

Divisione
STAZIONE SPERIMENTALE PER I COMBUSTIBILI

Innovhub-Stazioni Sperimentali per l'Industria

GPL e numero di metano

Paola Comotti

Introduzione

CEN/TC 19/WG23



Interesse per potenziale utilizzo
e/applicazione del parametro
“numero di metano”
anche per il GPL



Riflettere su eventuale introduzione nella
Norma EN 589 del numero di metano
ottenuto mediante
metodo AVL

Numero di metano: definizione

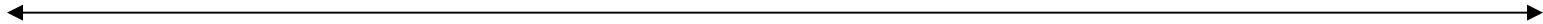
Norma UNI EN ISO 14532:2007 “Natural Gas Vocabulary”

Numero di Metano

“valore numerico che caratterizza il potere detonante di un gas combustibile”

“Nota: è paragonabile al numero di ottano per la benzina.

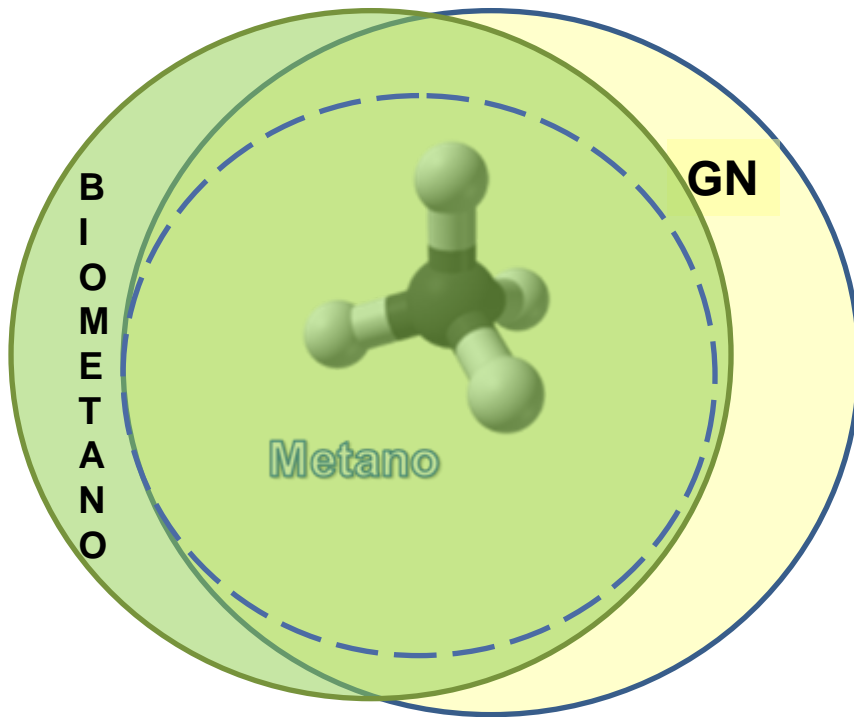
*Il **numero di metano** viene espresso come volume percentuale di metano in una miscela metano-idrogeno in cui in un motore di prova alle **condizioni standard** ha la stessa tendenza a detonare del combustibile gassoso che viene esaminata”*



Condizioni di riferimento standard

“condizioni di riferimento di pressione, temperatura e umidità (stato di saturazione) uguale a 101,325 kPa e 288,15 K per un gas reale secco

Numero di metano e... combustibili.



