

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Genova

INFN/TC-98/01
8 Gennaio 1998

M. Olcese:

IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE GAS DELLA SEZIONE DI GENOVA

*Published by SIS-Pubblicazioni
Laboratori Nazionali di Frascati*

INDICE

1 FINALITÀ DEL SISTEMA	2
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.1 La norma CEI 64-2	3
3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA	4
3.1 I depositi bombole	5
3.1.1 Centrali di decompressione	6
3.2 linee di distribuzione per gas puri	7
3.3 Punti presa	8
3.4 Il sistema di controllo e supervisione	9
4 LOCALI TECNICI SERVITI DAL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE GAS	12
4.1 La sala grandi montaggi	13
4.1.1 Introduzione	13
4.1.2 Specifiche generali	14
4.1.3 Il quadro elettrico generale	16
4.1.4 L'impianto elettrico	18
4.1.5 L'impianto di evacuazione gas	21
4.1.6 L'impianto di rivelazione fumi	23
4.1.7 L'impianto di ventilazione	24
4.2 Il locale saldatura	26
4.3 La sala laser	27
5 L'IMPIANTO DI RIVELAZIONE GAS.	28
5.1 La sala L100.	29
5.2 La sala grandi montaggi.	30
5.3 Il locale saldatura	31
5.4 Ia cella dell'isobutano nel deposito bombole	31
5.5 La sala laser	32
6 IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELL'ISOBUTANO	33
7 IL SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE	35

INFN – Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Genova

INFN/TC-98/01
8 Gennaio 1998

IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE GAS DELLA SEZIONE DI GENOVA

M. Olcese

INFN – Sezione di Genova, Via Dodecaneso 33, I-16146 Genova, Italy

1 FINALITÀ DEL SISTEMA

Il sistema centralizzato di distribuzione gas é stato concepito con lo scopo di:

- limitare quanto più possibile la presenza di bombole di gas all'interno degli edifici,
- concentrare l'uso di gas combustibili per esigenze sperimentali in zone opportunamente attrezzate (sala grandi montaggi) dotate di tutti i dispositivi di sicurezza necessari,
- garantire l'alimentazione in sicurezza dei gas pericolosi alla sala laser e al locale saldatura.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normative tecniche a cui si é fatto riferimento per la realizzazione dell'impianto sono le seguenti:

- normativa generale di prevenzione infortuni: DPR 547/55 e DL 626/94
- linee gas: norme UNI-CIG
- impianti elettrici e sistemi di sicurezza: norme CEI 64-8/7 (impianti elettrici in locali a maggior rischio di incendio) e CEI 64-2 (impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione)
- deposito bombole: prescrizioni dei VVF.

2.1 La norma CEI 64-2

La norma CEI 64-2 costituisce un riferimento fondamentale per le installazioni impiantistiche e i sistemi di sicurezza necessari nei luoghi con pericolo di esplosione.

Tale norma non si limita alle prescrizioni di sicurezza per gli impianti elettrici, ma fornisce dettagliate specifiche anche sugli altri dispositivi ed impianti (ventilazione, rivelazione gas) in quanto non si può prescindere dalle caratteristiche di tali impianti per l'individuazione del tipo di impianto elettrico idoneo.

Gli impianti elettrici rappresentano la principale potenziale fonte di innesco per la miscela di gas infiammabili ipoteticamente presente e pertanto la loro esecuzione è fondamentale ai fini del raggiungimento degli obiettivi di sicurezza nel luogo o locale interessato.

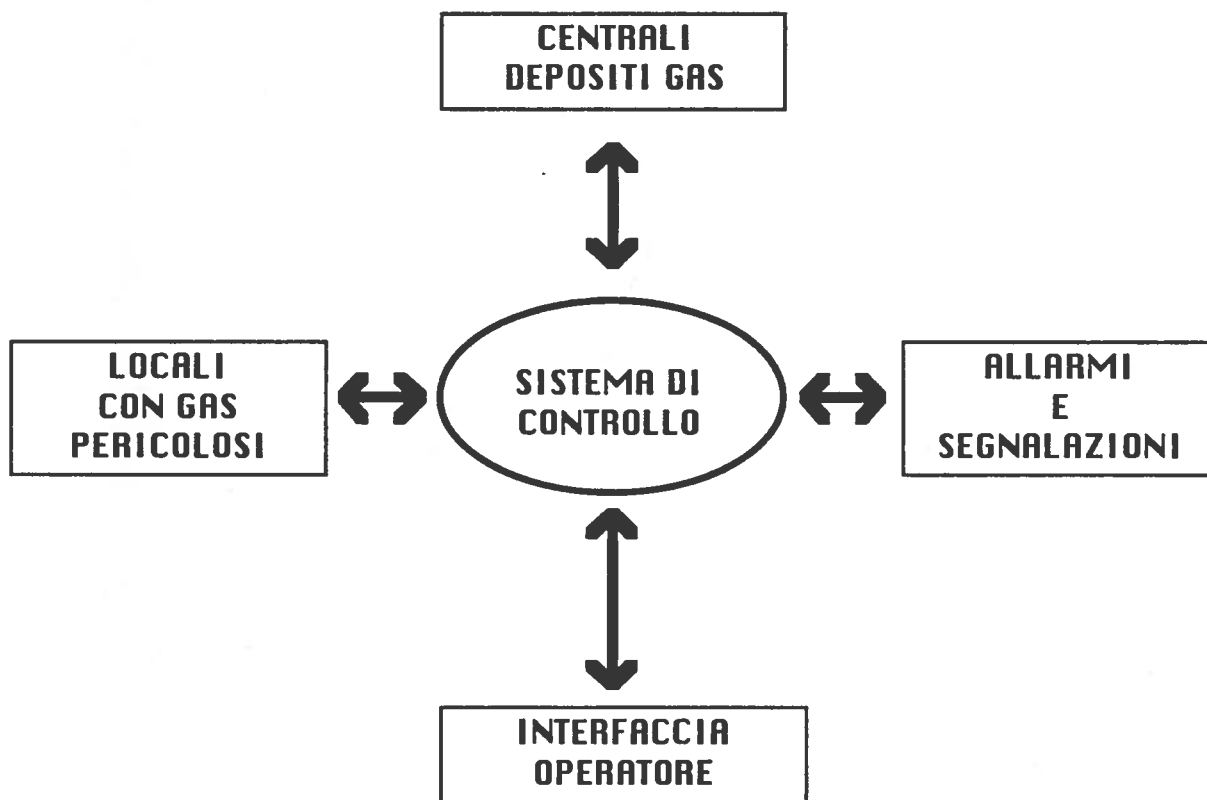
La norma anzitutto classifica il luogo in funzione del quantitativo di sostanza pericolosa presente, poi attribuisce un grado di pericolosità ai centri di pericolo, cioè le fonti suscettibili di innescare un'esplosione, e infine individua, in funzione anche delle condizioni di ventilazione, la qualifica e l'estensione delle zone dove gli impianti devono essere realizzati secondo un certo grado di sicurezza contro il pericolo di esplosione.

3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema di distribuzione gas si compone essenzialmente dalle seguenti parti:

- centrali di decompressione gas poste nelle celle dei depositi bombole esterni alla struttura del Dipartimento di Fisica,
- linee di distribuzione per gas puri che collegano le centrali di decompressione con i punti di utilizzo
- posti presa per gas puri collocati nei vari punti di utilizzo
- sistema di controllo e supervisione
- sistemi di sicurezza per le linee di gas pericolosi
- locali tecnici che utilizzano gas pericolosi e relativi sistemi di sicurezza.

Lo schema a blocchi generale del sistema di distribuzione gas é rappresentato nella figura seguente



3.1 I depositi bombole

I depositi delle bombole sono stati organizzati secondo le indicazioni fornite durante un sopralluogo dei VVF ed in particolare:

- nel deposito sito di fronte al locale saldatura (di seguito detto deposito 1) una cella é riservata all'acetilene mentre nelle altre tre celle possono essere immagazzinate solo bombole di gas inerti,
- nel deposito sito lungo la strada esterna le varie celle a disposizione sono state assegnate ciascuna a una tipologia di gas ben definita secondo lo schema seguente:

LATO DIPARTIMENTO DI FISICA

(*)	(*)		(**)	(*)		(*)		(*)	(**)				
CO ₂	H ₂	He Liq.		N ₂	He Liq.	O ₂	O ₂	He Liq.	He		He Liq.	He Liq.	
			Ar Inerti							comb			

(*) Celle con una centrale gas (una linea)

(**) Celle con due centrali gas (due linee)

In particolare si può notare che le celle contenenti gas pericolosi siano distanziate da almeno una cella contenente gas inerte.

Tutte le celle sono attrezzate, in conformità alle normative vigenti:

- da rastrelliere per l'aggancio sicuro delle bombole
- da cartellonistica indicante il tipo di gas presente, eventuali divieti e pericoli, le zone riservate alle bombole piene e a quelle vuote,
- da estintori in corrispondenza delle celle contenenti bombole di gas infiammabili o comburenti collegabili a rampe e quindi suscettibili di fuoriuscite accidentali di gas durante le operazioni di cambio bombole.

La struttura metallica della copertura e i cancelli di accesso del deposito lungo la strada esterna sono stati protetti contro l'accumulo di cariche elettrostatiche

attraverso la realizzazione di un impianto di equalizzazione del potenziale al potenziale di terra.

3.1.1 Centrali di decompressione

Le linee di distribuzione dei gas alle diverse utenze sono alimentate da bombole collegate a centrali di decompressione (rampe gas) installate nelle celle dei depositi esterni.

Ciascuna centrale di decompressione é composta essenzialmente da:

- rampe gas con serpentine per il collegamento delle bombole,
- riduttori di pressione di primo stadio (dalla pressione della bombola a quella di linea) con relativi manometri
- eventuali dispositivi di inversione automatica delle rampe (attraverso commutatore pneumatico o coppia di valvole pneumatiche comandate a distanza),
- pressostati di segnalazione,
- eventuali valvole di intercettazione di linea

Alcune centrali sono dotate di dispositivi di inversione automatica delle rampe al fine di garantire continuità nel servizio evitando interruzioni nell'erogazione.

La scelta sul tipo di centrale da utilizzare, con o senza inversione automatica, é stata dettata dall'esame delle stime dei consumi per i singoli gas e dalle esigenze di continuità di servizio (ad esempio per test che si prolungano anche oltre il normale orario di lavoro).

Tutti i collegamenti elettrici con componenti installati in celle contenenti gas pericolosi sono stati realizzati in esecuzione a sicurezza intrinseca AD-I.

L'impianto dell'isobutano, per sue peculiari particolarità, si differenzia in modo sostanziale da quelli degli altri gas e pertanto verrà trattato separatamente.

Per quanto riguarda i dettagli tecnici delle centrali di decompressione e relativa componentistica, si rimanda al manuale d'uso redatto dalla Air Liquide Italia che ha realizzato l'impianto; di seguito ci limiteremo a descrivere soltanto le centrali o gli eventuali componenti che presentano caratteristiche particolari o che fanno parte integrante del sistema di sicurezza e controllo.

3.2 linee di distribuzione per gas puri

Nella tabella seguente sono elencate tutte le linee di distribuzione gas che sono attualmente in uso, con le relative centrali di decompressione e le principali caratteristiche.

LINEE GAS					
<i>Tipo di gas</i>	<i>N. rampe</i>	<i>N. posti per rampa</i>	<i>Inversione autom.</i>	<i>N. pressostati di rampa</i>	<i>N. pressostati di linea</i>
acetilene	1	2	no	1	1
mix inerti	2	2	si	2	
isobutano	2	2	si	2 bilance	1
mix combustibili	2	2	si	2	1
elio	1	2	no	1	
ossigeno	2	3	si	2	1
azoto	2	2	si	2	
argon	2	2	si	2	
an. carbonica	1	2	no	1	

Le linee di distribuzione sono distinguibili in due famiglie: linee per gas inerti o non pericolosi, linee per gas pericolosi (ossigeno, combustibili o miscele, azoto in sala laser).

L'erogazione del gas da parte delle linee di gas inerti o non pericolosi non è condizionata dal sistema di controllo e pertanto è sempre garantita.

Le linee di gas pericolosi sono soggette al controllo permanente del sistema di sicurezza e sono dotate di valvole di intercettazione di emergenza a monte (fig. 1.a): l'attivazione delle linee è possibile solo se sono soddisfatte una serie di condizioni nei locali dove viene erogato il gas.

Nella figura 1.b è rappresentato il tracciato assonometrico di tutto il sistema di distribuzione gas.

Le linee gas sono state realizzate con tubi in rame e acciaio inox elettropuliti e saldati sotto flusso di azoto in modo tale da mantenerne le caratteristiche di pulizia tali da renderle compatibili con l'uso di gas puri.

Il diametro delle linee è stato scelto sulla base dei consumi stimati di gas e del numero di prese da alimentare.

Il sistema di distribuzione è stato concepito in modo tale da consentire eventuali ampliamenti futuri limitatamente, comunque, a tutto il piano terra, il primo piano e l'ala destra del secondo piano (dove cioè si trova la quasi totalità dei laboratori dell'INFN).

In corrispondenza delle principali diramazioni sono state inserite delle valvole di intercettazione manuale che consentono il disinserimento di tratti di linea (per esempio per operazioni di manutenzione) senza rendere necessario lo svuotamento dell'intera linea e pertanto disservizio agli altri utenti.

3.3 Punti presa

Le linee gas e i punti presa installati sono specificati nella tabella seguente:

<i>Tipo di gas</i>	<i>sala grandi montaggi</i>	<i>laser</i>	<i>saldatura</i>	<i>L100 (Delphi)</i>	<i>L100 (Babar)</i>	<i>Camera pulita</i>	<i>L103</i>	<i>L102</i>	<i>L206 (criostato)</i>	<i>L206 (alto vuoto)</i>
elio	X	X							X	X
ossigeno		X	X							
azoto	X	X		X	X	X	X	X	X	
argon	X	X		X	X					
anidride carbonica	X	X		X	X		X			
acetilene			X							
mix Inerti	X									
isobutano	X				X					
mix combustibili	X									

Ciascuna presa é dotata, oltre che di opportuno riduttore di pressione di secondo stadio, anche di opportune valvole che consentono di intercettare il ramo della linea in caso di necessità (perdite, sostituzione del riduttore, ecc.).

3.4 Il sistema di controllo e supervisione

Il sistema di controllo e supervisione si compone essenzialmente di un quadro generale, da 5 quadri periferici e da componenti da campo, per misura, controllo di stati, allarme e segnalazione.

Il quadro generale é situato sul pianerottolo in fondo alle scale interne e provvede al controllo di tutto il sistema, in particolare:

- alla segnalazione delle condizioni di riempimento delle bombole gas
- alla segnalazione di eventuali situazioni di blocco, avaria, allarme
- all'attuazione di tutte le manovre automatiche di emergenza
- all'avviamento e messa in marcia delle linee di gas pericolosi

I quadri periferici sono i seguenti:

- quadro di alimentazione della sala grandi montaggi,
- quadro di alimentazione della sala laser,
- quadro di alimentazione del locale saldatura,
- quadro di alimentazione del vaporizzatore e dei riscaldatori di linea dell'isobutano
- quadro di gestione del sistema di rivelazione gas nella sala L100.

I quadri periferici provvedono a gestire in autonomia alcune funzioni e parti del sistema gas interfacciandosi con il quadro principale attraverso una serie di consensi e contatti di stato.

