo: bar
Strumento di misura della pressione f.s. Precisione/classe
Data ultima taraturaL'andamento della pressione durante il collaudo è rappresentato nel diagramma registrato e allegato al certificato di collaudo.
Si è rilevata la pressione anche mediante manometro campione.
Pressione iniziale bar , pressione finale bar
Pressione minima rilevata bar, pressione massima rilevata bar.Con il manotermografo (5)
installato nel punto n° si è registrato l'andamento della pressione e della temperatura
ambiente dalle ore del alle ore del
Il diagramma ottenuto è allegato al certificato di collaudo.
Poiché dopoore:

- la pressione si è mantenuta entro i limiti di pressione massimi e minimi stabiliti;
- le variazioni di pressione hanno seguito l'andamento delle variazioni di temperatura ambiente;
- l'ispezione del 100% delle superfici a vista dell'impianto in prova non ha presentato in alcun punto indicazioni di perdita.

il collaudo è considerato favorevole.
Le discordanze tra i valori di pressione ricavati dalla registrazione e quelli letti il manometro campione sono attribuibili a
e rientrano comunque nei limiti ammessi.
L'invito a presenziare il collaudo è stato inviato in data
al Comando dei Vigili del Fuoco di

NOTE

Pag.1/2



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

....., il

(6)

cognome_

nome

società

qualifica

firma

- 1) Spazio riservato per timbro della impresa che ha eseguito il collaudo.
- 2) Numero del metanodotto di cui l'impianto fa parte/numero dell'impianto / numero progressivo della sezione collaudata.
- 3) Denominazione del punto di linea o dei punti di linea se è eseguito per più impianti assiemati, del nodo di smistamento, della centrale di compressione di compressione, ecc..
- 4) Indicare l'ubicazione geografica - località, comune, provincia, regione;
in caso di collaudo fuori opera di impianti o di sezioni di impianto indicarne la destinazione.
- 5) Tipo, marca, matricola, scala del manotermografo impiegato.
- 6) Spazio riservato agli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.



ALLEGATO C-CERTIFICATO DI COLLAUDO IDRAULICO-TRONCHI di GASDOTTO

CERTIFICATO DI COLLAUDO IDRAULICO N°/.....(2)
RELATIVO A(3)

(1)

DATI IDENTIFICATIVI DELL'APPALTATORE

Contratto di appalto n.
Denominazione Appaltatore

DATI TRONCO DI COLLAUDO

Tronco Collaudato..... (4)
Lunghezza del troncom da progr. km a prog. km
Pressione di progetto bar. DN
Grado di utilizzazione scelto $f =$
Spessori nominali dei tubi del troncomm, acciai
Dislivello tra la sezione più alta e la sezione più bassa m
Dislivello tra la sezione più bassa e quella in cui si è misurata la pressione m
Pressione di collaudo nella sezione più bassa:bar
Pressione misurate alla stazione di prova:bar
Regolamentazione di riferimento: DECRETO MINISTERIALE 17/04/2008

IMPIANTO INSERITO NEL TRONCO DI PROVA

Impianto..... (5) Disegni di
riferimento
Controllo dopo il montaggio: verbale di "Controllo dopo il montaggio" n°
.....
.....

LINEA

Impresa che ha eseguito il montaggio
Impresa che ha eseguito il collaudo idraulico
Con il manografo (7)
installato { nelle sezioni di progr. km
nel punto n°
dalle ore del alle ore del
si è registrato l'andamento della pressione
Il diagramma ottenuto è allegato al presente certificato.
Poiché sono trascorse ore senza che la pressione, a meno delle variazioni dovute all'influenza della
temperatura, sia apprezzabilmente variata, il collaudo idraulico è considerato favorevole.
Note
.....
.....
.....

....., il

(8)

Cognome_ Nome Società Qualifica Firma

Pag. 1/2



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

- 1) Timbro dell'impresa che ha eseguito il collaudo.
- 2) Numero progressivo del tronco collaudato;
Numero del metanodotto di cui il tronco fa parte;
Numero dell'impianto.
- 3) Denominazione del Metanodotto, derivazione, allacciamento, ecc. di cui il tronco collaudato fa parte.
- 4) Breve descrizione del tronco collaudato con l'indicazione del Comune in cui ha inizio il tronco e del Comune in cui ha termine il tronco; nel caso collaudo fuori opera di barre di collegamento indicarne la destinazione.
- 5) Denominazione del punto di linea – indicare l'ubicazione geografica – località, comune, provincia, regione.
- 6) Tipo, marca, scala del manografo impiegato.
- 7) Spazio riservato agli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.