Gas Naturale:
combustibile di origine
fossile

Biometano:
combustibile di origine
biogenica

Gas Naturale: definizione

Comunemente e impropriamente
chiamiamo “metano” un combustibile che in realtà è “gas naturale”



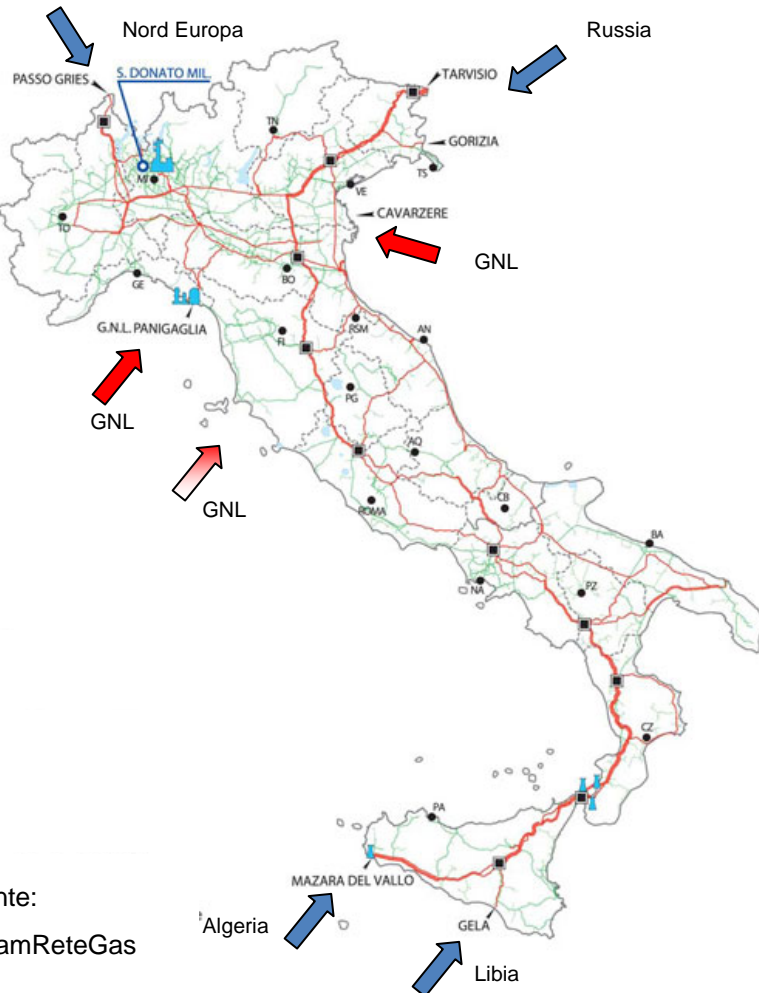
Gas Naturale “**non è sinonimo**” di Metano



La Norma UNI EN ISO 14532, conosciuta anche come “Vocabolario del Gas Naturale” definisce il gas naturale come *“miscela complessa di idrocarburi, composta principalmente da metano, ma che generalmente include, quantità sensibilmente minori di etano, propano e idrocarburi superiori e alcuni gas non combustibili come ad esempio azoto e anidride carbonica”*

In Italia il **Gas Naturale** ha un **contenuto in Metano che varia dal 85 al 99%**

Gas Naturale in Italia: provenienza



Fonte:
SnamReteGas

La composizione del Gas Naturale è differente a seconda della provenienza, ma deve rispettare un intervallo di Indice di Wobbe, di Potere Calorifico e Densità per garantire una distribuzione in sicurezza del gas ed un corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori secondo la norma UNI EN 437

Le caratteristiche del gas da immettere in rete in Italia vengono definite dalla: **Regola Tecnica del Gas Combustibile** pubblicata come D.M. 19/2/2007

In Italia viene trasportato e distribuito Gas Naturale di **produzione nazionale** e di importazione proveniente da **Nord Europa, Russia, Libia e Algeria**; inoltre ci sono due punti (un terzo è in corso di attivazione) di importazione di **GNL**.