I componenti da campo installati sono elencati nelle tabelle seguenti dove é indicata anche la loro localizzazione:

COMPONENTI DA CAMPO			
TIPOLOGIA	NUMERO	PIANO	LOCALIZZAZIONE
<i>SENSORI</i>			
rivelatore fughe di gas combustibile	6	PFT	sala grandi montaggi
rivelatore fughe di gas combustibile	2	PFT	deposito bombole esterno
rivelatore fughe di gas acetilene	2	PFT	locale saldatura
rivelatore concentrazione di ossigeno	1	PFT	sala laser
rivelatore di fumo	2	PFT	sala grandi montaggi
flussostato di estrazione impianto di ventilazione	1	PFT	sala grandi montaggi
flussostato di immissione impianto di ventilazione	1	PFT	sala grandi montaggi
flussostato impianto di aspirazione fumi	1	PFT	sala laser
flussostato impianto di aspirazione localizzato	1	PFT	locale saldatura
pressostato impianto di estrazione gas	1	PFT	sala grandi montaggi
pressostato mix combustibili rampa 1	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato mix combustibili rampa 2	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato elio	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato ossigeno rampa 1	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato ossigeno rampa 2	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato azoto rampa 1	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato azoto rampa 2	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato mix inerti rampa 1	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato mix inerti rampa 2	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato argon rampa 1	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato argon rampa 2	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato anidride carbonica	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato acetilene	1	PFT	deposito bombole interno
pressostato di linea mix combustibili	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato di linea isobutano	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato di linea ossigeno	1	PFT	deposito bombole esterno
pressostato di linea acetilene	1	PFT	deposito bombole interno
contatto bilancia rampa 1 isobutano	1	PFT	deposito bombole esterno
contatto bilancia rampa 2 isobutano	1	PFT	deposito bombole esterno
sensore di temperatura	1	PFT	cella isobutano deposito bombole esterno
sensore di temperatura	1	PFT	tratto esterno linea isobutano
<i>PULSANTI DI EMERGENZA</i>			
pulsante con protezione in vetro	2	PFT	est sala grandi montaggi
pulsante con protezione in vetro	1	PFT	est locale saldatura
pulsante con protezione in vetro	1	PFT	est sala laser
pulsante con protezione in vetro	1	PFT	est locale saldatura
pulsante con protezione in vetro	1	PFT	sala grandi montaggi lato passo carraio
pulsante con protezione in vetro	1	PFT	quadro generale
pulsante con protezione in vetro	1	PF1	corridoio porta L100

COMPONENTI DA CAMPO			
TIPOLOGIA	NUMERO	PIANO	LOCALIZZAZIONE
<i>SEGNALAZIONI</i>			
targa luminosa lamp. "attenzione uso gas combustibile"	1	PFT	sala grandi montaggi
targa luminosa lamp. "attenzione uso gas combustibile"	1	PF1	corridoio porta L100
targa luminosa lamp. "attenzione uso gas combustibile"	1	PFT	est saldatura
targa luminosa lamp. "attenzione uso ossigeno"	1	PFT	est sala laser
segnalatore ottico acustico chiusura linee saldatura	1	PFT	saldatura
<i>ALLARMI</i>			
ripetizione allarme cumulativo per anomalie impianto gas	1	PFT	est sala grandi montaggi
ripetizione allarme cumulativo per anomalie impianto gas	1	PFT	est sala laser/saldatura
ripetizione allarme cumulativo per anomalie impianto gas	1	PF1	corridoio porta L100
ripetizione allarme cumulativo per anomalie impianto gas	1	PF1	corridoio porta L103
ripetizione allarme cumulativo per anomalie impianto gas	1	PF2	corridoio porta L206
targa ottico-acustica "allarme gas" non tacitabile	1	PFT	est sala grandi montaggi
targa ottico-acustica "allarme gas" non tacitabile	1	PFT	est saldatura
targa ottico-acustica "allarme gas" non tacitabile	1	PFT	deposito bombole
targa ottico-acustica "allarme incendio" non tacitabile	1	PFT	quadro generale di controllo
targa ottico-acustica "allarme ossigeno" non tacitabile	1	PFT	est sala laser
lampeggiante di allarme fuga gas	1	PFT	cella isobutano deposito esterno
<i>ATTUATORI</i>			
valvola intercettazione rampa 1 mix combustibili	1	PFT	deposito bombole esterno
valvola intercettazione rampa 2 mix combustibili	1	PFT	deposito bombole esterno
valvola intercettazione linea mix combustibili	1	PFT	deposito bombole esterno
valvola intercettazione rampa 1 isobutano	1	PFT	deposito bombole esterno
valvola intercettazione rampa 2 isobutano	1	PFT	deposito bombole esterno
valvola intercettazione ramo sala grandi montaggi linea isobutano	1	PFT	passo carraio
valvola intercettazione ramo sala L100 linea isobutano	1	PFT	passo carraio
valvola intercettazione linea acetilene	1	PFT	deposito bombole interno
valvola intercettazione linea ossigeno	1	PFT	deposito bombole esterno
valvola intercettazione ramo saldatura linea ossigeno	1	PFT	locale saldatura
valvola intercettazione ramo laser linea ossigeno	1	PFT	sala laser
valvola intercettazione ramo laser linea azoto	1	PFT	sala laser
valvola intercettazione linea azoto sistema di estrazione gas	1	PFT	sala grandi montaggi

4 LOCALI TECNICI SERVITI DAL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE GAS

I locali tecnici serviti dal sistema di distribuzione gas sono distinguibili in due famiglie a seconda che utilizzino o meno gas pericolosi.

I locali che non utilizzano gas pericolosi non sono soggetti a prescrizioni particolari in termini di sicurezza.

I locali che utilizzano gas pericolosi sono invece dotati di una serie di dispositivi di sicurezza che descriveremo di seguito in dettaglio.

Tali locali e le linee di gas pericolosi che li alimentano sono descritti nella tabella seguente.

LOCALE	LINEA GAS	TIPO DI PERICOLO
sala grandi montaggi	isobutano mix combustibili	esplosione-incendio esplosione-incendio
laser	ossigeno azoto	incendio asfissia
saldatura	ossigeno+acetilene	esplosione-incendio
L100	isobutano	esplosione-incendio

La sala L100 é solo parzialmente attrezzata all'uso di gas combustibili, si prevede di dismetterla e di trasferire, in futuro, tutte le attività che comportano l'uso di gas combustibili nella sala grandi montaggi.

Attualmente la sala L100 é dotata soltanto di un sistema di rivelazione gas.

4.1 La sala grandi montaggi

4.1.1 Introduzione

La sala grandi montaggi é stata opportunamente attrezzata per consentire l'uso al suo interno di gas combustibili provenienti dal deposito bombole esterno attraverso le linee gas oppure da piccole bombole conservate al suo interno (il ricorso a bombole conservate all'interno della sala dovrà avere un carattere di eccezionalità e dovrà essere limitato a quei casi quando non sia fisicamente possibile utilizzare le linee gas presenti; comunque non dovranno essere utilizzate bombole con capacità superiore a 5 litri).

Le attività che comportano l'uso di gas combustibili sono relative ad esperienze su rivelatori entro i quali viene fatta passare una portata di gas (di solito miscela tra combustibili ed inerti) che viene convogliata successivamente verso l'esterno attraverso una opportuna tubazione (sistema di estrazione gas).

Nelle condizioni normali di funzionamento non si ha pertanto dispersione di gas nella sala in quanto tutto il gas utilizzato viene evacuato in atmosfera.

I gas utilizzati sono di vario tipo (densità diverse, limiti di infiammabilità diversi), in particolare distinguiamo:

- gas ad alta densità (come l'isobutano, il dimetiletere) contenuti allo stato liquido in recipienti a bassa pressione
- gas a bassa densità (come l'etano, il metano) contenuti allo stato gassoso in recipienti ad alta pressione.

4.1.2 Specifiche generali

Secondo la norma CEI64-2 la sala è classificabile come C3 in quanto il quantitativo massimo di gas infiammabili presenti dentro la sala non supera i 50 m³, i centri di pericolo sono del tipo CP2 (cioè possono emettere quantità significative di gas solo a seguito di rotture o eventi accidentali).

Sulla base della classificazione della sala e dei centri di pericolo la norma individua l'estensione e la qualifica delle zone pericolose o zone AD (dove cioè l'impianto elettrico deve essere realizzato a sicurezza secondo precise prescrizioni).

Per i locali di classe C3 le zone AD sono interamente contenute all'interno del locale stesso e pertanto le sale adiacenti alla sala grandi montaggi non sono soggette a prescrizioni particolari.

La qualifica delle zone nell'intorno dei centri di pericolo è funzione delle condizioni di ventilazione della sala stessa:

- zone a ventilazione impedita: qualifica C3Z1 (impianto elettrico idoneo AD-FE1)
- zone a ventilazione non impedita (naturale o forzata): qualifica C3Z2 (impianto elettrico idoneo AD-FT)

E' superfluo ricordare che un impianto in esecuzione AD-FE1 é decisamente più oneroso di un impianto in esecuzione AD-FT.

Risulta pertanto fondamentale garantire una buona ventilazione alla sala e poiché ciò non può essere ottenuto con sicurezza attraverso la ventilazione naturale, si è resa necessaria la realizzazione un impianto di ventilazione forzata che garantisca anche il mantenimento di condizioni climatiche ragionevoli dentro la sala.

La zona in prossimità al soffitto rimane comunque una zona a circolazione impedita, in quanto non é tecnologicamente possibile assicurare un lavaggio forzato e uniforme di tale zona; mentre, con il sistema di ventilazione che é stato realizzato e che di seguito descriveremo, si può assumere che il resto della sala sia sufficientemente ventilato in modo da evitare l'accumulo di sacche di gas pericolosi.

Se l'impianto di ventilazione ha una serie di caratteristiche prescritte dalla norma, le zone a circolazione non impedita, per i luoghi C3, possono essere

considerate zone artificialmente non AD; tuttavia, data la geometria degli apparati sperimentali, non sempre favorevole alla libera circolazione dell'aria, si è ritenuto opportuno inserire un controllo addizionale dei centri di pericolo attraverso un impianto di rivelazione gas realizzato in accordo alle specifiche riportate nella sezione XV della norma CEI 64-2, che di seguito illustreremo sinteticamente (il controllo dei centri di pericolo, come la ventilazione, consentono, se realizzati secondo precisi criteri, il declassamento delle zone protette a zone artificialmente non AD).

In tal modo è ragionevolmente possibile considerare tutta la sala come zona artificialmente non AD, ad eccezione del volume in prossimità del soffitto al di sopra delle bocchette di ventilazione (zona a ventilazione impedita) e quindi non attribuire prescrizioni particolari soprattutto alla parte elettrica delle installazioni mobili e temporanee degli esperimenti che per loro natura difficilmente può essere realizzata secondo le prescrizioni della norma.

Il volume a contatto con il soffitto (la zona a ventilazione impedita) é, di necessità, utilizzato per transito di canalizzazioni e linee elettriche; essendo tale zona protetta da sensori gas posizionati in alto, le prescrizioni a cui sono soggetti gli impianti elettrici ivi presenti sono le seguenti:

- gli impianti destinati ad essere disalimentati nel caso la percentuale di gas rilevata superi una soglia limite possono essere non a sicurezza per uso gas
- tutti gli altri impianti destinati a rimanere in funzione sempre (anche in condizioni di pericolo) devono essere realizzati in esecuzione AD-FE1 o AD-I.

La presenza di gas infiammabili rende comunque necessaria la classificazione della sala come luogo a maggior rischio di incendio, per cui tutti gli impianti elettrici, anche quelli non a sicurezza per uso gas, pur essendo destinati ad essere disalimentati in caso di fuga di gas o guasto al sistema di ventilazione, sono stati realizzati in accordo alla norma CEI 64-8/7 a cui si rimanda.

La presenza di gas infiammabili e comunque pericolosi rende altresì necessaria l'adozione di ulteriori prescrizioni per la sala, in particolare:

- sistema di rivelazione incendio (sensori di fumo)
- sistema di spegnimento incendio (estintori)
- rivestimento con pannellatura in classe 0 della parete in sandwich, del portone e della porta di accesso (sala REI 15)
- realizzazione di una porta di sicurezza di larghezza 120 cm protetta con pannelli di acciaio
- inserimento sulla porta di accesso di un vetro a sicurezza
- installazione di dispositivi di autochiusura delle porte di accesso

- sigillatura di tutte le aperture esistenti e comunicanti con i locali adiacenti o sovrastanti mediante materiali di classe 0
- installazione dei dispositivi di sicurezza (lampade di emergenza autoalimentate, indicatori vie di fuga, cartelli di segnalazione, pericolo e istruzione).

Descriveremo di seguito i vari impianti di cui é dotata la sala ed in particolare:

- il quadro elettrico generale
- l'impianto elettrico,
- l'impianto di evacuazione gas,
- l'impianto di rivelazione fumi
- l'impianto di ventilazione e termoregolazione

L'impianto di rivelazione gas, essendo in comune con altri locali, verrà descritto in un apposito capitolo.

4.1.3 Il quadro elettrico generale

Il quadro elettrico per la sala grandi montaggi é realizzato utilizzando un armadio standard di dimensioni opportune a contenere, oltre che la componentistica di seguito descritta, anche un'eventuale ampliamento pari al 20%.

L'armadio utilizzato ha un grado di protezione IP55 é dotato di chiave di apertura ed é collocato in prossimità della porta di accesso alla sala.

Il quadro é distinto in due sezioni in funzione del tipo di alimentazione.

Le alimentazioni al quadro sono le seguenti:

- linea trifase 3P+N derivata dal quadro di forza motrice FM di piano terra mediante opportuno interruttore magnetotermico differenziale
- linea trifase 3P+N derivata dal quadro del gruppo di continuità GC a piano terra mediante opportuno interruttore magnetotermico differenziale

Sul quadro sono presenti due interruttori onnipolari posti all'estremità delle due linee di alimentazione; tali interruttori sono dotati di bobine di minima tensione per impedire, in sicurezza, il ripristino della tensione in caso di mancanza della stessa.

Dall'interruttore generale della FM e del gruppo di continuità GC dovranno essere derivate le alimentazioni per le seguenti utenze :

- estrattore (V1) dell'impianto di ventilazione,	FM
- estrattore (V2) di emergenza dell'impianto di ventilazione	GC
- ventilatore (V3) dell'unità di trattamento aria,	GC
- impianto di condizionamento,	FM
- deumidificatori,	FM
- paranco monorotaia.	FM
- impianto di illuminazione	FM
- prese varie	FM/GC
- alimentazione a bassa tensione (24 V) dei:	GC
. circuiti ausiliari	
. serrande motorizzate impianto di ventilazione	

E' inoltre presente sul quadro un interruttore magnetotermico con bobina di sgancio per il sezionamento della linea di alimentazione della gru a bandiera (proveniente dal quadro di piano).

Sia la gru che il paranco della motorotaia, vengono disabilitati quando nella sala si usano gas combustibili, perché i motori elettrici presenti su tali apparecchiature non sono idonei al funzionamento in presenza di gas.

Sul quadro elettrico é presente un commutatore per la selezione degli stati di funzionamento dell'impianto di ventilazione di seguito elencati:

- pos. 1: funzionamento normale (impianto inserito in modo di funzionamento a ricircolo secondo fasce orarie stabilite da un orologio settimanale programmabile con bypass),
- pos. 2: impianto spento
- pos. 3: controllo remoto per uso gas (impianto gestito dal quadro generale di controllo dell'impianto gas)

Nella seguente sono riportate tutte le interfacce (segnalazioni, allarmi, consensi) tra il quadro della sala grandi montaggi e il quadro generale di controllo:

TIPOLOGIA	IDENTIF.
flussostato di estrazione impianto di ventilazione	CV1A
flussostato di immissione impianto di ventilazione	CV1B
pressostato impianto di estrazione gas	CE
presenza tensione FM su quadro potenza gm	CPT
protezioni magnetotermiche ventilatore di emergenza (serie)	CMV1
contatto marcia ventilazione emergenza I livello allarme	CTV1A
contatto marcia ventilazione emergenza II livello allarme	CTV1B
contatto marcia ventilatore di estrazione	CTV4
contatto bobine di sgancio FM	CBF1
contatto selettore ventilazione (manuale-controllo remoto)	SEL
blocco FM	BFM1
consenso avviamento ventilazione per uso gas	FV1
consenso avviamento ventil di emergenza I livello allarme	FV
consenso avviamento ventil di emergenza II livello allarme	FVE1

4.1.4 L'impianto elettrico

La normativa di riferimento é la CEI 64-8/7 (ambienti a maggior rischi d'incendio)

L'impianto si compone delle seguenti parti:

- a) impianto elettrico di alimentazione prese di forza motrice normale e sotto il gruppo di continuità delle due zone in cui è stata suddivisa la sala grandi montaggi,
- b) impianto di illuminazione normale,
- c) impianto di illuminazione di emergenza
- d) linee elettriche di alimentazione componenti (gru a bandiera, monorotaia, deumidificatori),
- e) collegamenti equipotenziali di tutte le parti metalliche presenti nella sala.

a) l'impianto elettrico di alimentazione delle prese di forza motrice si compone di:

- **ZONA A:** una dorsale realizzata in canalina plastica con cassette di derivazione in plastica da cui si dipartono altrettante tubazioni in tubo metallico alleggerito per le discese verso il basso dove sono posizionati i quadretti con le prese
- **ZONA B:** cassette in plastica esterni (di derivazione) e interni (di transito) corrispondenti da cui si dipartono altrettante tubazioni in tubo metallico alleggerito per le discese verso il basso dove sono posizionati i quadretti con le prese.

All'esterno della sala grandi montaggi i collegamenti tra il quadro generale e la dorsale della zona A e i cassette esterni della zona B sono realizzati mediante una canalizzazione in lamiera zincata.

