

# **Lettera Circolare del Ministero dell'Interno n. 20826/4105 del 21/12/1991 NUOVO PIGNONE S.p.A. Modulo denominato CUBOGAS per la compressione e la distribuzione del gas naturale per autotrazione.**

## **Testo:**

La Società Nuovo Pignone ha presentato a questo Ministero, ai sensi del punto 2 della parte quarta del D.M.24 novembre 1984, una richiesta di deroga e conseguente dichiarazione di equivalenza per l'apparecchiatura denominata Cubogas.

Al riguardo, vista la relazione descrittiva e il resoconto di prova prot. n. 3726/1 dell'8 maggio 1990 del Centro Studi ed Esperienze Antincendio, che si allega in copia, sentito il parere del Comitato Centrale Tecnico Scientifico per la prevenzione incendi, si ritiene che il modulo Cubogas, costituito da una apparecchiatura per la compressione e la distribuzione del gas naturale per autotrazione, possa ritenersi equivalente ai fini antincendi ad una sala compressori con sicurezza di 1° grado quale definita al punto 2.3 b) della parte, terza, sezione seconda del D.M. 24 novembre 1984. I Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco in indirizzo dovranno tenere conto di quanto indicato nella presente lettera-circolare nell'espletamento dell'attività di prevenzione incendi.

## **ALLEGATO**

### **MINISTERO DELL'INTERNO DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE E DEI SERVIZI ANTINCENDI CENTRO STUDI ED ESPERIENZE ANTINCENDI ROMA - CAPANNELLE LABORATORIO DI MACCHINE E TERMOTECNICA**

#### **Prot. n. 3726/1**

Richiedente: Nuovo Pignone S.p.A.  
Indirizzo: Via F. Matteucci, 2 - 50127 Firenze

**Apparecchio presentato:** Apparecchiatura per la compressione e la distribuzione di gas naturale per autotrazione, denominato Cubogas  
Prove richieste: Prove tendenti ad accertare la sicurezza ai fini antincendi nell'impiego dell'apparecchiatura.

#### **RESOCONTO DI PROVA**

#### **Generalità**

L'apparecchio presentato è un sistema di compressione e distribuzione di gas naturale autotrazione - denominato Cubogas - munito del proprio sistema di controllo e sicurezza, destinato alle stazioni di rifornimento pubbliche e private.

Esame costruttivo

Conformazione: sistema cabinato con struttura portante e tamponatura in pannelli in lamiera d'acciaio con reimpiego di poliuretano espanso - avente in adiacenza il relativo quadro di controllo e sicurezza, contenuto in un armadio a tenuta in lamiera d'acciaio.

L'apparecchiatura Cubogas è prodotta in due versioni distinte per tipologia di servizio e conseguentemente di una minoranza della componentistica. I due servizi si identificano rispettivamente in:

1. Riempimento lento
2. Riempimento veloce

#### **Descrizione dei componenti**

I componenti adottati sono schematicamente riportati nelle figure seguenti:

#### **LEGENDA**

- a) Unità di compressione completa di motore elettrico;
- b) Apparecchiature ausiliarie (aerorefrigerante, valvolame);
- c) Separatore finale (1 serbatoio) o sistema di stoccaggio del gas naturale compresso;
- d) Sistema di regolazione della pressione del gas naturale alla distribuzione (completo di riscaldamento del gas);
- e) Sistema di controllo e autoprotezione del modulo e sistema di distribuzione dell'energia elettrica all'interno del modulo;
- f) Sistema di ventilazione;
- g) Cabinato per protezione da agenti atmosferici ed insonorizzazione.

Come opzione, comune alle due versioni, sulla linea d'aspirazione può essere inserito un misuratore volumetrico della quantità di gas aspirata dall'unità, con indicazione numerica espressa in Smc. Nel caso di installazioni in località con temperature ambiente inferiori a -25° C il cabinato è di tipo chiuso ed i sistemi di protezione sono integrati da impianti interni di condizionamento e di estinzione incendio di tipo ad Halon 1301 (quest'ultimo opzionale).

## **DOCUMENTI APPLICATI NEL PROGETTO E COSTRUZIONE DELLE APPARECCHIATURE**

### 1. Apparecchi in pressione

- ISPESL (ex ANCC) - Istituto Superiore Prevenzione e Sicurezza sul Lavoro.

### 2. Aerorefrigerante

- ASME - American Society of Mechanical Engineer (nei limiti di applicabilità).

### 3. Tubazioni gas e raccorderia

- API - American Petroleum Institute
- ASTM - American Society for Testing Materials
- ANSI - American National Standards Institute.

### 4. Apparecchiature elettriche

- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano.

### 5. Cabinato

- D.M. del 26 giugno 1984, supplemento ordinario alla G.U. n. 234 del 25 agosto 1984 (relativamente alla resistenza al fuoco della pannellatura isolante in poliuretano).

