



COMUNE DI PALERMO
COMPLETAMENTO RISTRUTTURAZIONE DELLA PORCILAIA COME STABILIMENTO
PER L'ALLEVAMENTO ED IL MANTENIMENTO DI ANIMALI DI GROSSA TAGLIA

PROGETTO ESECUTIVO

MARZO 2025

Cup: G79H24000000001

Struttura di Progettazione:
 ING. TOMMASO LA ROSA

Prof. Tommaso La Rosa
 C. 20100 - Agrigento
 Tel. 0924/451111

Committente:
 ISTITUTO SPERIMENTALE
 ZOOTECNICO PER LA SICILIA

Legale Rappresentante:
 Dott. VINCENZO
 GUELLA



COMUNE DI PALERMO
 COMPLETAMENTO RISTRUTTURAZIONE DELLA PORCILAIA COME
 STABILIMENTO PER L'ALLEVAMENTO ED IL MANTENIMENTO DI
 ANIMALI DI GROSSA TAGLIA



Tavola
3.22

ELABORATO
 RELAZIONE IMPIANTI
 GAS MEDICALI

1. PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i criteri progettuali e i criteri di scelta dei materiali, nell'ambito del progetto dei lavori di completamento e ristrutturazione della porcilaia come stabilimento per l'allevamento ed il mantenimento di animali di grossa taglia presso l'Istituto Sperimentale Zootecnico per la Sicilia.

Parte integrante della presente relazione sono gli elaborati di progetto costituiti dalla planimetria impiantistica con la rappresentazione delle reti di distribuzione (tavole 3.14, 3.15, 3.21, 3.22).

Tutti gli impianti nel loro complesso e nei singoli componenti verranno realizzati in conformità a tutte le Norme di Legge vigenti, ed in particolare verranno rispettate tutte le norme tecniche UNI-CTI, UNI-CIG, CEI e UNI-EN applicabili alle attività ed agli impianti in oggetto.

L'impianto in progetto riguarda i seguenti gas medicinali: Ossigeno, Aria medica, Vuoto, Anidride carbonica.

2. CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nella realizzazione di un impianto di distribuzione gas medicali devono essere adottati tutti gli accorgimenti tecnici indispensabili al fine di garantire la massima sicurezza dei fruitori del servizio medico nel rispetto delle attuali normative vigenti in materia.

In particolare, la **Direttiva 93/42 CEE** riguardante i Dispositivi Medici è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee il 12 luglio 1993 ed è stata recepita dall'Italia con il Decreto Legislativo 24 febbraio 1997, n. 46 (con un periodo transitorio terminato il 13 giugno 1998). Dal 14 giugno 1998 la Direttiva è Legge dello Stato e all'interno di essa rientrano gli impianti di distribuzione dei gas medicinali in quanto destinati ad essere impiegati con finalità diagnostiche e/o terapeutiche sull'uomo.

Tali impianti sono a tutti gli effetti Dispositivi Medici, ed in tal senso:

- soddisfano i requisiti essenziali della Direttiva (che riguardano la progettazione, la fabbricazione, i materiali utilizzati e le informazioni fornite);
- sono stati oggetto, congiuntamente al loro fabbricante, di un processo di certificazione da parte di un Organismo Notificato;

- recano la marcatura CE seguita dal numero di identificazione dell'Organismo Notificato che ha eseguito i controlli richiesti;
- richiedono l'effettuazione della manutenzione da parte di operatori abilitati dal fabbricante.

Si richiamano quindi le normative vigenti riguardanti le strutture sanitarie, che sono state tenute presenti nella progettazione dell'impianto dei gas medicinali di cui trattasi e che dovranno essere rigorosamente rispettate nella realizzazione degli stessi:

- **Decreto del Ministero dell'Interno 18 settembre 2002** - *"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie sia pubbliche che private"*, che recepisce le regole tecniche dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco (VV.FF.), in materia di compartimentazioni antincendio.

- **Norma UNI EN ISO 7396-1:2010 ed UNI EN ISO 7396-2:2010**, (che ha sostituito la norma UNI EN ISO 737-3) che stabilisce i requisiti fondamentali per le centrali di alimentazione, per la rete di distribuzione, per i sistemi di controllo, di monitoraggio e di allarme, e per la non intercambiabilità fra i componenti delle differenti reti di distribuzione dei gas, oltre ai requisiti per la prova, l'accettazione e la certificazione del dispositivo medico. Inoltre, al fine di garantire la massima sicurezza a pazienti e operatori e la completa affidabilità dei sistemi di distribuzione dei gas medicinali e del vuoto, la norma armonizzata fornisce le "Linee Guida per la Gestione Operativa degli Impianti di Distribuzione dall'installazione, all'uso, alla manutenzione" e individua all'interno delle strutture ospedaliere le figure responsabili per ciascuno di questi aspetti, con la definizione dei ruoli e delle competenze connessi (Allegato G della norma UNI EN ISO 7396-1-2).

- **Decreto legislativo n° 46 del 24 febbraio 1996**, che ha recepito la direttiva 93/42/CEE per quanto attiene la messa in commercio dei dispositivi medici, e sancisce quindi i requisiti e le modalità di marcatura CE del dispositivo.

- **Norma UNI 11100:2004** – *"Guida alle prove di accettazione ed alle verifiche di sicurezza e di prestazione dei dispositivi medici – Impianti di distribuzione dei gas medicali e del vuoto"*.

In particolare, tale norma, al fine di garantire e mantenere inalterate nel tempo le loro condizioni di sicurezza e le loro prestazioni chiama in causa direttamente le strutture

sanitarie dotate di impianti gas medicinali, in quanto parti interessate alla sicurezza e all'efficienza di tali impianti dal momento della loro messa in funzione per tutto il loro periodo di vita;

- **D.Lgs. 46 del 24/02/97** - *Recepimento della Direttiva 93/42/CEE – Dispositivi Medici.*

- **DM 20 febbraio 2007** *"Nuove modalità per gli adempimenti previsti dall'articolo 13 del decreto legislativo 24 febbraio 1997, n. 46 e successive modificazioni e per la registrazione dei dispositivi impiantabili attivi nonché per l'iscrizione nel Repertorio dei dispositivi medici".* In forza di tale DM, gli Impianti di distribuzione dei gas medicinali e del vuoto, in quanto Dispositivi Medici, devono essere stati registrati e iscritti nel Repertorio dei Dispositivi del Ministero della Salute entro il 31/12/2008 (proroga al 31/03/2010).