I conduttori dal quadro delle dorsali e delle discese derivate a partire dal quadro hanno tutti la stessa sezione e sono dimensionati per una corrente nominale di 63 A.

I quadretti elettrici sono di tre tipi:

- TIPO X costituito da:

- . n. 6 prese universali 2x10 A + T interbloccate
- . n. 1 presa CEE 2P+T da 16 A interbloccata
- . interruttori magnetotermici di protezione di ciascuna presa

- TIPO Y costituito da:

- . n. 1 presa CEE 3P+N+T 32 A interbloccata,
- . n. 2 prese CEE 3P+T da 16 A interbloccate
- . n. 1 presa CEE 2P+T da 16 A interbloccata
- . interruttori magnetotermici di protezione di ciascuna presa

- TIPO Z costituito da:

- . n. 1 presa CEE 3P+N+T 63 A interbloccata,
- . n. 2 prese CEE 3P+T da 16 A interbloccate
- . n. 1 presa CEE 2P+T da 16 A interbloccata
- . interruttori magnetotermici di protezione di ciascuna presa

b) L'impianto di illuminazione normale comprende:

- 15 plafoniere 2x58 W con grado di protezione IP55 rifasate ed installate a sospensione a soffitto ,
- canalizzazioni e condutture di alimentazione,
- un doppio interruttore bipolare esterno alla sala.

c) L'impianto di illuminazione di emergenza comprende:

- 4 plafoniere 2x40
- 2 plafoniere 2x20 W a parete sopra le porte di uscita

Tutte le 6 plafoniere sono del tipo Ex e (perché destinate a rimanere in funzione autonomamente anche al superamento della soglia di massimo allarme di concentrazione gas) autoalimentate ed entrano in funzione nel caso di mancanza di tensione di rete.

d) Le linee elettriche di alimentazione componenti comprendono:

- gru a bandiera: linea da 10 A trifase
- monorotaia: linea da 10 A monofase
- deumidificatori: 2 linee da 16 A monofase

e) I collegamenti equipotenziali di tutte le parti metalliche presenti nella sala sono necessari al fine di evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche o di introdurre potenziali diversi nella sala.

Il collettore é costituito da una piattina di acciaio zincato che corre lungo tutto il perimetro della sala ed é collegata al collettore equipotenziale del quadro.

A tale piattina sono collegate:

- canalizzazioni e macchine dell'impianto di condizionamento,
- struttura metallica gru a bandiera,
- strutture metalliche della monorotaia
- tubazioni di aria, acqua e riscaldamento
- infissi
- profilati metallici facenti parte integrante della struttura dell'edificio
- struttura metallica della parete divisoria in sandwich

Tutte le canalizzazioni e i componenti interni alla sala hanno un grado di protezione almeno IP 4X e sono realizzati con materiali non propaganti l'incendio, anche i cavi utilizzati per i collegamenti elettrici interni alla sala sono del tipo non propagante l'incendio.

Il lay-out dell'impianto é riportato nella figura 2.

4.1.5 L'impianto di evacuazione gas

Lo scopo dell'impianto consiste nel garantire l'evacuazione, in sicurezza, dei gas utilizzati nella sala grandi montaggi e il loro scarico in atmosfera.

L'impianto si compone (vedi figura 3):

- di un tubo di estrazione in acciaio Inox AISI 316 di diametro 2" che convoglia i gas combustibili verso l'esterno,
- di una linea di azoto, derivata dalla tubazione di distribuzione,
- da organi di regolazione, controllo della portata di azoto
- di una linea di alimentazione di aria compressa

Il principio di funzionamento consiste nel garantire, mediante l'iniezione di azoto:

- una iniziale inertizzazione della tubazione (prima di utilizzare i gas combustibili) riducendo la percentuale di ossigeno presente al di sotto del 10% che rappresenta il MOC (Minimum Oxygen Concentration al di sotto della quale la miscela con gas combustibile in qualsiasi percentuale non é più infiammabile) dei principali combustibili,
- un successivo lavaggio costante della tubazione di scarico, durante tutto il periodo di funzionamento delle linee di adduzione dei gas combustibili nella sala grandi montaggi.

L'azoto viene introdotto nella tubazione attraverso un ugello posto sul fondello cieco di estremità della tubazione stessa.

L'uso di azoto consente di inertizzare tutto il volume della tubazione e di mantenere in tutti i punti della tubazione stessa circa la pressione atmosferica (la densità dell'azoto è prossima a quella dell'aria) essendo infatti le perdite di carico trascurabili perché le velocità in gioco sono molto piccole (tubo di grosso diametro e portate molto piccole).

Il fatto di disporre di un sistema di estrazione a pressione circa costante e, nell'ambito dei limiti imposti, indipendente dalle condizioni di funzionamento delle apparecchiature sperimentali, è un requisito essenziale quando per i test si utilizzano attrezzature che necessitano un controllo della pressione interna dei gas nell'ambito di qualche mm di colonna d'acqua, controllo che viene pertanto demandato a sistemi esterni all'impianto di estrazione.

Si ritiene che il lavaggio possa essere considerato sufficiente se non si supera il 10% di concentrazione di combustibile nel tubo di estrazione.

Una tale concentrazione massima rende infatti trascurabili le variazioni di pressione nel tubo di estrazione, dovute alle diverse densità dei gas combustibili utilizzati.

Supponendo una portata massima di gas combustibile dell'ordine di 100 dm³/h si ha che è necessaria una portata di azoto pari a 1 m³/h che, avendo a disposizione 4 bombole sulle centrali di distribuzione gas, corrisponde ad un'autonomia del sistema pari a circa 40 ore.

Dal momento che le portate di gas combustibile richieste sono spesso inferiori a 100 l/h il sistema di estrazione dovrà essere dotato di un sistema di regolazione della portata di azoto alla quantità voluta.

Dal punto di vista della sicurezza può essere consentito superare il 10% di concentrazione di gas nel tubo di scarico, essendo questo privo di organi in movimento e di parti elettriche che possano innescare esplosioni, essendo il gas combustibile in atmosfera completamente inerte ed essendo lo sbocco del tubo di estrazione in atmosfera; tuttavia concentrazioni di gas elevate possono provocare variazioni sensibili della pressione nel tubo di estrazione e compromettere il buon funzionamento delle apparecchiature di test.

Pertanto la taratura della portata di azoto dovrà essere fatta in funzione delle portate di gas utilizzate e del tipo di gas utilizzato possibilmente mantenendo la concentrazione di gas nel tubo di estrazione contenuta.

Alla richiesta di utilizzo di gas nella sala grandi montaggi, prima di abilitare l'uso delle linee, il sistema di controllo provvede ad immettere azoto nel tubo di evacuazione per un tempo sufficiente a ridurre la % di ossigeno presente al di sotto del MOC.

Tale tempo è regolabile, è funzione della portata di azoto, il suo preciso computo non è agevole e comunque non può essere inferiore al minuto.

Una valvola pneumatica sulla linea di azoto regola l'immissione del gas, é presente anche un'indicazione della portata per consentire un'agevole regolazione attraverso un riduttore di pressione.

La presenza di una pressione minima sulla linea di azoto viene controllata attraverso un opportuno pressostato interfacciato con il sistema di sicurezza.

L'indicazione della portata di azoto presente é visibile assieme alla lettura della pressione della linea ed é inoltre presente un commutatore pneumatico che consenta di aprire manualmente la valvola di immissione dell'azoto per consentire tarature, lavaggi di linea indipendentemente dal sistema di controllo gas.

Gli organi di taratura della portata di azoto (riduttore di pressione) sono contenuti in un'apposita custodia sotto chiave: le operazioni di taratura e di impostazione del tempo di preapertura della valvola azoto devono essere eseguite alla presenza del responsabile della sicurezza della sala.

4.1.6 L'impianto di rivelazione fumi

Dato che la sala grandi montaggi é prevista funzioni in presenza di gas combustibili anche in assenza di presidio, è stato installato un sistema di rivelazione fumi che consenta di segnalare gli eventuali principi di incendio.

Il sistema é costituito da una coppia di sensori a camera di ionizzazione posizionati a soffitto, installati in esecuzione AD-I e controllati da una centralina di gestione incorporata nel quadro generale di controllo.

La centralina provvede a controllare lo stato di funzionamento del sistema e ad attivare gli opportuni allarmi nel caso di rivelazione di fumo; é prevista anche la possibilità di effettuare una telechiamata mediante combinatore telefonico.

4.1.7 L'impianto di ventilazione

Dal momento che l'impianto di ventilazione é essenziale ai fini della classificazione della sala GM come "zona artificialmente non AD" (art. 6.1.02 della norma CEI 64-2 esso deve rispondere alle seguenti specifiche (art. 3.4.03 della stessa norma):

- deve mantenere in ogni punto del luogo sotto al 30% del limite di infiammabilità le concentrazioni di gas combustibili,
- devono essere realizzati provvedimenti atti a garantire un'adeguata efficienza dell'impianto di ventilazione.

A tal scopo sono stati adottati tutti i seguenti provvedimenti:

- l'aria immessa nella sala é prelevata all'aperto ad almeno 1,5 m di distanza dal perimetro della sala GM e non è in alcun modo in comunicazione con l'aria di estrazione,
- l'aria è adeguatamente filtrata,
- l'immissione dell'aria é fatta in modo da favorire l'uniforme diluizione dei gas previsti, tenendo conto del fatto che essi possono essere sia pesanti che leggeri,
- la continuità delle condizioni ambientali é controllata a mezzo rilievi diretti del flusso d'aria nei punti di adduzione e di estrazione del luogo ed i rilievi sono integrati nel sistema di allarmi e sicurezze,
- l'aria di protezione viene utilizzata anche per condizionamento senza inficiarne comunque la sicurezza,
- l'impianto non funziona a ricircolo d'aria quando si utilizzano i gas combustibili.

Sulla base di tali specifiche l'impianto di ventilazione é stato realizzato con le seguenti caratteristiche (vedi scema aeraulico di figura 4):

- N. 2 ventilatori posti sull'immissione e sull'estrazione di cui il primo a due velocità,
- macchina di trattamento aria posta sulla mandata e integrata con il ventilatore,
- portata d'aria immessa 2000 m³/h (5 ricambi all'ora) e portata d'aria estratta 2500 m³/h, l'eccesso di portata (500 m³/h) consente di mantenere nel locale

una leggera sovrappressione che impedisce l'ingresso della polvere dall'esterno,

- la macchina di condizionamento é a pompa di calore e dimensionata per le portate sopra descritte,
- l'impianto funziona, mediante opportuno gioco di serrande, a tutta aria (selettore nella posizione di funzionamento con uso gas e controllo diretto remoto dal quadro generale di controllo) nel caso di utilizzo dei gas combustibili, e con una parte di aria ricircolata (selettore nella posizione di funzionamento normale con controllo locale) quando non si utilizzano gas combustibili ai fini del risparmio energetico,
- nel caso di avviamento di una delle due linee di gas combustibile che alimentano la sala GM l'avviamento è abilitato se e soltanto se l'impianto di ventilazione è avviato e risulta funzionante a tutta aria esterna (il funzionamento dell'impianto è verificato attraverso sensori di flusso posti sul canale di ingresso e su quello di uscita

L'impianto di estrazione di emergenza é costituito da 1 ventilatore a due velocità (portate corrispondenti 3500-15000 m³/h).

Il mancato funzionamento del ventilatore di emergenza nella fase di preavviamento dell'impianto di immissione gas combustibili é condizione di blocco per l'intero impianto.

Le due velocità del ventilatore di emergenza intervengono , nel caso di allarme, in corrispondenza dei due livelli di allarme previsti ed il loro spegnimento é automatico al rientro dell'allarme al di sotto delle soglie fissate.

I motori sia del ventilatore di emergenza che di quello di estrazione (il cui funzionamento é previsto anche in condizioni di emergenza) sono in esecuzione Ex d, in quanto, oltre il secondo livello di allarme, tali ventilatori sono gli unici dispositivi elettrici ancora funzionanti nella sala assieme all'impianto di rivelazione gas; non si esclude infatti, in tali condizioni, la possibilità di formazione di sacche di gas con concentrazioni superiori al 30% di combustibili.

4.2 Il locale saldatura

Nel locale saldatura sono presenti una presa di ossigeno e una di acetilene che servono per alimentare un cannello ossiacetilenico.

Il locale non risulta attualmente ancora completato dal punto di vista dei sistemi di sicurezza: alcuni dei quali sono già stati installati, altri sono ancora allo stato di progetto, ma comunque le specifiche del locale sono già state completamente individuate.

Nella progettazione dei sistemi di sicurezza del locale saldatura sono stati utilizzati gli stessi criteri seguiti per la sala grandi montaggi, che presenta le stesse problematiche, con la sola differenza che l'uso dei gas nel locale saldatura avviene sempre in presenza dell'operatore.

I dispositivi e gli impianti di sicurezza presenti sono i seguenti:

- impianto di ventilazione globale (attraverso bocchette di aspirazione posizionate in alto) e localizzato (mediante canale montato su braccio snodato): entrambi i sistemi devono essere funzionanti per abilitare l'immissione dei gas
- impianto di ventilazione di emergenza costituito da due estrattori in esecuzione Ex d posizionati sulla parete confinante con l'esterno
- impianto elettrico (realizzato con le stesse prescrizioni della sala grandi montaggi); come in sala grandi montaggi un quadro elettrico esterno contiene tutti i dispositivi di comando e di protezione delle apparecchiature e attrezzature presenti nel locale, tale quadro è interfacciato con il quadro generale di controllo.
- impianto di rivelazione gas (realizzato con le stesse prescrizioni della sala grandi montaggi con l'installazione di due sensori uno in alto e l'altro in basso a copertura dell'unico centro di pericolo costituito da i due punti presa dei gas); l'uso dei due gas risulta simultaneo; essendo però raggiungibile in modo molto più rapido (nel caso di un'eventuale perdita) la concentrazione esplosiva rispetto ad una atmosfera sopraossigenata con pericolo di incendio, viene monitorata solo la percentuale di gas combustibile presente

Non si è ritenuto necessario installare un impianto di rivelazione fumo in quanto i gas sono presenti solo a locale presidiato.

4.3 La sala laser

Nella sala laser i gas pericolosi utilizzati sono l'azoto e l'ossigeno che possono provocare rispettivamente una sottossigenazione (pericolo di asfissia per l'operatore) e una sovraossigenazione (pericolo di incendio).

Per tale motivo viene monitorata la percentuale di ossigeno presente nella sala attraverso un apposito sensore.

I due gas vengono utilizzati per la copertura della zona di taglio e vengono evacuati assieme ai gas prodotti dal taglio, attraverso un sistema di aspirazione.

La presenza di ossigeno rende necessaria l'esecuzione dell'impianto elettrico per ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

Come per il locale della saldatura anche per la sala laser l'immissione dei due gas pericolosi é subordinata al funzionamento del sistema di aspirazione della macchina laser.

E' presente inoltre un ventilatore di emergenza che viene messo in funzione quando si oltrepassano gli scostamenti massimi ammessi di concentrazione di ossigeno in aria rispetto alle condizioni normali.

Tale ventilatore provvede ad immettere aria fresca nel locale e quindi a riportare la percentuale di ossigeno al valore normale.

5 L'IMPIANTO DI RIVELAZIONE GAS.

Nei locali che utilizzano gas pericolosi sono stati installati opportuni sensori dei gas che consentono di controllare i locali stessi al fine di garantire un intervento quanto più tempestivo possibile dei sistemi di sicurezza e di allarme previsti.

Le 5 zone/locali pericolosi che sono controllati dal sistema di rivelazione gas sono i seguenti:

- la parte chiusa della cella dei gas combustibili nel deposito bombole esterno, contenente le centrali dell'isobutano
- locale carpenteria
- sala L100
- sala GM
- sala Laser

Non si è ritenuto necessario monitorare anche la cella di deposito dell'acetilene nel deposito bombole posto di fronte al locale carpenteria in quanto essa ha una ventilazione naturale sufficiente, anche in relazione al fatto che il gas acetilene é più leggero dell'aria e tende spontaneamente a disperdersi nell'aria esterna attraverso le aperture del tetto.

La stanza L100 é stata già da tempo dotata di un sistema di monitoraggio dei gas indipendente, che pur non consentendo di operare in conformità totale alle norme di sicurezza, tuttavia garantisce una protezione di primo livello contro le fughe pericolose in attesa che tutte le attività facenti uso di gas combustibili vengano trasferite nella sala grandi montaggi.

Tutti gli altri locali sono controllati da un sistema di rivelazione gas della ditta DRAEGER, che é stato interamente integrato nel quadro generale di controllo.

