



 POLITECNICO DI MILANO



## RISCHI DA ATMOSFERE SOTTO OSSIGENATE

Giuseppe Nano – Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica / CFA-Lab

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



- **I Rischi connessi ai “gas inerti” sono sufficientemente considerati?**
- **Quali rischi devono essere considerati negli ambienti confinati?**
- **Sono realmente noti gli effetti dell’esposizione a gas inerti in ambienti confinati?**



Il DPR 177/11 si applica ai lavori in ambienti sospetti di inquinamento di cui al D.Lgs. 81/08, articoli:

**66:** pozzi neri, fogne, camini, fosse, gallerie e in generale in ambienti e recipienti, condutture, caldaie e simili, ove sia possibile il rilascio di gas deleteri

**121:** gas tossici, asfissianti o irrespirabili nei lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere;

**all'allegato IV, punto 3:** gas o vapori nocivi presenti in Vasche, Tubazioni, Canalizzazioni, Serbatoi, Recipienti, Silos e simili



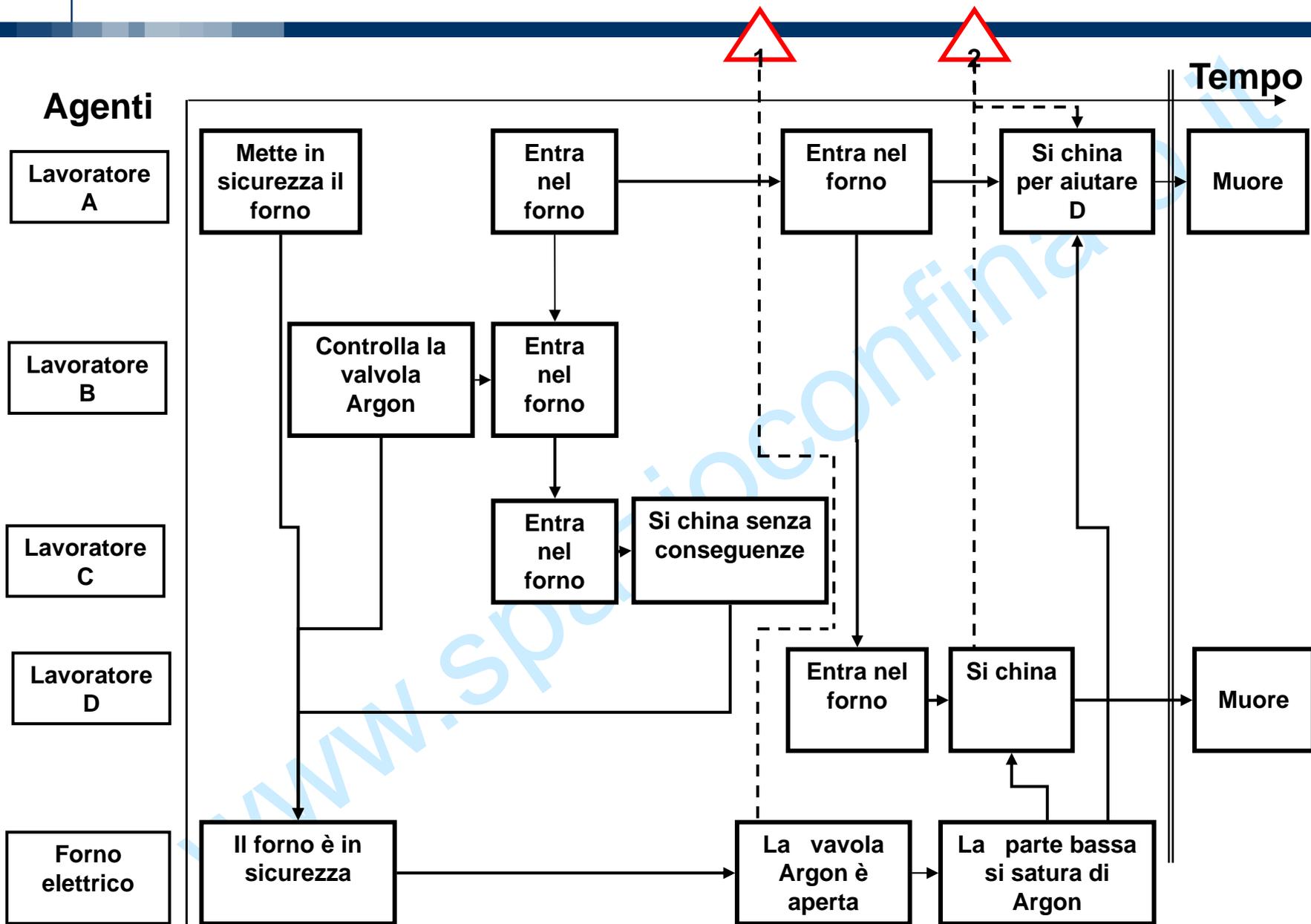
## ESEMPIO 1: INCIDENTE IN UN FORNO ELETTRICO

