

# CORSO DI FORMAZIONE

Utilizzo dei gas medicinali e tecnici in sicurezza  
bombole e impianti centralizzati

AULSS 2 Treviso

AD USO DEI TECNICI E OPERATORI SANITARI

## **Cosa è un Gas medicinale?**

Dall' Art 1 comma oo) *D.Lgs 219 /2006*:

**Gas Medicinale:** ogni medicinale costituito da una o più sostanze attive gassose miscelate o meno ad eccipienti gassosi

Questa definizione mette in evidenza le due caratteristiche fondamentali

1. si tratta di una **sostanza in forma gassosa**
2. contiene, come tutti i medicinali, una sostanza attiva

## **Quali sono le caratteristiche di una sostanza gassosa?**

Secondo la teoria atomica e molecolare, i gas, sono costituiti da un gran numero di molecole che sono in continuo movimento, durante il quale si urtano reciprocamente e con le pareti del loro contenitore.

Una sostanza in forma gassosa è caratterizzata dalle seguenti proprietà:

1. Non possiede un "FORMA" propria
2. Occupa il volume del "CONTENITORE" in cui è contenuto
3. Esercita una **PRESSIONE** sul proprio contenitore
4. **PRESSIONE, VOLUME e TEMPERATURA** a cui si trovano sono tra loro interdipendenti

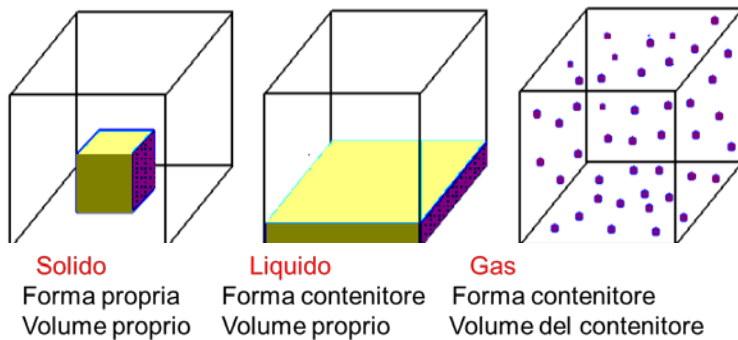


FIG 1 : GLI STATI FONDAMENTALI DELLA MATERIA

## Che cosa è la Pressione?

La pressione è la forza esercitata su una superficie:  $P = F/A$

Le molecole dei gas sono libere di muoversi e urtano le pareti del recipiente che le contengono generando con i loro urti una pressione.

*AUMENTANDO LA QUANTITÀ DI GAS NEL RECIPIENTE CHE LO CONTIENE, AUMENTA LA PRESSIONE A VOLUME E TEMPERATURA COSTANTI*

## Come si misura la pressione di un Gas?

L'unità di misura della pressione è il Pascal (Pa), ma si utilizzano ancora unità quali in bar e le atmosfere (atm). Lo strumento per la misura della pressione è il Manometro.

$$1 \text{ atm.} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa (kg/m}^3 \cdot \text{s}^2)$$

$$1 \text{ bar (uso comune)} = 10^5 \text{ Pa}$$



FIG. 2 PARTE INTERNA DI MANOMETRO A MOLLA TIPO "BURDON"

Punto di ingresso del gas, che con la sua pressione fa deformare il tubo flessibile che sposta la cremagliera e quindi l'indice connesso.

## Cosa è la temperatura?

La temperatura è un indicatore della quantità di energia termica posseduta da un corpo, legata all'eccitazione (movimento) delle sue molecole.

Conseguenza di questa eccitazione sono la maggiore pressione dei gas ma anche la dilatazione di corpi solidi e liquidi.

## Come si misura la temperatura?

Lo strumento di misura della temperatura è Termometro: il termometro a dilatazione tradizionale si basa sulla dilatazione termica di un apposito fluido.

Esistono comunque altri tipi di termometri che si basano su fenomeni fisici diversi (ad esempio su effetti termoelettrici).