Il sistema DRAGER é stato realizzato in conformità al capitolo XV della Norma CEI 64-2.

Tutti i sensori gestiti dall'impianto sono organizzati in gruppi:

- 3 sensori per gas leggeri della sala grandi montaggi,
- 3 sensori per gas pesanti della sala grandi montaggi,
- 2 sensori della cella combustibili del deposito esterno,
- 2 sensori del locale saldatura,
- 1 sensore-ossigeno per la sala laser.

Nel caso si verifichi un guasto ad un sensore per gruppo verrà emessa segnalazione acustica luminosa tacitabile, ma gli impianti rimarranno comunque in funzione regolarmente.

Nel caso si verifichi il guasto di tutti i sensori di un gruppo allora verrà operato il blocco del locale (interruzione dell'erogazione dei gas) che contiene tali sensori dopo un tempo massimo di 30 minuti.

5.1 La sala L100.

Il sistema della stanza L100 é composto da:

- 1 centrale elettronica a microprocessore autoalimentata con batteria,
- n.4 rivelatori di gas in esecuzione Ex d tarati per:
 - . etano,
 - . dimetiletere,
 - . isobutano,
 - . isobutano,
- n. 1 targa ottico-acustica
- n. 1 sirena
- n. 4 elettrovalvole di intercettazione (1 in INOX e 3 in ottone)
- n. 2 contatti puliti ausiliari per ripetizione di allarme

Tutti i rivelatori sono mobili per consentirne la sistemazione nella posizione più opportuna in funzione delle diverse caratteristiche delle apparecchiature sperimentali da monitorare.

In figura 5 é riportato uno schema a blocchi dell'impianto.

Tutte le linee di collegamento della centrale con le elettrovalvole e i sensori sono protette contro le interruzioni accidentali, con relativa segnalazione acustica di guasto.

I sensori (del tipo a combustione catalitica) sono trasmettitori proporzionali compensati in temperatura che generano in uscita un segnale 4-20 mA funzione della % di gas combustibile presente nell'ambiente 0-100 riferito al LEL (Lower Explosivity Limit) del gas considerato.

Al raggiungimento della primo livello di allarme, fissato al 10% del LEL, la centrale genera una segnalazione ottico acustica.

Al raggiungimento del secondo livello di allarme, fissato al 20% del LEL, la centrale:

- aziona la sirena di allarme generale,
- intercetta le elettrovalvole poste sulle bombole gas della zona corrispondente,

- commuta i contatti di ripetizione allarme che possono essere usati per interrompere l'alimentazione alle apparecchiature sperimentali se necessario.

I sensori possono eventualmente essere tarati su diversi gas combustibili.

l'impianto é strutturato per lavorare con bombole di gas presenti nei locali, nel caso dell'isobutano il gas viene invece fornito attraverso una linea che é provvista di tutte le sicurezze gestite dal sistema centrale di controllo.

Nel caso di fuga di gas isobutano il sistema, oltre che intercettare le elettrovalvole poste sulle eventuali bombole, attraverso un contatto pulito invia un segnale al quadro generale di controllo, il quale provvede a sua volta ad intercettare la linea di gas isobutano .

5.2 La sala grandi montaggi.

Per monitorare la sala grandi montaggi sono stati installati n° 6 sensori di gas combustibile del tipo a combustione catalitica e dislocati in posizioni fisse.

Tali tipi di sensore non consentono la realizzazione di un impianto in esecuzione AD I e pertanto la parte di sistema di monitoraggio gas interna alla sala é stata realizzata interamente in esecuzione AD FE1 in accordo a quanto descritto precedentemente.

La collocazione dei sensori é stata studiata in modo tale da controllare localmente i centri di pericolo e in senso generale tutta l'area dove si prevede di installare le attrezzature che fanno uso di gas combustibili.

Data la buona ventilazione del locale si può comunque affermare che tutto il volume interno risulta sotto controllo dei sensori.

I 6 sensori sono posizionati tre in alto e tre in basso per garantire il controllo sia di gas pesanti che leggeri.

La taratura dei sensori é riferita al gas che presenta il LEL più basso (isobutano) in modo tale da poter utilizzare l'impianto per gas diversi senza ricorrere a operazioni di ritaratura.

E' comunque necessario, prima di utilizzare un gas combustibile e/o una sua miscela, rivolgersi al responsabile della sicurezza per valutare la compatibilità di tale gas con l'impiantistica e il sistema di monitoraggio installato.

Al superamento del primo livello di allarme di uno dei 6 sensori (10% del LEL) il sistema di gestione provvede ad inviare una segnalazione di preallarme acustico-luminosa e ad aumentare la portata d'aria di ventilazione come descritto nel relativo paragrafo.

Al superamento del secondo livello di allarme di uno dei 6 sensori (20% del LEL) il sistema di controllo provvede ad intercettare l'immissione dei gas combustibili, ad interrompere l'alimentazione elettrica alla sala GM e ad avviare gli estrattori di emergenza.

5.3 Il locale saldatura

Nel locale saldatura sono stati installati due sensori dello stesso tipo e con le stesse modalità impiegate nella sala grandi montaggi per proteggere il centro di pericolo costituito dal punto di presa del gas acetilene utilizzato per taglio e saldatura ossiacetilenica.

I due sensori sono stati posizionati uno in alto e l'altro in basso in accordo alle prescrizioni della norma CEI 64/2 perché l'acetilene appartiene alla categoria di gas con peso specifico (relativo all'aria) compreso tra 0,9 e 1,1 estremi inclusi.

5.4 la cella dell'isobutano nel deposito bombole

Come descriveremo in seguito, la parte della cella dei gas combustibili del deposito bombole esterno contenente la centrale di decompressione del gas isobutano, o comunque dei gas liquidi a basse pressioni é stata chiusa perché in essa é installato un sistema di riscaldamento.

All'interno del locale chiuso sono stati installati due sensori gas dello stesso tipo di quelli impiegati in sala grandi montaggi e nel locale saldatura.

I due sensori sono tarati per isobutano e il relativo impianto é stato realizzato in esecuzione AD PE per i motivi descritti nel seguito.

Il locale ha dimensioni molto contenute: i due sensori sono giustificati solo da motivi di ridondanza in accordo con la norma, non per motivi di copertura.

5.5 La sala laser

Nella sala laser é stato installato un sensore per ossigeno che controlla la % di ossigeno presente nella sala in quanto tale percentuale può essere modificata:

- in eccesso (sovrassossigenazione) quando si utilizza ossigeno come gas di copertura del taglio
- in difetto (sottossossigenazione) quanto viene utilizzato l'azoto come gas di copertura.

Tale sensore é del tipo elettrochimico ed é installato ad altezza d'uomo.

Il sistema di sicurezza provvede, nel caso si oltrepassino le due soglie superiore ed inferiore della zona di tolleranza prevista (19% - 23% di O₂ in aria) a una serie di azioni di emergenza che verranno descritte nel seguito.

6 IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELL'ISOBUTANO

Il sistema di distribuzione dell'isobutano si compone:

- di una centrale di gassificazione posta entro un locale chiuso ricavato nella cella del deposito bombole destinata alle centrali dei gas combustibili
- di una linea di distribuzione
- di due punti presa localizzati nella sala L100 e nella sala grandi montaggi.

L'isobutano é un gas liquido a basse pressioni, viene fornito in bombole allo stato liquido e pertanto la pressione del gas presente nella bombola (in condizioni di equilibrio termodinamico) dipende dalla sua temperatura.

Dovendo garantire nelle linee una pressione minima dell'isobutano, indipendente dalle condizioni climatiche esterne, la soluzione adottata é quella di riscaldare sia il locale dove sono presenti le centrali che la linea di distribuzione ad una temperatura sufficiente a garantire che in qualunque punto del circuito l'isobutano sia allo stato gassoso.

L'isobutano liquido va anzitutto vaporizzato e poi ne deve essere impedita la sua ricondensazione.

Per vaporizzare il gas delle bombole si possono utilizzare due soluzioni:

- vaporizzazione naturale sul pelo libero del gas liquido nella bombola riscaldando le bombole e mantenendole alla temperatura corrispondente alla pressione voluta del gas (sistema valido nel caso le portate richieste di gas siano piccole)
- utilizzo di un vaporizzatore che preleva il gas liquido dalle bombole (che devono comunque essere riscaldate alla temperatura corrispondente alla pressione voluta) e lo vaporizza all'interno di una serpentina immersa in un bagno d'olio termostato (soluzione da impiegare per alte portate)

Nel nostro caso sono state implementate entrambe le soluzioni con possibilità di operare in entrambi i modi di funzionamento.

Il vaporizzatore dell'isobutano é sempre in funzione:

- in un caso viene utilizzato come radiatore per il riscaldamento alla temperatura voluta del locale dove é presente il sistema e le bombole di gas liquido e l'isobutano viene fatto vaporizzare naturalmente bypassando il vaporizzatore (questa é la configurazione di impianto attualmente

predisposta), le bombole di isobutano richieste sono del tipo normale con prelievo del gas in alto

- nel secondo caso, se si rendesse necessario, attraverso un opportuno gioco di valvole, il vaporizzatore può essere utilizzato, oltre che per il riscaldamento del locale, anche per la vaporizzazione dell'isobutano, in tal caso le bombole da utilizzare devono avere il tubo pescante per prelevare l'isobutano liquido al loro interno.

Data la tipologia del locale, il vaporizzatore è dotato di riscaldatore elettrico realizzato in esecuzione Ex d, tutti gli altri componenti presenti nel locale dell'isobutano sono in esecuzione Ex d (sensori di temperatura, sensori di gas combustibili) e i loro rispettivi impianti in esecuzione AD PE, mentre i pressostati e le bilance per controllare le condizioni di riempimento delle bombole sono installati con impianti a sicurezza intrinseca (AD I).

Dopo aver vaporizzato l'isobutano, per garantire che nelle linee fino alle prese non si verifichino fenomeni di ricondensazione, tutte le tubazioni dell'isobutano sono state coibentate e rivestite da un nastro scaldante (in esecuzione Ex d) che, attraverso un opportuno sistema di controllo termico, provvede a mantenere la temperatura in tutti i punti delle linee al di sopra della temperatura dell'isobutano nelle bombole (temperatura del locale riscaldato) e pertanto il vapore in condizioni surriscaldate (non più saturo come nelle bombole).

Il rilievo della temperatura viene effettuato mediante una sonda posta sul tratto di tubazione esterno.

Il controllo della temperatura sia del locale di deposito che della tubazione viene effettuato attraverso due regolatori elettronici posti sul quadro generale di controllo.

Prima di utilizzare l'isobutano è tassativo rivolgersi al responsabile della sicurezza; comunque a grandi linee la procedura da seguire è la seguente:

- scelta delle condizioni operative (vaporizzazione naturale o no)
- collegamento bombole e verifica taratura bilance
- inserimento riscaldatori (vaporizzatore e banda riscaldante di linea)
- controllo del raggiungimento delle condizioni termiche volute
- richiesta di immissione gas sul quadro generale di controllo.

Per ulteriori dettagli sul sistema si rimanda al manuale d'uso redatto dalla SIO e alla guida all'utilizzo degli impianti.

7 IL SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE

Il cuore del sistema di controllo e supervisione é costituito dal quadro generale la cui interfaccia verso l'operatore é costituita da una serie di portelle frontali attrezzate con la seguente strumentazione:

- modulo di allarme cumulativo e test lampade
- modulo di indicazione stati di allarme pulsanti di emergenza
- pannello per l'impostazione dei parametri variabili nella logica di controllo
- serie di moduli per la gestione del sistema di rivelazione gas
- 4 sinottici per il controllo delle centrali e delle linee dei gas pericolosi, (avviamento linee, selezione rampe, indicazioni di presenza pressione e bombole vuote)
- 4 sinottici per il controllo delle sale dove si utilizzano i gas pericolosi
- sinottico con indicazione condizioni di riempimento bombole nei depositi
- pannello per la gestione del sistema di rivelazione fumo
- pannelli di controllo dei regolatori di temperatura del sistema dell'isobutano

Nelle figure 6...11 sono riportate le rappresentazioni grafiche di tale strumentazione.

Attraverso il fronte quadro é possibile:

- avviare le linee dei gas pericolosi
- controllare lo stato di funzionamento del sistema (rilevando le eventuali anomalie, verificando le condizioni di riempimento delle bombole sulle rampe, interpretando le situazioni di blocco o di allarme)

Il quadro non consente di effettuare alcuna procedura di emergenza, ma soltanto di operare il blocco delle linee gas e la tacitazioni di eventuali allarmi: tutte le procedure e manovre di emergenza sono gestite automaticamente ed in piena autonomia dalla logica di funzionamento del quadro di gestione.

Tale logica é implementata per una parte molto limitata sulle apparecchiature periferiche e per la parte principale su un programma di gestione residente sul PLC interno.

Attraverso un pannello a fronte quadro é possibile intervenire modificando alcuni parametri (essenzialmente ritardi e tempi di attesa) del programma.

Il programma di controllo é strutturato secondo due logiche distinte:

- la prima viene utilizzata quando l'operatore richiede l'avviamento di una delle linee di gas pericolosi; tale logica provvede ad eseguire una serie di test preliminari sui vari sistemi di sicurezza e sulla disponibilit  di gas in linea: superati con successo tali test e verificata la presenza di gas nelle linee, viene fornito il consenso alla messa in marcia della linea considerata
- la seconda provvede alla gestione delle procedure di emergenza e degli allarmi (parte delle procedure sono attive soltanto quando sono in funzione le linee dei gas pericolosi).

Nelle figure 12...19 sono riportati gli schemi a blocchi della logica di avviamento delle linee dei gas pericolosi a partire dalla richiesta di utilizzo.

Nella figura 20   riportata la tabella eventi (anomalie, malfunzionamenti, stati di allarme) che si possono verificare e le corrispondenti azioni che la logica del sistema di controllo pone in atto automaticamente.