- **Decreto legislativo n. 81/08 e s.m. i.** riguardante i requisiti di sicurezza.

Con particolare riferimento al Decreto del Ministero dell'Interno del 18 settembre 2002 (Gazzetta Ufficiale n 227 del 27.09.2002), la distribuzione dei gas medicinali all'interno delle strutture sanitarie deve avvenire mediante impianti centralizzati rispondenti ai seguenti requisiti:

- 1) *allo scopo di evitare che un incendio sviluppatosi in una zona della struttura comporti la necessità di interrompere l'alimentazione dei gas medicali anche in zone non coinvolte dall'incendio, la disposizione geometrica delle tubazioni della rete primaria deve essere tale da garantire l'alimentazione di altri comparti;*
- 2) *l'impianto di distribuzione dei gas medicali deve essere compatibile con il sistema di compartimentazione antincendio e permettere l'interruzione della erogazione dei gas mediante dispositivi di intercettazione manuale posti all'esterno di ogni compartimento in posizione accessibile e segnalata; idonei cartelli, inoltre, devono indicare i tratti di impianto sezionabili a seguito delle manovre di intercettazione;*
- 3) *le reti di distribuzione dei gas medicali devono essere disposte in modo tale da non entrare in contatto con reti di altri impianti tecnologici ed elettrici. Devono essere altresì opportunamente protette da azioni meccaniche e poste a distanza adeguata da possibili surriscaldamenti. La distribuzione all'interno del compartimento deve avvenire in modo da non determinare sovrapposizioni con altri impianti. Eventuali sovrapposizioni per attraversamenti sono consentite mediante separazione fisica dagli altri impianti ovvero adeguato stanziamento;*
- 4) *i cavedi attraversati dagli impianti di gas medicali devono essere ventilati con aperture la cui posizione è individuata in funzione della densità dei gas utilizzati;*

- 5) *gli impianti di distribuzione dei gas medicali devono essere realizzati e sottoposti ad interventi di controllo e manutenzione nel rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, delle norme di buona tecnica o, in assenza di dette norme, delle istruzioni fornite dal fabbricante e/o installatore;*
- 6) *gli impianti ed i servizi tecnologici devono essere realizzati a regola d'arte e devono essere intercettabili sia centralmente che localmente da posizioni segnalate e facilmente accessibili;*
- 7) *nei filtri a prova di fumo devono prevedersi intercettazioni a comando manuale, ubicate in apposito quadro, a servizio dei compartimenti attigui;*
- 8) *all'interno dei filtri devono essere ripetuti in apposito pannello i segnali relativi allo stato di servizio degli impianti gas medicinali dei compartimenti attigui.*

Inoltre, nel presente progetto, in quanto applicabili, si è tenuto conto delle ulteriori seguenti norme:

- **EN 13348** - *Tubazioni rotonde in rame senza saldatura per impianti distribuzione gas medicinali e vuoto.*
- **UNI EN ISO 15002: novembre 2008** - *"Dispositivi per la misurazione del flusso per il collegamento alle unità terminali degli impianti di distribuzione dei gas medicali".*
- **UNI 5634** - *Caratteristiche delle etichettature per linee di distribuzione gas medicinali.*
- **UNI EN ISO 46001** - *Progettazione e realizzazione di impianti di distribuzione gas medicinali e di impianti per il vuoto.*
- **UNI 9507: aprile 2004** - *"Impianti di distribuzione dei gas per uso medico Unità terminali"*
- **UNI EN ISO 10524-2: luglio 2006** - *"Riduttori di pressione per l'utilizzo con i gas medicali - Parte 2: Riduttori di pressione di centrale e di linea"*
- **UNI EN ISO 9170-1: novembre 2008** - *"Unità terminali per impianti di distribuzione dei gas medicali. Parte 1: Unità terminali per l'utilizzo con gas medicali compressi e vuoto".*
- **UNI EN ISO 9170-2: novembre 2008** - *"Unità terminali per impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 2: Unità terminali per impianti di evacuazione dei gas anestetici".*
- **UNI EN ISO 5359: novembre 2008** - *"Tubi flessibili per bassa pressione per l'utilizzo con i gas medicali."*
- **UNI EN ISO 15001: agosto 2010** - *"Apparecchi per anestesia e ventilazione polmonare - Compatibilità con l'ossigeno".*
- **UNI EN 837-1: ottobre 1998** - *"Manometri - Manometri a molla tubolare - Dimensioni, metrologia, requisiti e prove".*

- **DIN 13260-2: 06-2004** - *"Supply systems for medical gases - Part 2: Dimensions and allocation of probes and gas-specific connection points for terminal units for compressed medical gases and vacuum"*.
- **AFNOR NF S 90-116** - *"Matèriel mèdico-chirurgical – Prises murales et fiches correspondantes pour fluides mèdicaux"*.
- **BS 5682: 1998** - *"Specification for probes (quick connectors) for use with medical gas pipeline system"*
- **UNI EN 475: settembre 1996** - *"Dispositivi medici. Segnali d'allarme generati elettricamente"*.
- **EN 60601 1-2: febbraio 1998** - *"Apparecchi elettromedicali: 1 Norme generali per la sicurezza. 2 Compatibilità elettromagnetica, prescrizioni e prove"*.
- **EN 10079-3: giugno 2009** - *"Aspirazione azionati da una sorgente di vuoto o di pressione"*
- **UNI EN ISO 10079-3: giugno 2009** - *"Aspiratori per uso medico – Aspiratori azionati da una sorgente di vuoto o di pressione"*.
- **UNI 11341: febbraio 2010** - *"Umidificatori a gorgogliamento per uso medico - requisiti fondamentali"*.
- **UNI EN ISO 21969** - *"Collegamenti flessibili per alta pressione per l'utilizzo con gli impianti per gas medicali"*.
- **DPR 14/01/1997** - *Requisiti minimi impiantistici per l'accreditamento delle strutture sanitarie.*
- **EN 837-1** - *Manometri per monitoraggio della pressione negli impianti gas medicinali.*
- **EN 13348** - *Caratteristiche chimico – fisiche delle tubazioni per la realizzazione di impianti gas medicinali e vuoto endocavitario.*

3. DESCRIZIONE TECNICA DEGLI IMPIANTI

3.1 Descrizione degli interventi

I lavori di realizzazione degli impianti di produzione e distribuzione per gas medicali attengono l'installazione delle centrali di produzione Aria medicale, Vuoto, Ossigeno e Anidride carbonica; riguardano altresì l'installazione delle montanti, delle diramazioni, delle

dorsali e dei terminali per la sala operatoria, la sala parto, le gabbie metaboliche, la sperimentazione, le degenze e la preparazione risonanza.