Gas Naturale: composizione media per provenienza

Composizione media del Gas Naturale trasportato in Italia (2008) da SNAM Rete Gas

% mol	Russia	Nord Europa	Algeria	Libia	GNL	Nazionale
Metano	97,532	90,520	88,182	85,511	90,369	98,843
Etano	1,032	4,514	6,993	6,762	7,701	0,415
Propano	0,330	0,916	1,291	1,956	0,973	0,112
Butano+superiori	0,128	0,374	0,418	0,956	0,184	0,041
N2	0,836	2,390	2,151	3,409	0,773	0,508
CO2	0,142	1.286	0,965	1,406	0,000	0,081
PCS (kJ/Sm ³)	38005	38543	39689	40,386	40386	37779
WI (kJ/Sm ³)	50346	49186	50160	51795	51795	50418

(Fonte: Snam Rete Gas V. Cannizzo Forum Gas Milano 2009).

Biometano

Il D.Lsg 28/2011 (a sua volta recepimento della Direttiva 2009/28/CE) definisce il biometano come *“gas ottenuto a partire da fonti rinnovabili avente caratteristiche e condizioni di utilizzo corrispondenti a quelle del gas metano e idoneo alla immissione nella rete del gas naturale”*



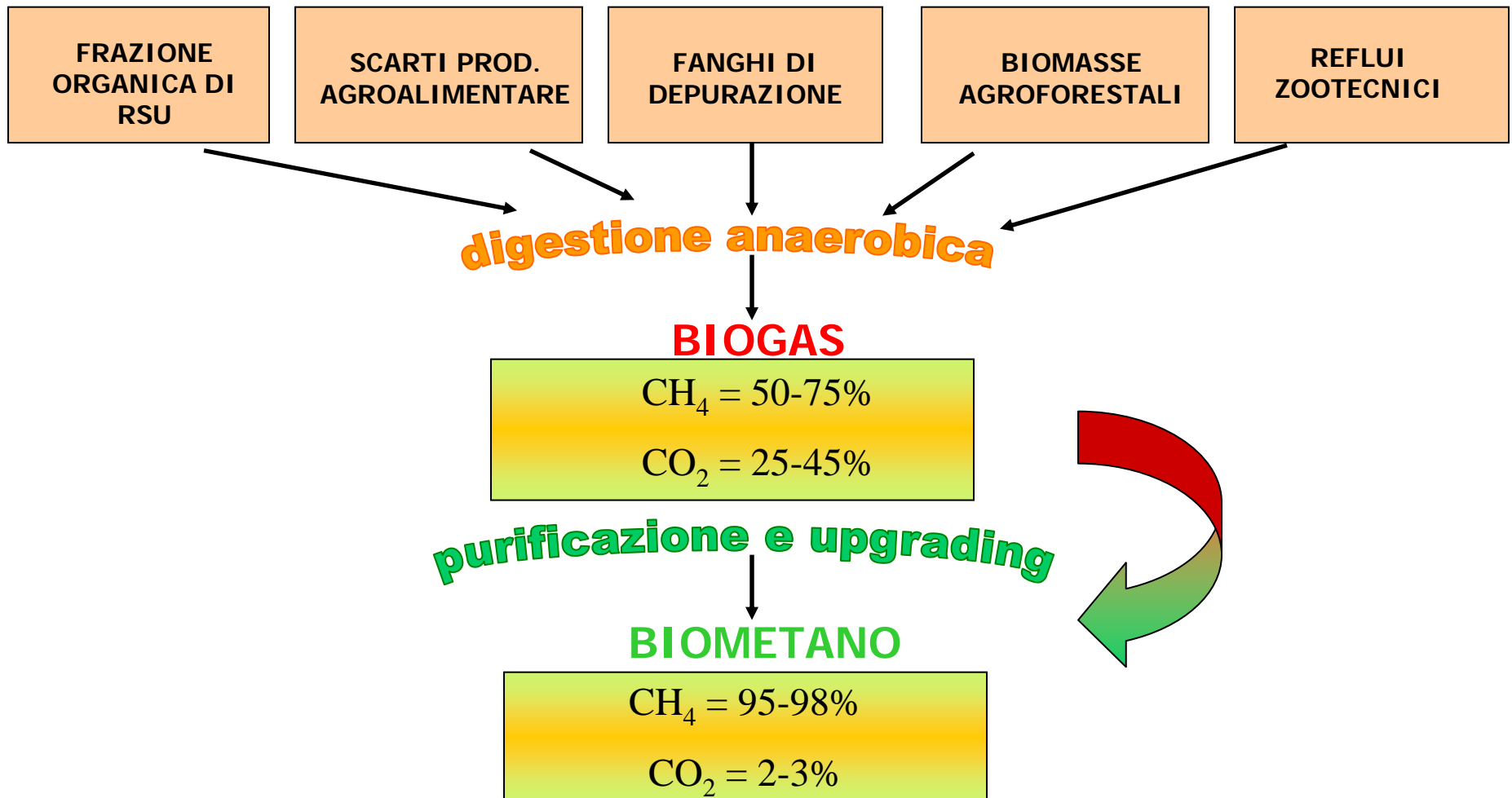
Il combustibile definito come
Biometano **“non è costituito esclusivamente”** da Metano