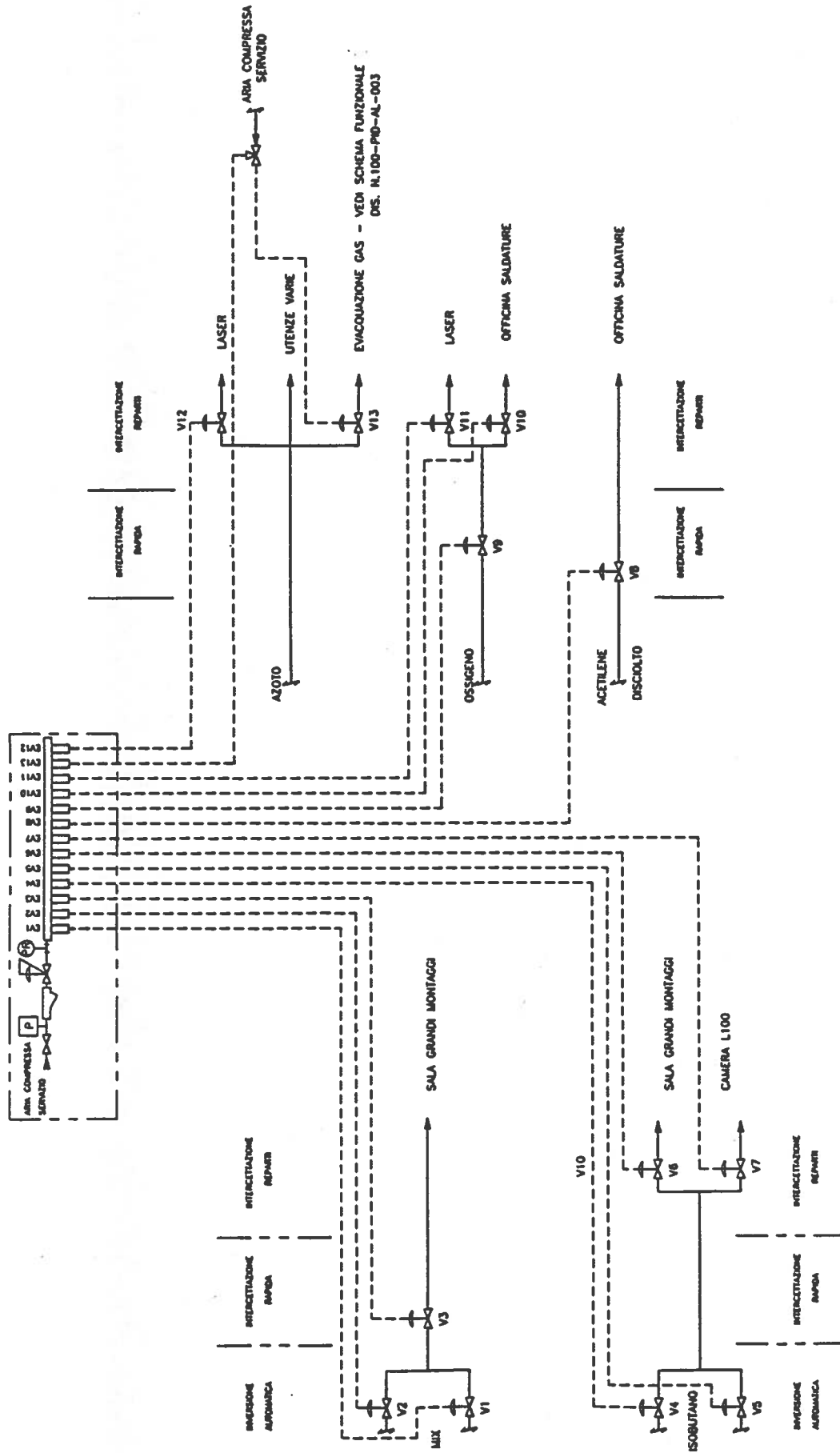
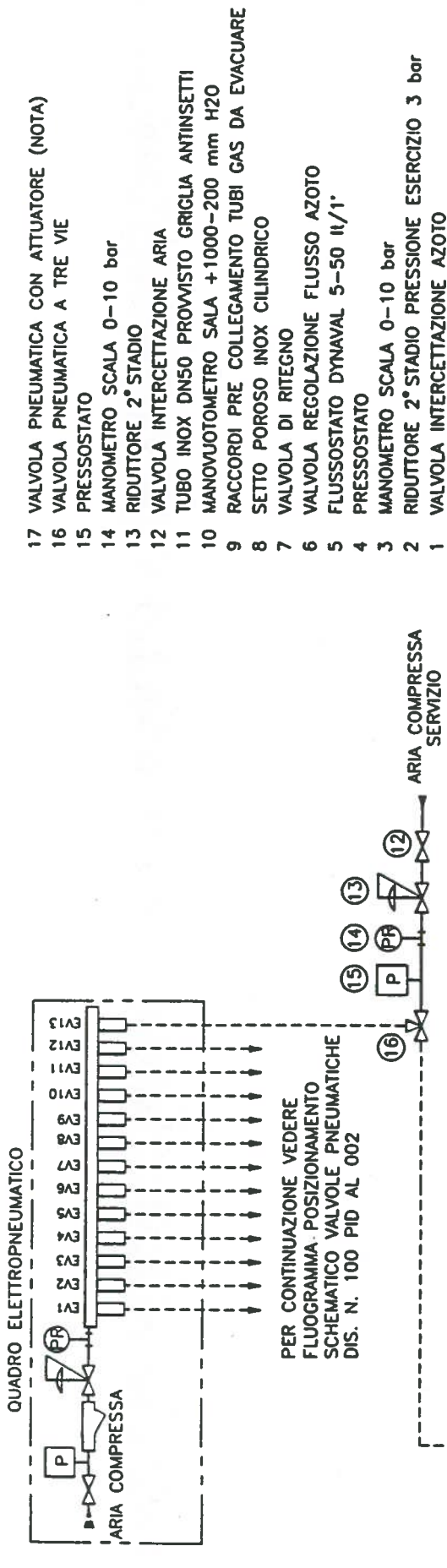
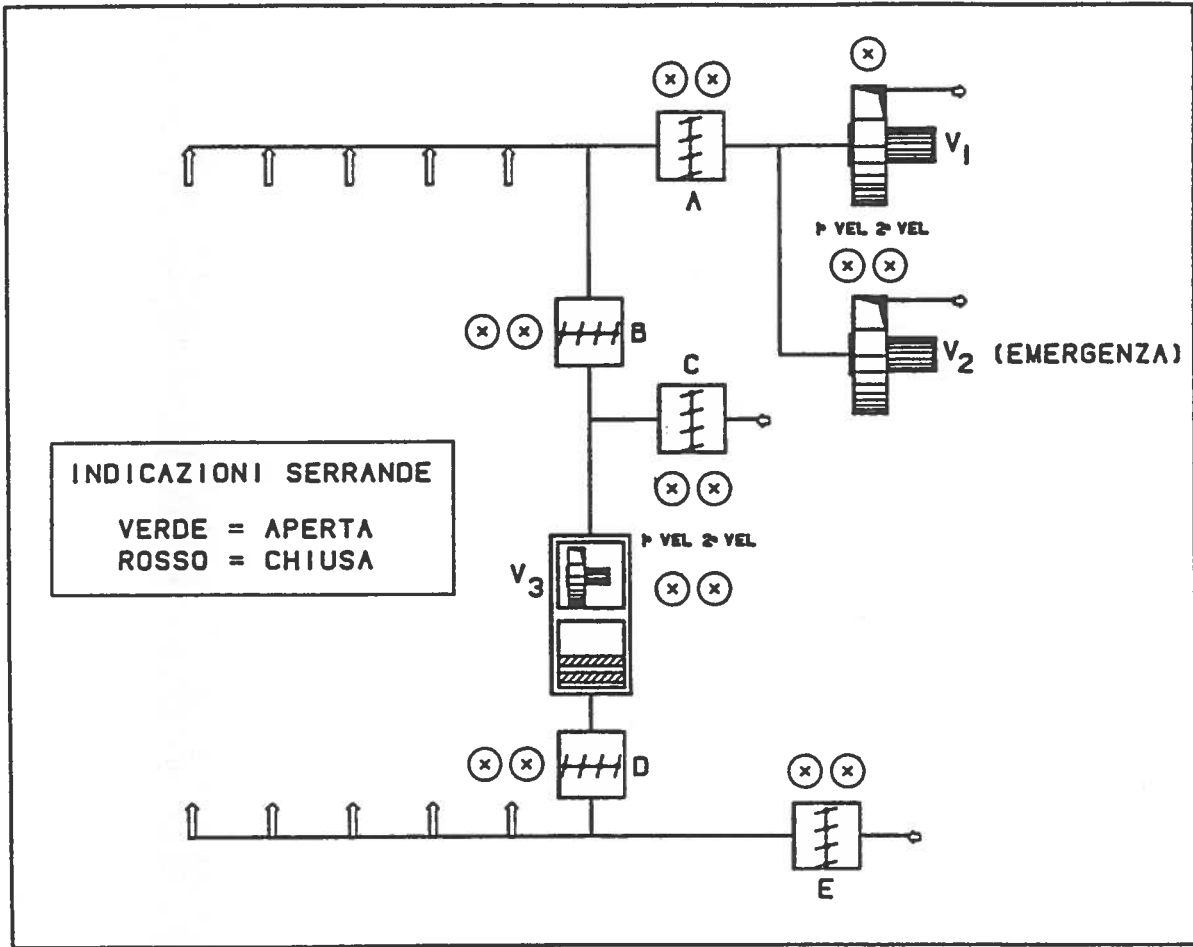


Figura 1.a Fluogramma posizionamento valvole pneumatiche



NOTA: LA VALVOLA PNEUMATICA POS.17 (V13) PUO' ESSERE ATTUATA CON ARIA FORNITA DA ELETTROVALVOLA EV13 POSIZIONATA SUL QUADRO ELETTROPNEUMATICO OPPURE AGENDO SULLA VALVOLA A 3 VIE POS.16 CHE ESCLUDE LA VALVOLA EV13 E IMMETTE L'ARIA COMPRESSA DI SERVIZIO FORNITA DAL GRUPPO DI REGOLAZIONE CONTROLLO E DISTRIBUZIONE

Figura 3 Schema impianto di evacuazione gas



MODI DI FUNZIONAMENTO IMPIANTO DI VENTILAZIONE

STATO FUNZ	POSIZIONE COMMUTATORE	VENTILATORI ATTIVI					STATO SERRANDE				
		V1	V2 (I vel)	V2 (II vel)	V3 (I vel)	V3 (II vel)	A	B	C	D	E
normale	1				X		chiusa	aperta	chiusa	aperta	chiusa
spento	2						aperta	chiusa	chiusa	chiusa	aperta
uso gas	3	X			X		aperta	chiusa	aperta	aperta	chiusa
il allarme	3	X	X			X	aperta	chiusa	aperta	aperta	chiusa
		X		X			aperta	chiusa	chiusa	chiusa	aperta