La temperatura si misura in °C se suddividiamo una apposita scala tra 0°C (temperatura di liquefazione dell'acqua) e 100°C (temperatura di ebollizione dell'acqua).

La Temperatura si misura anche in gradi Kelvin (°K)

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,16$$

$$^{\circ}\text{0 K} = -273,15 ^{\circ}\text{C}.$$

PER UNA STESSA QUANTITÀ DI GAS, AUMENTANDO LA TEMPERATURA AUMENTA LA PRESSIONE A VOLUME COSTANTE

## Cosa è il volume di un Gas?

Il volume di un gas coincide con il volume geometrico del recipiente che lo contiene e si misura normalmente in litri o metri cubi ( 1 metro cubo = mille litri ).

## Come sono legati fra loro Volume, Pressione e Temperatura di un Gas?

Le relazioni quantitative sono espresse la seguenti relazioni:

### 1) Legge dell'isoterma

A temperatura costante, per una certa quantità di gas , la Pressione ed il Volume sono inversamente proporzionali

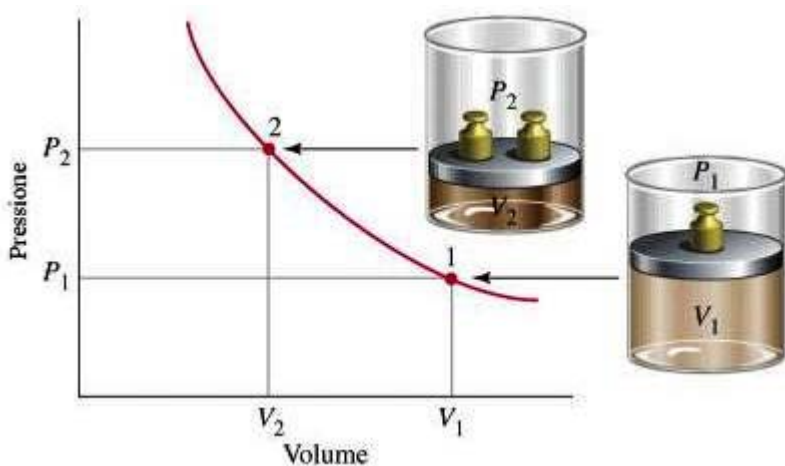


FIGURA 3: Legge dell'Isoterma ( $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ )

### 2) Legge dell'Isobara

A pressione costante, il volume di un gas è direttamente proporzionale alla temperatura e diventa (teoricamente) nullo a  $-273,15^\circ\text{C} = 0^\circ\text{K}$ .

### 3) Legge della Isocora

A volume costante la pressione aumenta con l'aumento della temperatura.

La relazione che lega contestualmente Pressione, Volume e Temperatura si definisce Legge di Stato dei Gas

Pressione x Volume = R (costante dei gas) x n° (moli di gas) x Temperatura

### **Cosa è una mole di un Gas?**

Una mole rappresenta una quantità in peso numericamente uguale al peso molecolare del gas.

Mole di Ossigeno (O<sub>2</sub>) = 32 grammi

Mole di Azoto (N<sub>2</sub>) = 28 grammi

Mole di Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O) = 44 grammi

### **Che volume occupa una mole di gas?**

Una mole di gas occupa circa 22,4 litri alla temperatura di 0°C e alla pressione di 1 bar.

### **Quali sono i contenitori dei gas medicinali?**

A seconda dello stato fisico in cui si trovano i gas medicinali sono stoccati in :

Bombole : gas compressi (ad es. Ossigeno – O<sub>2</sub>)

Bombole : gas compressi liquefatti a temperatura ambiente ( ad es. Azoto Protossido - N<sub>2</sub>O, Anidride Carbonica - CO<sub>2</sub>)

Contenitori criogenici mobili o fissi : gas liquefatti a basse temperature( ad es. Ossigeno Liquido - O<sub>2</sub> L)



FIGURA 5 CONTENITORI CRIOGENICI MOBILI DI OSSIGENO GAS MEDICINALE CRIOGENICO ( Companion)

