



**REGIONE CAMPANIA**  
**AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO**

[www.aslavellino.it](http://www.aslavellino.it)

**OGGETTO:**

Lavori di realizzazione locali di Pronto Soccorso dedicato ai pazienti sospetti covid-19 o potenzialmente contagiati, in attesa di diagnosi presso il P. O. "S.Ottone Frangipane" di Ariano Irpino (AV).

**COMMITTENTE:**

**AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO**  
Via degli Imbimbo 10/12

**PROGETTO ESECUTIVO**

**DENOMINAZIONE**

**RELAZIONE SPECIALISTICA  
E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO**

**DISEGNO**

**E.II01**

**RUP**

*Arch. Marina Abbondandolo*

**DIRETTORE GENERALE**

*Dr.ssa Maria Morgante*

**PROGETTISTA E C.S.E.**

*Ing. Antonio Salza*

**DATA**

**DICEMBRE 2020**

## **1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Sono stati di guida costante nella redazione del progetto i documenti sottoelencati.

### **NORME**

- UNI 7129 Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione ed installazione. Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione.
- UNI 9182 Impianti di alimentazione acqua calda e fredda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- UNI 8065 Trattamento delle acque negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 9182:2008 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - criteri di progettazione, collaudo e gestione IT.

### **LEGGI E REGOLAMENTI**

- Legge n° 10 del 9 gennaio 1991 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e dello sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- D.P.R. n° 412 del 26 agosto 1993 Regolamento recante le norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici ai fini del contenimento dei consumi energetici.
- D.L. n° 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE del parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/2002, concernente il rendimento energetico dell'edilizia. Il provvedimento introduce modifiche, integrazioni ed aggiornamenti alla disciplina già vigente in materia. Risparmio energetico degli edifici (valori di trasmittanza delle strutture edilizie; utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica).
- Decreto legislativo n° 311 del 29 dicembre 2006 Disposizioni correttive ed integrative al D.L. 192 per quanto concerne il risparmio energetico degli edifici (valori di trasmittanza delle strutture edilizie; utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica).
- Circolare del Ministero dell'interno n° 42 del 20 maggio 1974 Dispositivi ed apparecchiature di sicurezza per impianti termici. Specifiche di prova.
- Regio Decreto-Legge 9 luglio 1926 Costituzione dell'A.N.C.C.
- D.M. 1.12.1975, titolo II Normativa I.S.P.E.S.L. concernente le specificazioni tecniche da applicare agli impianti centrali di riscaldamento utilizzanti acqua calda sotto pressione con temperatura non superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica.

## **2. PREMESSA**

La seguente relazione ha lo scopo di descrivere gli interventi, previsti nel PROGETTO ESECUTIVO, che dovranno essere realizzati per:

- la realizzazione degli impianti idrici scarichi e gas medicali , posti a servizio dei vari ambienti del Pronto Soccorso COVID-19 presso il Presidio Ospedaliero "Sant'Ottone Frangipane" di Ariano Irpino (AV).

Gli impianti oggetto del presente progetto e le apparecchiature che lo comporranno dovranno essere realizzati in modo da ridurre al minimo la rumorosità delle macchine eventualmente adottando accorgimenti atti ad abbattere la rumorosità residua (silenziatori, barriere fonoassorbenti, ecc.). Tutte le macchine installate, sia all'esterno che all'interno dell'edificio, non

dovranno singolarmente e ad installazione avvenuta avere livelli di pressione sonora superiore ai limiti (macchina singola e nel campo reale, parzialmente riverberante):

Per quanto concerne i rumori esaminati all'esterno, gli impianti in oggetto dovranno essere realizzati in modo da rispettare appieno e con tutte le macchine funzionanti (secondo le condizioni cinematiche e il fabbisogno istantaneo), il D.P.C.M. 14.11.97 "Limiti di accettabilità del rumore in ambiente abitativo ed in esterno" e relativi integrazioni successive, i seguenti limiti: Classe di destinazione d'uso del territorio 1° particolarmente protette limiti minimi livello sonoro equivalente:

- diurno: 50 db (A) con un massimo di + 5 db (A) rispetto al rumore di fondo;
- notturno 40 db(A) con massimo di + 3 db (A) rispetto al rumore di fondo.

### **3 GENERALITÀ**

Il presente progetto interesserà gli impianti da realizzarsi a servizio del Pronto Soccorso COVID-19. A servizio dei vari locali saranno realizzati i seguenti impianti meccanici:

- Impianti idrico sanitari:
  - Impianto di adduzione acqua fredda e calda dei servizi igienici;
  - Impianto di scarico acque nere.
- Impianti gas medicali:
  - Impianto di distribuzione gas medicali.

Nella scelta del tipo di impianti che dovranno essere realizzati si è tenuto conto della suddivisione architettonica dei locali, della loro destinazione d'uso, delle caratteristiche architettoniche e strutturali dell'edificio nonché di quanto prescritto dalle norme e leggi di cui al paragrafo 1 della presente relazione.

### **4. IMPIANTO IDRICO**

#### **Dimensionamento delle reti di distribuzione**

Schematicamente le reti di distribuzione dell'acqua sanitaria si suddividono in tre parti:

- collettori orizzontali: sono costituiti dalle tubazioni orizzontali che distribuiscono l'acqua ai collettori di derivazione interna;
- derivazioni interne: sono costituite dal complesso di tubazioni che collegano i collettori ai rubinetti di erogazione.

#### **Portate nominali**

Sono state individuate le portate minime che devono essere assicurate ad ogni punto di erogazione. Nella tabella 1 sono riportate tali portate (con le relative pressioni richieste a monte) per erogatori di tipo normale.

**Tabella 1:** Portate nominali per rubinetti d'uso sanitari

Tipi di apparecchi sanitari	Acqua fredda	Acqua calda	Pressione
	l/s	l/s	m c.a.
Lavabo	0.10	0.10	5
WC con risciacquo da 9 litri	0.10	--	5
Bidet	0.10	0.10	5

### **Portate di progetto**

Si è provveduto ad individuare le portate massime previste nei periodi di maggior utilizzo dell'impianto e sono quindi le portate in base a cui sono state dimensionate le reti di distribuzione. Il loro valore è dipeso essenzialmente dalle seguenti grandezze e caratteristiche:

- portate nominali dei rubinetti;
- numero dei rubinetti;
- tipo utenza;
- frequenze d'uso dei rubinetti;
- durate di utilizzo nei periodi di punta.

ed è stato determinato dal calcolo delle probabilità.

### **Zona da realizzare**

WC TIPO		
Determinazione delle portate nominali dei singoli apparecchi		
Tipi di apparecchi sanitari	Acqua fredda	Acqua calda
	l/s	l/s
Lavabo	0.10	0.10
WC con risciacquo da 9 litri	0.10	--
Bidet	0.10	0.10
Piatto doccia	0.15	0.15
Essendo le portate nominali di tutti gli apparecchi inferiori o uguali a 0.20 l/s, si è scelto come tubo che collega il collettore agli apparecchi un tubo in rame Ø 12.00 mm		
Determinazione delle portate totali dei tubi che collegano le colonne ai collettori		
Tipi di apparecchi sanitari	Acqua fredda	Acqua calda
	l/s	l/s

Lavabo	0.10	0.10
WC con risciacquo da 9 litri	0.10	--
Bidet	0.10	0.10
Piatto doccia	0.15	0.15
<b>Tubo che alimenta il collettore dei servizi (Acqua fredda) Rame Ø 16,00 mm</b>		
<b>Tubo che alimenta il collettore dei servizi (Acqua calda) = Rame Ø 16,00 mm</b>		

### **Determinazione delle portate totali delle colonne e della dorsale orizzontale (Acqua fredda)**

Dorsale orizzontale n. 1

$$G_t = (0.30 + 0.30 + 0.30 + 0.30) = \mathbf{1.20 \text{ l/s}}$$

### **Determinazione delle portate di progetto e dimensionamento dei tubi (Acqua fredda)**

Sono state determinate le portate di progetto ( $G_{pr}$ ) in base alle portate totali ( $G_t$ ) e al tipo di utenza. In seguito sono stati determinati i diametri dei tubi in relazione alle portate di progetto, al carico unitario disponibile e alle velocità massime consentite. Quando il valore della portata totale non è risultato esattamente riportato nella tabella di dimensionamento, quale valore corrispondente della portata di progetto si è assunto quello approssimato per eccesso. Questo a favore della sicurezza per evitare operazioni di interpolazione fra le portate.

Dorsale orizzontale n. 1

$$G_t = \mathbf{1.20 \text{ l/s}} \quad G_{pr} = 0.65 \text{ l/s} \quad \mathbf{\varnothing = 22,00 \text{ mm}}$$

### **Determinazione delle portate totali delle colonne e della dorsale orizzontale (Acqua calda)**

Dorsale orizzontale n. 1

$$G_t = (0.20 + 0.20 + 0.20 + 0.20) = \mathbf{0.80 \text{ l/s}}$$

### **Determinazione delle portate di progetto e dimensionamento dei tubi (Acqua calda)**

Sono state determinate le portate di progetto ( $G_{pr}$ ) in base alle portate totali ( $G_t$ ) e al tipo di utenza. In seguito sono stati determinati i diametri dei tubi in relazione alle portate di progetto, al carico unitario disponibile e alle velocità massime consentite. Quando il valore della portata totale non è risultato esattamente riportato nella tabella di dimensionamento, quale valore corrispondente della portata di progetto si è assunto quello approssimato per eccesso. Questo a favore della sicurezza per evitare operazioni di interpolazione fra le portate.

Dorsale orizzontale n. 1

$$G_t = \mathbf{0.80 \text{ l/s}} \quad G_{pr} = 0.55 \text{ l/s} \quad \mathbf{\varnothing = 22,00 \text{ mm}}$$

## **5. IMPIANTO DI SCARICO**

## Componenti del sistema di scarico

Le parti che compongono un sistema di scarico idrico sono sostanzialmente quattro:

- 1) **Diramazioni di scarico:** elementi a sviluppo orizzontale per il collegamento fra i singoli apparecchi (lavandino, bidet, doccia ecc.) e le colonne di scarico.
- 2) **Colonne di scarico:** elementi a sviluppo verticale che raccolgono le acque reflue provenienti dalle diramazioni e le convogliano nei collettori.
- 3) **Collettori di scarico:** elementi a sviluppo sub-orizzontale, ai quali si collegano le colonne di scarico, e che hanno la funzione di convogliare le acque usate verso la rete fognaria.

## Dimensionamento

Per il corretto dimensionamento dell'impianto di scarico secondo quanto prescritto dalle norme vigenti (cfr. UNI EN 12056-2), si è ritenuto necessario iniziare con un corretto allacciamento degli apparecchi. A tal scopo il linea semplificativa nella seguente tabella 1 si indicano le unità di scarico DU (che esprime l'intensità di scarico in l/s) di ciascun apparecchio.

**Tabella 1:** Le unità di scarico Q per vari deflussi

Tipi di apparecchi sanitari	Q (l/s)	Uscita del sifone	Condotta d'allacciamento raccomandata
		d in mm	d in mm
Lavabo	0.5	40	50
Bidet	0.5	40	50
WC con risciacquo da 9 litri	2.5	110	110

## Dimensionamento della diramazione di scarico

Per il dimensionamento corretto delle diramazioni (Tratto di collegamento orizzontale alla colonna di scarico) si è preso in considerazione l'intensità di scarico totale  $Q_t$  (l/s) ottenuta sommando le unità di scarico DU dei singoli apparecchi sanitari presenti. La norma UNI EN 12056-2 definisce per ogni tipo di apparecchio una precisa intensità di scarico, che è riportata nella **tabella 1** (vedi sopra).

$$Q_t = (DU)$$

Di fondamentale importanza per il corretto dimensionamento dell'impianto è altresì la riduzione dell'intensità totale  $Q_t$  tenendo in considerazione la probabile contemporaneità di scarico degli

apparecchi. La contemporaneità è una misura della probabilità che più apparecchi, allacciati ad un'unica condotta, scarichino contemporaneamente.

Per determinare l'intensità ridotta  $Q_r$ , è stata applicata la seguente formula:

$$Q_r = 0.5 \sqrt{(Q_t)}.$$

Il terzo fattore preso in considerazione nel dimensionamento riguarda la pendenza del collettore di diramazione che trasporta le acque reflue fino alla colonna di scarico, per i quali si considera un riempimento ( $h/d=0,5$ ) pari al 50% con una pendenza minima del **1%**. Definita la pendenza e calcolata l'intensità  $Q_r$ , grazie alla **tabella 3** è stato possibile definire il diametro della diramazione, per la quale la portata è maggiore o uguale all'intensità  $Q_r$ ,

**Tabella 3:** Dimensionamento dei collettori di acque reflue

	pendenze in %				
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
$h/d = 0,5$					
$\varnothing$ mm	portata Q in l/s				
34/40	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24
44/50	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48
57/63	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98
69/75	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64
83/90	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44
101/110	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43

WC TIPO				
Tipi di apparecchi sanitari		Q (l/s)	Uscita del sifone	Condotta d'allacciamento raccomandata
			d in mm	d in mm
A	Lavabo	0.5	40	50
	Bidet	0.5	40	50
	WC con risciacquo da 9 litri	2.5	110	110
Linea nel punto A			$Q_t = (0.5+0.5+2.5) \text{ l/s} = 3,5 \text{ l/s}$ $Q_r = 1,31 \text{ l/s}$ Portata Q = 1.95 => Ø 110 mm Pendenza 0,5%	

## 6. IMPIANTI GAS MEDICALI (OSSIGENO - VUOTO - ARIA MEDICALE)

### Reti di distribuzione

Gli impianti di distribuzione dei gas medicali verranno realizzati in ottemperanza alla normativa europea EN 737-3 Parte 3: "Impianti per gas medicali compressi e vuoto", da Ditta Specializzata

Certificata, che ne curerà sia la progettazione esecutiva di cantiere che l'installazione ed il collaudo, rilasciando a fine lavori regolare dichiarazione di conformità.