Le montanti partono dalle centrali fino ad un riduttore di 2° Stadio, dotato di pressostato per allarmi di secondo stadio, dal quale partiranno tutte le tubazioni verso i singoli ambienti.

In Particolare:

- i laboratori nell'ex mulino saranno dotati di Vuoto e Anidride carbonica;
- la sala perfusione nell'ex mulino sarà dotata di Aria medicale, Vuoto, Ossigeno;
- la Sala Operatoria sarà dotata di Aria medicale, Aria motrice, Vuoto, Ossigeno e CO₂;
- le gabbie metaboliche saranno dotate di Aria medicale, Vuoto, Ossigeno e CO₂;
- la sperimentazione, la sala parto, la preparazione risonanza e le degenze saranno dotate di Vuoto, Ossigeno e CO₂.
- L'impianto termina con l'installazione dei blocchi base e dei terminali per l'erogazione dei rispettivi gas, per il vuoto e per l'evacuazione dei gas anestetici.

3.2 Caratteristiche tecniche delle centrali di produzione gas medicali

3.2.1 Requisiti generali

Una fonte di alimentazione gas medicinale ad un impianto centralizzato di distribuzione consiste in bombole di gas liquefatto e/o compresso / pacchi bombole, mentre una fonte di produzione gas medicinale o aspirazione endocavitaria ad un impianto centralizzato di distribuzione consiste invece, a seconda dei casi, in: compressori ed unità di purificazione (aria medicinale); pompe vuoto.

Una fonte di alimentazione dell'impianto di evacuazione gas anestetici consiste, a seconda dei casi, in: Soffianti a bassa prevalenza; Elettroaspiratori; Eiettore Venturi.

Indipendentemente dal tipo di sorgente scelta, per ciascun impianto sono state previste tre sorgenti (primaria, secondaria, riserva), con l'eccezione dell'impianto di evacuazione gas anestetici che prevede l'impiego di due sole fonti, ciascuna delle quali deve essere in grado di garantire la portata di progetto dell'impianto, ossia di far fronte autonomamente ai consumi tipici della struttura.

La fonte di alimentazione secondaria deve alimentare automaticamente l'impianto in caso di indisponibilità della fonte primaria ed entrambe le fonti secondaria ed emergenza devono

attivarsi automaticamente per effetto pneumatico al calare della pressione. Non sono ammessi sistemi di apertura / chiusura alimentazioni dipendenti da elettrovalvole o similari. Le fonti di alimentazione che necessitano di energia elettrica (sia per funzionare, sia per gli allarmi), come anche tutte le utenze elettriche dei componenti dell'impianto di gas medicinali devono essere alimentate sia dalla rete elettrica normale sia da quella di emergenza (gruppi elettrogeni).

Dovrà fare parte della documentazione dell'impianto un documento, controfirmato da un responsabile dell'Ente, che attesti che tutte le alimentazioni elettriche dell'impianto di gas medicinali sono servite anche da gruppo elettrogeno. Tale gruppo elettrogeno sarà responsabile dell'erogazione di energia elettrica necessaria fino al ripristino del corretto funzionamento della rete elettrica primaria.

Una "valvola di blocco principale" dovrà essere installata subito a valle delle centrali di alimentazione primaria e secondaria, mentre l'ingresso della fonte di alimentazione di riserva dovrà essere a valle della valvola di blocco principale.

A valle della valvola di blocco principale dovrà essere installata una o più connessioni per potere attaccare una sorgente in caso di emergenza o di manutenzione.

Tali connessioni di emergenza della centrale sono specifiche per il gas e sono munite di valvola di sicurezza (sui riduttori) e valvola di blocco.

3.2.2 Posizionamento delle centrali di stoccaggio gas medicinali

La posizione di una centrale a bombole / serbatoio criogenico è soggetta alla leggi Italiane che stabiliscono quali siano le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco e, qualora una centrale rientri in tali attività, quali sono le richieste da rispettare (distanze, ecc.).

Per i gas comburenti, quale l'Ossigeno, gli stoccaggi di qualunque tipologia possono essere soggetti a Certificazione di Prevenzione Incendi (C.P.I.) da parte dei Vigili del Fuoco. Nel seguito si riportano alcune delle regole principali tratte dalle norme di prevenzione incendi.

Stoccaggi in bombole devono essere sempre posizionati all'esterno degli edifici ospedalieri, in locale dedicato. Anche l'accesso al locale dovrà essere esterno.

- Il locale dovrà essere specifico per le centrali bombole, e non dovrà essere utilizzato ad altro scopo (esempio pompe vuoto, centrali termiche, frigorifere, di condizionamento, di generazione di energia elettrica, ecc.).

- Il locale della centrale dovrà essere chiuso/recintato, accessibile solo al personale tecnico qualificato ed al personale preposto alla movimentazione e/o cambio delle bombole.

- Il locale deve essere asciutto, fresco e ben ventilato (serramenti fissi). Non si devono esporre le bombole direttamente al sole. Si dovrà garantire che la temperatura non ecceda i 50 °C (per evitare surriscaldamento del gas con conseguente aumento della pressione interna).

- Le bombole non dovranno essere esposte ad umidità eccessiva, in quanto la ruggine danneggia il mantello del recipiente e può provocare il bloccaggio del cappello di protezione.

- Il locale dovrà essere situato lontano da possibili fonti di calore o surriscaldamento.

- Il locale dovrà essere situato lontano da utenze elettriche pericolose (cabine elettriche, linee in alta tensione, ecc.).

- Il locale deve essere ampio a sufficienza per contenere l'impiantistica, permettere una agevole sostituzione e movimentazione delle bombole/pacchi bombole nel rispetto delle norme di buona tecnica, e consentire una facile manutenzione dell'impianto. Dovrà inoltre esserci agevole spazio per tutte le manovre di emergenza.