**Come si distinguono le bombole in base al loro contenuto?**







GAS O MISCELA DI GAS	COLORAZIONE	
OSSIGENO – O <sub>2</sub>	OGIVA BIANCA CORPO BIANCO	
PROTOSSIDO DI AZOTO – N <sub>2</sub> O	OGIVA BLU CORPO BIANCO	
DIOSSIDO DI CARBONIO (ANIDRIDE CARBONICA – CO <sub>2</sub> )	OGIVA GRIGIA CORPO BIANCO	
AZOTO – N <sub>2</sub>	OGIVA NERA CORPO BIANCO	
ARIA MEDICINALE SINTETICA	OGIVA BANDE BIANCHE-NERE CORPO BIANCO	
MISCELA PROTOSSIDO DI AZOTO/OSSIGENO	OGIVA BANDE BIANCHE-BLU CORPO BIANCO	

FIGURA 6 COLORAZIONE BOMBOLE DI GAS MEDICINALI IN FUNZIONE DEL LORO CONTENUTO.

**Quali sono gli elementi costitutivi di una bombola per Ossigeno gas medicinale corredata con valvola riduttrice flussometrica?**



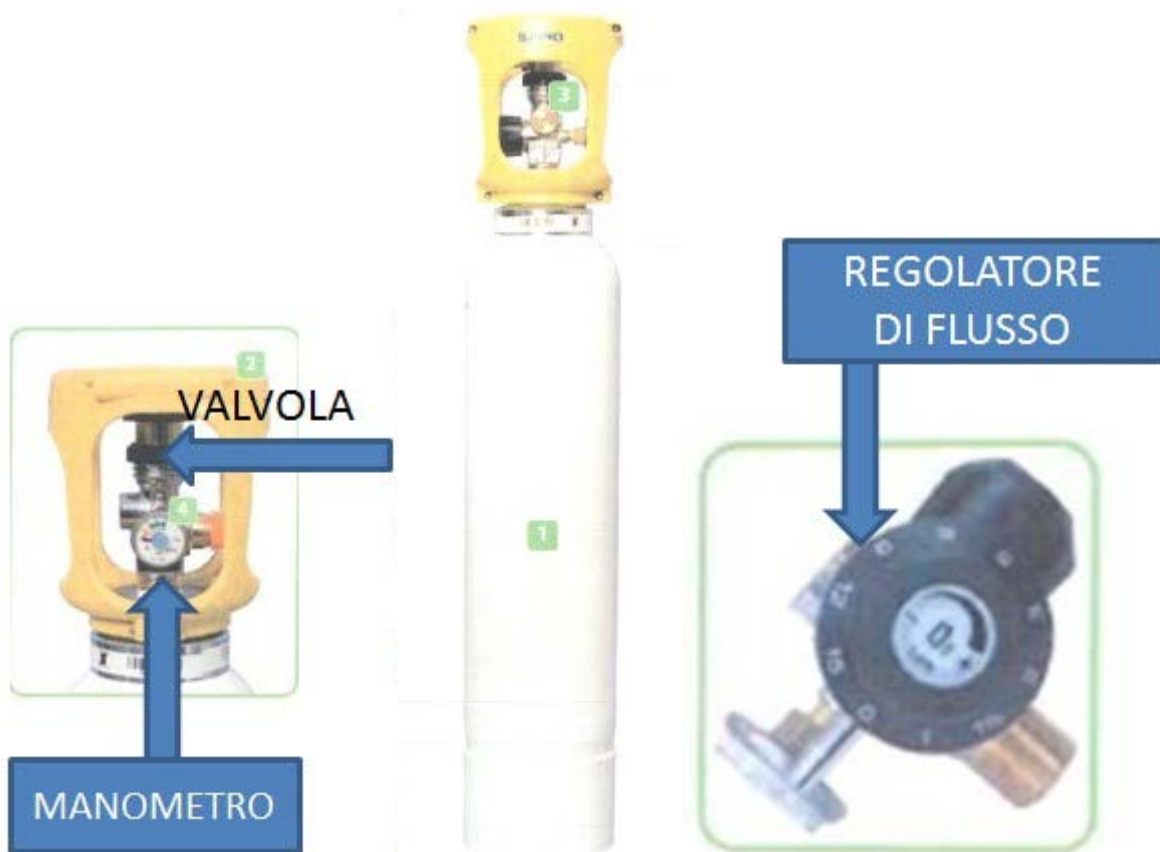


FIGURA 7 ELEMENTI DI UNA BOMBOLA CON VALVOLA RIDUTTRICE FLUSSOMETRICA

**Quali sono le operazioni necessarie per attivare l'uso una bombola , dotata di valvola riduttrice flussometrica , contenente ossigeno gas medicinale?**

Consultate il Manuale d'uso del Fornitore! In ogni caso si può procedere come segue:

- 1- TOGLIERE IL SIGILLO DI INVIOLABILITA SULLA BOMBOLA
- 2- CONTROLLARE LA PRESSIONE SUL MANOMETRO PER VERIFICARE LA PRESENZA DI GAS
- 3- COLLEGARE ALLA BOMBOLA L'UMIDIFICATORE, LA MASCHERINA O GLI OCCHIALINI DI EROGAZIONE SENZA EFFETTUARE IL COLLEGAMENTO AL PAZIENTE
- 4- APRIRE LA VALVOLA SULLA BOMBOLA E REGOLARE SUCCESSIVAMENTE IL FLUSSO AI VALORI DESIDERATI
- 5- COLLEGARE LA MASCHERINA DI EROGAZIONE O GLI OCCHIALINI AL PAZIENTE

## **Quali sono le operazioni necessarie per disattivare l'erogazione di ossigeno gas medicinale contenuto in una bombola dotata di valvola riduttrice flussometrica ?**

Consultate il Manuale d'uso del Fornitore! In ogni caso si può procedere come segue:

- 1- SCOLLEGARE LA MASCHERINA DI EROGAZIONE O GLI OCCHIALINI DAL PAZIENTE
- 2- CHIUDERE LA VALVOLA SULLA BOMBOLA , LASCIANDO FUORIUSCIRE IL GAS EVENTUALMENTE PRESENTE NEL CICUITO DI EROGAZIONE
- 3- QUANDO NON SI AVVERTE PIU LA PRESENZA DEL FLUSSO DEL GAS PORTARE A ZERO IL REGOLATORE DI FLUSSO
- 4- STACCARE L'UMIDIFICATORE, LA MASCHERINA O GLI OCCHIALINI
- 5- CONTROLLARE IL MANOMETRO PER VERIFICARE LA PRESENZA DI GAS E RIPORRE LA BOMBOLA IN LUOGO ADATTO

## **Perché è importante conoscere il valore della pressione dei gas compressi in una bombola?**

I gas medicinali sono normalmente erogati ai pazienti alla temperatura ambiente e alla pressione di poco superiore a quella atmosferica (circa 1bar). Pertanto il valore della pressione del gas nelle bombole, che pure si trovano alla temperatura ambiente, è proporzionale al contenuto del gas stesso (Legge Isoterma) e che possiamo misurare in metri cubi o litri. Quanto maggiore è il valore della pressione nelle bombole, tanto maggiore sarà la quantità di gas compresso in esse contenuto.

## **Come possiamo determinare il contenuto di ossigeno gas medicinale compresso in una bombola e valutarne l'autonomia?**

Consultate il Manuale d'uso del Fornitore! In ogni caso possiamo procedere con un semplice calcolo, come nell'esempio sotto riportato:

$V_b$  = VOLUME DELLA BOMBOLA 5 litri     $P_b$  = PRESSIONE NELLA BOMBOLA 100 bar

$V_u$  = VOLUME DI GAS ALL'UTILIZZO     $P_u$  = PRESSIONE ALL'UTILIZZO    1bar

Per quanto tempo possiamo alimentare il paziente con un flusso di 10 litri al minuto ?