Pag. 2/2



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

ALLEGATO C1 - CERTIFICATO DI COLLAUDO-IMPIANTI

CERTIFICATO DI COLLAUDO IDRAULICO N° (2)...../.....
RELATIVO A (3).....

(1)

DATI IDENTIFICATIVI DELL'APPALTATORE

Contratto di appalto n.
Denominazione Appaltatore

IMPIANTO

Impianto/sezione(4).....

Disegni di riferimento

Impresa che ha eseguito il montaggio

impresa che ha eseguito il collaudo

Collaudi idraulici eseguiti da

Regolamentazione di riferimento...DECRETO 17 APRILE 2008

Pressione di progetto bar

Pressione di collaudo di riferimento: bar

Con il manotermografo (6)

installato nel punto n.

dalle ore del alle ore del

si è registrato l'andamento della pressione e della temperatura ambiente.

Il diagramma ottenuto è allegato al presente certificato.

Poiché sono trascorse ore senza che la pressione, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura, sia apprezzabilmente variata, il collaudo è considerato favorevole

Note:

....., il

(6)

cognome_

nome

società

qualifica

firma

- 1) Spazio riservato per timbro della impresa che ha eseguito il collaudo.
- 2) Numero del metanodotto di cui l'impianto fa parte/numero dell'impianto/numero progressivo della sezione collaudata.
- 3) Denominazione del punto di linea o dei punti di linea se è eseguito per più impianti assiemati, del nodo di smistamento, della centrale di compressione di compressione, ecc..
- 4) Indicare l'ubicazione geografica - località, comune, provincia, regione. In caso collaudo fuori opera di impianti o di sezioni di impianto indicarne la destinazione.
- 5) Tipo, marca, scala del manotermografo impiegato.
- 6) Spazio riservato agli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.



ALLEGATO D - RAPPORTO DI SVUOTAMENTO - TRONCHI di GASDOTTO

RAPPORTO DI SVUOTAMENTO N°/.....(2)
RELATIVO A(3)

(1)

Tronco svuotato (4)
Lunghezza del troncom da progr. km a progr. km

COMPRESSORI

Marca				
Potenza				
Prevalenza				

SPIAZZAMENTO DELL'ACQUA DI COLLAUDO

Massimo battente idraulico insistente sul piatto di prova allo scarico m
Pressione di svuotamento:bar. Contropressione regolata per 2° pig. bar
Passaggio 1° pig.: inizio: ore del Termine: ore del
Passaggio 2° pig.: inizio: ore del Termine: ore del
Taglio piatti di prova avvenuto il
Sigillatura estremità avvenuta il
Sostituzione piatti di prova con testate apribili avvenuta il
Programma di riferimento n° del

ASPORTAZIONE DELL'ACQUA RESIDUA

Tipo di pig impiegati .(5).....
Numero di pig impiegati prima che sia terminato il trascinamento dell'acqua:
Collegamento con i tronchi di collaudo di cui ai rapporti di collaudo idraulico. n°/.....
Sigillatura effettuata il
Descrizione degli eventuali danni presentati dai pig.
.....
Eventuali anomalie di funzionamento dei compressori riscontrate:
.....

Accertato che dopo il passaggio dell'ultimo pig spugnoso di verifica, non si è rilevata presenza d'acqua si è proceduto al taglio delle testate apribili, ed alla sigillatura delle estremità.

....., il

(6)

cognome nome società qualifica firma

.....
.....

- 1) Timbro dell'impresa che ha eseguito lo svuotamento.
- 2) Numero progressivo del tronco collaudato/Numero dell'impianto di cui il tronco fa parte.
- 3) Denominazione del Metanodotto, dell'allacciamento, ecc. di cui il tronco collaudato fa parte.
- 4) Breve descrizione del tronco collaudato con l'indicazione del Comune in cui ha inizio il tronco e del Comune in cui ha termine il tronco; in caso di collaudo fuori opera di barre di collegamento o di pezzi speciali indicarne la destinazione.
- 5) Per pigs spugnosi indicare la densità.
- 6) Spazio riservato agli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.