- Gli accessi del locale devono essere sempre sgombri e liberi da materiali, per garantire facili vie di movimentazioni ed agevole accesso e fuga in caso di emergenza.

- Il locale deve essere sempre identificato con segnaletica di emergenza indicante: nome dei gas, segnali di pericolo, precauzioni, ecc. (conforme a D.Lgs. 493 del 14/08/96)

- I locali di stoccaggio di gas comburenti saranno diversi e divisi da stoccaggi di sostanze combustibili in genere.

- Deve essere valutata la necessità di posizionare opportuni mezzi antincendio (estintori, ad es.) in prossimità o all'interno del locale stesso.

- Bisogna potere accedere con semplicità alla centrale per provvedere alla sostituzione delle bombole o del pacco bombole; pertanto deve essere garantito un accesso, e la

possibilità di avvicinamento per un veicolo. Lo spazio antistante agli ingressi del locale dovrà essere tale da garantire facile movimentazione delle bombole/pacchi bombole.

- Tutti gli accessi al locale devono essere liberi da qualunque materiale, per garantire una facile via di fuga in caso di emergenza.

- Lo stoccaggio delle bombole piene e vuote deve avvenire preferibilmente in prossimità del locale centrali.

- Le bombole piene saranno separate da quelle vuote. Ogni zona dedicata sarà contrassegnata da apposita segnaletica.

- Sono sempre da prevedere bombole/pacchi bombole di riserva (non connesse all'impianto) stoccate in caso di consumi anomali o fornitura in ritardo.

Nel caso specifico la centrale di produzione ossigeno sarà collocato in un locale con grigliato e copertura leggero ubicato come nelle tavole di progetto. La struttura del locale protegge le bombole dall'esposizione diretta ai raggi del sole e alla pioggia. La quantità di ossigeno stoccata è inferiore a 3 mc e pertanto l'attività non è soggetta a controllo da parte dei VV.F.

3.2.3 Aria medicale

L'aria compressa medicale verrà prodotta attraverso un sistema a tre fonti, così come previsto dalla Norma 7396:2010. Il sistema sarà costituito da:

- n. 1 Quadro di Decompressione a Inversione Automatica con Portata no a MAX 40 Nm³/h per la gestione di n. 2 Fonti Gassose in Bombole

- n. 1 Quadro di Decompressione con Portata no a MAX 40 Nm³/h per la gestione di n. 1 Fonte Gassosa di Emergenza in Bombole

- n. 1 Quadro Emergenza e Gestione Impianto dotato di punto alimentazione a norma NIST EN ISO 5359

n. 3 Rampe da n. 2 Posti Bombola/cad., fissate a muro, dotate di collettore ad alta pressione e valvola antiritorno per ogni posto bombola

- n. 3 Valvole di spurgo per Alta Pressione 200 bar, in Ottone, dotate di staffe di ssaggio a parete

- n. 6 Serpentine in Rame \varnothing 8x2 mm, lunghezza 1 m per il collegamento delle Bombe alle Rampe, con pressione di esercizio 200 bar, dotate di connessione gas specifico a norma UNI 11144-6
- n. 3 Rastrelliere da 2 Posti Bombola/cad. ssate a muro, per l'ancoraggio delle bombole tramite catenella di sicurezza
- n. 3 Trasduttori 4-20 mA con scala di misurazione 0-250 bar
- n. 1 Trasduttore 4-20 mA con scala di misurazione 0-16 bar
- Tubazione in rame di collegamento ad Alta Pressione 200 bar
- Targhe Identificative e Cartellonistica di Sicurezza
- Materiali di Staffaggio.

COMPONENTE	CONFORMITA'
Essiccatore	Direttiva 97/23/CE (PED)
	Direttiva 98/37/CE (macchine);
Filtro coalescente	Direttiva 97/23/CE (PED)
Compressore	Direttiva 98/37/CE (macchine);
	Direttiva 89/336/CEE (compatibilità elettromagnetica);
	Direttiva 73/23/CEE (bassa tensione);
	Direttiva 87/404/CEE (apparecchi semplici a pressione)
Serbatoio	Direttiva 87/404/CEE (Recipienti semplici a pressione) sostituita dalla Direttiva 2009/105/CE
Contenitore filtro sterile	Direttiva 97/23/CE (PED)
Impianto elettrico	Norma CEI EN 60204-1:2006 (equipaggiamento elettrico macchine)
Quadro elettrico	Norma CEI EN 60439-1/A1:2005 (apparecchiature assiemate di protezione e manovra bassa tensione – Quadri BT)
Collegamento al quadro di gestione e controllo	(collegamento fili in morsettiera)
Tubo in ACCIAIO	Norma DIN 1.4404:..... (tipo acciaio: AISI 316L);
	Norma EN ISO 1127:1998 (tolleranze)
	Norma DIN 17455:..... (collaudo)
Catena filtrante	Direttiva 73/23/CEE (bassa tensione)
Valvola di sicurezza	Direttiva 97/23/CE (PED)
Trasduttore	Norma CEI EN 61000-6-1:2002, -6-3:2007 (Compatibilità elettromagnetica)

Igrometro	Norma CEI EN 61326-1:2007 (componenti elettrici per la misura in laboratorio)
------------------	---

3.2.4 CO2

E' prevista l'installazione di una centrale automatica primaria di decompressione di CO2 Medica a 3 Fonti costituita da:

- n. 1 Quadro di Decompressione a Inversione Automatica con Portata no a MAX 40 Nm3/h per la gestione di n. 2 Fonti Gassose in Bombole
 - n. 1 Quadro di Decompressione con Portata no a MAX 40 Nm3/h per la gestione di n. 1 Fonte Gassosa di Emergenza in Bombole
 - n. 1 Quadro Emergenza e Gestione Impianto dotato di punto alimentazione a norma NIST EN ISO 5359
 - n. 3 Rampe da n. 2 Posti Bombola/cad., fissate a muro, dotate di collettore ad alta pressione e valvola antiritorno per ogni posto bombola
 - n. 3 Valvole di spurgo per Alta Pressione 200 bar, in Ottone, dotate di staffe di fissaggio a parete
 - n. 6 Serpentine in Rame \varnothing 8x2 mm, lunghezza 1 m per il collegamento delle Bombole alle Rampe, con pressione di esercizio 200 bar, dotate di connessione gas specico a norma UNI 11144-6
 - n 3 Rastrelliere da 2 Posti Bombola/cad. ssate a muro, per l'ancoraggio delle bombole tramite catenella di sicurezza
 - n. 3 Trasduttori 4-20 mA con scala di misurazione 0-250 bar
 - n. 1 Trasduttore 4-20 mA con scala di misurazione 0-16 bar
- Tubazione in rame di collegamento ad Alta Pressione 200 bar - Targhe Identificative e Cartellonistica di Sicurezz
- Materiali di Staffaggio