Tempo di utilizzo = 500 litri / 10 litri al minuto = 50 minuti

AUTONIMIA DI BOMBOLE DI OSSIGENO IN ORE		
Flusso litri/min	BB 14 litri	BB 10 litri
1	48	35
2	24	18
4	12	9
6	8	6
9	5	4
I dati riportati sono relativi a BB caricate a 200 bar		

FIGURA 9 TABELLA DI AUTONOMIA IN ORE DI BOMBOLE DI OSSIGENO GAS MEDICINALE A 200 BAR E DI DIVERSA TAGLIA IN FUNZIONE DEL FLUSSO EROGATO

### **Cosa caratterizza un gas compresso liquefatto in bombole ?**

I gas compressi-liquefatti (  $N_2O$ ,  $CO_2$  ) si trovano nelle bombole allo stato liquido a temperatura ambiente e il valore della PRESSIONE resta costante finché è presente liquido: infatti coincide con la tensione di vapore di equilibrio del liquido alla temperatura cui si trovano.

## **Come è possibile valutare il contenuto di azoto protossido gas compresso-liquefatto contenuto in una bombola?**

In questo caso il valore della pressione non ci può dire quanto prodotto è presente nella bombola , in quanto tale valore si mantiene costante indipendentemente dalla quantità di prodotto liquido presente. Pertanto solo la misura del peso ci dirà quanto prodotto è presente.

Una volta determinato il peso per esempio in Kg si può applicare il coefficiente di trasformazione da liquido a gas.

Nel caso del N<sub>2</sub>O 1 Kg corrisponde circa a 0,522 metri cubi di gas a 15°C e 1 bar

## **Cosa è un gas criogenico liquefatto?**

È un prodotto che nelle normali condizioni di utilizzo è presente in forma gassosa, ma viene stoccato e conservato allo stato liquido a bassissima temperatura in appositi contenitori super-isolati sottovuoto, detti contenitori criogenici.

## **Come si misura la quantità di Ossigeno medicinale in un contenitore criogenico mobile?**

Consultate il Manuale di Fornitore! In ogni caso, noto il volume di gas liquefatto presente, si può determinare la quantità di gas disponibile per il paziente attraverso un fattore di conversione che trasforma i litri di liquido in metri cubi di gas a 15°C e a 1 bar circa di pressione.

GAS	LITRI DI LIQUIDO	CHIOGRAMMI	MC DI GAS
OSSIGENO	1	1,146	0,873
AZOTO	1	0,808	0,704
PROTOSSIDO DI AZOTO	1	1,223	0,600

FIG. 10 FATTORI DI CONVERSIONE LITR(CHIOGRAMMI/METRI CUBI DI GAS (ALS)

Esempio:

- Quanti litri di gas sono disponibili per un paziente che utilizza un contenitore criogenico portatile di Ossigeno liquido da 1,2 litri?
- Per quanto tempo può essere alimentato a 4 litri /minuto?

I litri di gas disponibile sono =  $1,2 \times 873 \sim 1.048$  litri di gas

Autonomia =  $1.048 \text{ litri} / 4 \text{ litri/minuto} \sim 260 \text{ minuti} \sim 4 \text{ ore}$  (come evidenziato dalla FIG.19)

AUTONOMIA DELL'UNITA PORTATILE						
Flusso l/min	0,5	1	2	3	4	5
Capacità 1,2 litri	22	11	8	6	4	3
Capacità 0,5 litri	10	5	3	2,5	2	-

FIG. 11 AUTONOMIA PER UN CONTENITORE PORTATILE DI OSSIGENO LIQUIDO IN FUNZIONE DELLA PORTATA DI EROGAZIONE ( CONCESSIONE SAPIO SRL)

Qualora non fossero noti i litri di Ossigeno liquido presenti in un contenitore criogenico mobile, si può procedere come segue:

- Pesare il contenitore con il suo contenuto
- Defalcare la Tara generalmente indicata nel Manuale d'uso del Fornitore
- Convertire i Kg netti in litri di gas con il fattore di conversione