Pag. 1/1



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

Valentino Portone

APPROVATO

[Firma]

REV.

7

23/10/2017

ALLEGATO D1 - RAPPORTO DI SVUOTAMENTO-IMPIANTI

RAPPORTO DI SVUOTAMENTO N° (2)/.....
RELATIVO A (3)
.....

(1)

Impianto/sezione svuotato/a.....
.....

SVUOTAMENTO DELL'ACQUA DI COLLAUDO

Poiché, dopo n. pressurizzazioni dell'impianto/della sezione in prova, con aria alla pressione di bar, seguite dallo spurgo dei corpi valvola e da successivi scarichi all'atmosfera, è stato accertato che dagli scarichi dei drenaggi non sono fuoriuscite impurità, acqua o aria mista ad acqua nebulizzata, lo svuotamento è considerato favorevole.

NOTE

....., il

(4)

Cognome	Nome	Società	Qualifica	Firma
---------	------	---------	-----------	-------

_____	_____	_____	_____	_____
-------	-------	-------	-------	-------

_____	_____	_____	_____	_____
-------	-------	-------	-------	-------

- 1) Timbro dell'Appaltatore.
- 2) Numero del metanodotto di cui l'impianto fa parte/numero dell'impianto/numero progressivo della sezione collaudata.
- 3) Denominazione del punto di linea o dei punti di linea se è eseguito un per più impianti assiemati, del nodo di smistamento, della centrale di compressione di compressione, ecc..
- 4) Spazio riservato agli estremi dei soggetti responsabili del collaudo eseguito (cognome e nome, qualifica, società di appartenenza) e relative firme.



ALLEGATO E - SCHEDA DEL TRONCO IN PROVA

SCHEDA DEL TRONCO IN PROVA N°
 Metanodotto DN
 Lunghezza tronco m - Volume geometrico
 Impresa Cantiere di.....

1. MATERIALI IMPIEGATI NEL TRONCO

1.1 Tubi DN Spess. Acciaio
 DN Spess. Acciaio
 DN Spess. Acciaio
 DN Spess. Acciaio

1.2 Materiali soggetti a collaudo in fabbrica (es. valvole, giunti isolanti monoblocco, segna pig, ecc.)

Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN
 Tipo DN Fabbr. Classe/PN

NOTE

2 UBICAZIONE E QUOTE Riferite al profilo altimetrico longitudinale. Dis. Data
 2.1 Stazione di prova Loc. Progr. Quota
 2.2 Piatto di prova di pressuriz. Loc. Progr. Quota
 2.3 Piatto di prova di scarico Loc. Progr. Quota
 2.4 Sezione più bassa Loc. Progr. Quota
 2.5 Sezione più alta Loc. Progr. Quota
 2.6 Punto prelievo acqua Loc. Progr. Quota
 2.7 Termosonde ubicate alle progressive:
 2.8 Punti di linea e particolari:

	Loc.	Progr.	Quota	Press. durante coll. idraulico
PIL				
PIDI				
PIDS				
Giunto isolante				
Segna pig				



2.9 PRECOLLAUDO

2.9.1. Pressione di precollaudo bar

2.9.2. Tratti da precollaudare

-Loc.	Progr.Km	Quota m
-Loc.	Progr.Km	Quota m
-Loc.	Progr.Km	Quota m
-Loc.	Progr.Km	Quota m
-Loc.	Progr.Km	Quota m

3 COLLAUDO IDRAULICO

3.1 Pressione di collaudo idraulico di riferimento bar

3. Pressione massima di collaudo idraulico bar

3.3 Pressione minima di collaudo idraulico bar

4 PIG

4.1 Pig di riempimento e spiazzamento:

Tipo	Fabbr.	Dis.
Guarnizioni:	Tipo Materiale	Dis.

4.2 Pig per esportazione acqua residua:

Tipo	Fabbr.	Dis.
Guarnizioni:	Tipo Materiale	Dis.