3.2.5 Ossigeno

E' prevista l'installazione di una centrale di decompressione primaria ossigeno mediale a 3 Fonti costituita da:

- n. 1 Quadro di Decompressione a Inversione Automatica con Portata no a MAX 40 Nm3/h per la gestione di n. 2 Fonti Gassose in Bombole

- n. 1 Quadro di Decompressione con Portata no a MAX 40 Nm³/h per la gestione di n. 1 Fonte Gassosa di Emergenza in Bombole
- n. 1 Quadro Emergenza e Gestione Impianto dotato di punto alimentazione a norma NIST EN ISO 5359
- n. 3 Rampe da n. 2 Posti Bombola/cad., fissate a muro, dotate di collettore ad alta pressione e valvola antiritorno per ogni posto bombola
- n. 3 Valvole di spurgo per Alta Pressione 200 bar, in Ottone, dotate di staffe di ssaggio a parete
- n. 6 Serpentine in Rame \varnothing 8x2 mm, lunghezza 1 m per il collegamento dellei Bombole alle Rampe, con pressione di esercizio 200 bar, dotate di connessione gas specico a norma UNI 11144-6
- n 3 Rastrelliere da 2 Posti Bombola/cad. ssate a muro, per l'ancoraggio delle bombole tramite catenella di sicurezza
- n. 3 Trasduttori 4-20 mA con scala di misurazione 0-250 bar - n. 1 Trasduttore 4-20 mA con scala di misurazione 0-16 bar
- Tubazione in rame di collegamento ad Alta Pressione 200 bar - Targhe Identitative e Cartellonistica di Sicurezza
- Materiali di Staffaggio.

3.2.6 Vuoto

E' prevista l'installazione di una centrale automatica di aspirazione a norma UNI-EN 7396-2 munita di marchio CE secondo la L. 46/97, xon gruppo filtro a terra, costituita da n.3 pompe da 25 mc/h cadauno su skid verticale e serbatoio verticale da 500 Litri, quadro elettrico di protezione e comando, filtro Battericida Doppio su supporto a terra.

La centrale verrà posizionata all'interno di apposito locale scelto tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- deve essere facilmente accessibile per installazione, montaggio/smontaggio, manutenzione;
- posizionato vicino all'esterno dell'edificio, in luogo dove possono essere indirizzati gli scarichi;

- _ deve essere posizionato dove sia facile il cablaggio elettrico e l'installazione del piping per allacciare l'impianto;
- _ accessibile solo al personale tecnico ed al personale preposto alla manutenzione;
- _ deve essere asciutto, fresco e ben ventilato. Si dovrà garantire che la temperatura rimanga tra 10 °C e 40°C;
- _ deve essere ampio a sufficienza per contenere l'impiantistica, permettere una agevole manutenzione nel rispetto delle norme di sicurezza e di buona tecnica, e consentire una facile manutenzione dell'impianto allacciato alla centrale;
- _ deve essere specifico per le centrali;
- _ bisogna potere accedere con semplicità alla centrale. Deve essere garantito un accesso, e la possibilità di avvicinamento per un veicolo;
- _ in prossimità dello scarico della pompa non devono essere presenti né aspirazioni di aria (per esempio condizionamento, centrali aria medicinale o strumenti, ecc.), né porte, finestre o luoghi di aerazione locali, né luoghi frequentati da persone;
- _ tutti gli accessi al locale devono essere liberi da qualunque materiale, per garantire una facile via di fuga in caso di emergenza.

Logica di funzionamento

La centrale è comandata da due quadri di controllo separati, progettati appositamente per applicazioni di questo tipo. Un primo quadro gestisce due pompe, con particolare controllo sulle seguenti funzioni: esercizio delle due pompe ciclicamente in automatico per ottenere eguale logorio meccanico delle due macchine; in caso di blocco o manutenzione di uno o più pompe la logica mette in funzione solo la pompa disponibile. E' inoltre possibile il funzionamento "in manuale" di ogni macchina.

Le pompe sono controllate da due vuotostati in modo da garantire l'intervento della seconda unità di aspirazione qualora la prima non sia in grado di garantire il grado di vuoto richiesto (es. carichi di punta). Un secondo quadro gestisce la terza pompa di emergenza, con controllo della pompa attraverso un vuotostato dedicato ed intervento in caso di vuoto insufficiente, per avaria delle prime due o del corrispondente quadro.

Il pannello di controllo è dotato di allarmi e precisamente:

- Pompa principale e secondaria in blocco
- Mancanza olio alle pompe principale e secondaria (con relativo comando di blocco pompe)
- Vuoto insufficiente al polmone
- Vuoto insufficiente in linea
- Pompa di emergenza in blocco
- Mancanza olio

In accordo alla norma UNI EN 7396-2, nel locale centrale una centralina rileverà i seguenti allarmi:

- Allarme indisponibilità pompa 1
- Allarme indisponibilità pompa 2;
- Allarme indisponibilità pompa 3;
- Spia di funzionamento regolare;
- Test e tacitazione temporanea cicalino (pulsante);
- Tacitazione permanente cicalino (chiave).

3.3 Caratteristiche tecniche della rete di distribuzione e dei materiali impiegati

La regolazione della pressione dei gas nella rete di distribuzione è prevista di tipo a doppio stadio: viene effettuata una prima riduzione nella centrale di decompressione dove da 150-200 bar si passa a 8,5-10 bar e, successivamente, da un secondo riduttore, ubicato normalmente in prossimità delle utenze, che abbatte la pressione fino a 3,5-4 bar.

I vantaggi di detta tipologia di distribuzione sono:

- garanzia di stabilità di pressione alle utenze a qualunque distanza dalla centrale e a qualsiasi percentuale di utilizzo delle utenze;
- possibilità di regolare le pressioni finali in funzione dei bisogni delle apparecchiature di utenza:
 - 5-8 bar per alcune apparecchiature;
 - 4-5 bar per ulteriori utenze;

- facilità nella gestione di eventuali ampliamenti.