Figura 4 Schema aeraulico impianto di ventilazione sala grandi montaggi

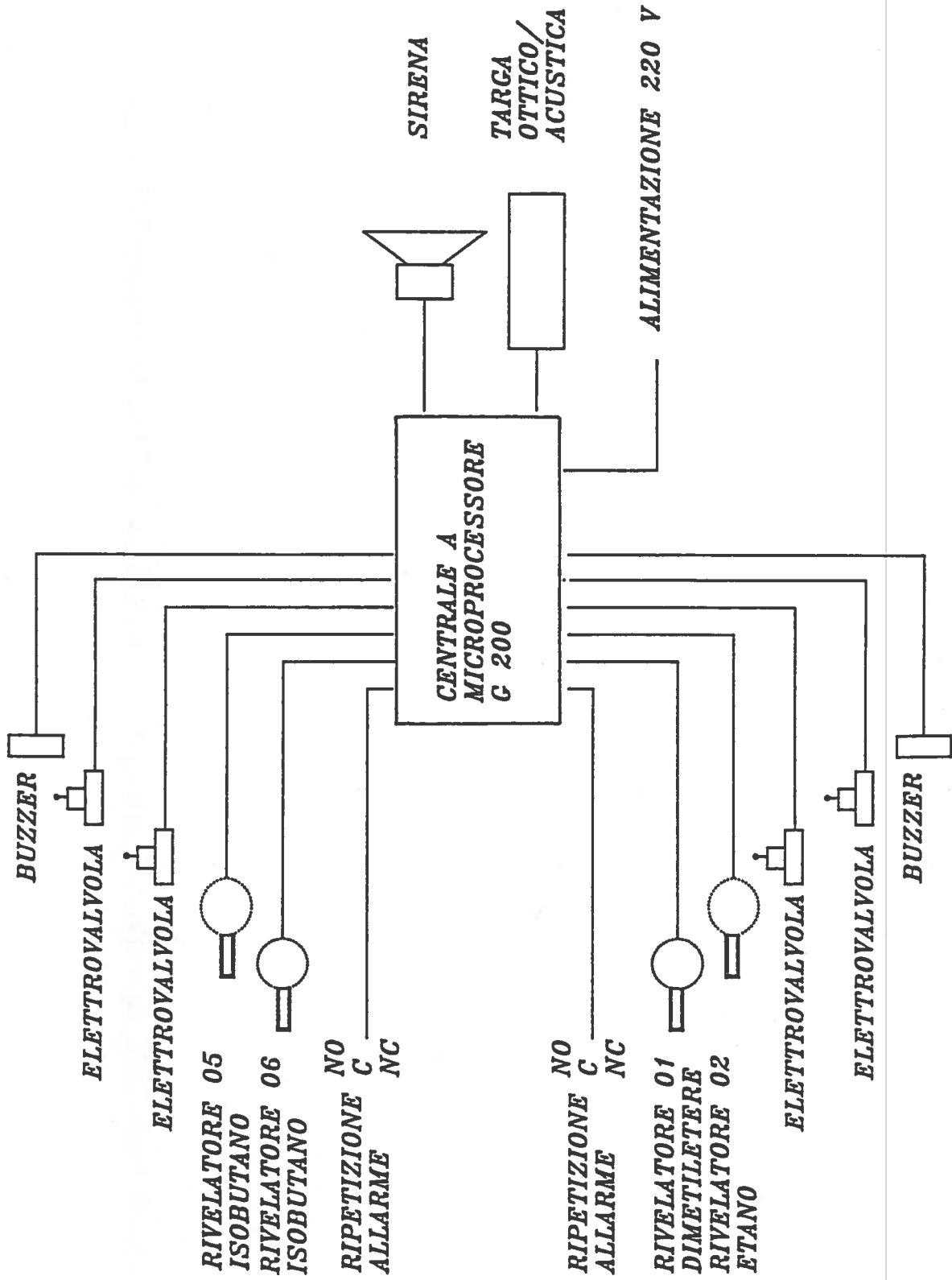


Figura 5 Schema a blocchi impianto di rivelazione gas in L100

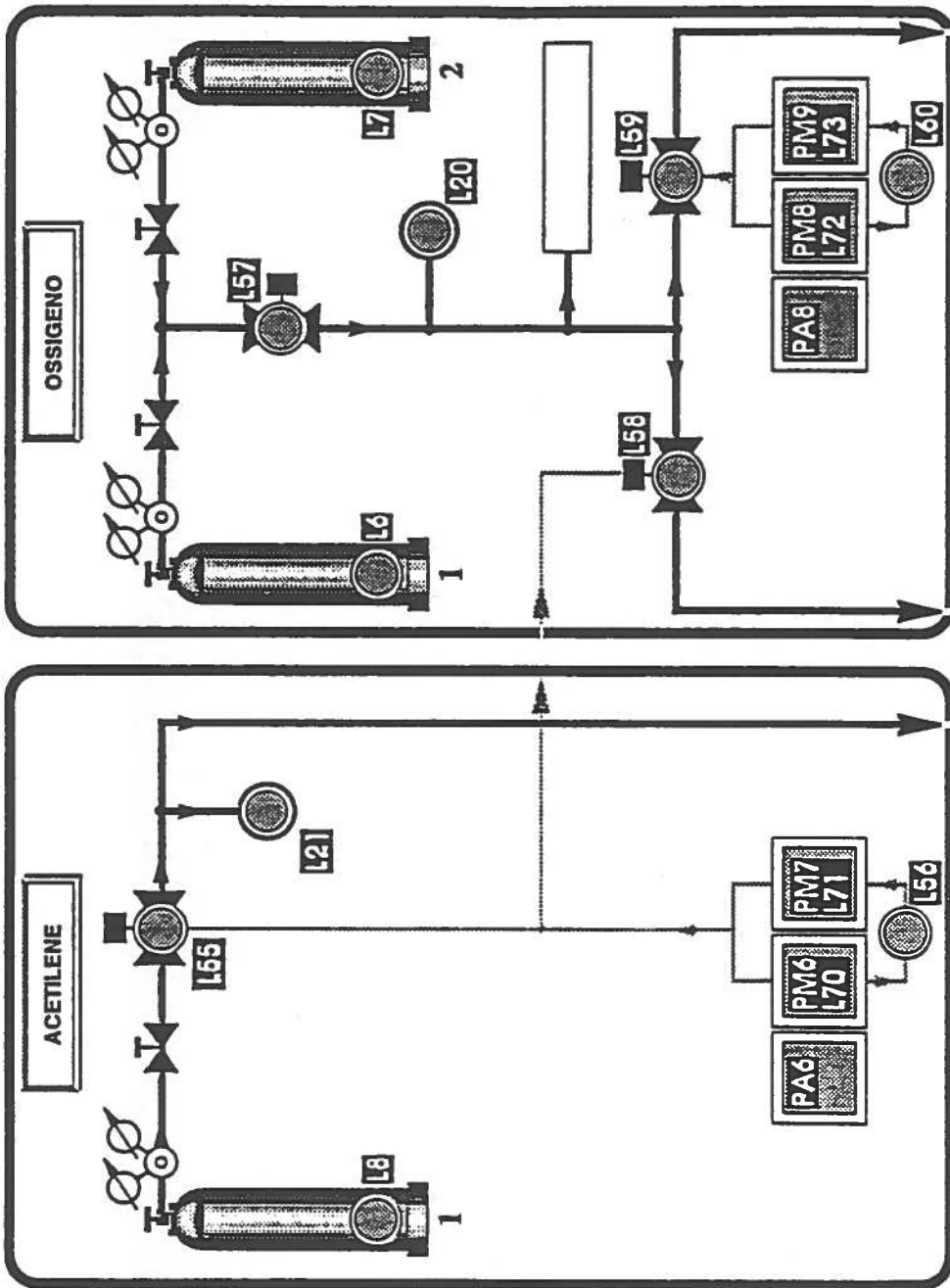


Figura 6 Sinottici quadro generale di controllo

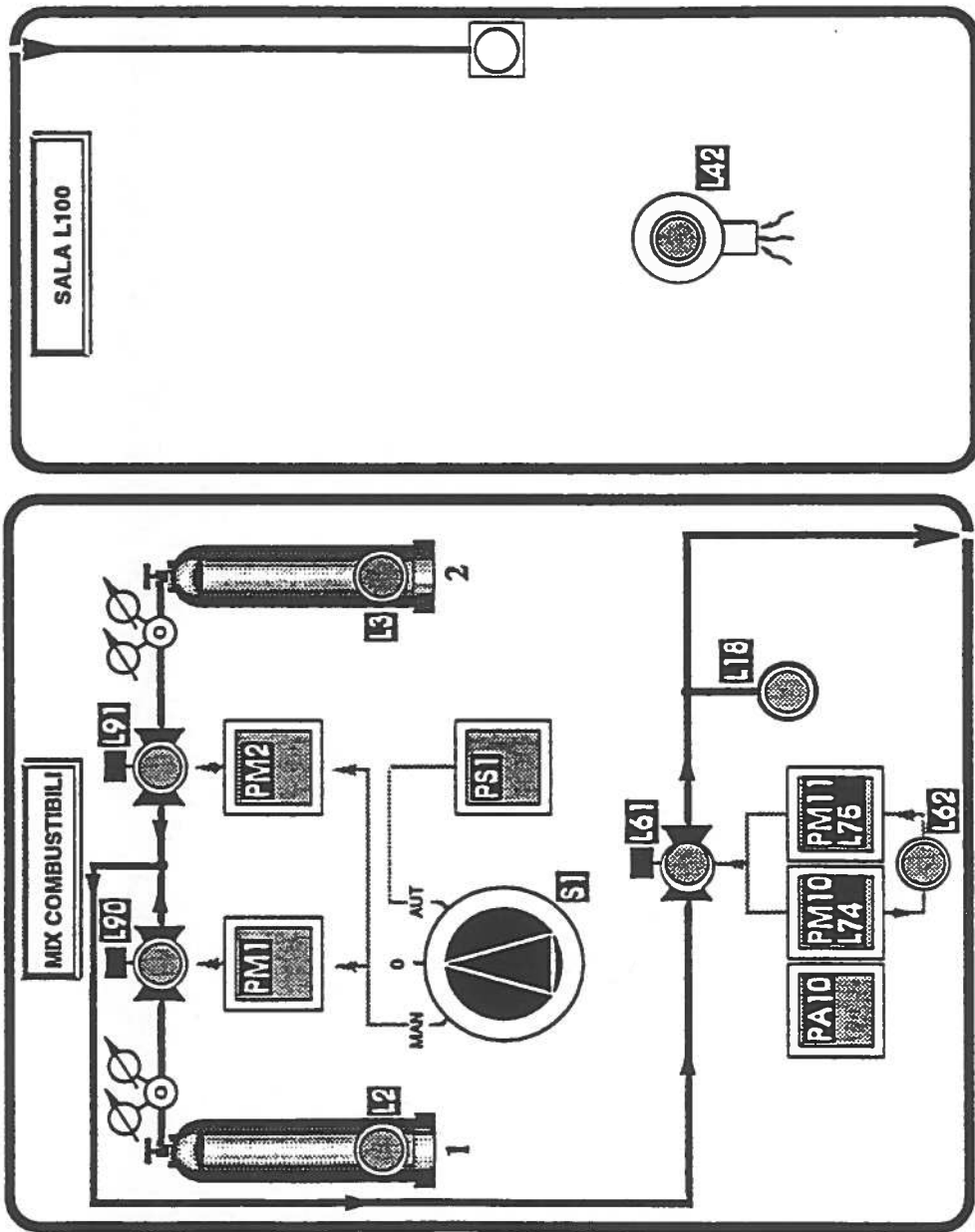


Figura 7 Sinottici quadro generale di controllo

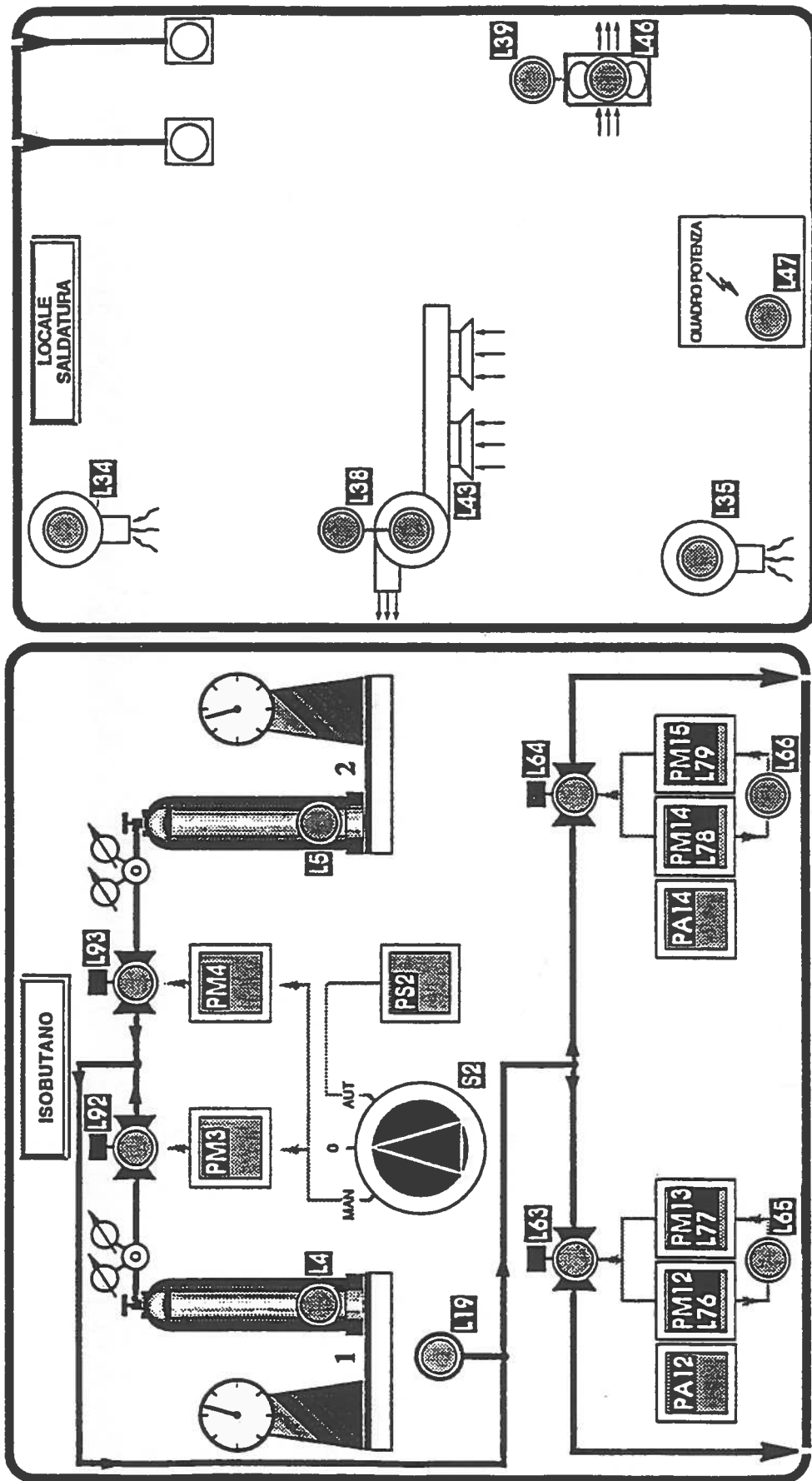


Figura 8 Sinottici quadro generale di controllo

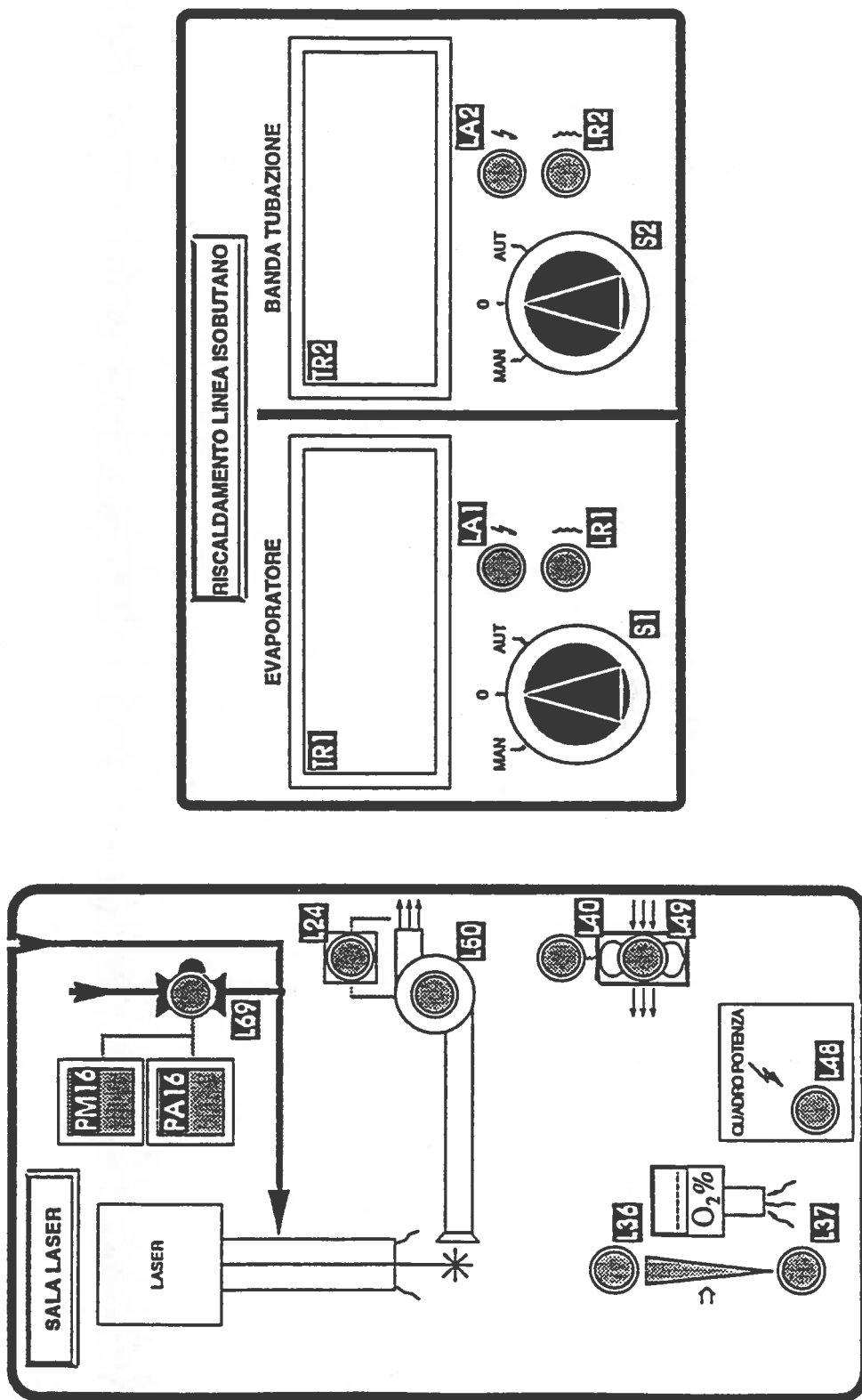


Figura 9 Sinottici quadro generale di controllo

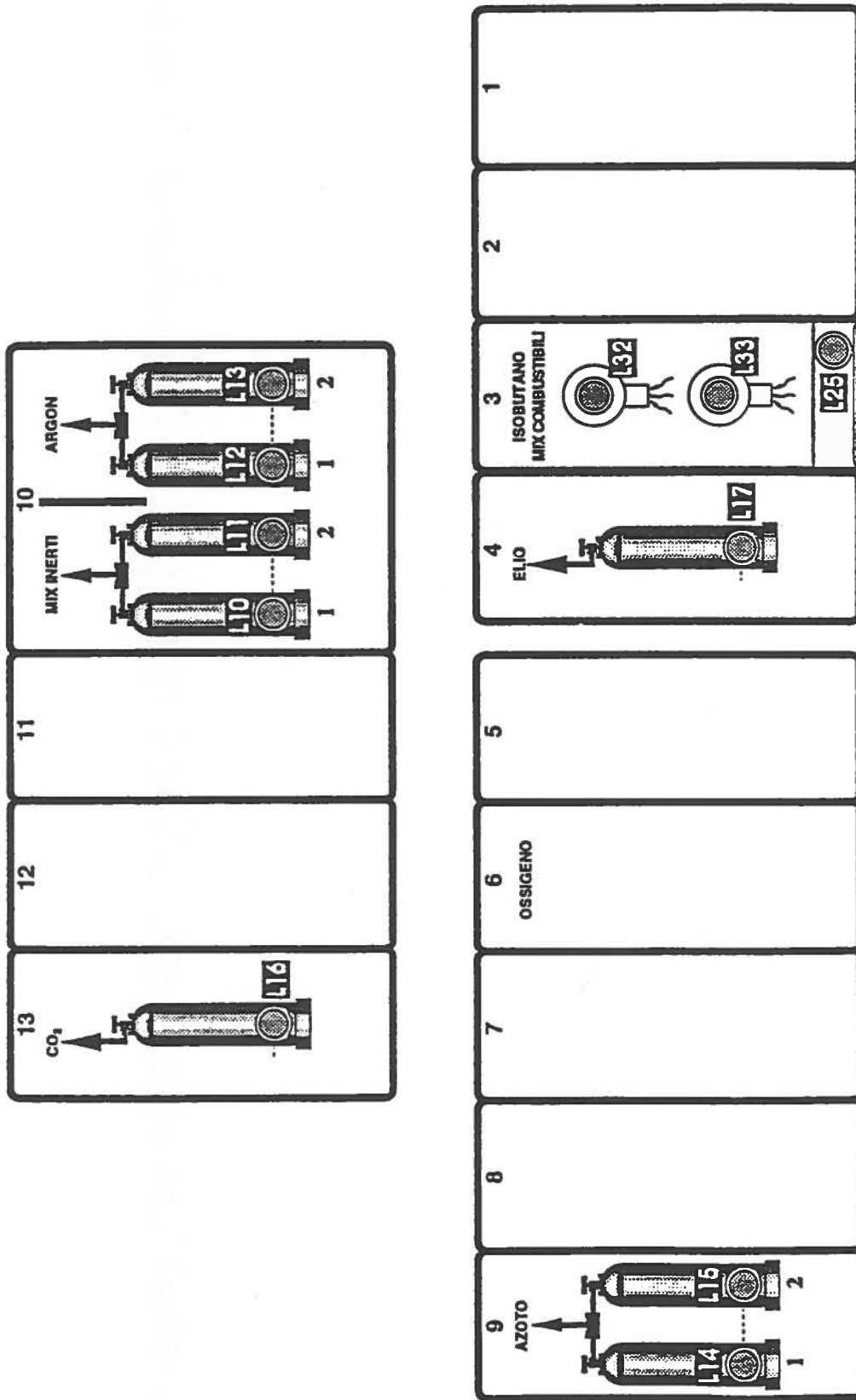


Figura 11 Sinottici quadro generale di controllo

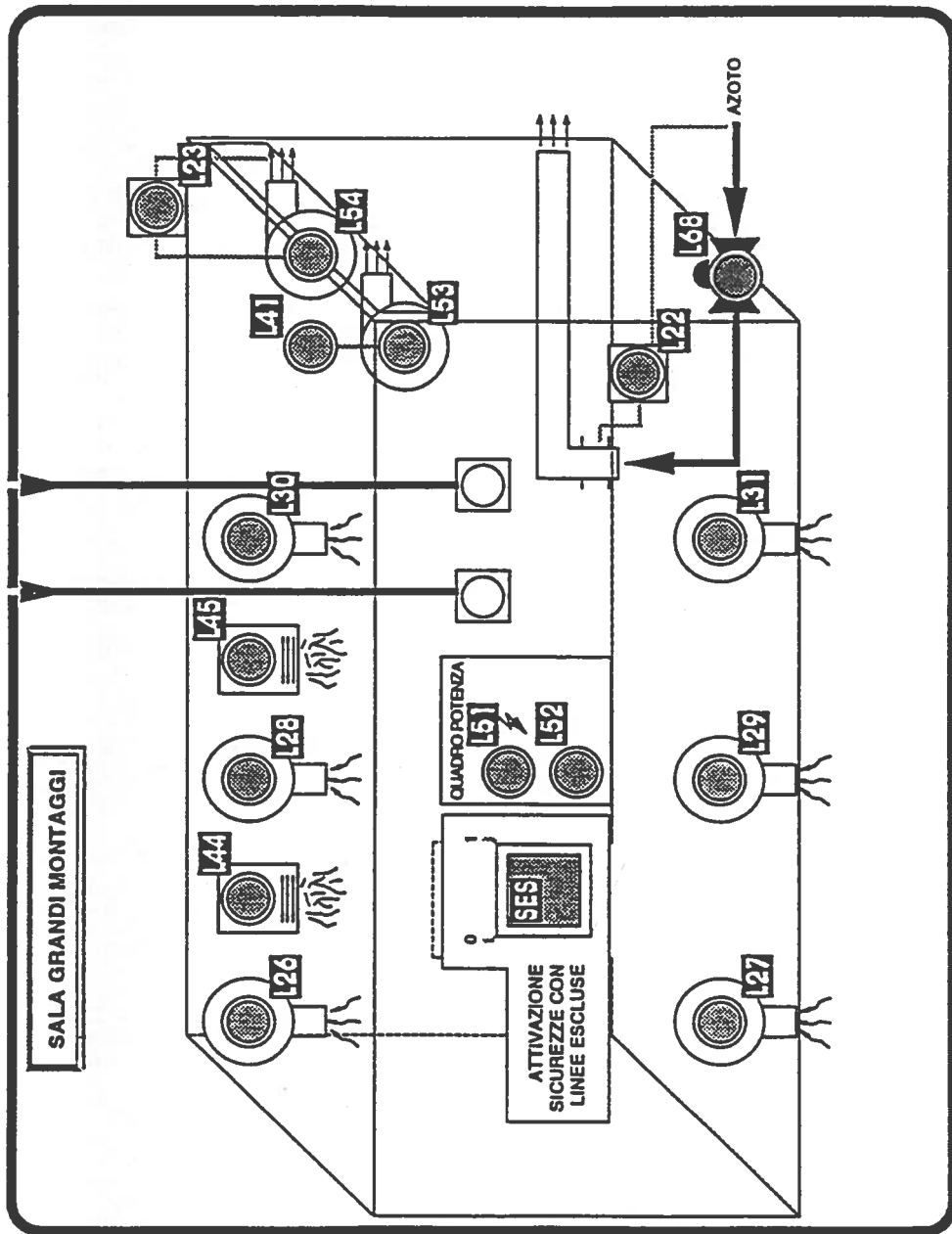


Figura 10 Sinottici quadro generale di controllo