La progettazione terrà conto del primario requisito di evitare ogni possibilità di intercambiabilità nella distribuzione dei gas.

Le tubazioni saranno identificate con opportune targhette indicanti il nome del gas in transito, la direzione di flusso, il simbolo chimico ed il colore identificativo del gas.

Per l'adduzione dei gas medicali (ossigeno - vuoto - aria medica) sulle travi testaletto nel locale "*Sala trasfusioni*", verrà realizzata per ogni tipo di gas una rete di distribuzione in rame partendo dalle reti esistenti.

Le tubazioni per la distribuzione dei gas medicali, saranno previste in matasse di rame ricotto per le installazioni sottotraccia ed in barre di rame crudo nelle zone a vista (controsoffitti), idonee all'utilizzo per gas medicali in base alle norme UNI 5649 - 6507 DIN 1786 - 1787; tale dichiarazione verrà rilasciata dal produttore dei tubi.

In particolare i tubi di rame saranno prodotti con materie prime ricavate da minerale e non da rottame, in modo da garantire alta qualità e pulizia interna del tubo:

- 60 mg / mq residuo non solubile
- 40 mg / mq residuo solubile
- Residuo totale di Carbonio interno inferiore a 20 mg/mq, conforme alla norma DIN 8905 e ASTM – B 280, che rendono il tubo di rame idoneo per i gas medicinali.

Le giunture saranno realizzate utilizzando raccorderia in rame stampato per saldobrasature con temperature di fusione della lega superiori a 450°C e materiale d'apporto ad alto tenore d'argento con cadmio non superiore al 0,025 %, questo secondo la EN 737-3.

Le tubazioni saranno poste in opera da personale tecnico specializzato e rispetteranno le distanze di sicurezza dalle tubazioni di altri fluidi o dagli impianti elettrici.

### **Predisposizione cassetta di compartimento contenente valvole di intercettazione**

Prima di entrare nel compartimento le tubazioni saranno intercettate da opportune valvole a chiusura rapida specifiche per gas medicali.

Dette valvole saranno contenute in cassetta di compartimento antincendio, sistemate in luogo sicuro ad altezza di 175 cm dal pavimento.

Il sistema permetterà solo la chiusura volontaria dell'erogazione dei gas, pertanto la parte anteriore della cassetta sarà realizzata con vetro infrangibile se non con i mezzi a disposizione del corpo dei VV.F.

### **Predisposizione quadro di riduzione di 2° stadio**

All'interno del reparto in esame, sarà previsto apposito gruppo di decompressione di secondo stadio con lo scopo di ridurre, intercettare e controllare i flussi dei gas prima di essere distribuiti ai punti di utilizzo.

Il suddetto quadro, realizzato con carpenteria in acciaio laccato, avrà la funzione di contenere i riduttori di linea ed il gruppo d'intercettazione vuoto nonché i trasduttori di pressione per trasmettere un segnale elettrico ad un allarme in caso di eventuali anomalie delle pressioni erogate.

Il quadro di riduzione di 2° stadio sarà corredato di pressostati, manometri, vuotometri e sistema di allarme.

Sarà dotato di un sistema di allarme di tipo acustico luminoso, montato in zona presidiata, indicante le anomalie di rete.

### **Prese gas medicali (ossigeno - vuoto - aria medicale)**

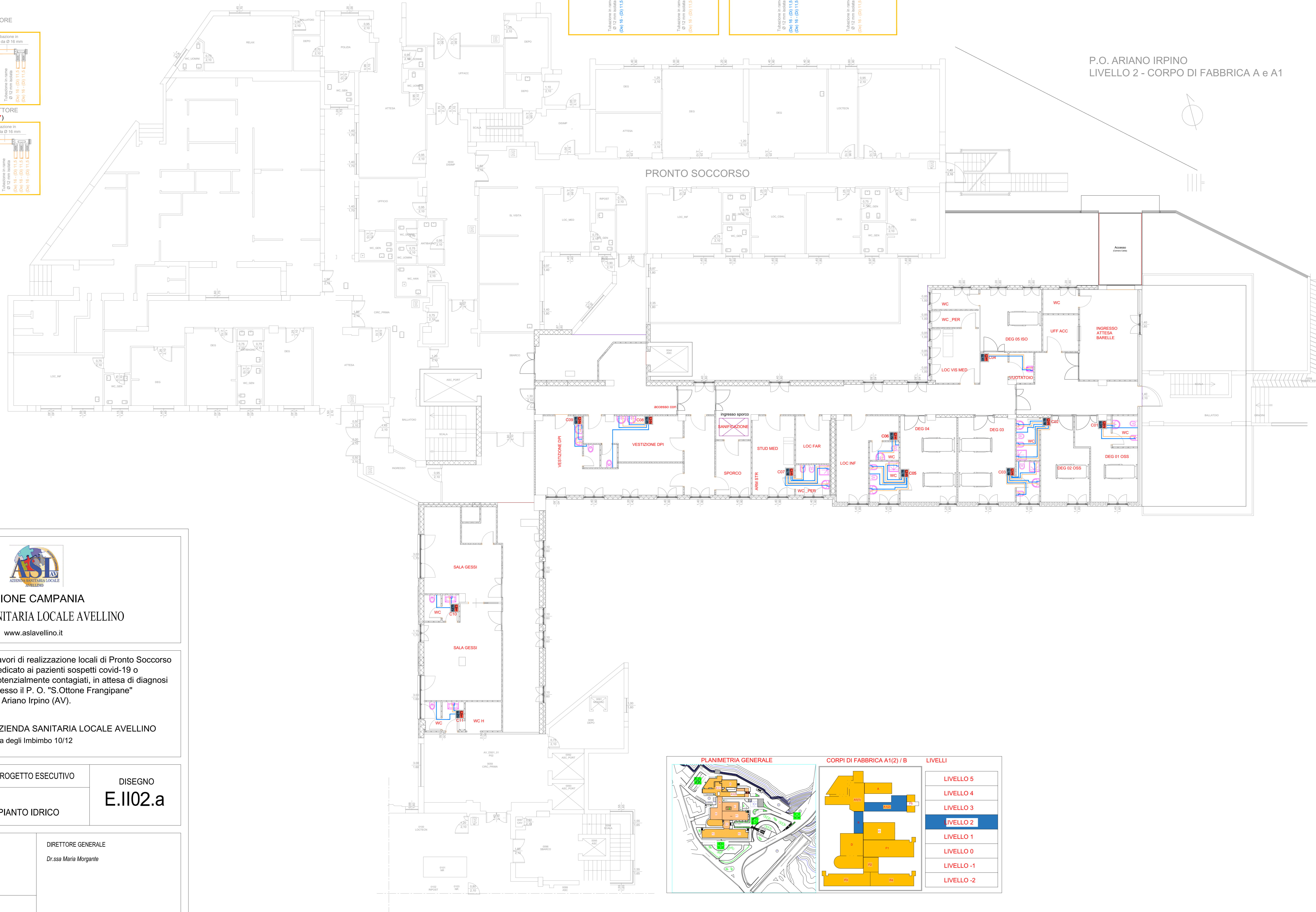
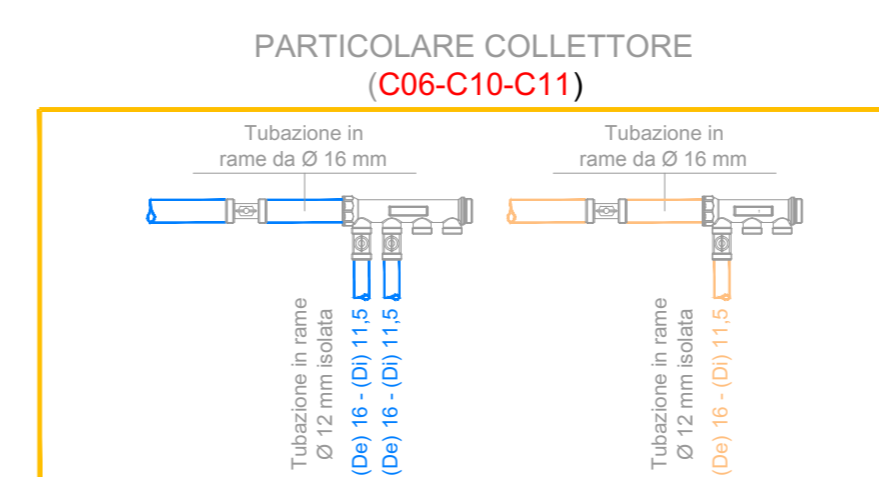
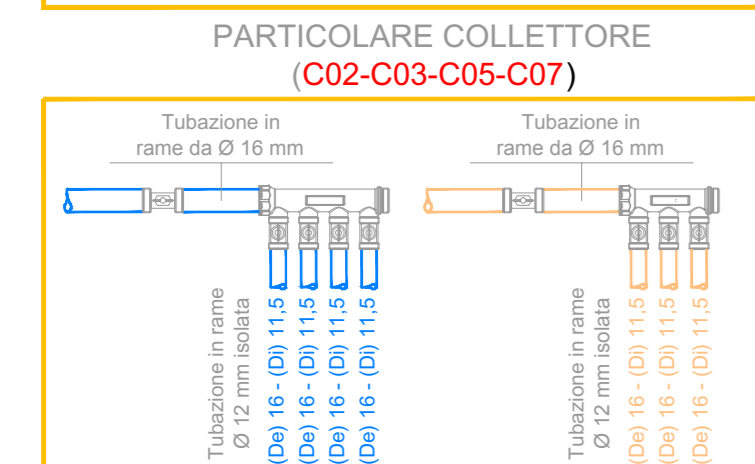
Le prese rispondenti alle norme UNI/AFNOR verranno installate nei punti terminali dell'impianto di distribuzione dei gas medicali e usate per prelevare, mediante appositi innesti rapidi, i vari gas.

Saranno composte da un blocco base UNI 9507 e presa rapida in ottone cromato, ad innesti differenziati, secondo il tipo di gas, contenente una valvola la cui apertura è provocata dall'inserimento dell'attacco maschio.

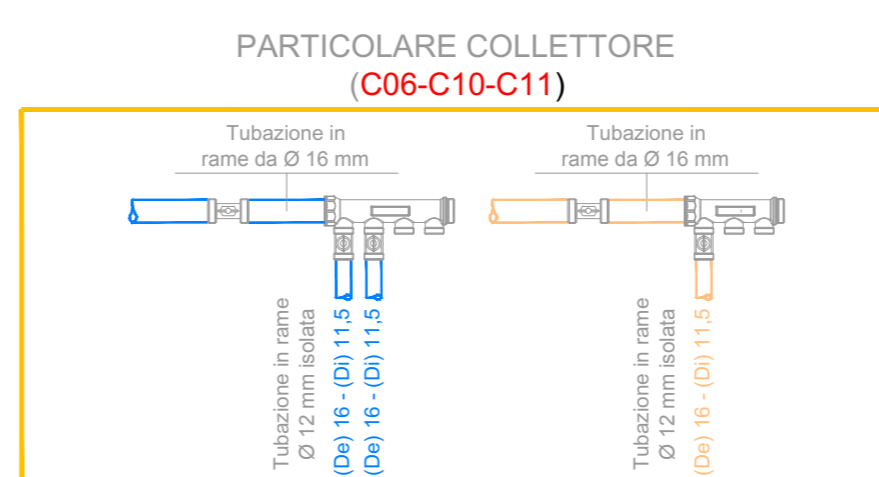
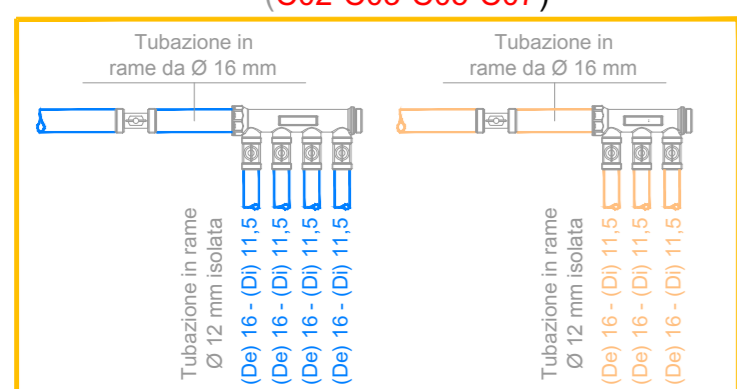
Le prese verranno installate sulle travi testaletto e a parete.