Per le finalità di emergenza e di manutenzione, ciascun riduttore di pressione deve essere provvisto, a monte ed a valle, di valvole di intercettazione.

Nella tabella che segue sono riportate le caratteristiche tecniche dei riduttori di secondo stadio.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Pressione di alimentazione	Da 6 a 8 bar Da 8 a 10 bar per aria motrice
Pressione a valle	4,5 bar 8 bar per aria motrice
Flusso massimo	32 mc/h a 4 bar (P ingresso 8 bar) 35 mc/h a 7 bar (P ingresso 9 bar)
Attacchi ingresso e uscita	Filetto maschio M20 x 1,5
Fondo scala manometro a monte	Da 0 a 16 bar
Fondo scala manometro a valle	Da 0 a 10 bar Da 0 a 16 bar per aria a 8 bar
Precisione dei manometri	2,5% a fondo scala
Prese emergenze	1 presa emergenza a valle del riduttore standard AFNOR ad esclusione dell'aria a 8 bar standard NIST
Valvole intercettazione	A leva con valvole a sfera poste a monte ed a valle
Marchature e normative	CE 0934 Classe IIb EN ISO 10524-2: 2006 EN ISO 7396-1: 2007

L'impianto di distribuzione è del tipo orizzontale a dorsale.

I tubi di rame utilizzati vengono prodotti con materie prime ricavate da minerale e non da rottame, in modo da garantire altissima qualità. Le tubazioni saranno del tipo MEDICALFEIN EN13348 in verghe e/o rotoli. Ogni tubo in rame sarà marcato con:

- l'indicazione del produttore;
- il paese di produzione;
- la normativa di riferimento;
- la dimensione della tubazione;
- l'anno ed il trimestre di fabbricazione;
- il numero di lotto;

Le reti di distribuzione saranno identificate in modo permanente col nome del gas a intervalli non superiori a 5 metri, ed in ogni caso in prossimità di tutte le valvole di intercettazione, dei punti di collegamento, prima e dopo di ciascuna parete di separazione, nonché in

prossimità delle unità terminali. Le lettere identificative avranno altezza non inferiore a 6 mm e sarà presente una freccia indicante la direzione del flusso del gas.

Le colorazioni rispetteranno quanto disposto dalla norma ISO 5359 attinente i colori distintivi delle tubazioni convoglianti fluidi liquidi o gassosi, e alla norma UNI EN ISO 7396-1. In particolare, saranno apposti i seguenti colori: bianco per l'ossigeno, blu scuro per il protossido d'azoto, bianco-nero per l'aria e giallo per il vuoto.

Il tubo rame, le raccorderie ed il materiale di apporto, dovranno rispondere alle raccomandazioni delle citate norme EN 13348.

Nelle tabelle che seguono sono riportate le caratteristiche tecniche del materiale impiegato, nonché le caratteristiche dimensionali delle tubazioni in accordo alla citata EN 13348.

Lega	Cu DHP CW024A (Cu: 99,9% min. P: 0,015 ÷ 0,40%) secondo UNI EN 1412
Dimensioni e tolleranze	Secondo UNI EN 13348:2002
Punto di fusione	1083 °C
Rugosità assoluta e.	e. = 0,0015 mm
Coefficiente di dilatazione termica lineare	0,0168 mm/m °C
Conduktività termica	a 20 °C = 364 W/m °C
Dilatazione termica	≅ 1,2 mm/m con ΔT = 70°C
Non rammollisce alle alte temperature	
Assoluta impermeabilità ai gas	
Resistente ai raggi UV	
Stato fisico	R220 o R290 secondo UNI EN 13348

Diametro [mm]	Spessore [mm]	Stato fisico	Massima pressione di esercizio a 65 °C [bar]	Tolleranza sugli spessori	Tolleranza sui diametri	
					Media	Inclusa ovalizzazione
12	0.6 (TX)	Semiduro	63	±10%	±0.04mm	±0.09mm
12	0.8 (TY)	Semiduro	87	±10%	±0.04mm	±0.09mm
15	0.7 (TX)	Semiduro	58	±10%	±0.04mm	±0.09mm
15	1.0 (TY)	Semiduro	87	±13%	±0.04mm	±0.09mm
22	0.9 (TX)	Semiduro	51	±10%	±0.05mm	±0.10mm
22	1.2 (TY)	Semiduro	69	±15%	±0.05mm	±0.10mm
28	0.9 (TX)	Semiduro	40	±10%	±0.05mm	±0.10mm
28	1.2 (TY)	Semiduro	55	±15%	±0.05mm	±0.10mm
35	1.0	Duro	42	±15%	±0.06mm	±0.07mm
35	1.2 (TX)	Semiduro	42	±10%	±0.06mm	±0.11mm
35	1.5 (TY)	Duro	64	±10%	±0.06mm	±0.07mm
42	1.0	Duro	35	±15%	±0.06mm	±0.07mm
42	1.2 (TX)	Semiduro	35	±10%	±0.06mm	±0.11mm
42	1.5 (TY)	Duro	53	±10%	±0.06mm	±0.07mm
54	1.0	Duro	27	±15%	±0.06mm	±0.07mm
54	1.2 (TX)	Semiduro	27	±10%	±0.06mm	±0.11mm
54	2.0 (TY)	Duro	55	±10%	±0.06mm	±0.07mm
66.7	1.2 (TX)	Duro	26	±15%	±0.07mm	±0.10mm
66.7	2.0 (TY)	Duro	45	±15%	±0.07mm	±0.10mm

Relazione impianti gas medicinali

76.1	1.5 (TX)	Duro	29	±15%	±0.07mm	±0.10mm
76.1	2.0 (TY)	Duro	39	±15%	±0.07mm	±0.10mm
108	1.5 (TX)	Duro	20	±15%	±0.07mm	±0.20mm
108	2.5 (TY)	Duro	34	±15%	±0.07mm	±0.20mm
133	1.5 (TX)	Duro	16	±15%	±0.20mm	±0.70mm
159	2.0 (TX)	Duro	18	±15%	±0.20mm	±0.70mm
219	3.0 (TX)	Duro	20	±15%	±0.60mm	±1.50mm

Le tubazioni impiegate devono rispondere pienamente ai requisiti della direttiva 93/42/CEE del 14/06/93 - allegato V (recepita con il Decreto Legislativo 24 febbraio 1997) e pertanto vengono classificate come dispositivo medico di classe IIa. In particolare viene richiesta l'assenza di difetti e la pulizia della superficie interna al fine di evitare possibili residui dannosi all'interno delle tubazioni e quindi la contaminazione del gas trasportato, secondo quanto disposto dalla UNI CEI EN ISO 14971 "Applicazione della gestione dei rischi ai dispositivi medici".