4

- Per operazioni di manutenzione il forno era stato spento e messo in sicurezza
- Il Lavoratore (A), responsabile della messa in sicurezza, aveva chiuso l'alimentazione dell'Argon;
- Tredici giorni dopo la messa in sicurezza tre lavoratori (A, B, C) hanno effettuato un sopralluogo nel forno per programmare gli interventi di manutenzione;
- Prima di entrare nel forno, il lavoratore B controlla le valvole dell'Argon che sono risultate chiuse;
- durante tale sopralluogo, il lavoratore C si abbassa due volte per raccogliere materiali dalla suola del forno, senza che questo abbia comportato alcun inconveniente.
- Il giorno successivo (A) e (D) entrano nel forno (a volta e porta aperta), dopo circa 20 minuti sono stati ritrovati morti all'interno del forno.



# ESEMPIO 1





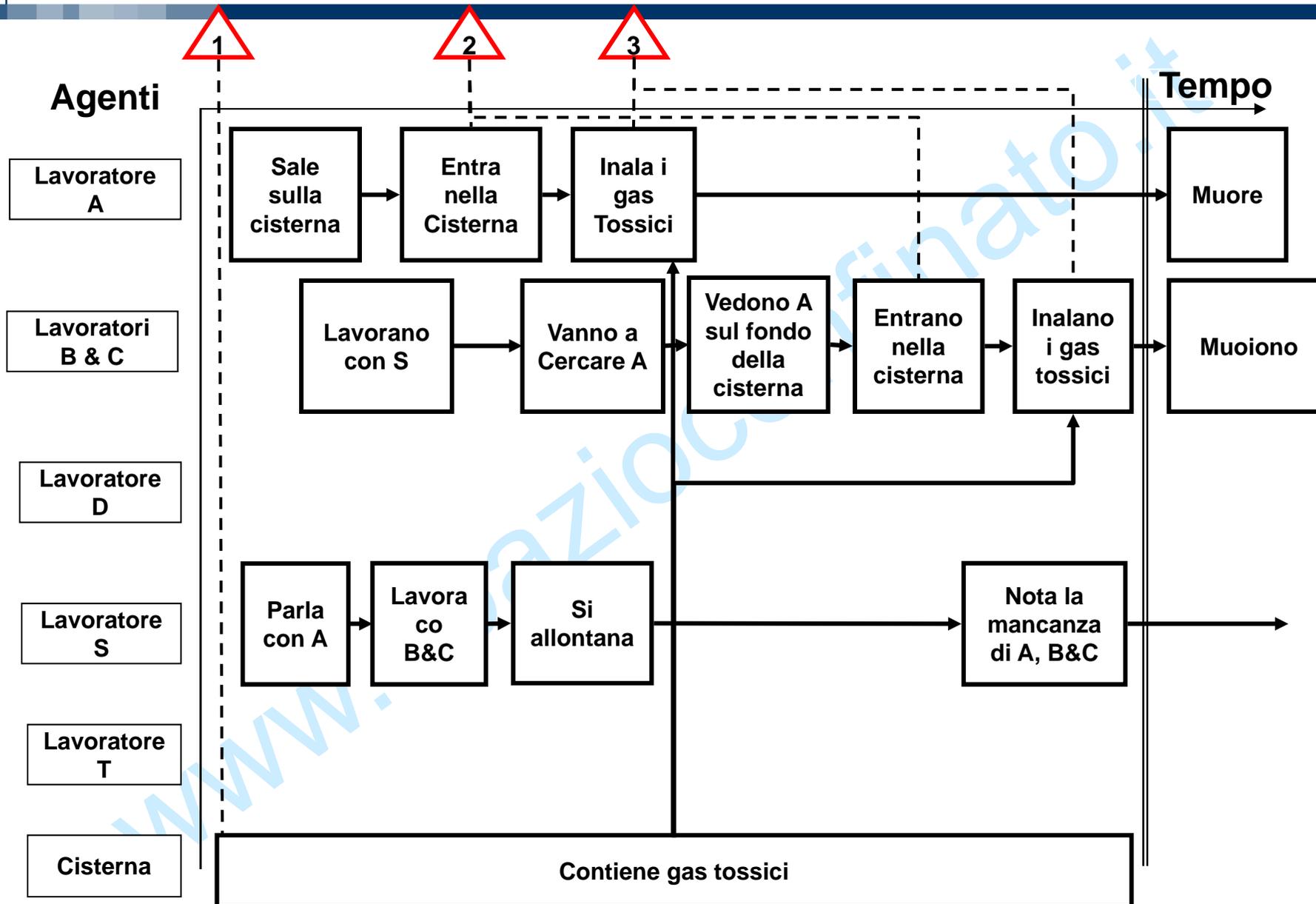
## ESEMPIO 2: INCIDENTE IN UNA CISTERNA

6

- Il lavoratore (A) era addetto al lavaggio di una cisterna;
- Il lavoratore (S) ha parlato con (A) alle ore 15:10 mentre si trovava sulla cisterna.
- (S), impiegato con i lavoratori (B) e (C) in altra attività, si è spostato in un punto del piazzale distante dalla zona di lavaggio.
- Dopo qualche minuto (S) ha notato l'assenza di (B) e (C), si è portato nella zona di lavaggio dove notava l'assenza anche di (A).
- Dopo essere salito sulla cisterna, affacciandosi al boccaporto, (S) vedeva i corpi dei suoi tre compagni.
- (S) chiede aiuto, arrivano: la figlia del titolare e il lavoratore (D).
- (D), nonostante gli avvertimenti di (S) scendeva nella cisterna per soccorrere A, B e C, anch'egli perdeva i sensi;
- Dopo pochi minuti giungeva il titolare (T) dell'azienda che decideva di scendere nella cisterna, anche il titolare perdeva i sensi.