Saranno diverse a seconda del gas e non permetteranno alcuna erogazione se non attivate dal rispettivo innesto rapido.

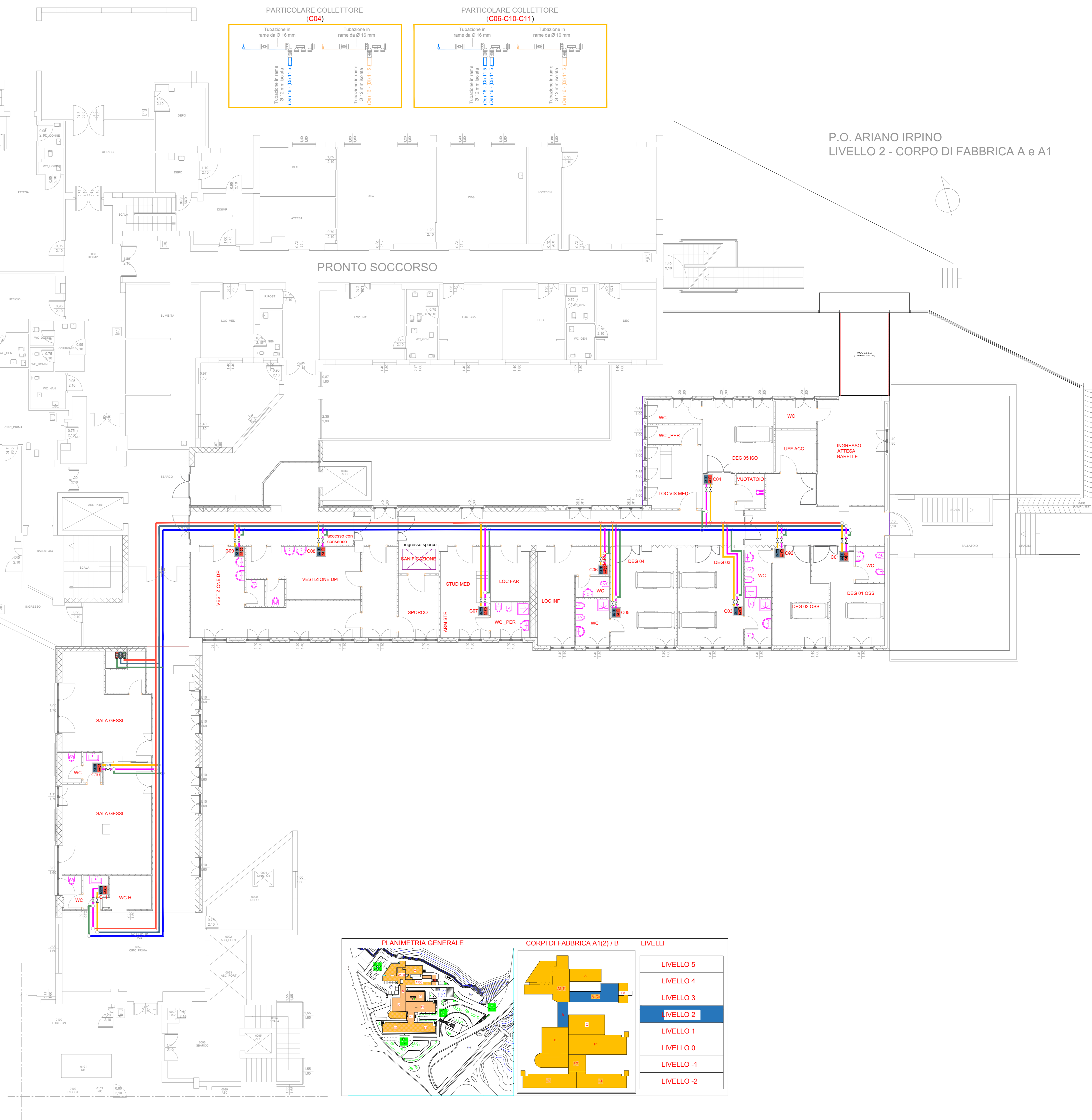
Oltre a questa sicurezza meccanica, ad evitare eventuali errori di scambio di gas, sul pannello metallico di chiusura sarà serigrafato il colore del gas ed il simbolo chimico dello stesso.



<p>RUP</p> <p><i>Arch. Marina Abbondandolo</i></p>	<p>DIRETTORE GENERALE</p> <p><i>Dr.ssa Maria Morgante</i></p>	
	<p>PROGETTISTA E C.S.E.</p> <p><i>Ing. Antonio Salza</i></p>	<p>DATA</p> <p><i>DICEMBRE 2020</i></p>



P.O. ARIANO IRPINO  
LIVELLO 2 - CORPO DI FABBRICA A e A1



OGGETTO:

Lavori di realizzazione locali di Pronto Soccorso dedicato ai pazienti sospetti covid-19 o potenzialmente contagiati, in attesa di diagnosi presso il P. O. "S.Ottone Frangipane" di Ariano Irpino (AV).

COMMITTENTE:

AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO  
Via degli Imbimbo 10/12

PROGETTO ESECUTIVO

DISEGNO  
E.1102.b

RUP

Arch. Marina Abbondandolo

DIRETTORE GENERALE

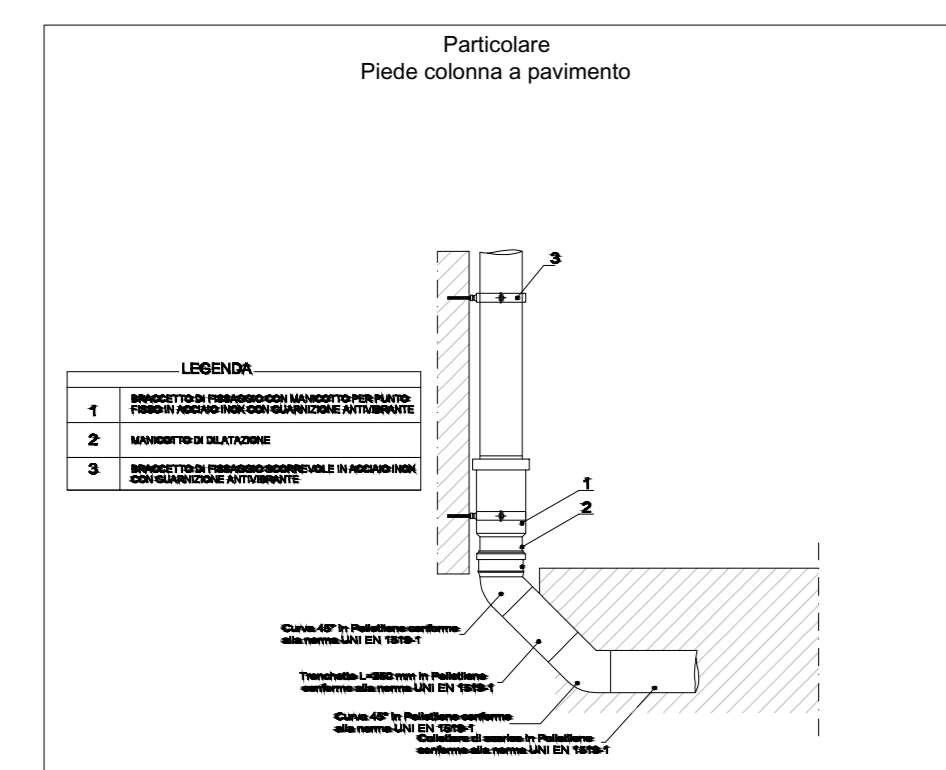
Dr ssa Maria Morganti

PROGETTISTA E C.S.E

Ing. Antonio Salza

DATA

DICEMBRE 2020



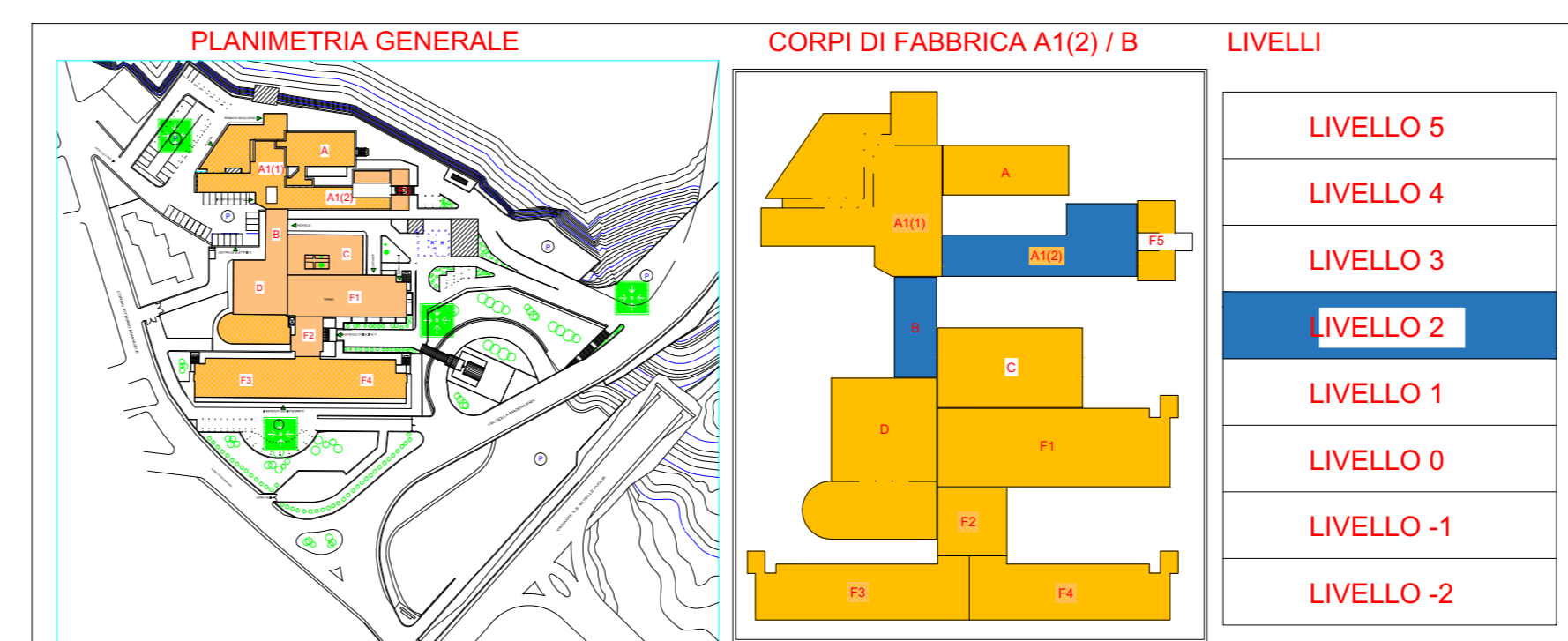
Lavori di realizzazione locali di Pronto Soccorso dedicato ai pazienti sospetti covid-19 o potenzialmente contagiati, in attesa di diagnosi presso il P. O. "S.Ottone Frangipane" di Ariano Irpino (AV).

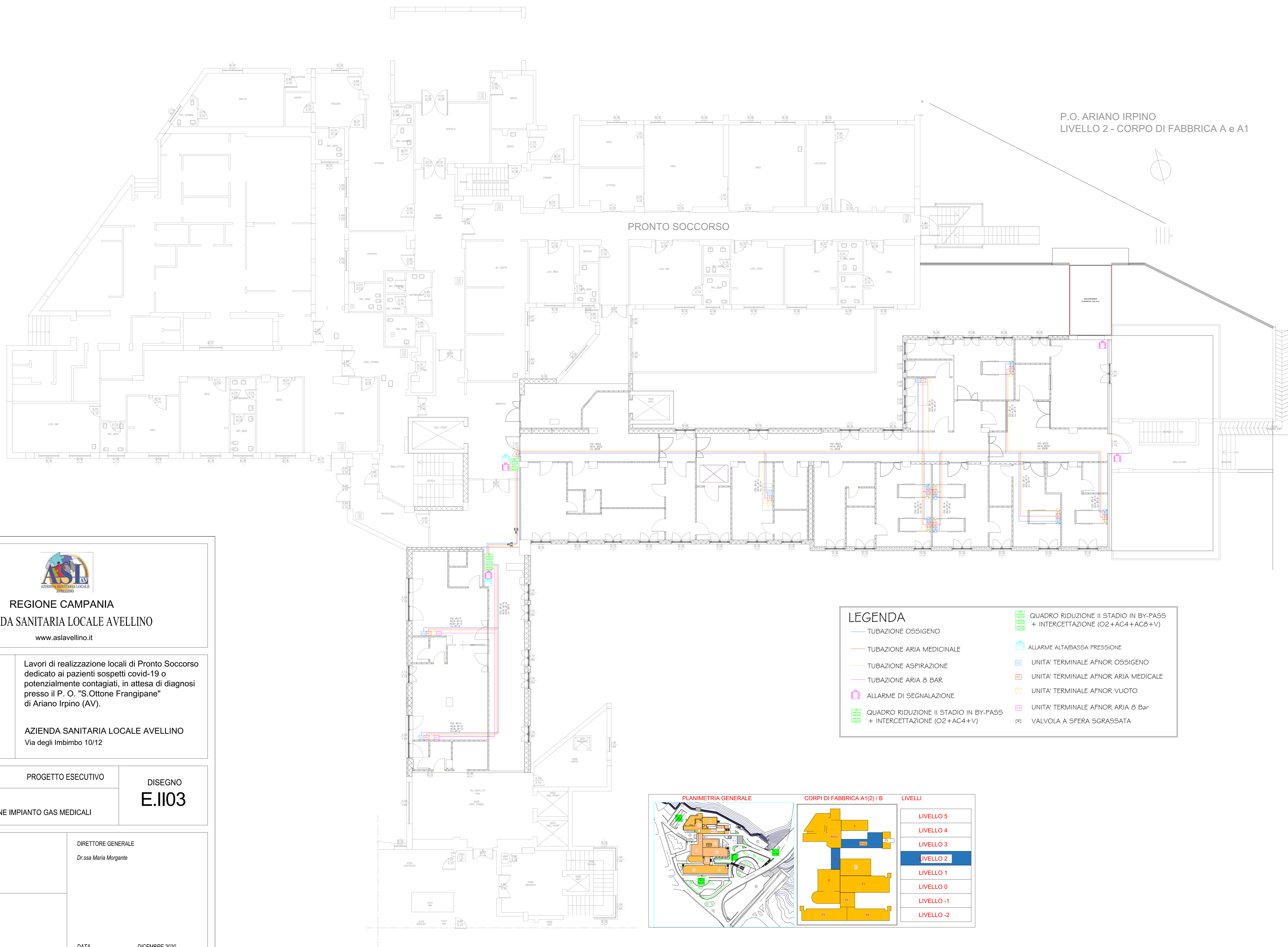
AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO  
Via degli Imbimbo 10/12