5. ATTREZZATURE

5.1 Pompe di riempimento:

Tipo	Fabbr.	Prevalenza	Portata	N° ...
Tipo	Fabbr.	Prevalenza	Portata	N° ...

5.2 Pompa di pressurizzazione:

Tipo	Fabbr.	Prevalenza	Portata	N°...
------------	-------------	------------------	---------------	-------

5.3 Contatore volumetrico:

Tipo	Fabbr.	Portata	Pressione	N°.....
------------	-------------	---------------	-----------------	---------

5.4 Bilance idrostatiche:

Tipo	Fabbr.	Precisione	N°.....
------------	-------------	------------------	---------

Tipo	Fabbr.	Precisione	N°
------------	-------------	------------------	----------

5.5 Manometro registratore e termografo:

Tipo	Fabbr.	Precisione	N°
------------	-------------	------------------	----------



5.6 Piatti di prova:

Tipo Fabbr. Anno di costruzione Press. collaudo

5.7 Testate apribili:

Tipo Fabbr. Anno di costruzione Press. Collaudo.....

5.8 Vasche di scarico:

Capacità N°

timbro e firma

.....

Pag. 3/3



SNAM RETE GAS

NORMATIVA
INTERNA

COMPILATO

INCOS

VERIFICATO

APPROVATO

REV.

7

23/10/2017

APPENDICE 1

FATTORE DI COMPRIMIBILITA' DELL'ACQUA (bar -1 * 10⁻⁶) IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA T, (°C) E DELLA PRESSIONE P, (bar)

P	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
1	2	+ 49.506	4	+ 48.878	6	+ 48.315	8	+ 47.734	10	+ 47.307
20	2	+ 49.311	4	+ 48.640	6	+ 48.110	8	+ 47.584	10	+ 47.105
40	2	+ 49.112	4	+ 48.482	6	+ 47.897	8	+ 47.372	10	+ 46.894
60	2	+ 48.909	4	+ 48.282	6	+ 47.703	8	+ 47.169	10	+ 46.683
80	2	+ 48.714	4	+ 48.079	6	+ 47.496	8	+ 46.964	10	+ 46.478
100	2	+ 48.514	4	+ 47.881	6	+ 47.296	8	+ 46.758	10	+ 46.272
120	2	+ 48.314	4	+ 47.681	6	+ 47.093	8	+ 46.560	10	+ 46.066
140	2	+ 48.117	4	+ 47.480	6	+ 46.897	8	+ 46.358	10	+ 45.865

P	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
1	12	+ 46.880	14	+ 46.483	16	+ 46.135	18	+ 45.814	20	+ 45.537
20	12	+ 46.669	14	+ 46.278	16	+ 45.914	18	+ 45.605	20	+ 45.316
40	12	+ 46.456	14	+ 46.058	16	+ 45.695	18	+ 45.375	20	+ 45.089
60	12	+ 46.244	14	+ 45.841	16	+ 45.489	18	+ 45.156	20	+ 44.868
80	12	+ 46.031	14	+ 45.629	16	+ 45.266	18	+ 44.939	20	+ 44.646
100	12	+ 45.827	14	+ 45.417	16	+ 45.056	18	+ 44.725	20	+ 44.432
120	12	+ 45.615	14	+ 45.208	16	+ 44.849	18	+ 44.510	20	+ 44.219
140	12	+ 45.420	14	+ 45.008	16	+ 44.641	18	+ 44.307	20	+ 44.007

P	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
1	22	+ 45.286	24	+ 45.071	26	+ 44.877	28	+ 44.722	30	+ 44.586
20	22	+ 45.066	24	+ 44.844	26	+ 44.658	28	+ 44.493	30	+ 44.362
40	22	+ 44.838	24	+ 44.610	26	+ 44.422	28	+ 44.253	30	+ 44.116
60	22	+ 44.614	24	+ 44.386	26	+ 44.187	28	+ 44.023	30	+ 43.876
80	22	+ 44.386	24	+ 44.156	26	+ 43.960	28	+ 43.785	30	+ 43.637
100	22	+ 44.168	24	+ 43.932	26	+ 43.736	28	+ 43.560	30	+ 43.419
120	22	+ 43.953	24	+ 43.720	26	+ 43.519	28	+ 43.338	30	+ 43.188
140	22	+ 43.741	24	+ 43.508	26	+ 43.297	28	+ 43.122	30	+ 42.968