Tutte le giunzioni devono essere effettuate per saldatura o per brasatura, in accordo al punto 11.3 della norma UNI EN 7396-1; in particolare, qualunque sia il metodo di giunzione, questo deve permettere di mantenere le caratteristiche meccaniche delle giunzioni fino ad una temperatura ambiente di 600 °C. Durante l'operazione di brasatura l'interno dei tubi deve essere continuamente spurgato con un gas di protezione (es.: azoto) e la lega brasante da utilizzare dovrà avere le seguenti caratteristiche, in accordo alle UNI EN 13133 e UNI EN 13134:

- temperatura di fusione = 650° C
- % di Argento = 55% (piu è alta la percentuale di Ag, maggiore è la temperatura di fusione)
- % di Cadmio < 0,025
- % Rame = 21%
- % Zinco = 22%
- % Stagno = 2% (piu è alta la percentuale di Sn, minore è la temperatura di fusione).

Le giunzioni di tipo meccanico, quali manicotti o flange, possono essere utilizzate esclusivamente per il collegamento alle tubazioni di componenti quali valvole di intercettazione, unità terminali, riduttori di pressione, dispositivi di controllo e monitoraggio e sensori di allarme.

Prima della posa in opera delle tubazioni dovrà essere effettuata un'accurata scelta dei materiali: i materiali da utilizzare saranno infatti "compatibili" con l'ossigeno, puliti e assolutamente esenti da qualsiasi traccia di oli e grassi.

Ciò perché la pulizia è un'esigenza fondamentale per l'installazione di un impianto gas medicinali, sia per conservare le caratteristiche di purezza del gas che per la sicurezza dell'installazione stessa.

Gli olii e i grassi, in particolare, sono prodotti molto pericolosi: in presenza di ossigeno e CO₂ possono infatti reagire provocando accensioni e talvolta violente esplosioni.

La velocità del gas, anche se di per se non pericolosa, in presenza di polveri o corpi solidi estranei può provocare un aumento di temperatura dovuto ad azioni d'attrito, con conseguente autoaccensione dei prodotti stessi.

Ne consegue che tutti gli elementi che compongono l'installazione per ossigeno saranno puliti prima della consegna dell'impianto al fine di eliminare polveri e tracce di varia natura. Nella progettazione e riverifica sono stati curati alcuni accorgimenti tecnici che si richiamano di seguito:

- sono state evitate curve brusche ed è stato adottato un raggio di curvatura di almeno 15 volte il diametro esterno delle tubazioni;
- è stato progettato un anello di distribuzione tale da poter garantire l'alimentazione alle varie utenze anche nei casi in cui si dovrà intercettare o escludere parti di tubazioni;
- sono state previste valvole di sezionamento che permettono sia di intercettare che di parzializzare la rete di distribuzione;
- non saranno installate canalizzazioni in prossimità di tubazioni che trasportano olii, gas combustibili ecc.;
- l'installazione è stata prevista lontana da sorgenti di calore o scintille (interruttori, disgiuntori, apparecchi elettrici), lontana dalle cabine elettriche o dai cavi elettrici di bassa tensione;
- è stato mantenuto il medesimo potenziale elettrico su tutta l'installazione tramite l'utilizzazione di connettori per il collegamento all'impianto a terra;
- sono stati previsti dispositivi di segnalazione e di indicazione;

- nelle tubazioni in cunicolo è prevista l'aerazione per evitare accumuli di gas;
- gli spurghi e gli scarichi delle valvole di sicurezza saranno convogliati in luoghi non pericolosi per l'impianto e per il personale,
- i supporti saranno di materiale resistente alla corrosione e comunque tale da evitare fenomeni di corrosione elettrolitica; saranno installati ad intervalli tali da evitare distorsioni o piegature dei tubi, così come indicati nella tabella di seguito riportata, tratta dal punto 11.2.5 della UNI EN 7396-1.

Diametro esterno del tubo [mm]	Intervallo massimo fra i supporti [mm]
Fino a 15	1,5
Da 22 a 28	2,0
Da 35 a 54	2,5
> 54	3,0

Lo staffaggio a parete o a soffitto sarà conforme alla norma UNI EN 7396-1 (posizionamento, distanze minime, materiali staffature, ecc.) e come da standard interni dell'Azienda fabbricante del Dispositivo Medico.

In ogni caso dovrà essere evitato qualunque contatto metallo/metallo (utilizzando ad es. collari gommati od in materiale plastico e comunque impermeabile) in modo da evitare, in caso di ristagni di acqua od umidità, la formazione di pericolose pile e quindi fenomeni di corrosione del tubo (con infragilimenti e fessurazioni). Secondo la EN 7396-1 (punto 11.1.3) la tubazione dovrà essere fissata a terra in posizione il più possibile vicina al punto in cui la tubazione stessa entra nell'edificio.

Le tubazioni non dovranno essere utilizzate come rete di terra per apparecchiature elettriche. Tutto l'impianto è realizzato con materiali che conducono la corrente (rame e lega saldatura ad alto tenore d'argento). In ogni caso, le Norme CEI 64-4 e 64-8 prescrivono che le tubazioni e le masse metalliche debbano essere messe a terra con opportuni connettori e cavi di dimensioni adeguate.

Le valvole da utilizzare saranno del tipo a sfera, in ottone nichelato UNI EN 12165 – CW617N, PN 25 minimo, complete con i raccordi a 3 pezzi in ottone per il collegamento alla tubazione.

Le valvole di intercettazione sono classificate nella UNI EN ISO 7396-1 come segue:

- valvola di intercettazione della sorgente di alimentazione VS, permette di isolare un'unica sorgente di alimentazione quando sono presenti le 3 sorgenti di alimentazione;
- valvola di intercettazione principale VP;
- valvola di intercettazione del montante VM;
- valvola di intercettazione di diramazione VD;
- valvola di intercettazione di area VA;
- valvola di intercettazione di anello VR;
- valvola di intercettazione per la manutenzione VMA, permette di isolare le singole apparecchiature;
- valvola di intercettazione di ingresso VI.