RICHIESTA IMMISSIONE GAS SALA LT00
LA RICHIESTA E' ABILITATA SOLO SE NON SONO IN ATTO ALLARMI

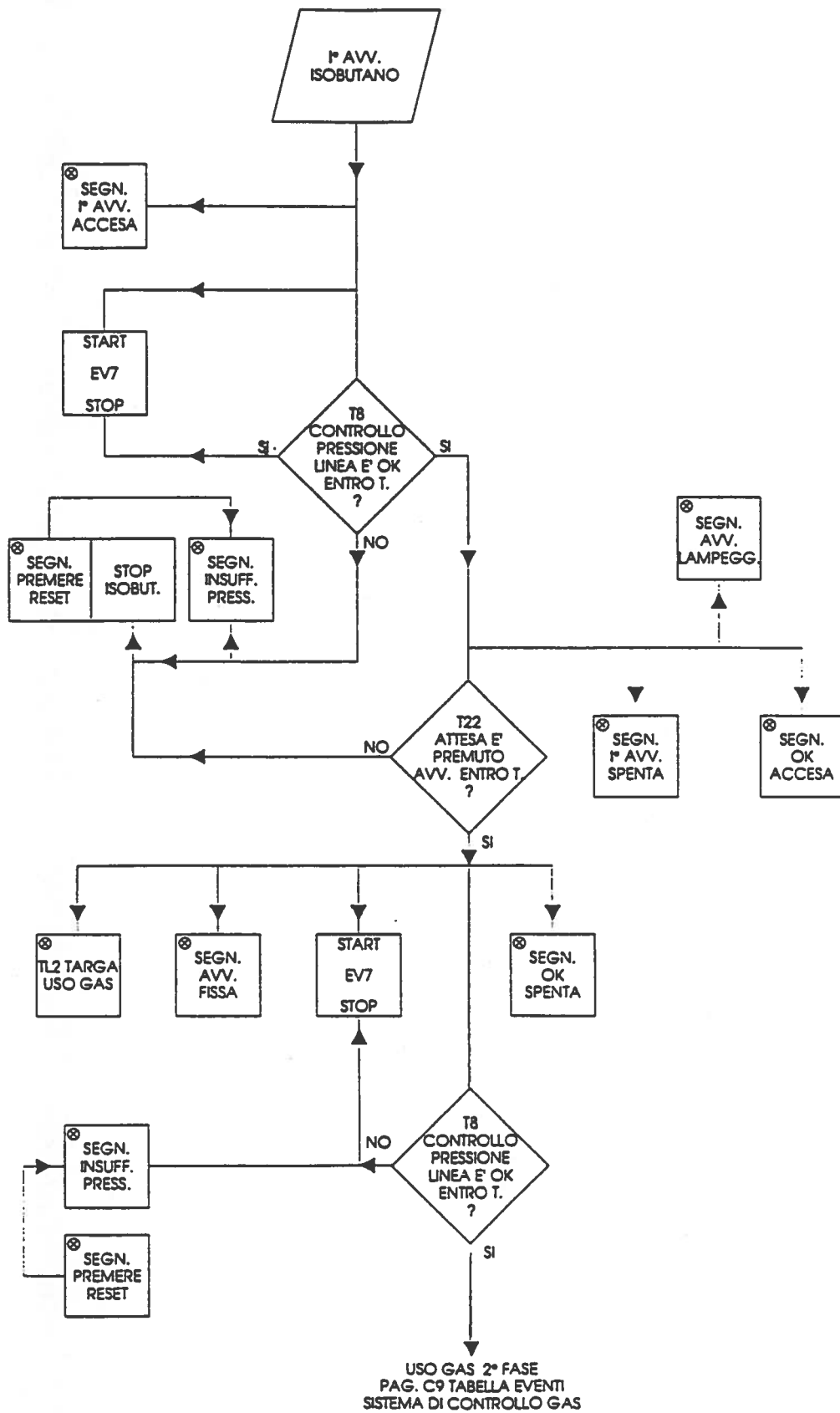


Figura 12 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALDATURA (FOGLIO 1)
LA RICHIESTA E' ABILITATA SOLO SE NON SONO IN ATTO ALLARMI

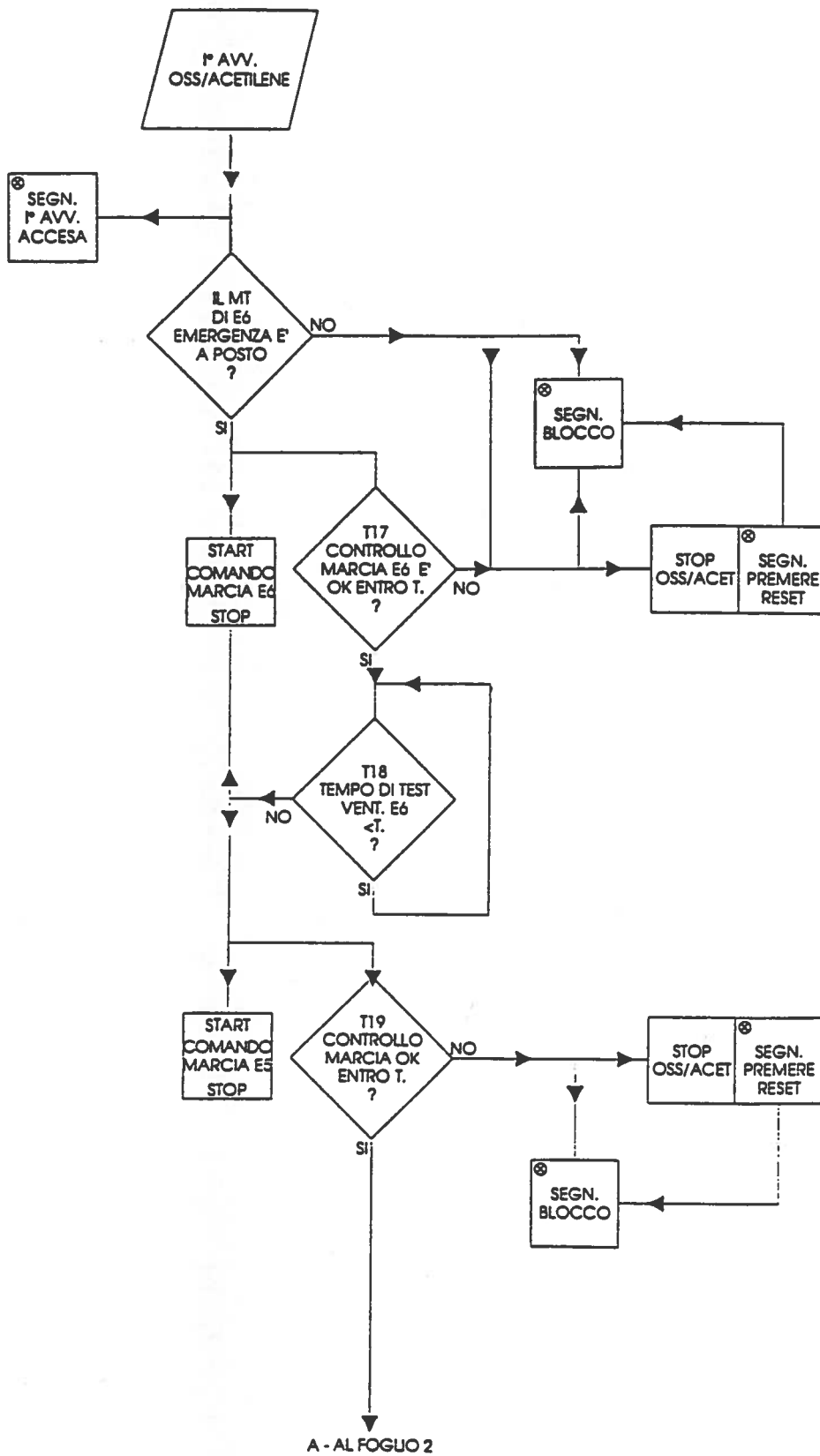


Figura 13 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALDATURA (FOGLIO 2)

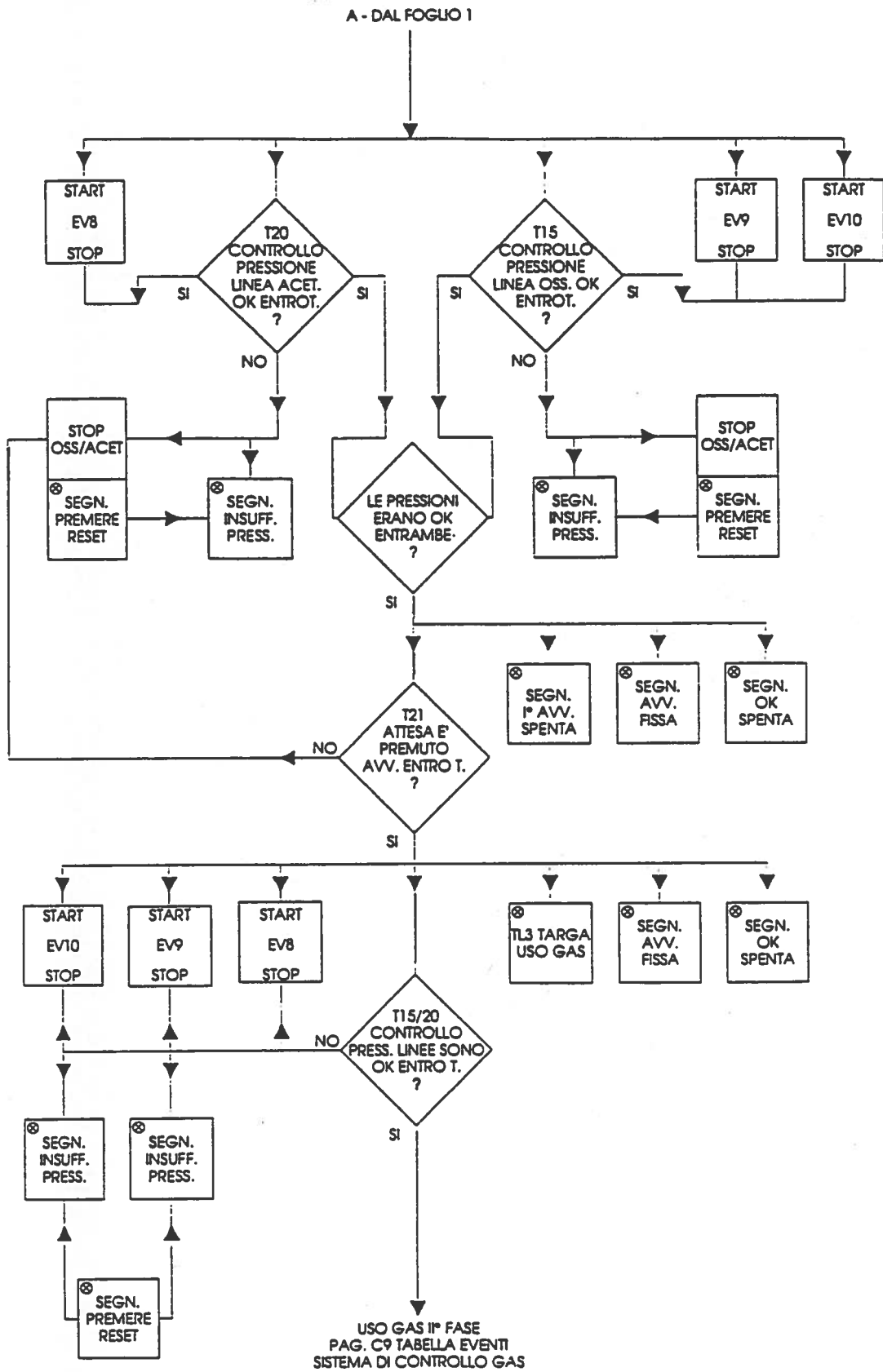


Figura 14 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALA GM (FOGLIO 1)
LA RICHIESTA E' ABILITATA SOLO SE NON SONO IN ATTO ALLARMI

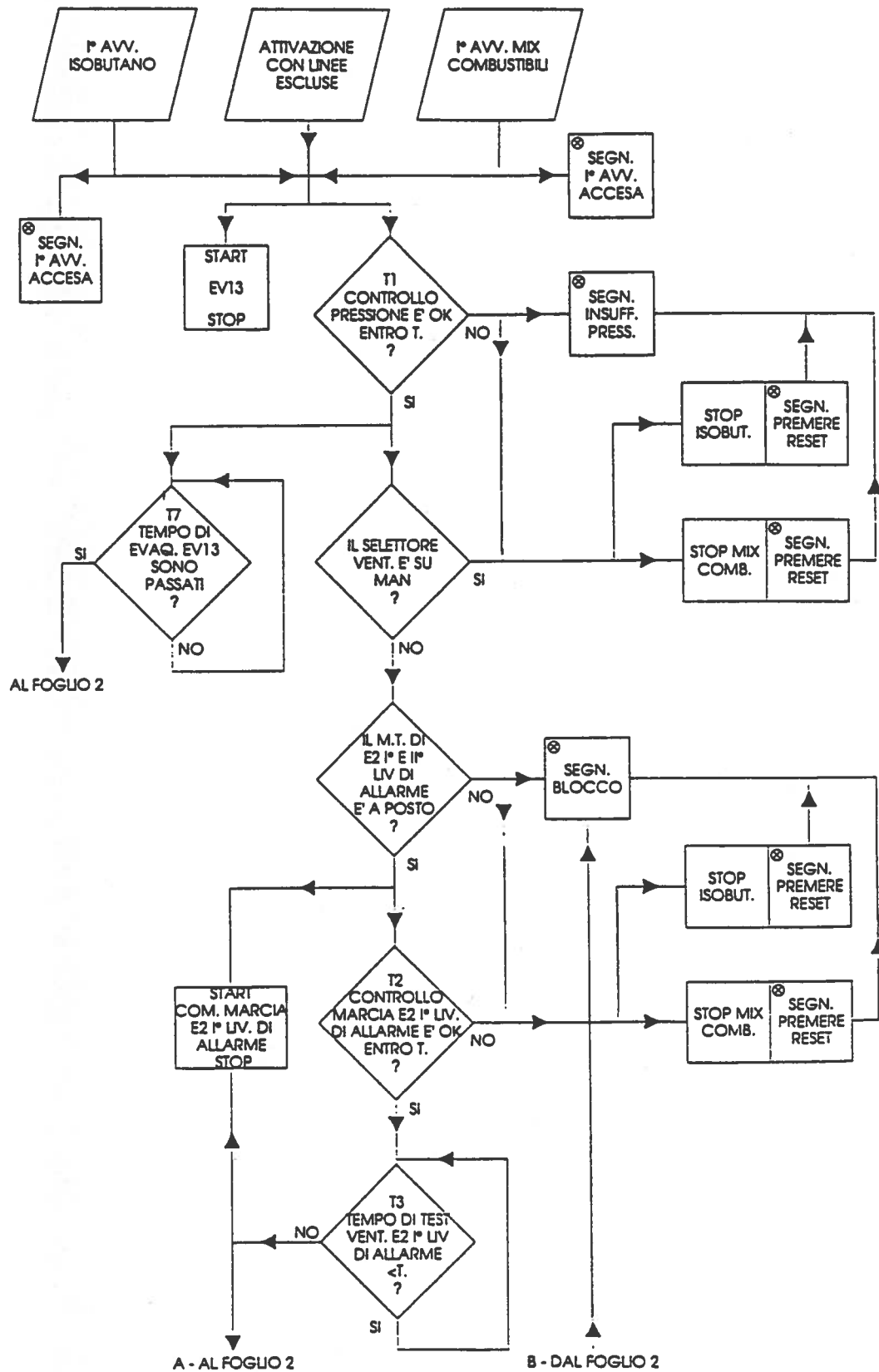


Figura 15 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALA GM (FOGLIO 2)