### 6. Misuratore volumetrico aspirazione

- UNI-CIC 7987-7988
- Direttiva CEE 71/318, 77/331, 78/365
- D.M. 336575 del 15 aprile 1967 per verifica metrica.

## **DESCRIZIONE FUNZIONALE**

Il gas proveniente dal metanodotto effettua il seguente percorso:

- All'ingresso dell'unità viene misurata la quantità di volumetrica aspirata (opzione), previa uniformazione del flusso attraverso un raddrizzatore di filetti fluidi. Successivamente il gas attraversa un polmone smorzatore di pulsazioni, e procede verso il compressore alternativo.

- Attraverso il compressore alternativo il gas viene compresso e così portato alle condizioni fisiche che ne consentono l'erogazione ai veicoli (216 bar effettivi). La compressione è svolta in due, tre, o quattro stadi, a seconda della pressione d'aspirazione dal metanodotto. Ai vari stadi corrispondono altrettanti modelli di Cubogas; quello specifico oggetto di prova è il modello 70, con compressore tristadio. Dopo ogni stadio di compressione il gas è raffreddato in un aerorefrigerante; a valle di ciascuno stadio di compressione è installata una valvola di sicurezza per protezione meccanica dell'unità di compressione.

- Dopo la compressione il gas è convogliato ad un volume smorzatore - nella fattispecie un pacco bombole di volume geometrico di 870 litri - e da quello all'erogazione. Detto volume smorzatore è protetto meccanicamente tramite una valvola di sfioro.

- Immediatamente a monte dell'erogazione, la pressione del gas è tenuta strettamente sotto controllo tramite un regolatore/riduttore che ne mantiene la variazione entro una banda istantanea di  $\pm 3$  bar. A valle del regolatore è installata una valvola di sicurezza per protezione meccanica della linea d'erogazione.

## **ESAME IMPIANTO IDRAULICO**

Il compressore

Funzionalmente è diviso in due parti:

- i cilindri, in cui il gas naturale aspirato viene compresso fino alla pressione di distribuzione;
- l'incastellatura e il manovellismo che comprende tutti gli organi per la trasmissione del moto agli stantuffi dei cilindri.

La separazione fra le due parti è realizzata in modo da evitare penetrazioni di gas naturale e formazione di miscela esplosiva nell'incastellatura.

La tenuta del gas naturale verso l'incastellatura è realizzata con pacchi premistoppa con tenute di tipo flottante che, al contrario di tenute fisse, consentono la tenuta anche in caso di movimenti non perfettamente rettilinei dell'asta stantuffo. Fughe accidentali di gas naturale dagli elementi di tenuta vengono raccolte in una camera ricavata fra le due tenute adiacenti all'incastellatura, e convogliate all'atmosfera in area di sicurezza tramite un collettore di vento.

### **Le tubazioni del gas naturale**

L'impianto è verificato acusticamente con simulazione analogica. Lo scopo è quello di evitare risonanze acustiche delle pulsazioni di pressione generate dai compressori alternativi.

Con una successiva verifica meccanica dell'impianto è accertato che ciascun tratto di tubazione abbia frequenze naturali di vibrazioni non risonanti con le pulsazioni di pressione che lo eccitano. In questo modo sono evitate:

- sollecitazioni eccessive delle tubazioni e della raccorderia
- vibrazioni anomale dell'insieme.

Le tubazioni sono progettate, costruite e controllate in accordo alla norma indicata al paragrafo II.

Le saldature sono radiografate in percentuale variabile in funzione crescente con pressione e diametro, come indicato nel piano di collaudo del costruttore.

Nel circuito sono presenti inoltre raccordi del tipo a compressione di disegno particolare Parcker tale che, in caso di accidentali allentamenti, si verifica la sola perdita di gas e non lo scollegamento (distacco) della connessione.

I singoli tratti di tubazione sono provati idraulicamente dal costruttore ad una pressione 1.6 volte maggiore della pressione nominale d'esercizio.

Lo scarico delle valvole di sicurezza dell'impianto è convogliato esternamente all'atmosfera in area sicura tramite un collettore di ventilazione.

I serbatoi di livellamento del Flusso di Gas Naturale alla Distribuzione

Sono progettati, costruiti e collaudati in accordo alla normativa ISPEL (ex ANCC), che, per il caso specifico, rimanda al D.M. 12 settembre 1925 e successive norme integrative.

### **CABINATO E RELATIVI IMPIANTI**

Il cabinato è costruito in pannelli prefabbricati composti costruiti da un rivestimento in lamiera d'acciaio e un'anima in poliuretano espanso.

Le pareti di contorno dell'ambiente compressore dal lato quadro di controllo sono a tenuta di gas.