APPENDICE 2

DIFFERENZA TRA IL VALORE DEL COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA DELL'ACQUA E QUELLO DELL'ACCIAIO B ($^{\circ}\text{C}^{-1} * 10^{-6}$), IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA T ($^{\circ}\text{C}$) E DELLA PRESSIONE P (bar)

P/T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-98,62	-79,89	-61,81	-44,34	-27,47	-11,14	+4,66	+19,98	+34,82	+49,22
10	-95,55	-76,94	-58,99	-41,65	-24,89	-8,67	+7,02	+22,23	+36,97	+51,26
20	-92,15	-73,68	-55,86	-38,64	-22,01	-5,92	+9,65	+24,74	+39,36	+53,55
30	-88,74	-70,40	-52,72	-35,63	-19,14	-3,16	+12,29	+27,26	+41,76	+55,64
40	-85,32	-67,12	-49,58	-32,62	-16,24	-0,41	+14,93	+29,78	+44,18	+58,14
50	-81,90	-63,84	-46,43	-29,60	-13,36	+2,36	+17,57	+32,31	+46,60	+60,45
60	-78,47	-60,55	-43,27	-26,58	-10,46	+5,15	+20,23	+34,85	+49,02	+62,76
70	-75,03	-57,25	-40,10	-23,54	-7,56	+7,92	+22,89	+37,39	+51,44	+65,08
80	-71,60	-53,96	-36,94	-20,51	-4,65	+10,70	+25,55	+39,94	+53,88	+67,40
90	-68,16	-50,66	-33,77	-17,47	-1,73	+13,50	+28,23	+42,50	+56,32	+69,73
100	-64,72	-47,35	-30,60	-14,43	+1,18	+16,29	+30,90	+45,05	+58,77	+72,07
110	-61,28	-44,05	-27,43	-11,38	+4,10	+19,08	+33,58	+47,61	+61,21	+74,41
120	-57,84	-40,74	-24,26	-8,34	+7,02	+21,88	+36,26	+50,18	+63,67	+76,74
130	-54,40	-37,44	-21,08	-5,29	+9,95	+24,68	+38,94	+52,75	+66,12	+79,09
140	-50,96	-34,13	-17,90	-2,25	+12,87	+27,49	+41,63	+55,32	+68,58	+81,45

P/T	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	+63,20	+76,78	+89,99	+102,83	+115,34	+127,52	+139,41	+151,00	+162,31	+173,37
10	+65,15	+78,64	+91,75	+104,51	+116,93	+129,02	+140,83	+152,36	+163,58	+174,56
20	+67,33	+80,71	+93,72	+106,39	+118,71	+130,71	+142,42	+153,85	+165,00	+175,90
30	+69,51	+82,79	+95,70	+108,26	+120,49	+132,40	+144,02	+155,35	+166,42	+177,23
40	+71,70	+84,87	+97,68	+110,14	+122,28	+134,10	+145,62	+156,87	+167,85	+178,58
50	+73,90	+86,96	+99,68	+112,04	+124,07	+135,80	+147,24	+158,39	+169,29	+179,93
60	+76,10	+89,07	+102,67	+113,93	+125,88	+137,51	+148,86	+159,92	+170,73	+181,29
70	+78,32	+91,17	+103,68	+115,84	+127,69	+139,22	+150,49	+161,46	+172,18	+182,66
80	+80,53	+93,29	+105,69	+117,76	+129,50	+140,95	+152,11	+163,00	+173,64	+184,03
90	+82,75	+95,41	+107,70	+119,67	+131,32	+142,67	+153,75	+164,56	+175,10	+185,41
100	+84,98	+97,53	+109,73	+121,59	+133,15	+144,42	+155,40	+166,11	+176,58	+186,80
110	+87,22	+99,66	+111,75	+123,52	+134,98	+146,15	+157,04	+167,67	+178,05	+188,20
120	+89,45	+101,79	+113,79	+125,46	+136,82	+147,90	+158,70	+169,24	+179,54	+189,59
130	+91,69	+103,93	+115,83	+127,39	+138,67	+149,65	+160,36	+170,81	+181,02	+191,00
140	+93,93	+106,07	+117,87	+129,34	+140,51	+151,40	+162,03	+172,39	+182,51	+192,41



DIFFERENZA TRA IL VALORE DEL COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA DELL'ACQUA E QUELLO DELL'ACCIAIO B ($^{\circ}\text{C}^{-1} * 10^{-6}$), IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA T ($^{\circ}\text{C}$) E DELLA PRESSIONE P (bar).