1 Kg di Ossigeno liquido = 763 litri di gas ( a 15°C e 1 bar)

### Quali sono i rischi nell'uso dei contenitori mobili?

I contenitori mobili di gas medicinali compressi, compressi-liquefatti e criogenici hanno tutti i requisiti necessari per un uso sicuro per i pazienti e per gli operatori a condizione che siano rispettate rigorosamente tutte le indicazioni presenti nei Manuali del Fornitori e nel Foglietto Illustrativo che accompagna ciascun contenitore. In ogni caso si riportano di seguito alcune pratiche indispensabili per un uso sicuro;

- Non fumare in prossimità o durante l'uso dei contenitori
- Aprire lentamente le valvole
- Non utilizzare oli o grassi per ungere raccordi
- Non utilizzare i contenitori con mani sporche o unte
- Stoccare i contenitori di gas in luoghi ben aerati e lontani da fonti di calore
- Tenere sempre ancorati i recipienti in modo da evitare cadute

A queste indicazioni generali vanno aggiunte le indicazioni specificate dai Fornitori del gas.

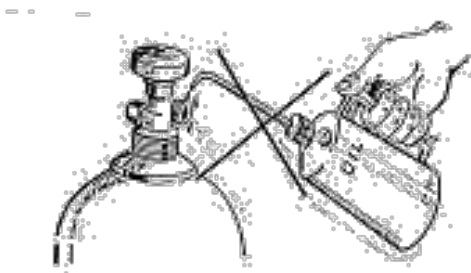


FIG. 20 QUESTO TIPO DI OPERAZIONE NON DEVE ESSERE ASSOLUTAMENTE EFFETTUATA

### **Quali sono le altre prescrizioni specifiche per l'uso dell'Ossigeno?**

L'Ossigeno è un gas comburente, pertanto:

- Raccordi, flange e connessioni che perdono sono pericolose
- La perdita di Ossigeno in ambiente ne determina un arricchimento
- Un ambiente più ricco in Ossigeno aumenta il rischio di incendio
- Il rischio aumenta in caso di ventilazione insufficiente degli ambienti
- Occorre fare attenzione alle fonti di innesco

Particolare attenzione va posta ai contenitori (bombole) di ossigeno che non sono equipaggiate con valvole riduttrici-flussometriche ma solo di valvole di intercettazione alle

quali bisogna collegare un riduttore di pressione ed un flussimetro per poter utilizzare il prodotto (FIG. 22 ).

Alle prescrizioni sopra riportate occorre tenere presenti quelle che sono specificate nei Manuali d'uso dei Fabbricanti dei riduttori stessi. Non manomettere mai un riduttore di pressione!



FIG. 22 BOMBOLA CON SOLA VALVOLA DI INTERCETTAZIONE DEL GAS E RIDUTTORE FLUSSIMETRO COLLEGATO



FIG. 12 ELEMENTI COSTITUTIVI DI UN RIDUTTORE DI PRESSIONE PER BOMBOLA

## Cosa è un sistema fisso di distribuzione di gas medicinali?

Un sistema fisso di distribuzione di gas medicinali (e del vuoto), detto anche “**Impianto di distribuzione dei gas medicali**” è un Dispositivo Medico che eroga gas medicinali