DISEGNO  
E.II02.c

DIRETTORE GENERALE  
Dr.ssa Maria Morgante

DATA	DICEMBRE 2020
------	---------------





REGIONE CAMPANIA  
AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO  
www.aslavellino.it

OGGETTO: Lavori di realizzazione locali di Pronto Soccorso dedicato ai pazienti sospetti covid-19 o potenzialmente contagiati, in attesa di diagnosi presso il P. O. "S. Ottone Frangipane" di Ariano Irpino (AV).

COMMITTENTE: AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO  
Via degli Imbimbo 10/12

PROGETTO ESECUTIVO  
DENOMINAZIONE  
DISTRIBUZIONE IMPIANTO GAS MEDICALI

DISEGNO  
E.II03

RUP  
Arch. Marina Abbondandolo

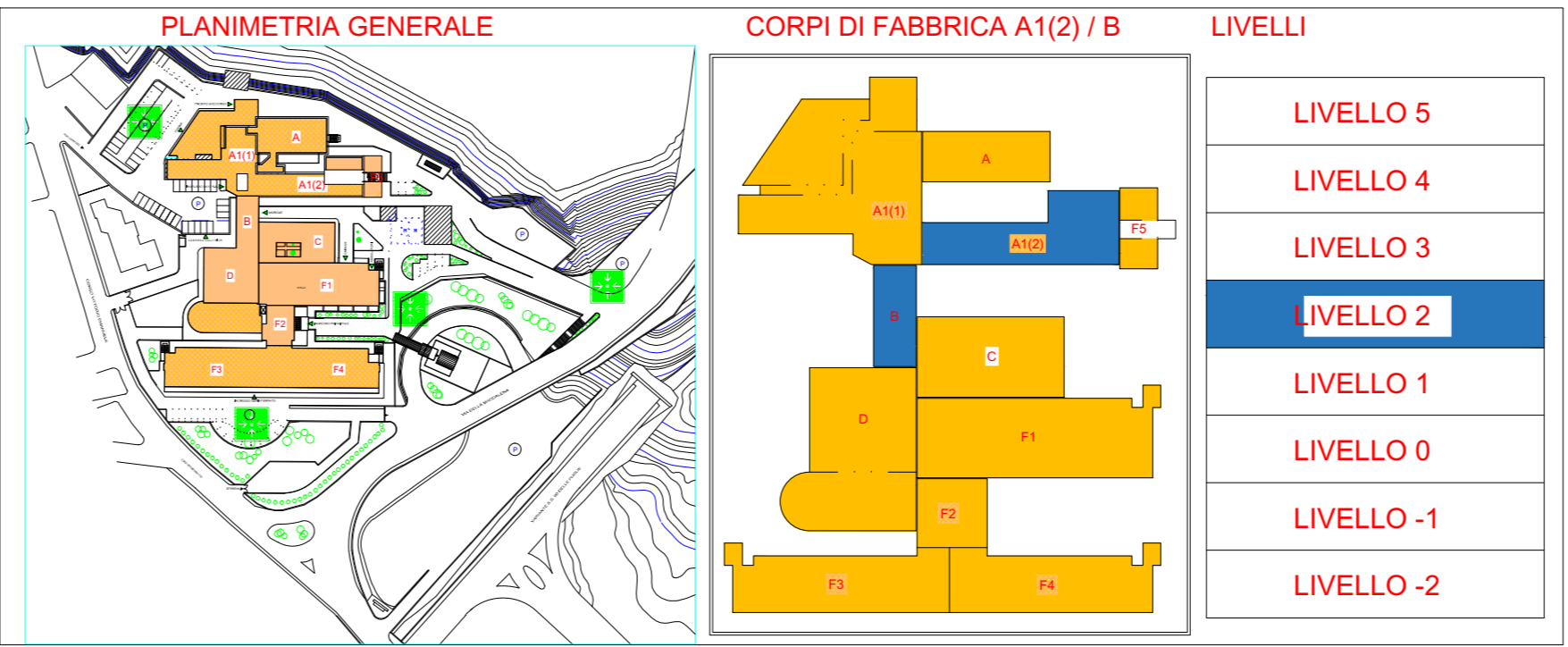
DIRETTORE GENERALE  
Dr.ssa Marie Morgante

PROGETTISTA E C.S.E.  
Ing. Antonio Salza

DATA  
DICEMBRE 2020

LEGENDA

- TUBAZIONE OSSIGENO
- TUBAZIONE ARIA MEDICINALE
- TUBAZIONE ASPIRAZIONE
- TUBAZIONE ARIA 8 BAR
- ALLARME DI SEGNALAZIONE
- QUADRO RIDUZIONE II STADIO IN BY-PASS + INTERCETTAZIONE (O2+AC4+V)
- ALLARME ALTA/BASSA PRESSIONE
- UNITA' TERMINALE AFNOR OSSIGENO
- UNITA' TERMINALE AFNOR ARIA MEDICALE
- UNITA' TERMINALE AFNOR VUOTO
- UNITA' TERMINALE AFNOR ARIA 8 Bar
- VALVOLA A SFERA SGRASSATA





REGIONE CAMPANIA  
AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO

[www.aslavellino.it](http://www.aslavellino.it)

**OGGETTO:**

Lavori di realizzazione locali di Pronto Soccorso dedicato ai pazienti sospetti covid-19 o potenzialmente contagiati, in attesa di diagnosi presso il P. O. "S.Ottone Frangipane" di Ariano Irpino (AV).

**COMMITTENTE:**

AZIENDA SANITARIA LOCALE AVELLINO  
Via degli Imbimbo 10/12

PROGETTO ESECUTIVO

DENOMINAZIONE

PARTICOLARI COSTRUTTIVI

ELABORATO

**E.II04**

RUP

*Arch. Marina Abbondandolo*

DIRETTORE GENERALE

*Dr.ssa Maria Morgante*

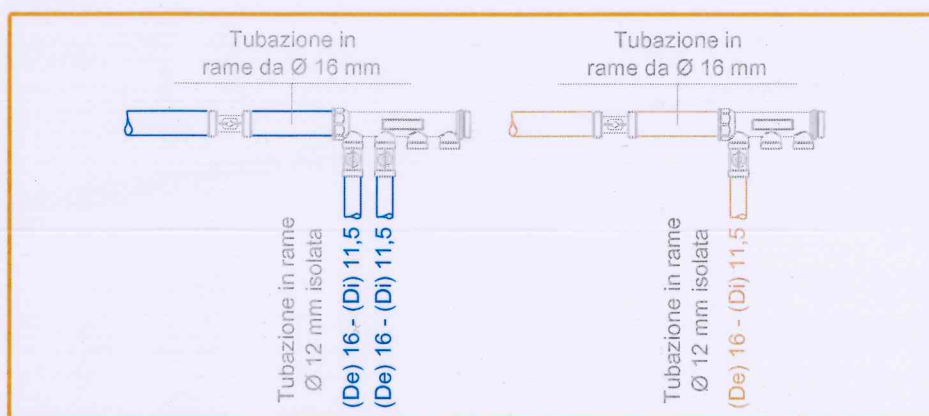
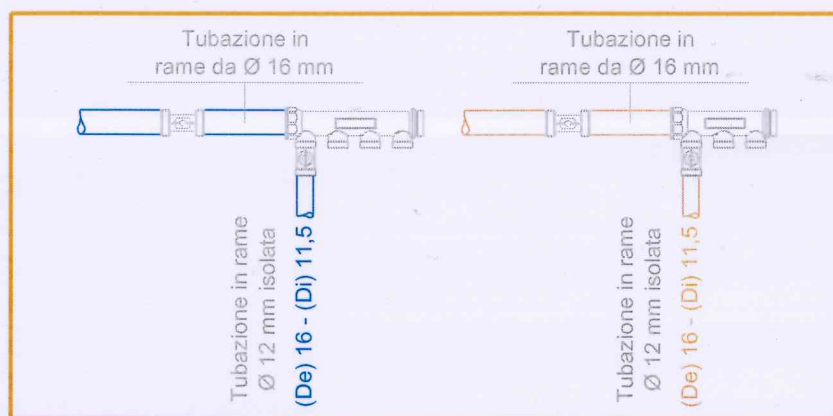
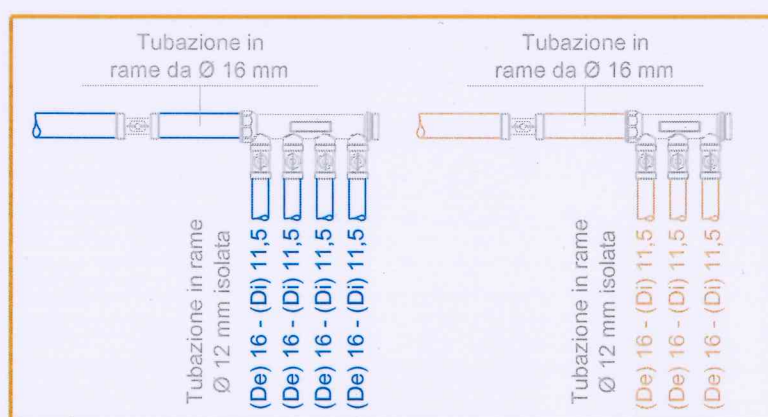
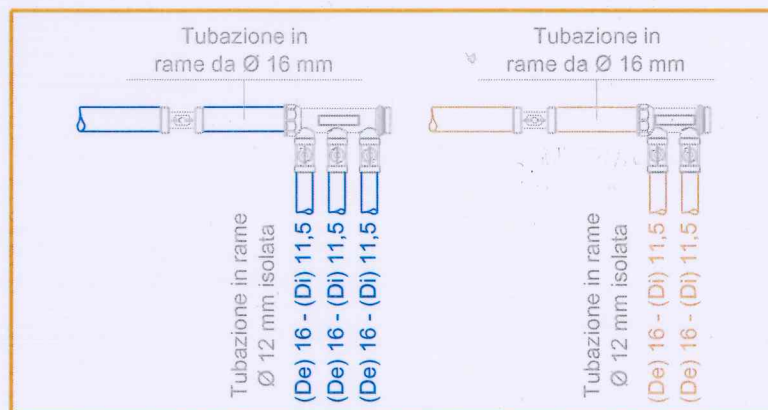
PROGETTISTA E C.S.E.