L'installazione sulla tubazione avverrà attraverso apposito raccordo a 3 pezzi saldobrasato con lega di argento a temperatura di fusione $> 600^{\circ}\text{C}$, come richiesto dalla norma UNI EN ISO 7396-1/2.

3.4 Caratteristiche tecniche prese di erogazione

Le unità terminali per gas medicinali compressi e per vuoto sono costituite da un blocco base "gas specifico", dove viene avvitato un completamento dedicato con attacco di uscita ad innesto rapido gas specifico, e conforme alla norma prescelta AFNOR, UNI, NIST.

Le unità terminali devono rispettare i requisiti di sicurezza della norma UNI EN ISO 9170/1 ed UNI 9507, e saranno installate a muro tramite apposite cassette in attrezzature pensili.

In particolare, il completamento di cui sopra soddisfa un requisito essenziale di sicurezza previsto dalle citate norme UNI 9170-1 e UNI 9507, per quanto concerne l'impiego dei gas medicali per l'azionamento degli utensili chirurgici quali Aria e Azoto con pressione di 800KPa, che possono causare condizioni di pericolo per gli utilizzatori durante la disconnessione dell'innesto, in quanto per effetto della pressione potrebbe essere proiettato con violenza.

Le unità terminali saranno composte dai seguenti elementi:

- blocco base UNI 9507, parte collegata alla tubazione;
- presa rapida in ottone cromato, ad innesti differenziati, secondo il tipo di gas; viene montata sul blocco base, contiene una valvola la cui apertura è provocata dall'inserimento dell'attacco maschio;

- cassette modulari da incasso in PVC complete di pannello di protezione a perdere una volta murate e pannello di copertura bianco in PVC;
- valvola di manutenzione che impedisca l'erogazione del gas durante le operazioni di manutenzione;
- valvola automatica che permette l'immediato arresto del gas all'atto del disinserimento dell'innesto di utilizzazione;
- morsetto con capocorda per la messa a terra;
- dado cromato, differenziato per tipo di gas, completo di bocchello per il collegamento della presa alla tubazione;
- targhetta circolare del colore distintivo gas.

3.5 Caratteristiche tecniche segnali di allarme e di monitoraggio

I sistemi di allarme per il controllo dei parametri di funzionamento dell'impianto e l'attivazione degli interventi di emergenza, informeranno il personale tecnico per gli interventi di manutenzione.

Gli indicatori di allarme del tipo acustico-luminoso, presenti in ogni reparto, saranno collocati in zone sorvegliate 24 ore su 24 al fine di poter rilevare tempestivamente eventuali anomalie all'impianto.

Gli allarmi che saranno installati rispettano i livelli di proprietà stabiliti nella UNI EN ISO 7396-1. Quelli previsti saranno i seguenti allarmi operativi di emergenza:

- a) pressione della rete di distribuzione a valle del riduttore di linea $\pm 20\%$ della pressione di alimentazione delle unità terminali;
- b) pressione a valle di ogni valvola di esclusione di area variata del $\pm 20\%$ rispetto alla pressione nominale di distribuzione;
- c) pressione assoluta a monte della valvola di intercettazione di area della rete del vuoto superiore a 60 kPa;
- d) pressione a valle della valvola generale di intercettazione variata del $+ 20\%$ o del $- 30\%$ rispetto alla pressione nominale di alimentazione;
- e) pressione assoluta a monte della valvola generale di intercettazione della rete del vuoto superiore a 60 kPa.

4. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Il dimensionamento di ogni sezione dell'impianto è stato effettuato in funzione del numero di prese e del flusso effettivo Q^p di gas per ciascuna presa, e che è pari a:

$$Q_p = \rho \cdot Q_n$$

dove Q^p è la portata nominale di ciascuna presa, e il coefficiente di contemporaneità ρ esprime la percentuale media di utilizzo delle unità terminali di ciascun gas all'interno del reparto considerato.

Operativamente si è utilizzato un apposito software sviluppato e messo a punto da Air Liquide Sanità.

Il calcolo del diametro interno della canalizzazione di gas medicinale compresso, in accordo con la norma FD S 90-155:2011 è stata eseguito con la seguente formula:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{wP}}$$

in cui:

d = diametro interno [mm]

w = velocità del gas [m/s]

Q = portata effettiva totale del gas [m³/h]

P = pressione assoluta [bar]

La stessa norma sopraccitata consiglia di limitare a 15 m/s la velocità dei gas all'interno delle tubazioni per evitare eccessive perdite di carico ed eventuali problemi di combustione di sfridi o polveri in presenza di ossigeno o CO₂.

La stessa norma FD S 90-155:2011 elenca, in funzione dei diametri interni dei tubi, le portate massime effettive per gas compressi e per il vuoto, per come nel seguito:

Diametro interno [mm]	Flusso effettivo gas compressi	
	Pr = 4 bar [mc/h]	Pr = 4 bar [l/min]
8	13,6	226,3
10	21,2	353,7
12	30,6	509,3
14	41,6	693,2
16	54,3	905,4

18	68,8	1.145,9
20	84,9	1.414,7

Diametro interno [mm]	Flusso del vuoto			
	Flusso teorico V = 100 m/s Pr = -0,65 bar		Flusso effettivo Coefficiente 0,75	
	[l/min]	[mc/h]	[l/min]	[mc/h]
8	105,6	6,3	79,2	4,8
10	165,0	9,9	123,8	7,4
12	237,7	14,3	178,2	10,7
14	323,5	19,4	242,6	14,6
16	422,5	25,4	316,9	19,0
18	534,7	32,1	401,1	24,1
20	660,2	39,6	495,1	29,7
26	1.115,7	66,9	836,8	50,2
30	1.485,4	89,1	1.114,1	66,8
40	2.640,7	158,4	1.980,5	118,8

Inoltre, utilizzando i coefficienti correttivi legati alla natura del gas per come indicati nella tabella seguente, è possibile risalire alle portate delle diverse tipologie di gas.

Gas	Coefficiente di correzione
O ₂	0,8
N ₂ O	0,85
Aria compressa medicinale	1,05
Vuoto	0,75