La tenuta è garantita lungo tutto l'appoggio della parete alla struttura portante ed al basamento con guarnizioni. Il basamento stesso, riempito di cemento, non consente infiltrazioni di gas naturale fra una sezione e l'altra.

Anche i passaggi dei cavi elettrici, sia di controllo che di potenza, attraverso le pareti sono a tenuta di gas naturale.

Le aperture delle pareti necessarie per l'aircooler sono grigliate per permettere il passaggio dell'aria di raffreddamento. Il volume di cabinato è di mc 14. La sezione delle aperture sul cabinato è di m<sup>2</sup>. 5,6.

### **ESAME IMPIANTO ELETTRICO -APPARECCHIATURE ELETTRICHE DI CONTROLLO**

Le apparecchiature di controllo e di potenza installate all'interno del Cubogas, luogo classificato come zona AD di classe I divisione 2, secondo norme CEI 64.2 ed. 1983, sono costruite e certificate in accordo alle norme CENELEC EN 50.014 + 20. Il quadro di controllo e distribuzione potenza è installato all'esterno del modulo in zona definita di rispetto secondo le suddette norme.

Anche i collegamenti elettrici tra le utenze primarie installate nel modulo e le rispettive sezioni del quadro di controllo e potenza sono eseguiti in accordo alle CEI 64.2. I dispositivi elettrici di potenza (motori e riscaldatore gas) e di controllo (elettrovalvole) di tipo antideflagrante secondo EN 50.018, vengono cablati al quadro tramite cavi elettrici di tipo non propagante la fiamma secondo norme IEC 332-1, CEI 20.11-13.

L'ingresso dei cavi nelle rispettive custodie viene eseguito con l'uso di pressacavi, anch'essi di tipo antideflagrante secondo EN50.014. I contatti dei sensori di pressione e di temperatura sono di tipo stagno e vengono protetti tramite barriere attive a sicurezza intrinseca costruite e certificate secondo EN 50.020 (EExia) IIC installate nel quadro di controllo. Il cablaggio di questi dispositivi è fatto tramite cavi opportunamente contraddistinti (colorazione celeste RAL 5015). I cavi dei circuiti di controllo sono di tipo ritardante la fiamma secondo IEC 332.1.

Il percorso dei cavi all'interno del modulo è protetto meccanicamente tramite canalette in lamiera di acciaio zincata. Il passaggio dall'interno all'esterno del modulo avviene tramite tubi di acciaio zincato (conduit) incorporati nel basamento. Tutte le estremità dei tubi conduit uscenti dal basamento sono sigillate con giunti di bloccaggio, in modo da separare la zona di divisione 2 da quella di rispetto. Le protezioni elettriche dei motori sono effettuate tramite relè termici e fusibili.

La protezione del riscaldamento gas e delle elettrovalvole di controllo viene effettuata con fusibili.

Queste protezioni sono installate nella sezione appropriata del quadro di controllo. Un'ulteriore sicurezza è rappresentata dalla presenza di un sistema di rivelazione gas che inibisce l'alimentazione delle utenze elettriche nel caso che la concentrazione di gas all'interno del modulo superi il 30% del L.I.E. (livello inferiore di infiammabilità) della miscela aria-gas).

### **SICUREZZA OPERATIVA AUTOCONTROLLO E AUTOPROTEZIONE**

Allo scopo di evitare alte concentrazioni di gas naturale nel cabinato, le possibili cause di perdita all'interno del modulo (contiene come quelle del premistoppa o accidentali come quelle delle valvole di sicurezza) sono state coltate in modo da essere convogliate all'esterno del modulo per essere disperse all'atmosfera in area sicura. Considerato questo, le uniche possibili cause di perdita di gas naturale (raccorderia, valvolame, ecc.) sono da considerarsi come centri di pericolo di 2° grado secondo norme CEI ed IEC.

Il ricambio dell'aria del modulo avviene tramite le aperture presenti sulle pareti e agevolato dalla presenza di un ventilatore ausiliario continuamente in funzione che assicura un numero di 6 ricambi/ora. (Certificazione motore ventilatore CESI AD 85.119 del 15 ottobre 1985 - Marca Marelli mod. LM 20/4 esecuzione Eexd 11 B T5). Una ulteriore energica azione di lavaggio viene effettuata, col compressore in marcia, dall'aria sospinta all'interno del modulo aerorefrigerante (la portata di aria è diversa a seconda del tipo di compressore installato, il suo valore minimo è di 15300 m<sup>3</sup>/ora). All'interno del cabinato è installato un sistema di rivelazione che in caso di presenza di gas naturale isola e mette fuori servizio il modulo lasciando in

funzione soltanto il ventilatore ausiliario. Il circuito gas è isolabile in vane sezioni e ognuna di esse può essere scaricata singolarmente all'atmosfera.