*Ing. Antonio Salza*

DATA

DICEMBRE 2020

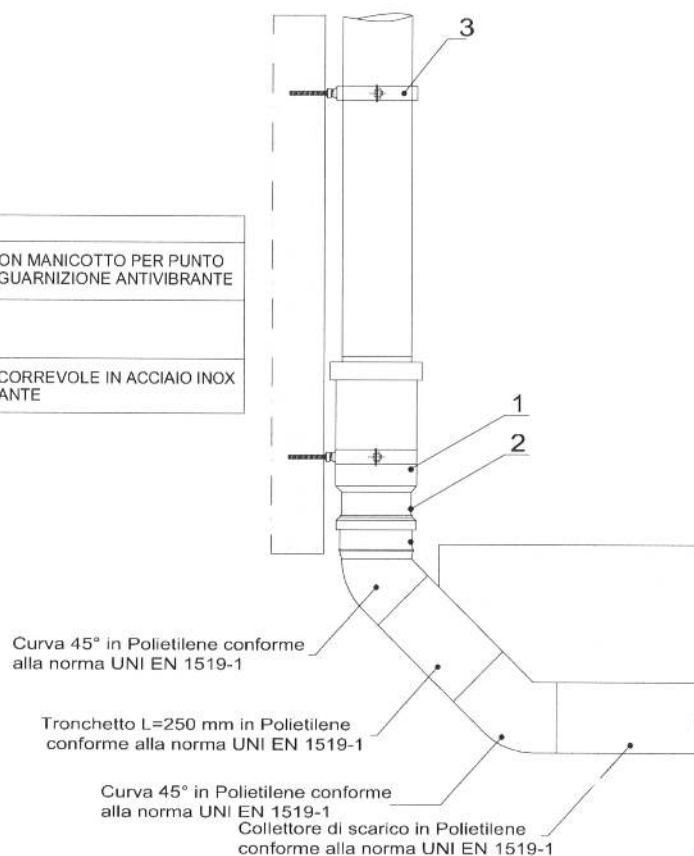
## PARTICOLARE COLLETTORI

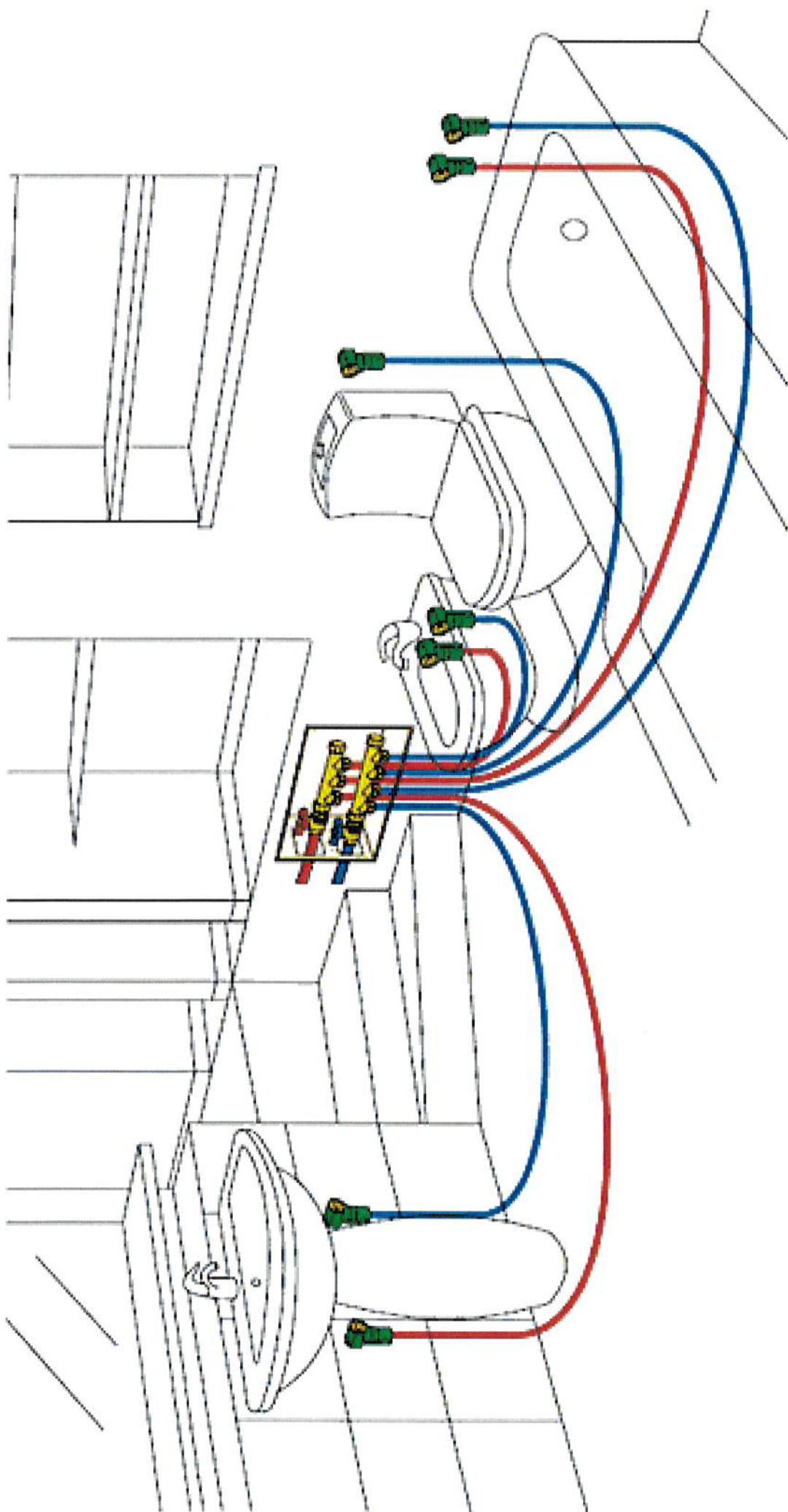


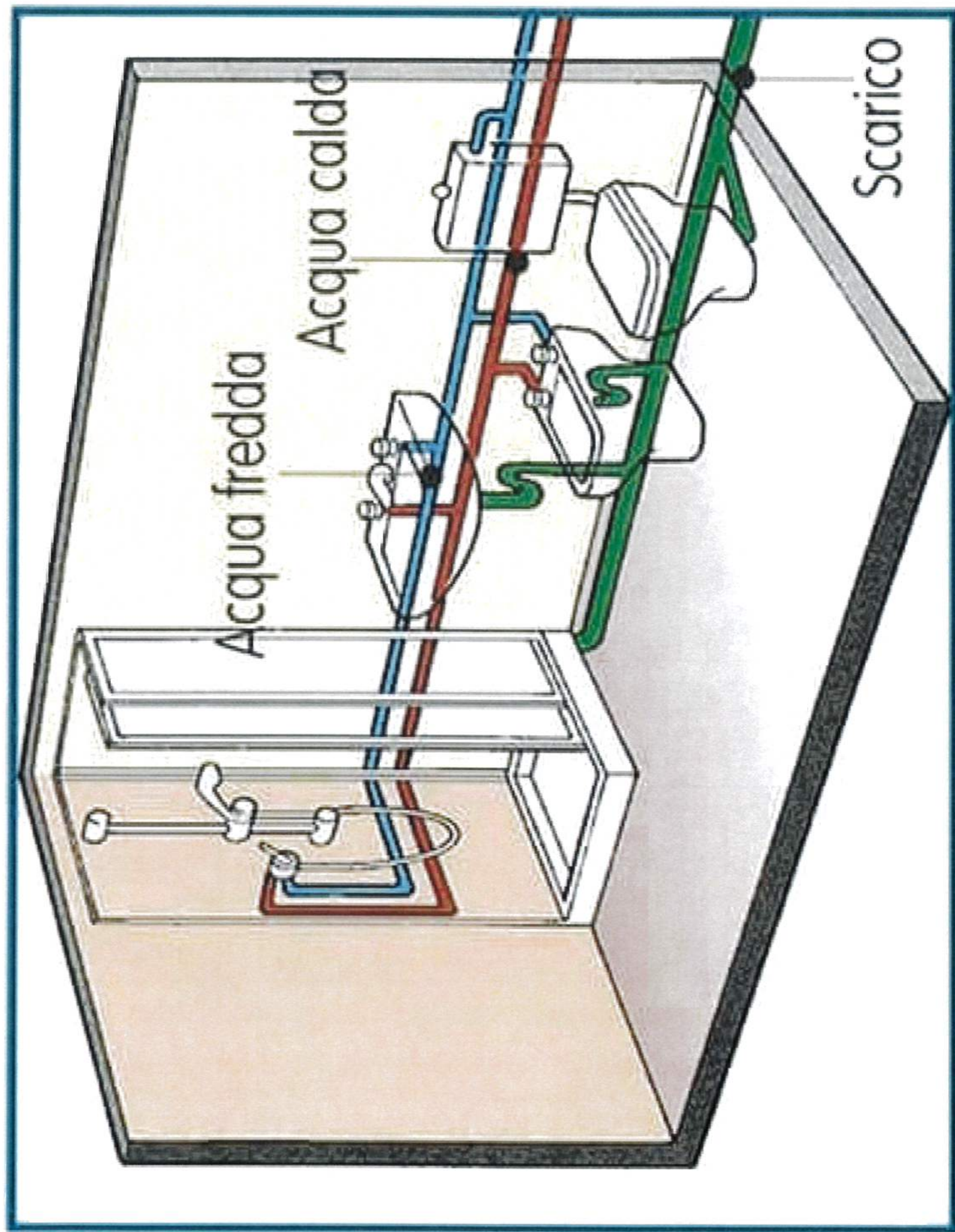
## Particolare Piede colonna a pavimento

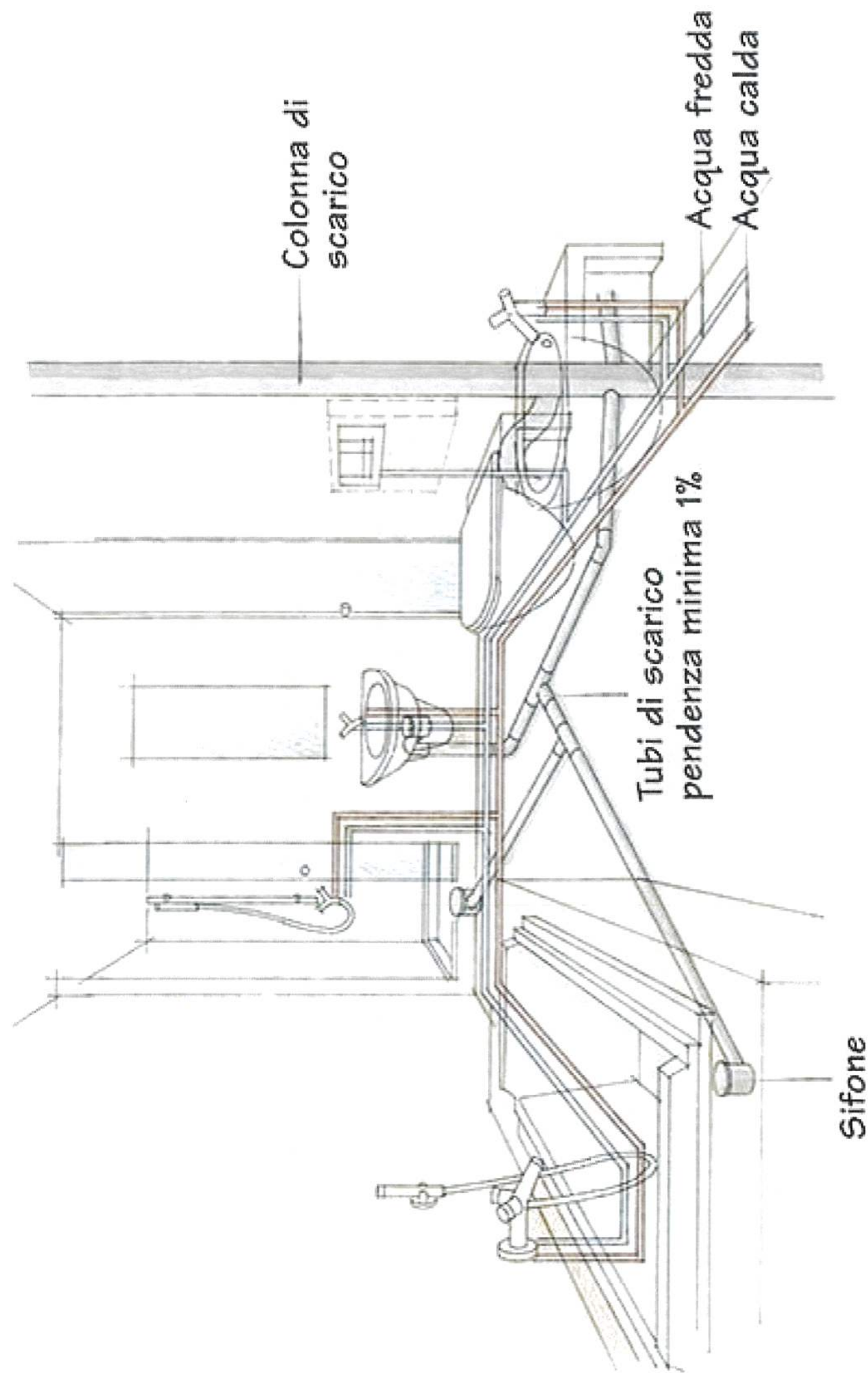
### LEGENDA

1	BRACCETTO DI FISSAGGIO CON MANICOTTO PER PUNTO FISSO IN ACCIAIO INOX CON GUARNIZIONE ANTIVIBRANTE
2	MANICOTTO DI DILATAZIONE
3	BRACCETTO DI FISSAGGIO SCORREVOLE IN ACCIAIO INOX CON GUARNIZIONE ANTIVIBRANTE









# 1. Gas medicinali

## 1.1. Generalità

Il gas medicale, nell'attuale legge di riferimento D.Lgs. 219/2006, è inequivocabilmente indicato come un medicale a tutti gli effetti; il decreto definisce gas medicale "ogni medicale costituito da uno o più sostanze attive gassose miscelate o meno ad eccipienti gassosi".

Tutti i gas medicinali devono essere quindi provvisti di un'autorizzazione per l'immissione in commercio, così come stabilito nella norma del Titolo III del decreto suindicato.