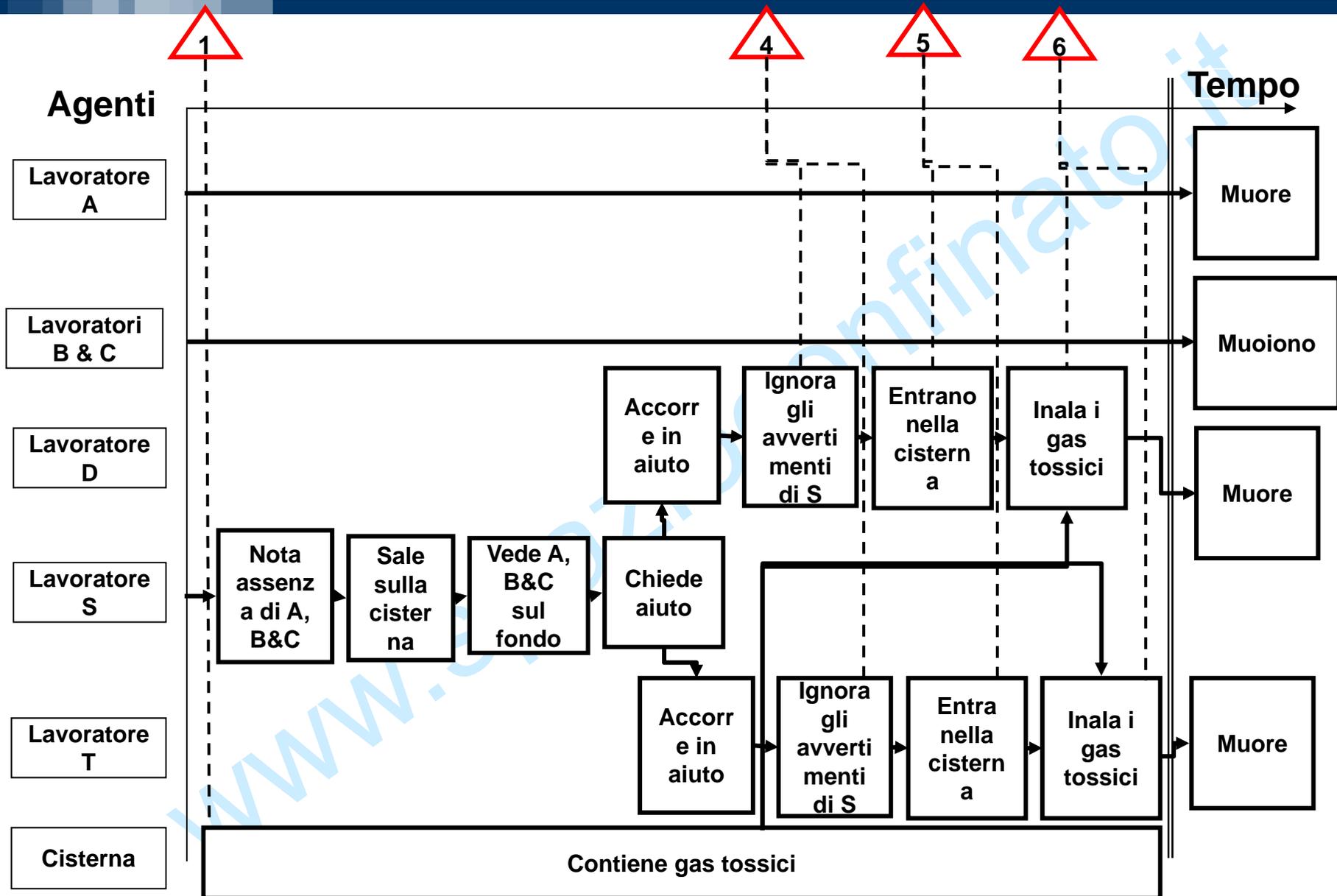


# ESEMPIO 2





# ESEMPIO 2





**EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION**

**SPECIAL EDITION**

**CAMPAIGN AGAINST ASPHYXIATION**

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



**Asphyxiation is the greatest hazard associated with nitrogen and other inert gases**, such as argon, CO<sub>2</sub> and helium, since they do not support life and are capable of reducing oxygen concentration to very low levels through displacement and dilution.

For an unaware person, **the asphyxiation effect of inert gases takes place without any preliminary physiological sign – the action can be very rapid; only a few seconds for very low oxygen contents.**

Simply “you do not notice you are passing away”.

Asphyxia – Effect of O <sub>2</sub> Concentration	
O <sub>2</sub> (Vol %)	Effects and Symptoms
18-21	- No discernible symptoms can be detected by the individual. A risk assessment must be undertaken to understand the causes and determine whether it is safe to continue working.
11-18	- Reduction of physical and intellectual performance without the sufferer being aware.
8-11	- Possibility of fainting within a few minutes without prior warning. Risk of death below 11%.
6-8	- Fainting occurs after a short time. Resuscitation possible if carried out immediately.
0-6	- Fainting almost immediate. - Brain damage, even if rescued.