P/T	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	+184,18	+194,751	+205,08	+215,22	+225,141	+234,88	+244,41	+253,79	+263,00	+272,03
10	+185,30	+195,791	+206,07	+216,13	+225,99	+235,66	+245,13	+254,44	+264,27	+272,57
20	+186,55	+196,96	+207,16	+217,15	+226,34	+236,53	+245,94	+255,18	+264,59	+273,18
30	+187,80	+198,14	+208,26	+218,18	+227,98	+237,41	+246,75	+255,93	+264,95	+273,80
40	+189,07	+199,33	+209,37	+219,21	+228,84	+238,30	+247,58	+256,69	+265,64	+274,42
50	+190,34	+200,52	+210,49	+220,25	+229,92	+239,20	+248,40	+257,45	+266,33	+275,07
60	+191,62	+201,72	+211,61	+221,30	+230,79	+240,11	+249,24	+258,22	+267,04	+275,70
70	+192,91	+202,931	+212,74	+222,35	+231,78	+241,02	+250,08	+258,99	+267,75	+276,35
80	+194,20	+204,141	+213,88	+223,42	+232,77	+241,94	+250,93	+259,78	+268,47	+277,01
90	+195,50	+205,36	+215,03	+224,48	+233,76	+242,871	+251,79	+260,57	+269,19	+277,66
100	+196,80	+206,59	+216,17	+225,56	+234,76	+243,79	+252,66	+261,36	+269,92	+278,33
110	+198,12	+207,82	+217,33	+226,64	+235,78	+244,73	+253,53	+262,17	+270,77	+279,01
120	+199,44	+209,06	+218,49	+227,73	+236,79	+245,68	+254,40	+262,98	+271,41	+279,69
130	+200,75	+210,31	+219,66	+228,82	+237,81	+246,63	+255,20	+263,69	+272,16	+280,38
140	+222,09	+211,561	+220,84	+229,92	+239,84	+247,59	+256,18	+264,62	+272,92	+281,08



APPENDICE 3

VARIAZIONE DI VOLUME AMMISSIBILE DURANTE IL COLLAUDO IDRAULICO

TABELLA- COEFFICIENTI C IN RELAZIONE ALLA TEMPERATURA

Temperatura T [°C]	Coefficiente C	Temperatura T [°C]	Coefficiente C	Temperatura T [°C]	Coefficiente C
0	14,5	7	9,0	14	25,7
0,5	13,3	7,5	10,2	14,5	26,8
1	12,0	8	11,4	15	28,0
1,5	10,7	8,5	12,7	15,5	29,2
2	9,4	9	13,9	16	30,3
2,5	8,1	9,5	15,0	16,5	31,5
3	6,9	10	16,2	17	32,7
3,5	5,6	10,5	17,4	17,5	33,8
4	4,3	11	18,6	18	35,0
4,5	4,2	11,5	19,8	18,5	36,1
5	4,1	12	21,0	19	37,3
5,5	5,4	12,5	22,2	19,5	38,5
6	6,6	13	23,3	20	39,6
6,5	7,8	13,5	24,5		

Nota: in caso di valore di temperatura intermedio utilizzare il valore più prossimo, in eccesso o in difetto.

Limite ammissibile di variazione di volume durante il collaudo idraulico

$D_{vamm} = C * V/1000$

D_{vamm} = variazione di volume ammissibile durante il collaudo idraulico [dm³]

C = coefficiente funzione della temperatura T (vedi tabella)

T = temperatura rilevata dalle sonde [°C]

V = volume geometrico iniziale [m³]

Nota: Per valori di D_{vamm} inferiori a 2.4 si assumerà $D_{vamm} = 2.4$ [dm³]