Nella Farmacopea europea e nella Farmacopea ufficiale italiana vengono definiti come gas medicinali:

- ossigeno
- azoto
- aria medicale
- aria sintetica medicale
- protossido d'azoto
- anidride carbonica (diossido di carbonio)
- monossido d'azoto
- miscele ottenute tra i gas sopra elencati
- elio.

I gas medicinali possono essere conservati sia allo stato liquido che allo stato di gas compresso. Essi possono essere forniti mediante sistemi diversi di immagazzinamento quali:

- serbatoi criogenici (o evaporatori freddi) fissi (tank)
- recipienti in pressione (bombole, bombolette, pacchi bombole)
- serbatoi criogenici mobili (dewar).

Nel caso di conservazione in bombole allo stato di gas compresso o liquefatto, occorre rispettare le norme specifiche prescritte per i singoli gas nell'ultima edizione della Farmacopea Ufficiale.

Il corpo delle bombole contenenti gas medicinali è di colore bianco, come stabilito dal D.L. 178 del 4/8/2000, in armonia con la prassi prevalente in Europa.

La norma UNI EN 1089-3:2005, *Bombole trasportabili per gas – Identificazione della bombola (escluso GPL) – Parte 3: codificazione del colore*, prevede un sistema di identi-

ficazione delle bombole con codice di colore delle rispettive ogive. In generale la colorazione dell'ogiva della bombola non identifica il gas, ma solo il rischio principale associato al gas (figura 1.1 e tabella 1.1).

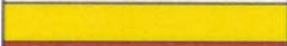



TIPO DI PERICOLO	COLORAZIONE
Inerte	 verde brillante
Infiammabile	 rosso
Ossidante	 blu chiaro
Tossico e/o corrosivo	 giallo
Tossico e infiammabile	 giallo + rosso
Tossico e ossidante	 giallo + blu chiaro

**NOTA:**

*In generale la colorazione dell'ogiva della bombola non identifica il gas ma solo il rischio generale associato al gas.*





Figura 1.1. Miscele e gas con colorazione per gruppo di pericolo

**Tabella 1.1**









COLORE	RISCHIO ASSOCIATO AL GAS
	Tossico e/o corrosivo
	Infiammabile
	Ossidante
	Inerte

Solo per i gas più comuni quali ossigeno, azoto, anidride carbonica e protossido d'azoto sono previsti colori specifici (tabella 1.2).

**Tabella 1.2**

COLORE	GAS CONTENUTO
	Ossigeno
	Azoto
	Anidride Carbonica
	Protossido d'Azoto

Va sempre ricordato che per l'individuazione del gas è essenziale riferirsi sempre all'etichetta apposta sulla bombola. La figura 1.2 riporta la classificazione della colorazione delle bombole contenenti gas medicali.

GAS MEDICALI		COLORAZIONE BOMBOLE	
<b>OSSIGENO</b>	 <i>Ogiva bianca e corpo bianco</i>	<b>ELIO</b>	 <i>Ogiva marrone e corpo bianco</i>
<b>PROTOSSIDO D'AZOTO</b>	 <i>Ogiva blu e corpo bianco</i>	<b>ARGON</b>	 <i>Ogiva verde scuro e corpo bianco</i>
<b>AZOTO</b>	 <i>Ogiva nera e corpo bianco</i>	<b>OSSIGENO / PROTOSSIDO D'AZOTO</b>	 <i>Ogiva bianca / blu e corpo bianco</i>
<b>ANIDRIDE CARBONICA</b>	 <i>Ogiva grigia e corpo bianco</i>	<b>ARIA</b>	 <i>Ogiva bianca / nera e corpo bianco</i>

**NOTA:**

L'identificazione delle bombole di gas viene effettuata dalla lettura dell'etichetta apposta sulla stessa e non per la colorazione.

Figura 1.2. Gas medicali con relativa colorazione delle bombole

I requisiti delle bombole per i gas medicali sono i seguenti:

1. corpo delle bombole: bianco
2. ogiva:
  - colore caratteristico di ogni tipo di gas ( $O_2$  bianco,  $N_2O$  blu,  $CO_2$  grigio,  $N_2$  nero, aria medica bianca/nero); (figure 1.3-1.4);
  - punzonato il nome del gas stesso.
3. certificato di approvazione e di revisione periodica;

4. disco in acciaio inox tra la valvola e la ghiera, con punzonatura “per uso medicale”, numero partita IVA o codice fiscale del proprietario della bombola, numero di serie di fabbricazione, data di collaudo, punzone dell’ispettore e pressione di prova;
5. adeguamento ai nuovi codici colori scattato il 28/04/2002.

TIPO DI GAS		COLORAZIONE	
Argon	Ar		verde scuro
Azoto	N <sub>2</sub>		nero
Biossido di Carbonio	CO <sub>2</sub>		grigio
Elio	He		marrone
Ossigeno	O <sub>2</sub>		bianco
Protossido d’Azoto	N <sub>2</sub> O		blu

**NOTA:**

Per individuare il gas è essenziale riferirsi sempre all’etichetta apposta sulla bombola.

Figura 1.3. Gas medicali con colorazione individuale



TIPO DI GAS	COLORAZIONE	
Aria respirabile		bianco + nero
Miscela Elio - Ossigeno ad uso respiratorio		bianco + marrone

Figura 1.4. Miscele gas medicali ad uso respiratorio

Gli impianti centralizzati di stoccaggio di gas medicali sono riportati nella tabella 1.3.

**Tabella 1.3**

GLI IMPIANTI CENTRALIZZATI DI STOCCAGGIO GAS MEDICALI		
OSSIGENO	Liquido in serbatoio	Gassoso in bombole
ARIA	Liquido in serbatoio	Gassoso in bombole
PROTOSSIDO D’AZOTO	Liquido in serbatoio	Gassoso in bombole
ANIDRIDE CARBONICA	Liquido in serbatoio	Gassoso in bombole
AZOTO	Liquido in serbatoio	Gassoso in bombole

Il D.Lgs. 219/2006 non solo impone che i gas medicali siano soggetti all'Autorizzazione alla Produzione (AP) e all'Autorizzazione all'Immissione in Commercio (AIC), richiedono anche la messa in opera di un sistema di Farmacovigilanza appropriato, l'attribuzione di responsabilità di gestione del magazzino gas medicali delle strutture ospedaliere alla farmacia interna, l'introduzione di foglietti illustrativi (anche per i gas medicali), le informazioni sull'etichetta, quali il nome commerciale del gas medicale, la data di scadenza e il numero di AIC. Inoltre le aziende che producono e commercializzano gas medicali devono essere dotate di un servizio scientifico, indipendentemente dal servizio marketing, che deve approvare tutta la documentazione promozionale relativa ai gas medicali ed è responsabile della formazione degli informatori scientifici (ovvero figure autorizzate all'informazione sui medicali), a medici e farmacisti. L'etichetta farmaceutica deve essere specifica per ogni confezione e riportare il nome del titolare dell'AIC e il numero dell'AIC assegnato a quella confezione.

I gas medicali, come ogni altro farmaco, sono assoggettati al requisito di tracciabilità e pertanto devono essere normalmente identificati con un numero di lotto attribuito al produttore. I singoli contenitori di gas medicali devono quindi riportare in termini chiari e univoci il numero di lotto per consentirne la rintracciabilità attraverso la catena produttiva e distributiva di ogni contenitore e l'eventuale richiamo di tutto il lotto di produzione, secondo il piano di emergenza adottato dal produttore.

Le monografie della Farmacopea ufficiale italiana ed europea stabiliscono le caratteristiche qualitative che devono avere i gas medicali e forniscono, per ciascun prodotto, precise indicazioni relativamente a:

- identificazione
- saggi di purezza
- metodi di analisi
- modalità di conservazione
- test.

Questi ultimi possono essere effettuati esclusivamente dagli utilizzatori allo scopo di eseguire semplici e rapide verifiche qualitative sul prodotto prima della somministrazione al paziente.

## **1.2. Principali caratteristiche dei gas medicali maggiormente utilizzati**

### *1.2.1. Ossigeno ( $O_2$ )*

L'ossigeno è un gas incolore, inodore, insapore, non tossico, incombustibile ma perfetto comburente. In presenza di gas combustibili, può dare origine a miscele esplosive. Esso può provocare l'inflammabilità spontanea nelle materie organiche, in particolare oli, grassi o materie da essi impregnate.

All'aumentare della percentuale di ossigeno in aria, aumentano in modo esponenziale tutte le caratteristiche di ossidabilità, combustibilità e inflammabilità.

L'inalazione di ossigeno puro gassoso non è dannosa per l'organismo, salvo casi di espo-

sizione prolungata che possono provocare fenomeni di iperossia. L'inalazione continua di concentrazioni superiori al 75% può causare nausea, vertigini, difficoltà respiratorie.

Il suo utilizzo nelle strutture sanitarie svolge funzioni medicali e terapeutiche per il trattamento di malattie respiratorie e di rianimazione e quale vettore di farmaci per inalazione somministrati mediante nebulizzatori.

Il suo stato fisico nelle condizioni ambientali è gassoso e può essere stoccato allo stato gassoso o liquido. Alcune sue caratteristiche fisiche sono riportate nella tabella 1.4.

**Tabella 1.4. Ossigeno ( $O_2$ )**

Alcune caratteristiche fisiche	
• Peso molecolare	: 32 g/mole
• Temperatura d'ebollizione	: - 182.97°C a 1.013 bar
• Peso specifico del gas	: 1.42 gr/litro a 0°C e 1.013 bar
• Peso specifico relativo all'aria	: 1.1
• Peso specifico del liquido	: 1.14 kg/litro - alla temperatura di ebollizione
• Solubilità nell'acqua a 15°C	: 34 cc/litro

#### 1.2.2. Protossido d'azoto ( $N_2O$ )

Il protossido di azoto è un gas incolore, dal gusto leggermente dolciastro e dall'odore piacevole, non tossico, incombustibile ma comburente. Analogamente all'ossigeno, in presenza di gas combustibile può fornire miscele esplosive.

Il suo potere comburente è inferiore a quello dell'ossigeno ma superiore a quello dell'aria. Esso può formare miscele esplosive con gas o vapori anestetici infiammabili indipendentemente dalla presenza o meno dell'ossigeno. Il protossido d'azoto è un gas debolmente anestetico (narcotico) e, pur non essendo tossico, è asfissiante e la sua presenza in un'atmosfera può causare sottossigenazione. Il suo stato fisico è liquefatto sotto pressione a temperatura ambiente nelle bombole e (liquefatto) a bassa temperatura nei serbatoi calorifugati. È opportuno ricordare che il protossido d'azoto è più pesante dell'aria e pertanto tende a depositarsi nelle zone basse dei locali. Le sue indicazioni sono come analgesico e come coadiuvante dell'anestesia generale in associazione con gli agenti anestetici somministrati per via inalatoria o intravenosa. Altra indicazione è in crioterapia per uso oftalmologico, pneumologico e dermatologico.

Alcune sue caratteristiche fisiche sono riportate nella tabella 1.5.

**Tabella 1.5. Protossido d'azoto ( $N_2O$ )**

Alcune caratteristiche fisiche	
• Peso molecolare	: 44.013 g/mole
• Temperatura d'ebollizione	: -88.47°C a 1.013 bar
• Peso specifico relativo all'aria	: 1.53
• Temperatura critica	: 36.41 °C
• Tensione di vapore	: a) a 20°C 50 bars b) a 0°C 30 bars c) a -20°C 18 bars
• Solubilità nell'acqua	: a 15°C 0.789 V/V
• Volume specifico	: 0.543m <sup>3</sup> /kg

### 1.2.3. Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)

L'anidride carbonica è un gas neutro, incolore, inodore, inerte; non è né infiammabile né combustibile, ma è cancerogeno, corrosivo, reattivo, tossico. L'anidride carbonica o biossido di carbonio nel settore ospedaliero può essere utilizzata in miscela con altri gas, in terapia, viste le sue particolari caratteristiche di vasodilatatore. Il suo utilizzo maggiore negli ultimi tempi è come fluido dilatante per laparoscopia o per particolari interventi chirurgici. Allo stato liquido viene utilizzata in criochirurgia dermatologica e oculistica. In fase gassosa unito ad altri gas, è usato (anche) in diagnostica per l'emogasanalisi; per le sue caratteristiche di vasodilatatore viene respirata in miscela con l'ossigeno in particolari interventi di riabilitazione neuromuscolare.

A temperatura superiore ai 31 °C (temperatura critica), l'anidride carbonica si trova sotto forma gassosa, indipendentemente dalla pressione. In alta concentrazione può causare asfissia. I sintomi possono includere perdita di mobilità e/o di conoscenza. Una bassa concentrazione di anidride carbonica causa un aumento della frequenza respiratoria e mal di testa. Le principali grandezze fisico-chimiche dell'anidride carbonica sono riportate in tabella 1.6.