## Parametri respiratori

Volume polmonare (litri)	6	(V)
Portata di ventilazione (litri/minuto)	15 ÷ 30	(Q)
Concentrazione aria espirata (%)	16	(C <sub>16</sub> )
Concentrazione perdita di coscienza (%)	11	(C <sub>11</sub> )
Concentrazione morte (%)	6	(C <sub>6</sub> )

## Il bilancio

$$V \frac{dc}{dt} = QC_{in} - QC$$

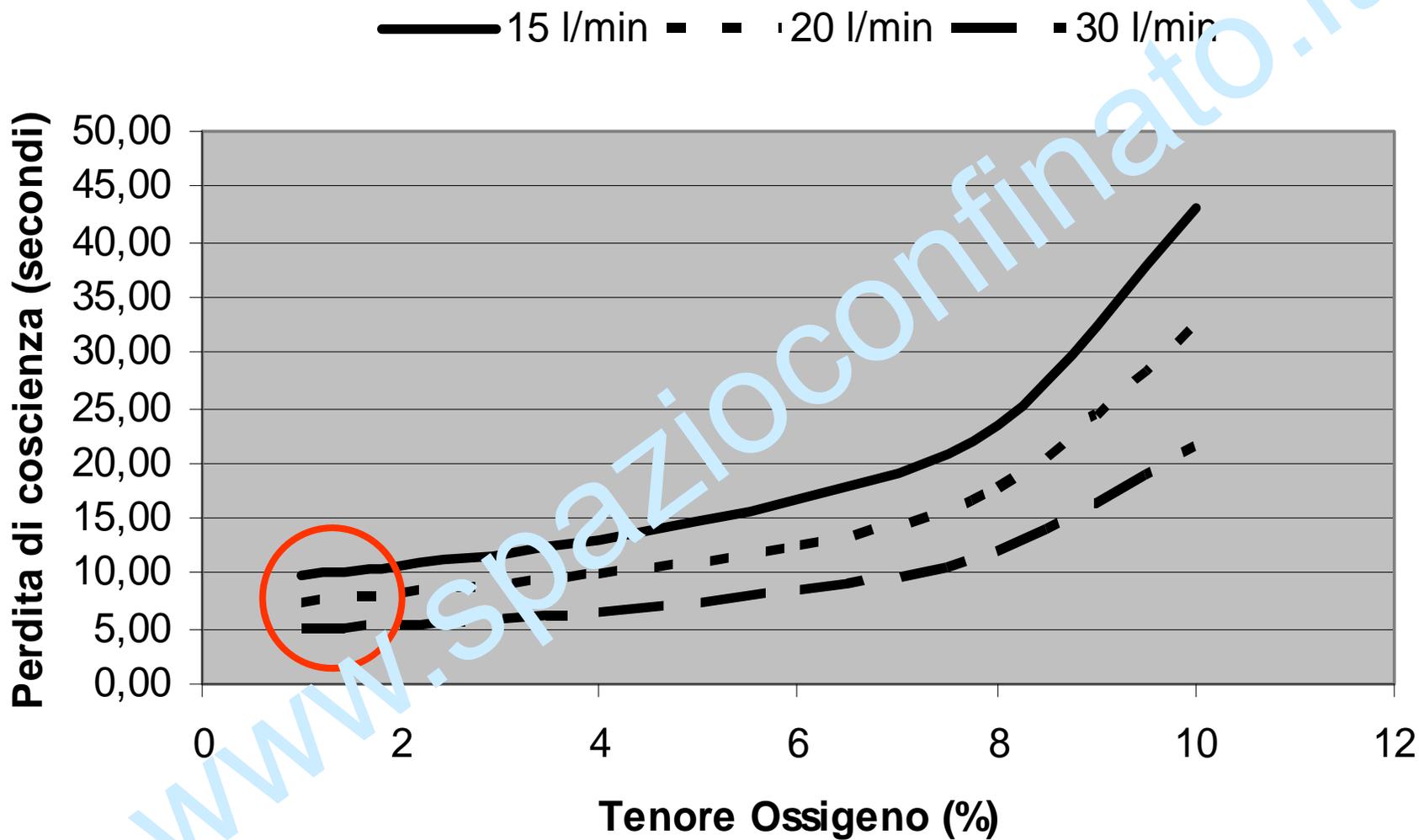


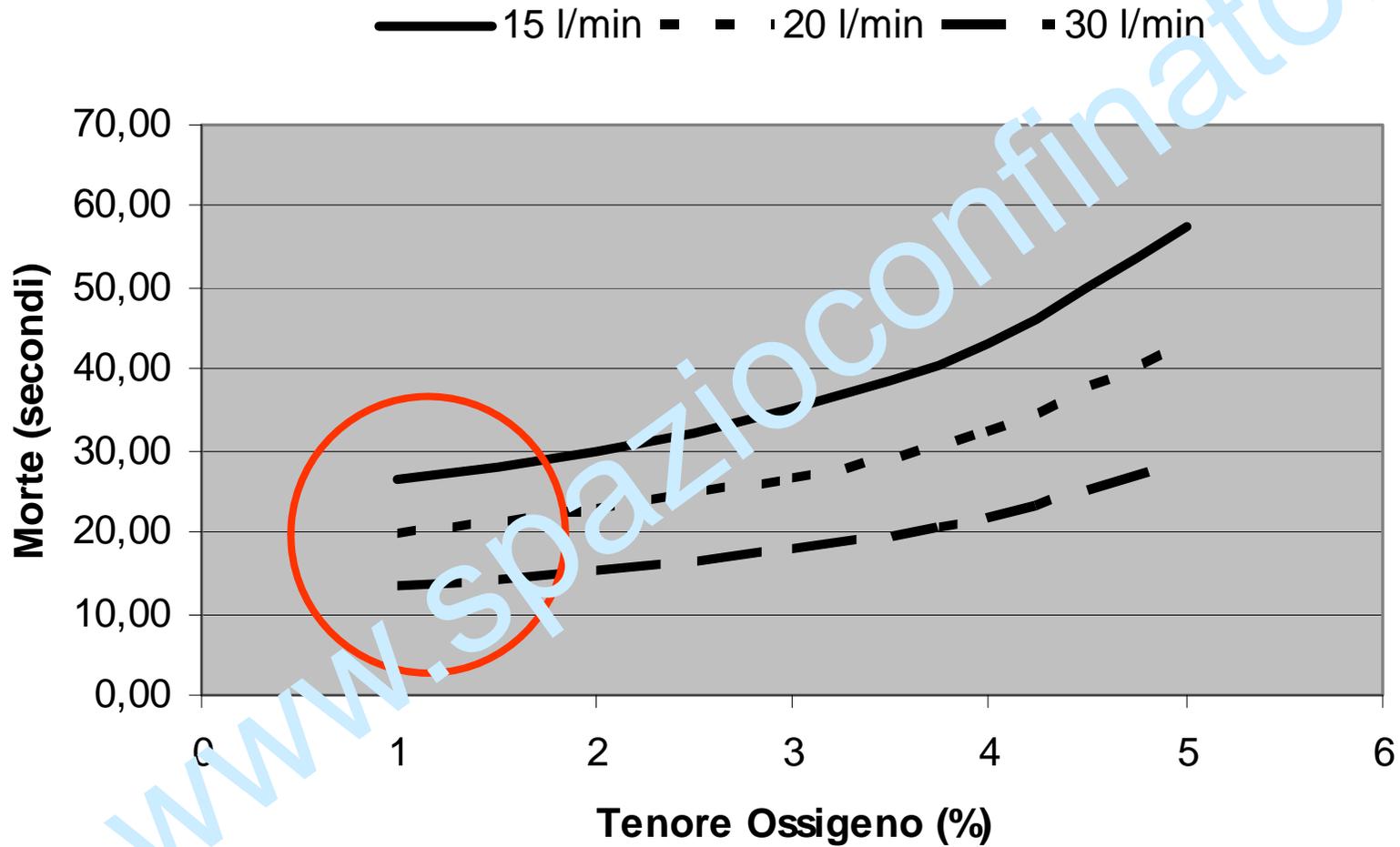
## Perdita di conoscenza

$$t = -\frac{V}{Q} \ln \left( \frac{C_{in} - C_{11}}{C_{in} - C_{16}} \right)$$

## Morte

$$t = -\frac{V}{Q} \ln \left( \frac{C_{in} - C_6}{C_{in} - C_{16}} \right)$$







- **I Rischi connessi ai “gas inerti” non sono, in genere, trattati in modo adeguato;**
- **L’ingresso negli ambienti confinati dovrebbe essere preceduto da un’attenta analisi di rischio;**
- **L’informazione sui meccanismi legati all’anossia dovrebbero avere una maggiore diffusione.**