Il **Biometano** ha generalmente un **contenuto in metano tra il 95 e il 98%**

Il biometano, a sua volta proviene dalla purificazione e upgrading del biogas che viene ottenuto attraverso recente digestione anaerobica di matrici rinnovabili

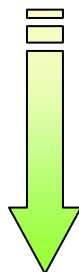
Dal Biogas al Biometano



GPL: definizione

Norma EN 12252-2012

" LPG equipment and accessories - Equipping of LPG road tankers"



Gas di Petrolio Liquefatto (GPL)

gas liquefatto a bassa pressione contenente uno o più idrocarburi leggeri costituito principalmente da propano, propene, butano, isomeri del butano, butene con tracce di altri gas di idrocarburi

GPL e GN: definizioni a confronto

Gas di Petrolio Liquefatto (GPL)

“gas liquefatto a bassa pressione contenente uno o più idrocarburi leggeri che è costituito principalmente da propano, propene, butano, isomeri del butano, butene con tracce di altri gas di idrocarburi”

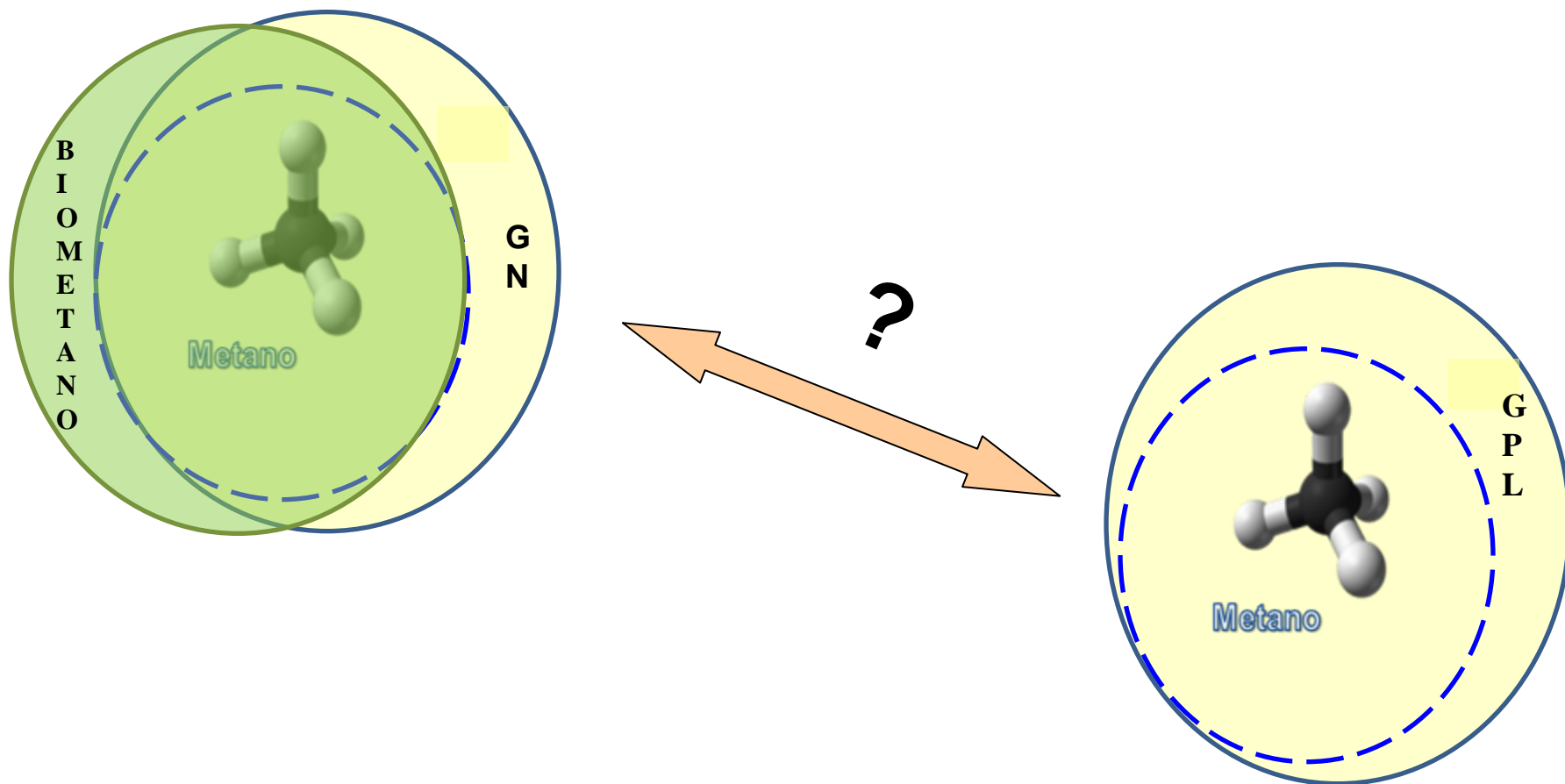
Gas Naturale