Tabella 1.6. Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)

Alcune caratteristiche fisiche	
• Peso molecolare	: 44.01 g/mole
• Punto triplo	
- temperatura	: -56.6 °C
- pressione	: 518 bar
• Punto critico	
- temperatura	: 31 °C
- pressione	: 73.8 bar
- volume	: 2.137 L/kg
• Densità rispetto all'aria °C 1 bar	: 1.521
• Solubilità in acqua	: 0.759 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> acqua
• Calore latente di fusione al punto triplo	: 46.97 kcal/kg
• Calore latente di sublimazione a 101.3 kPa	: 136.40 kcal/kg
• Calore specifico a 20°C a 1 bar	
- a pressione costante	: 0.204 kcal/kg °C
- a volume costante	: 0.155 kcal/kg °C

### 1.2.4. Monossido d'azoto (NO)

Il monossido d'azoto (anche detto ossido di azoto) è un gas incolore, altamente tossico, velenoso e ossidante, con un odore leggermente irritante. È una semplice molecola inorganica diatomica. Allo stato puro l'ossido di azoto è impiegato per alcuni disturbi di origine medica in una forma molto diluita. Esso svolge un ruolo importante nel controllare la crescita e la vascolarizzazione tumorale. È inoltre fondamentale nei processi di rimarginazione delle ferite, visti i numerosi suoi effetti sulla risposta immunitaria, sul flusso sanguigno e l'angiogenesi sulla funzione piastrinica.

Il monossido d'azoto, come gas, è stato anche utilizzato clinicamente nel trattamento dell'ipertensione polmonare sia nei neonati che negli adulti.

Le principali grandezze fisico-chimiche del monossido d'azoto sono riportate nella tabella 1.7.

Tabella 1.7. Monossido d'azoto (NO)

Alcune caratteristiche fisiche	
• Massa molare	: 30.006 g/mole
• Volume specifico a 21.1°C e 101.325 KPa	: 811.16 dm <sup>3</sup> /kg
• Temperatura di ebollizione a 101.325 KPa	: -151.8 °C
• Densità assoluta a 25°C e 101.325 KPa	: 1.228 kg/m <sup>3</sup>
• Densità relativa a 25°C e 101.325 KPa	: 1.036
• Temperatura critica	: -92.9 °C
• Pressione critica	: 6650 KPa
• Volume critico	: 1.993 dm <sup>3</sup> /kg
• Calore molare specifico C <sub>v</sub> a 15°C e 101.325 KPa	: 20.981 J/(mole K)
• Calore molare specifico C <sub>p</sub> a 15°C e 101.325 KPa	: 29.227 J/(mole K)
• Rapporto C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub>	: 1.400
• Viscosità del gas a 25°C e 101.325 KPa	: 0.0188 cP
• Conduttività termica a 25°C e 101.325 KPa	: 0.025 W/(m K)
• Solubilità in acqua a 0°C - P <sub>NO</sub> = 101.325 KPa	: 7.38 cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> di acqua

#### 1.2.5. Azoto (N)

L'azoto è un gas inerte, incolore, inodore, poco solubile in acqua e non infiammabile. In natura, a temperatura e pressione normali si trova sotto forma di gas biatomico e costituisce mediamente circa il 78% in volume dell'aria. In alta concentrazione può provocare asfissia.

Tabella 1.8. Azoto (N)

Alcune caratteristiche fisiche	
• Peso atomico	: 14.0067
• Volume specifico a 21.1°C e 101.325 KPa	: 861.5 dm <sup>3</sup> /kg
• Temperatura di ebollizione a 101.325 KPa	: 195.8 °C
• Temperatura punto triplo	: 210.0 °C
• Pressione punto triplo	: 12.53 KPa
• Densità assoluta del gas a 101.325 KPa e 25°C	: 1.145 kg/m <sup>3</sup>
• Densità relativa del gas a 101.325 KPa e 25°C	: 0.967
• Temperatura critica	: -146.9
• Pressione critica	: 3.400 KPa
• Volume critico	: 3.216 dm <sup>3</sup> /kg
• Densità critica	: 0.311 kg/dm <sup>3</sup>
• Calore latente di fusione a 63.19°K	: 7.209.03 J/mole
• Calore specifico molare del gas a pressione costante	: 28.98 J/mol°K
• Calore specifico molare del gas a volume costante	: 20.6 J/mol°K Calore
• Specifico molare del liquido a 100°K	: 64 J/mole°K
• Viscosità del gas a 101.325 e 26.8°C	: 0.001787 cP
• Viscosità del liquido a 63.9°C	: 0.292 cP
• Conducibilità termica del gas a 101.325 KPa e 26.8°C	: 0.025 W/m°K
• Conducibilità termica del liquido a 65°K	: 0.1598 W/m°K
• Solubilità in H <sub>2</sub> O a 101.325 KPa (pressione parziale N <sub>2</sub> ):	: 1.458 cm <sup>3</sup> /100cm <sup>3</sup>

**Tabella 3.1. Composizione di una centrale di stoccaggio di ossigeno, azoto o aria medicale in base ai consumi medi**

COMPOSIZIONE DI UNA CENTRALE DI STOCCAGGIO DI OSSIGENO, AZOTO O ARIA MEDICINALE IN BASE AI CONSUMI MEDI									
In funzione del consumo medio della Struttura sanitaria considerata, determinare la capacità delle Fonti primaria, secondaria e di riserva. Per ognuna delle fonti scegliere tra le alternative presenti in tabella.									
Consumo in m <sup>3</sup> /h (media giornaliera)	FONTE PRIMARIA				FONTE SECONDARIA				FONTE DI RISERVA
	Seratoio gas criogenico liquefatto - dimensioni nominali (l) - per una autonomia tra 15 e 35 gg	Fonte a gas compresso - (n) bombole da 40 litri a 200 bar per una autonomia tra 15 e 35 gg	Fonte a gas compresso - (n) bombole da 50 litri a 200 bar per una autonomia tra 15 e 35 gg	Seratoio gas criogenico liquefatto - dimensioni nominali (l) - per una autonomia tra 36 e 72 ore o superiore	Fonte a gas compresso - (n) bombole da 40 litri a 200 bar per una autonomia tra 36 e 72 ore	Fonte a gas compresso - (n) bombole da 50 litri a 200 bar per una autonomia tra 36 e 72 ore	Fonte a gas compresso - (n) bombole da 40 litri a 200 bar per una autonomia tra 36 e 72 ore	Fonte a gas compresso - (n) bombole da 50 litri a 200 bar per una autonomia tra 36 e 72 ore	
0.1	soluzione sconsigliata	da 5 a 11	da 4 a 9	soluzione sconsigliata	da 1 a 1	da 1 a 1	da 1 a 1	da 1 a 1	1 a 1
0.2	soluzione sconsigliata	da 10 a 21	da 8 a 17	soluzione sconsigliata	da 1 a 3	da 1 a 2	da 1 a 3	da 1 a 2	1 a 2
0.3	soluzione sconsigliata	da 14 a 33	da 11 a 26	soluzione sconsigliata	da 1 a 3	da 1 a 2	da 1 a 3	da 1 a 2	1 a 2
0.4	soluzione sconsigliata	da 19 a 43	da 15 a 34	soluzione sconsigliata	da 3 a 4	da 2 a 3	da 3 a 4	da 2 a 3	2 a 3
0.5	soluzione sconsigliata	da 24 a 54	da 19 a 43	soluzione sconsigliata	da 3 a 5	da 2 a 4	da 3 a 5	da 2 a 4	2 a 4
0.6	soluzione sconsigliata	da 28 a 64	da 22 a 51	soluzione sconsigliata	da 4 a 6	da 3 a 5	da 4 a 6	da 3 a 5	3 a 5
0.7	soluzione sconsigliata	da 33 a 74	da 26 a 59	soluzione sconsigliata	da 4 a 8	da 3 a 6	da 4 a 8	da 3 a 6	3 a 6
0.8	soluzione sconsigliata	da 36 a 85	da 29 a 68	soluzione sconsigliata	da 4 a 8	da 3 a 6	da 4 a 8	da 3 a 6	3 a 6
0.9	soluzione sconsigliata	da 41 a 95	da 33 a 76	soluzione sconsigliata	da 5 a 9	da 4 a 7	da 5 a 9	da 4 a 7	4 a 7
1	soluzione sconsigliata	da 45 a 105	da 36 a 84	soluzione sconsigliata	da 5 a 10	da 4 a 8	da 5 a 10	da 4 a 8	4 a 8
1.5	10000 l	da 68 a 158	da 54 a 126	soluzione sconsigliata	da 8 a 13	da 6 a 10	da 8 a 13	da 6 a 10	6 a 10
2	10000 l - 20000 l	da 90 a 210	da 72 a 168	soluzione sconsigliata	da 10 a 19	da 8 a 15	da 10 a 19	da 8 a 15	8 a 15
2.5	10000 l - 20000 l	da 113 a 263	da 90 a 210	soluzione sconsigliata	da 11 a 23	da 9 a 18	da 11 a 23	da 9 a 18	9 a 18
3	20000 l - 30000 l	da 135 a 315	da 108 a 252	soluzione sconsigliata	da 14 a 28	da 11 a 22	da 14 a 28	da 11 a 22	11 a 22
4	20000 l - 30000 l	da 180 a 420	da 144 a 336	soluzione sconsigliata	da 19 a 36	da 15 a 29	da 19 a 36	da 15 a 29	15 a 29
5	30000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 23 a 45	da 18 a 36	da 23 a 45	da 18 a 36	18 a 36
6	30000 l - 60000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 28 a 55	da 22 a 44	da 28 a 55	da 22 a 44	22 a 44
7	30000 l - 60000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 33 a 64	da 26 a 51	da 33 a 64	da 26 a 51	26 a 51
8	60000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 36 a 73	da 29 a 58	da 36 a 73	da 29 a 58	29 a 58
9	60000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 41 a 81	da 33 a 65	da 41 a 81	da 33 a 65	33 a 65
10	60000 l - 100000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 45 a 90	da 36 a 72	da 45 a 90	da 36 a 72	36 a 72
15	100000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 68 a 135	da 54 a 108	da 68 a 135	da 54 a 108	54 a 108
20	100000 l - 200000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 90 a 180	da 72 a 144	da 90 a 180	da 72 a 144	72 a 144
25	200000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 113 a 225	da 90 a 180	da 113 a 225	da 90 a 180	90 a 180
30	200000 l - 300000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 135 a 270	da 108 a 216	da 135 a 270	da 108 a 216	108 a 216
35	200000 l - 300000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 158 a 315	da 126 a 252	da 158 a 315	da 126 a 252	126 a 252
40	200000 l - 400000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	da 180 a 360	da 144 a 288	da 180 a 360	da 144 a 288	144 a 288
50	300000 l - 500000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
60	300000 l - 500000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
70	400000 l - 500000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
80	400000 l - 500000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
90	400000 l - 500000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
100	500000 l	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	soluzione sconsigliata	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)

(\*) Soluzione da valutare in collaborazione con il fornitore del gas

La frequenza di sostituzione delle bombole o pacchi bombole delle sorgenti secondaria e di riserva tra 36 e 72 ore (anche per un eventuale serbatoio criogenico utilizzato come sorgente secondaria) è giustificata dalla valutazione del tempo tipicamente necessario per il ripristino della sorgente primaria.

In conclusione, poiché la norma non fornisce elementi per il dimensionamento degli stoccaggi, è necessario che la direzione della struttura sanitaria, in collaborazione con il fabbricante dell'impianto e con il fornitore del gas medicale, definisca tale dimensionamento sulla base di elementi quali:

- l'idoneità e le dimensioni dei locali disponibili e delle aree destinate allo scopo;
- l'ubicazione della struttura sanitaria rispetto a quella del fornitore del gas medicale;
- le condizioni ambientali e/o di viabilità nelle varie ore del giorno, nei vari giorni del mese e nei vari periodi dell'anno;
- la probabilità di accadimento di eventi eccezionali non ragionevolmente prevedibili (ad esempio alluvioni, terremoti o scioperi di trasporto, etc.);
- la probabilità di accadimenti di altri eventi che possano compromettere la fornitura del gas medicale nei tempi richiesti.

Dovrebbe essere pertanto effettuata e documentata, anche in collaborazione del fornitore del gas, un'analisi dei rischi che definisca modalità gestionali mirate a minimizzare la probabilità che venga interrotta la somministrazione del gas medicale ai pazienti, a causa dell'esaurimento del gas medicale contenuto negli stoccaggi.

### **3.6. Centrale di alimentazione con bombole o pacchi bombole**

La centrale di alimentazione con bombole o pacchi bombole deve comprendere tre rampe di bombole o di pacchi bombole per gli impianti di distribuzione dei gas medicali ovvero sorgente primaria, secondaria e di riserva. Quest'ultima non è indispensabile per l'aria e l'azoto per alimentare strumenti chirurgici. La centrale deve poter erogare la portata di progettazione con due delle sorgenti di alimentazione fuori servizio. L'unica eccezione può essere fatta per l'aria e l'azoto che alimentano gli strumenti chirurgici. Quando una rampa di bombole o un pacco bombole esauriti vengono sostituiti, l'inversore automatico deve poter essere riattivato manualmente o automaticamente. La figura 3.4 riporta uno schema generale per la distribuzione di gas medicali.