Ogni sezione intercettabile è protetta da una valvola di sicurezza che evita il raggiungimento di sovrapressioni eccessive nel tratto interessato, sia per funzionamento anomalo di apparecchiature dell'impianto, che nell'eventualità d'incendio. Il Cubogas prevede anche una valvola d'intercettazione del flusso di gas naturale all'ingresso che, per ovvi motivi di sicurezza è posta all'esterno del cabinato. Il circuito gas può essere totalmente scaricato all'atmosfera dalla valvola di drenaggio agendo sempre, per sicurezza dall'esterno del cabinato.

## **PROVE DI LABORATORIO**

### ***Prova idraulica sul tratto di tubazione di aspirazione.***

Prelevato il tratto di tubazione di aspirazione del Cubogas, lo stesso è stato sottoposto a prove di resistenza alla pressione di esercizio aumentata del 20%. Previo montaggio del tubo su apposita pompa, la pressione del liquido di prova è stata fatta gradualmente salire fino 30 bar e mantenuto a questo valore per 60 minuti primi.

**ESITO:** durante la prova non si è manifestato alcun inconveniente, né, sono state riscontrate perdite o trafileamenti verso l'esterno per difetto di tenuta.

### ***Prova di funzionamento***

Secondo le istruzioni fornite dal costruttore l'apparecchiatura è stata sottoposta a prove di funzionamento, con simulazioni di ripetute operazioni di accumulo e distribuzione di gas metano.

**ESITO:** non è stato rilevato alcun inconveniente né, si sono manifestate anomalie di funzionamento.

### **Simulazioni delle condizioni di blocco**

L'apparecchiatura è stata collegata alla rete di metano ed alla rete elettrica ed è stata fatta funzionare in modo normale. Durante il funzionamento sono state causate le seguenti anomalie:

- Bassa pressione gas aspirazione;
- Bassa pressione olio lubrificazione compressore;
- Alta temperatura acqua raffreddamento compressore;
- Alta concentrazione gas nel cabinato;
- Alta temperatura mandata finale;
- Alta temperatura mandata 1 fase;
- Alta temperatura mandata 2 fase;
- Alta temperatura mandata 3 fase;
- Mal funzionamento rivelatore gas.

**ESITO:** Per ogni simulazione di anomalia, la logica dell'apparecchiatura è intervenuta procurando il blocco del gruppo compressore e l'intercettazione della valvola automatica di ingresso. Ogni condizione di blocco viene segnalata acusticamente ed otticamente su apposito pannello.

### **NOTE:**

La strumentazione installata in fase di collaudo è stata tarata presso Nuovo Pignone - Instrument Calibration Department.

## **OSSERVAZIONI**

- Sui Cubogas-S , oltre ai controlli specifici, di macchina, esistono controlli intrinseci al sistema d'installazione. Sinteticamente:

- a) Un ventilatore continuamente in marcia assicura il completo lavaggio dell'interno della cabina, integrando la ventilazione naturale.
- b) L'emissione di gas dai dispositivi propri di protezione meccanica d'impianto (valvole di sicurezza, vento premistoppa), è convogliata in area sicura (secondo la definizione CEI64-2) attraverso un collettore ermetico rispetto all'ambiente adiacente al sistema.
- c) Fughe accidentali sono rilevate da un rivelatore di gas che, per una presenza - anche locale - di gas in aria pari a 1/5 del livello minimo d'infiammabilità, attua la fermata di emergenza del sistema con:
  - arresto del compressore;
  - blocco dell'alimentazione del gas. Rimane così isolata nel sistema una quantità di gas inferiore a 300 Nmc.L'apparecchiatura presenta all'interno un rivelatore di fughe di gas di tipo catalitico con sensore in custodia EExd IIC T6 (Cert. CESI Ad 5106/85) marca CICRT SISTEMI Mod. SI-8serie 06 - 2,5 Vcc - 300 mA.
- d) L'apparecchiatura è dotata di dispositivo di protezione contro il contatto accidentale sulle parti rotanti.
  - L'esistenza dei sistemi di protezione di cui sopra è sufficiente per l'applicazione del "criterio di equivalenza" di cui alla parte quarta del D.M. 24 novembre 1984 pubblicato nella G.U. n. 12 del 15 gennaio 1985. Su questa base il Cubaga-S e il Cubogas per basse temperature costituiscono sistemi equivalenti a sala compressore di 1° grado, così come definita alla parte terza della normativa citata.
  - Ogni singolo componente è sottoposto a verifica da parte del costruttore e per lo stesso viene compilata apposita certificazione, disponibile negli archivi dello stabilimento di costruzione.

## **CONCLUSIONI**

L'apparecchiatura Cubogas prodotta dalla ditta Nuovo Pignone di Firenze non sembra presentare particolari pericoli ai fini della sicurezza antincendi e risulta pertanto idonea all'impiego nelle stazioni di rifornimento pubbliche e private.