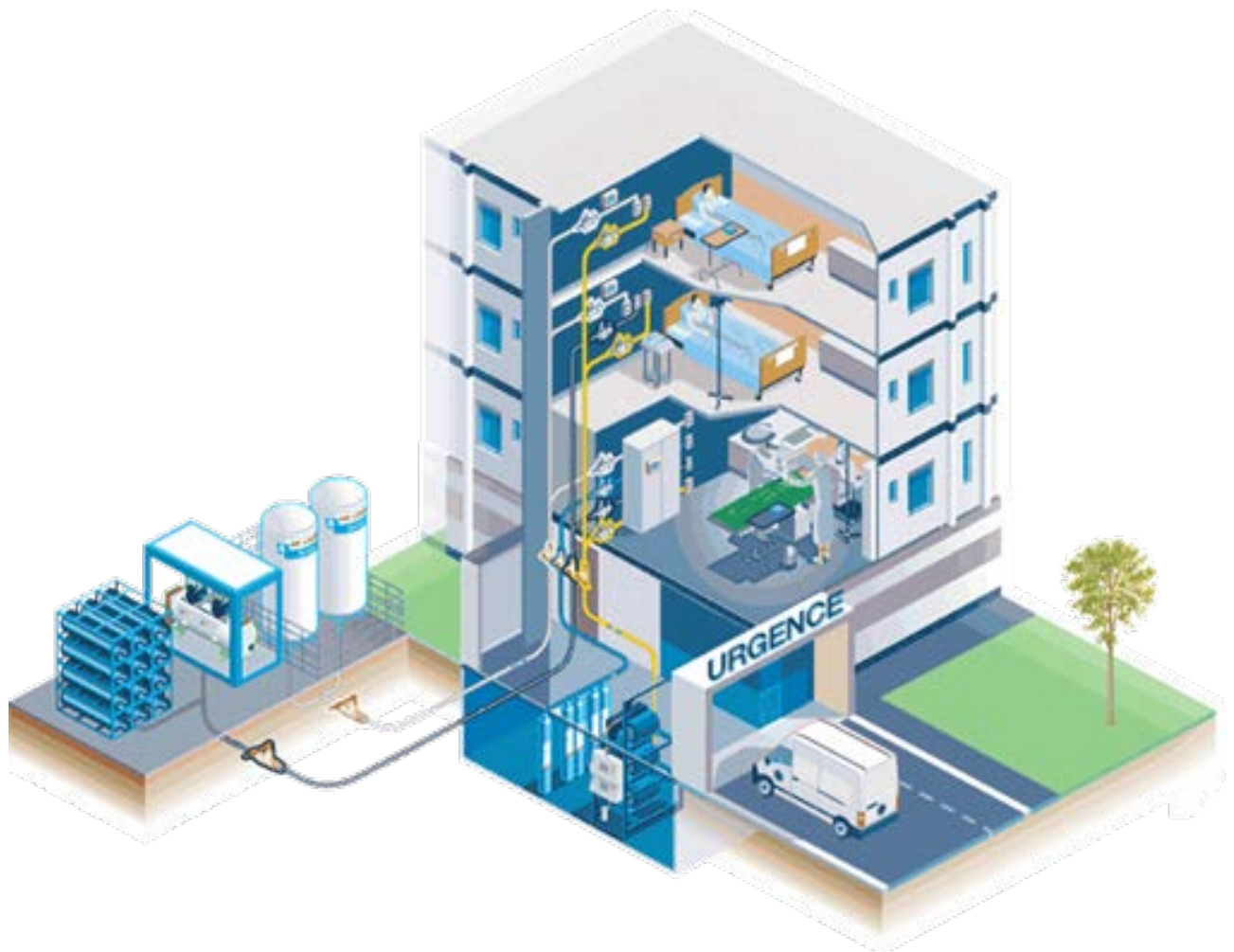


FIG. 13 SISTEMA DI EROGAZIONE FISSO DI GAS MEDICINALI

**Quali sono gli elementi fondamentali di un sistema fisso di distribuzione dei gas medicinali?**



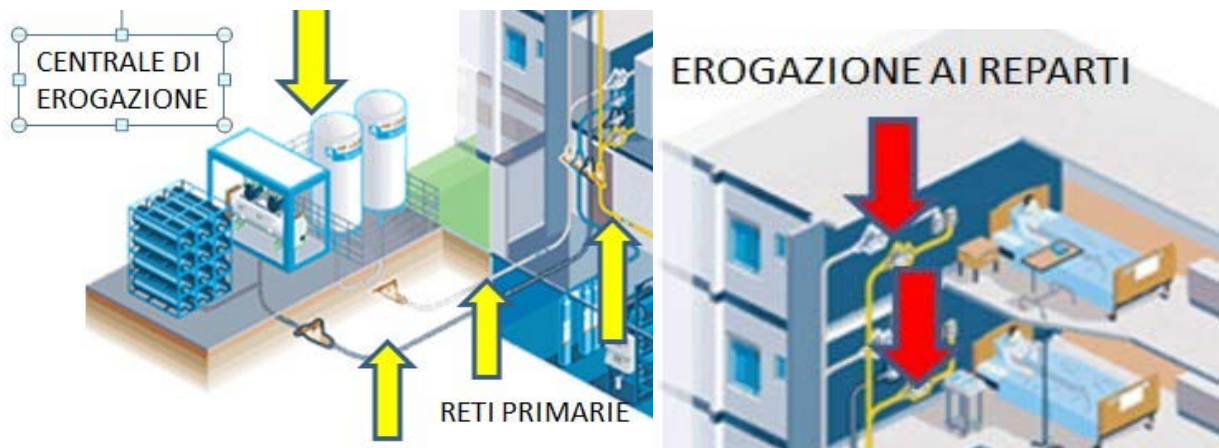


FIG. 24 ELEMENTI FONDAMENTALI DI UN SISTEMA FISSO DI DISTRIBUZIONE DEI GAS MEDICINALI

### Dove sono i punti di prelievo dei Gas Medicinali da un Sistema Fisso?

I punti di prelievo, detti anche “**Prese di Erogazione o Unità Terminali**” sono posizionati all’interno su Travi Testa Letto, Pensili e a Muro nei Reparti, nei Comparti Operatori e nei Servizi



FIG. 14 PRESE DI EROGAZIONE GAS MEDICINALI SU PENSILI E A MURO



FIG. 15 PRESE DI EROGAZIONE GAS MEDICINALI A SU TRAVE TESTA LETTO

### **Come collegarsi ad una Unità terminale (presa di erogazione) dei gas medicinali?**

Il corretto collegamento di una utenza alle Unità Terminali ( a muro, su trave TL o su pensile è assicurato tramite INNESTO SPECIFICO. Gli innesti sono costruiti in modo che sia impossibile collegare un innesto di un gas ad una presa di erogazione appartenente ad un altro gas.

Ciascun gas ha un suo specifico innesto di cui occorre prenderne conoscenza:

**“PRIMA DI COLLEGARSI AD UNA PRESA OCCORRE ASSICURARSI CHE L’INNESTO SPECIFICO SIA QUELLO “CORRETTO”**



FIG. 16 TIPOLOGIE DI INNESTI E FLUSSIMETRI (FLOW METER)

**Come collegare un flussimetro ad una presa di erogazione di gas medicinale (es. Ossigeno) ?**

**FASE 1**

INNESTARE NELLA PRESA IL RACCORDO GAS SPECIFICO, AVENDO CURA DI CENTRARE LE SCALANATURE PRESENTI SULLA CORONA

**FASE 2**

RUOTARE LA GHIERA IN SENSO ORARIO FINO AL BLOCCO COMPLETO

**FASE 3**

ASSICURARSI CHE PRIMA DI APRIRE L'EROGAZIONE DAL FLUSSIMETRO NON CI SIANO PERDITE DI GAS DOVUTE AD UN ERRATO COLLEGAMENTO DELL'INNESTO , AVVERTIBILI IN GENERE DAL SIBILO DEL FLUSSO.



FIG. 29 INNESTO DI UN FLUSSIMETRO AD UNA PRESA ( AFNOR) DI OSSIGENO MEDICINALE (AIR LIQUIDE SANITA)

**Come disattivare l'erogazione di Gas Medicinale (es. Ossigeno) da una presa di erogazione?**

**FASE 1**

CHIUDERE L'EROGAZIONE DEL GAS

DALL' APPOSITA MANOPOLA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO

**FASE 2**

FAR DEFLUIRE COMPLETAMENTE IL GAS RESIDUO DAL CIRCUITO A VALLE DEL FLUSSIMETRO

**FASE 3**

SCOLLEGARE L'UMIDIFICATORE ED ELIMINARE L'EVENTUALE ACQUA PRESENTE E POI IL FLUSSIMETRO RUOTANDO IN SENSO ANTIORARIO L'INNESTO



FIG. 29 FLUSSIMETRO / UMIDIFICATORE COLLEGATO AD UNA PRESA DI EROGAZIONE (TIPO UNI)