Le bombole di ogni rampa o pacco bombole devono essere collegate a un collettore comune con un proprio riduttore di pressione. Ad eccezione dell'aria, gli scarichi di tali valvole, se previsti sui collettori, devono essere convogliati all'esterno dell'edificio. Tranne che per le sorgenti con una sola bombola o pacco bombole, una valvola antiritorno deve essere installata sul collettore nei punti di collegamento dei flessibili utilizzati per collegare le bombole o i pacchi bombole al collettore. I collegamenti flessibili tra le bombole o i pacchi bombole e il collettore devono essere conformi alla norma ISO 21969 e pertanto non si devono utilizzare tubi flessibili non metallici in materiale polimerico o in gomma con rivestimento rinforzato. Tra la bombola/e e il primo riduttore di pressione deve essere previsto un filtro avente pori di dimensioni maggiori di 100 micron.

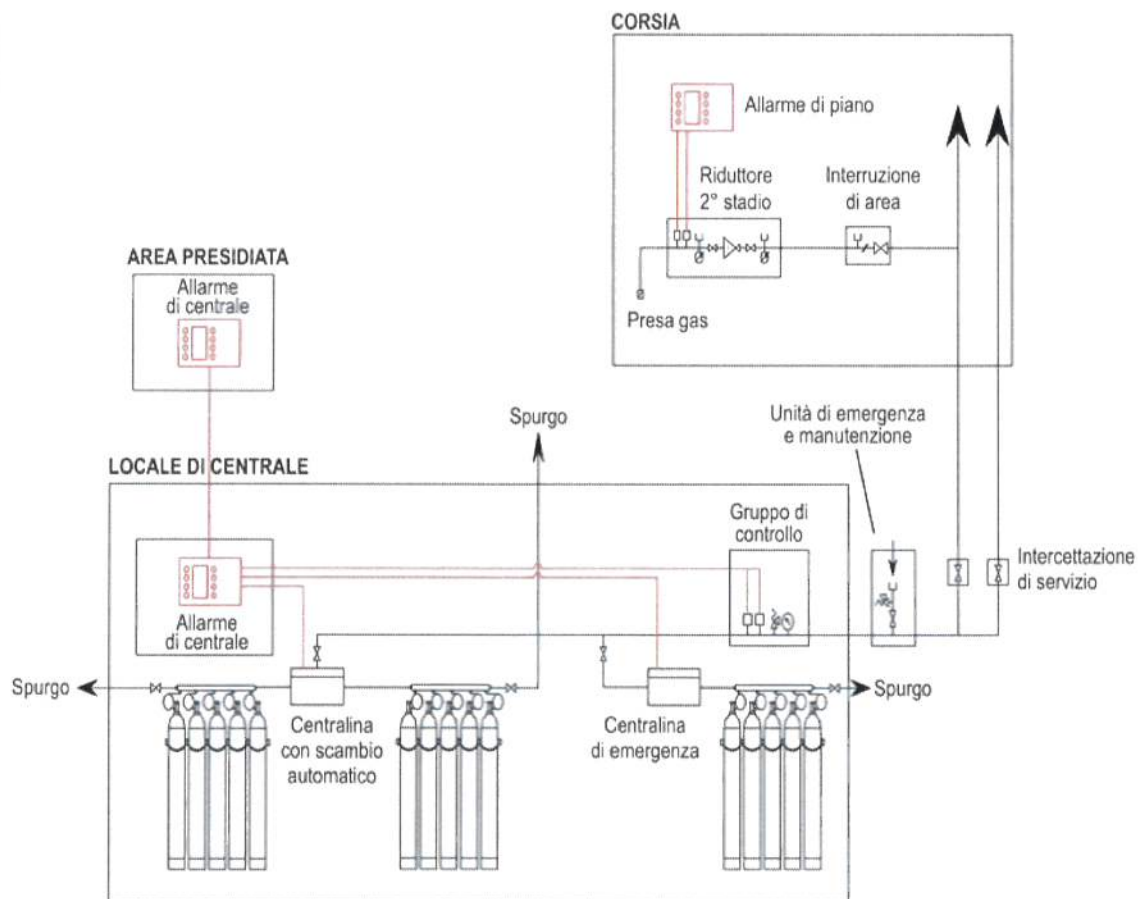


Figura 3.4. Schema generale per la distribuzione di gas medicinali. Centrale con tre rampe

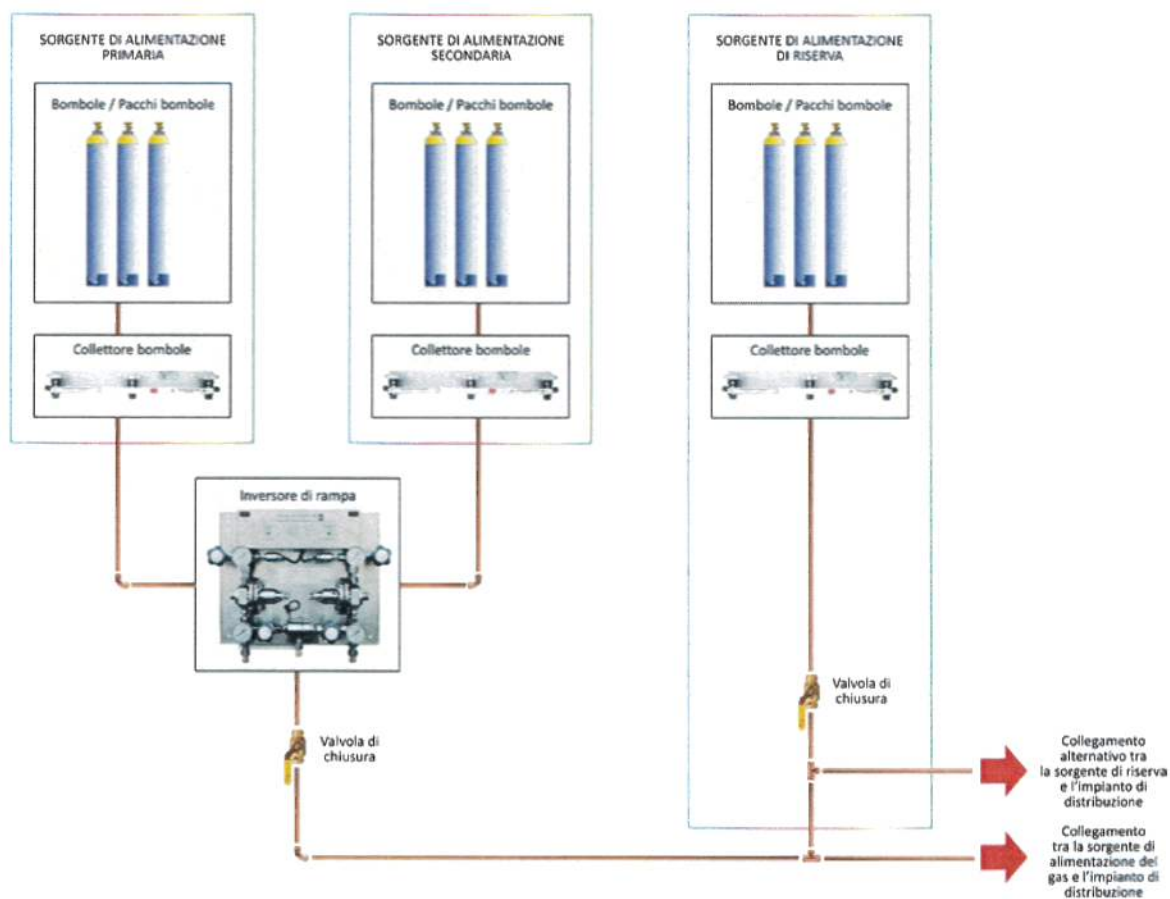


Figura 3.5. Sistema di alimentazione gas medicinali con 2 rampe o pacchi bombole con inversore di rampa ed una rampa di riserva

## 6. Dimensionamento tubazioni gas medicinali

Per il dimensionamento delle tubazioni si fa riferimento ad appositi diagrammi dove la caduta di pressione del fluido nella tubazione è espresso dall'equazione:

$$P_1 - P_2 = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{s}{r \cdot g} \cdot v^2$$

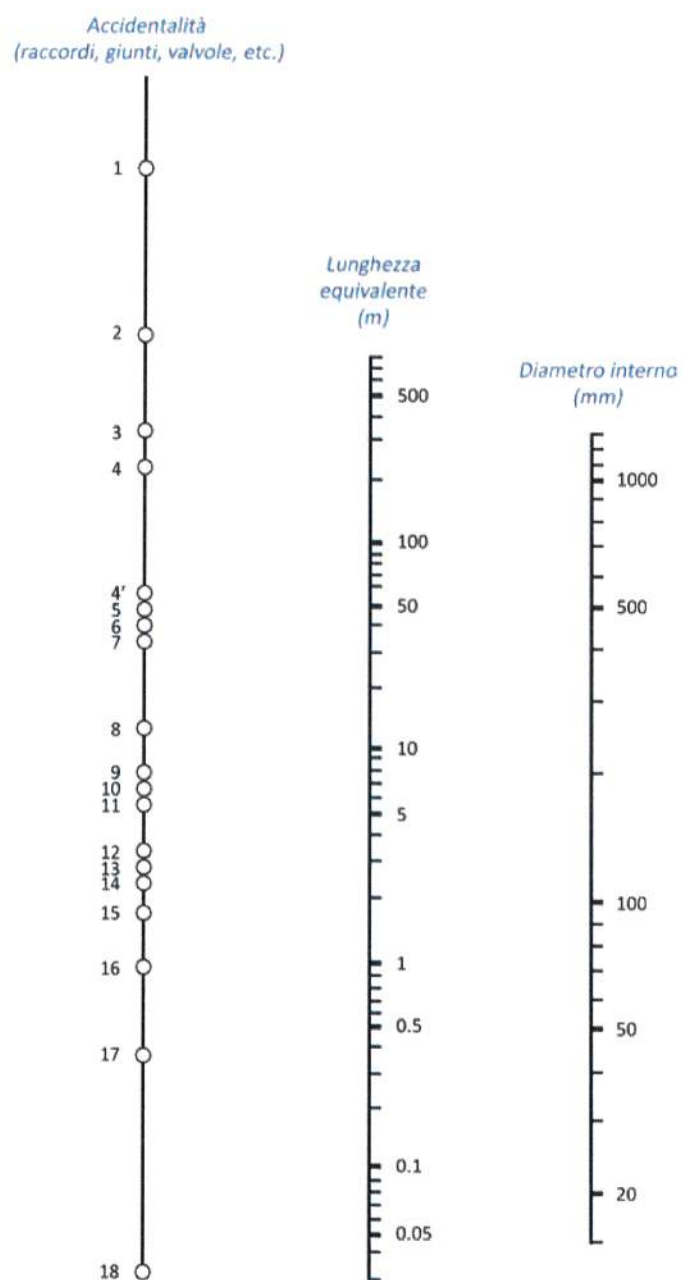
dove

- $P_1 - P_2$  = caduta di pressione, kg/m<sup>2</sup> (mm c.a.)
- $f$  = coefficiente di attrito
- $l$  = lunghezza della tubazione, m
- $d$  = diametro interno della tubazione, m
- $s$  = peso specifico del fluido, kg/m<sup>3</sup>
- $v$  = velocità dei fluidi, m/s
- $g$  = accelerazione di gravità, m/s<sup>2</sup>.

Il coefficiente di attrito  $f$  è funzione del numero di Reynolds ( $Re$ ) del fluido in questione e della scabrosità della superficie. Per i valori di  $Re$  inferiori a 2300 circa, il moto è laminare e il coefficiente di attrito risulta indipendente dalla scabrosità della superficie.

Il calcolo della caduta di pressione attraverso raccordi, valvole, etc. viene effettuato secondo il metodo della lunghezza equivalente. La lunghezza equivalente è la resistenza al flusso, in termini di una lunghezza di tubazione dello stesso diametro causata dall'inserimento di un raccordo, valvola, etc.: per esempio, l'inserimento di una valvola sfera in un tubo di 22 mm di diametro porta un aumento alla resistenza del flusso equivalente a 0,6 m di lunghezza di tubo e pertanto 0,6 m è la lunghezza equivalente della valvola.

Quindi, per ogni tipo e diametro di raccordo o valvola, bisogna assegnare una lunghezza equivalente. Moltiplicando tale lunghezza equivalente per la perdita di carico unitaria relativa ad una tubazione dello stesso diametro (del raccordo o della valvola) percorsa dalla stessa portata di fluido, si determina la caduta di pressione desiderata. Per calcolare la perdita totale, anziché sommare alle perdite per il carico distribuite le perdite di carico concentrate, si può procedere con un metodo alternativo. Si può maggiorare la lunghezza della tubazione considerando la lunghezza totale come somma della lunghezza della tubazione più la somma della lunghezza equivalente di tutte le accidentalità. Per determinare la lunghezza equivalente si può usare il nomogramma riportato in figura 6.1.



<i>Esempi:</i>	<i>Punto</i>	<i>Accidentalità</i>
	2	Valvola dritta aperta
	4	Valvola ad angolo aperta
	4'	Filtro
	6	Raccordo curvo a 180°
	7	Raccordo a squadra a 90°
	9	Raccordo curvo a 90° raggio stretto
	11	Raccordo curvo a 90° raggio medio
	12	Raccordo curvo a 90° raggio largo
	15	Raccordo curvo a 45°

Figura 6.1