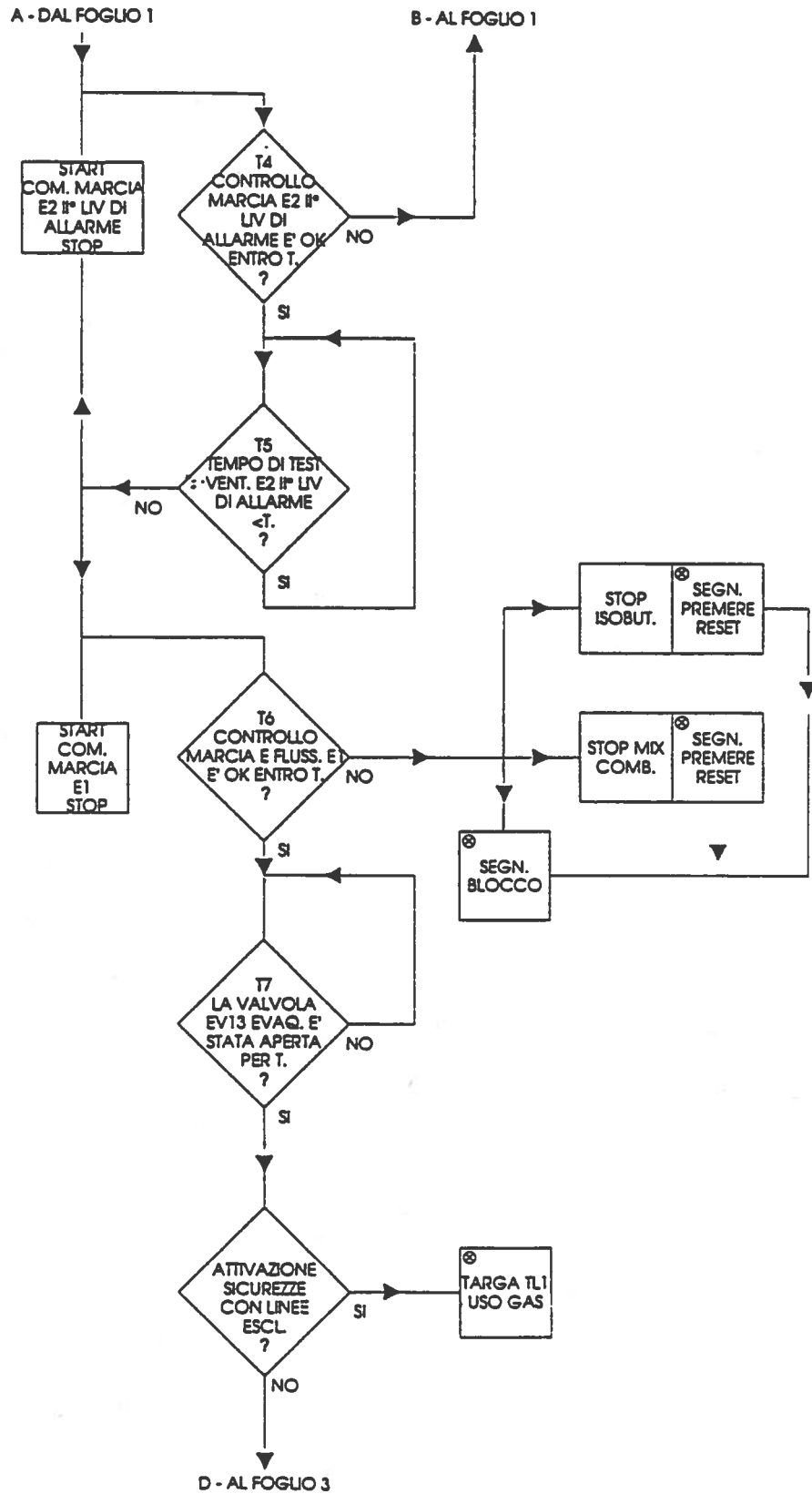


Figura 16 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALA GM (FOGLIO 3)

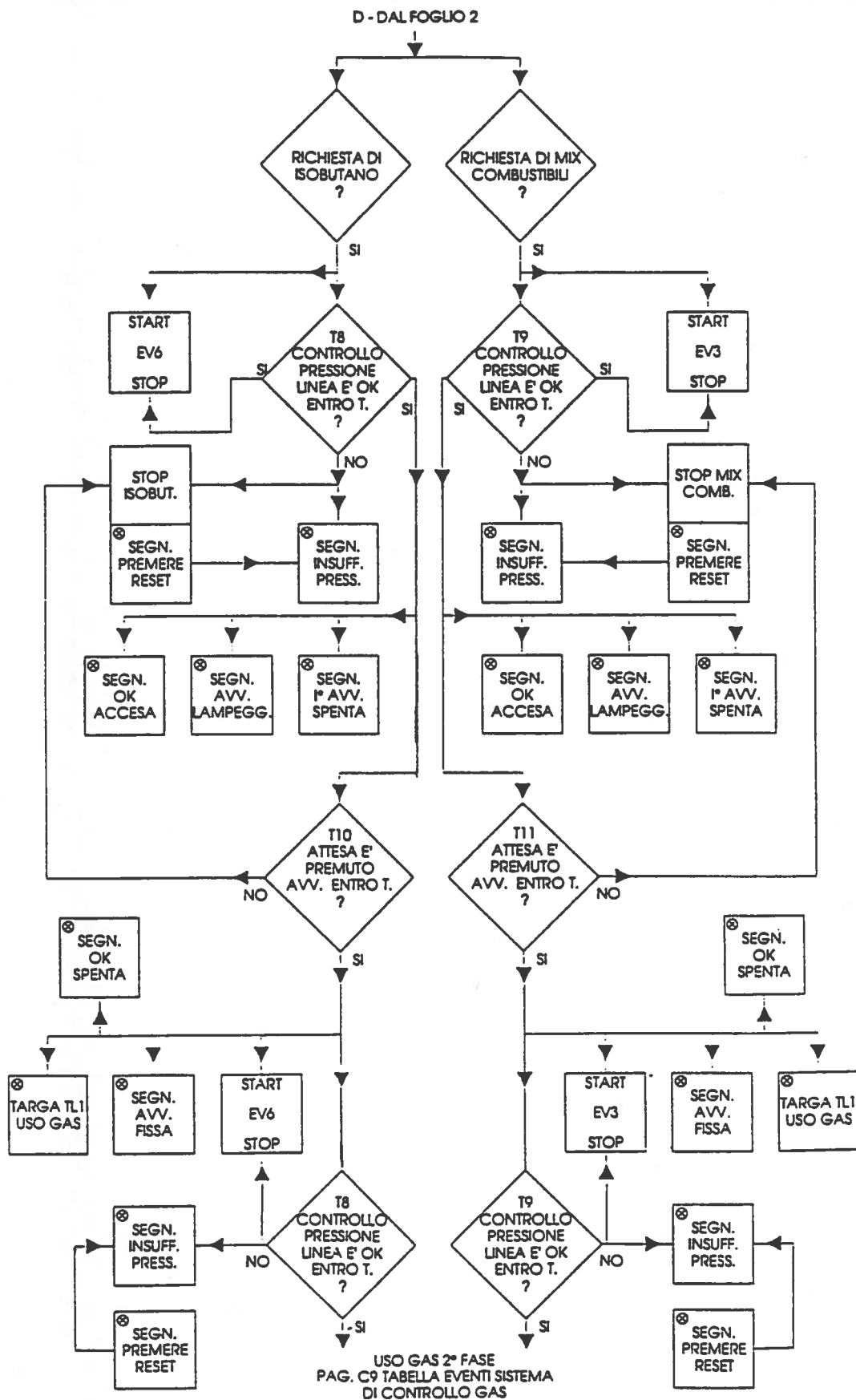


Figura 17 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALA LASER (FOGLIO 1)
LA RICHIESTA E' ABILITATA SOLO SE NON SONO IN ATTO ALLARMI

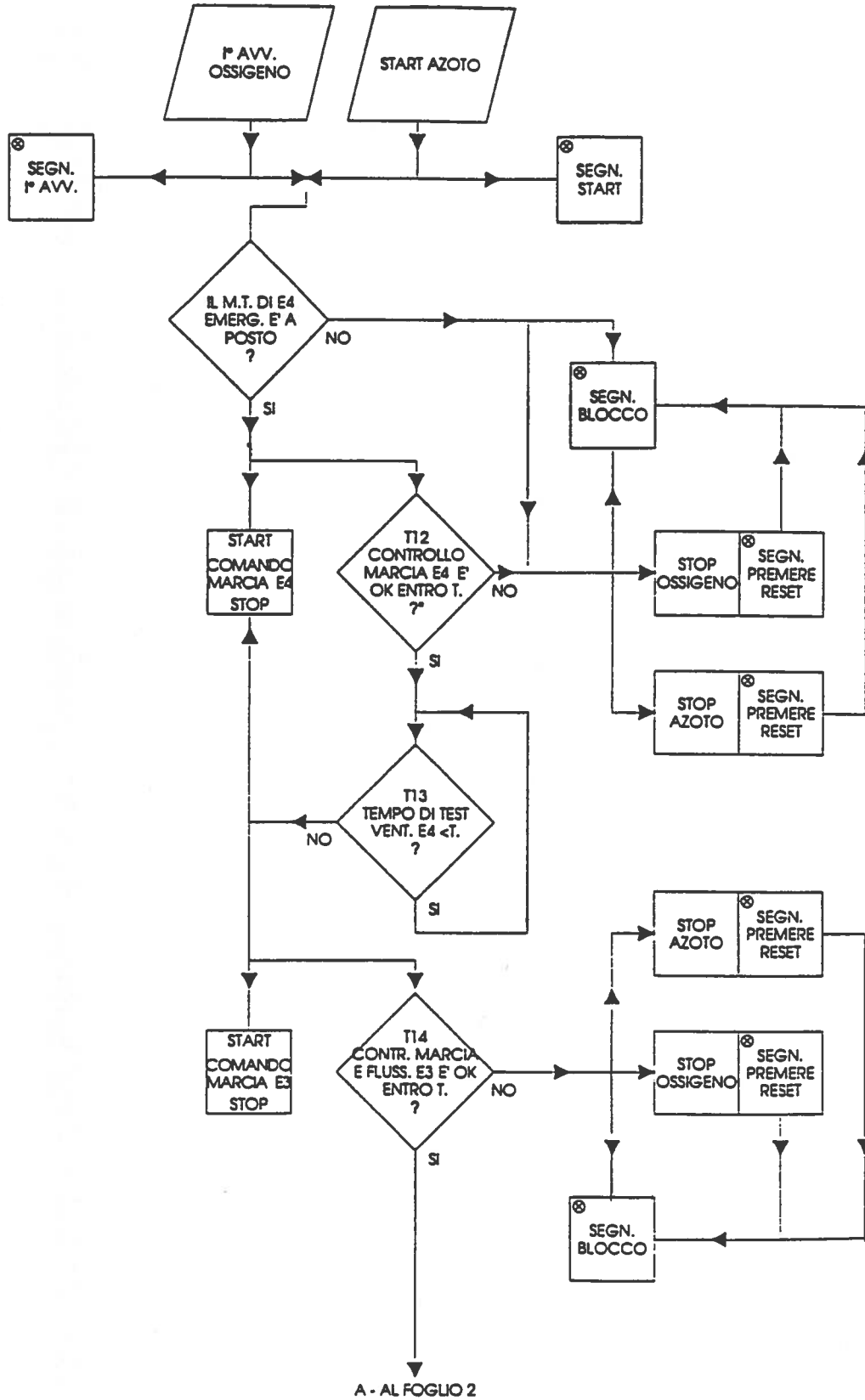


Figura 18 logica avviamento linee gas

RICHIESTA IMMISSIONE GAS LOCALE SALA LASER (FOGLIO 2)

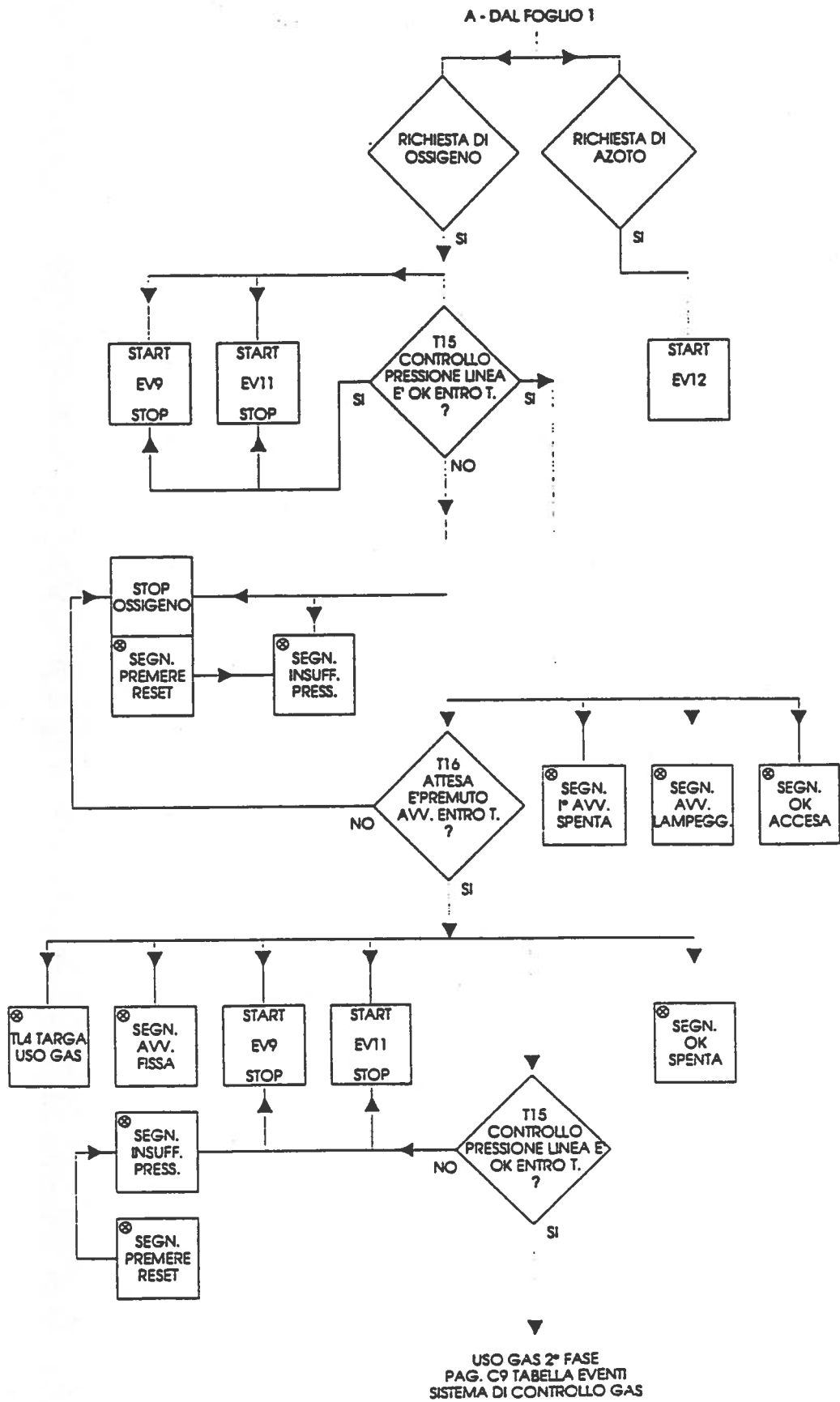


Figura 19 logica avviamento linee gas