“miscela complessa di idrocarburi, composta principalmente da metano ma che generalmente include, quantità sensibilmente minori di etano, propano e idrocarburi superiori e alcuni gas non combustibili come ad esempio azoto e anidride carbonica”

Condizioni di riferimento standard

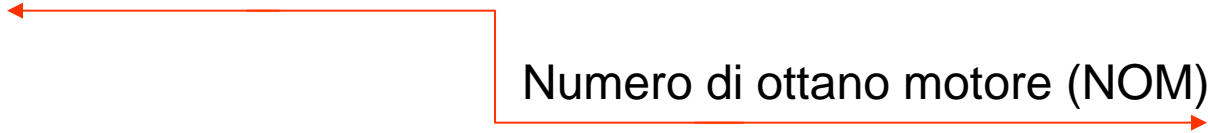
“condizioni di riferimento di pressione, temperatura e umidità (stato di saturazione) uguale a 101,325 kPa e 288,15 K per un gas reale secco

Numero di metano e... GPL



GPL e... norma UNI EN 589

Parametro motoristico



Appendice B

Metodo di calcolo del numero di ottano (NOM) è basato sull'analisi (mediante gascromatografia) della composizione del GPL

- Determinazione della concentrazione di ciascun componente
- Calcolo NOM parziale per ciascun componente

$$\text{NOM parziale} = M \cdot C$$

Dove

C= frazione molare componente

M= fattore empirico associato al componente

GPL e... Norma UNI EN 589

Fattori (empirici) per la determinazione del numero di ottano del GPL

Componente	Fattore di numero di ottano motore M		
	Molare	Massico	Volumico
Propano (+C2)	95,4	95,9	95,6
Propilene	83,9	82,9	83,1
Butano (+C5)	89,0	88,9	88,9
2-metilpropano (isobutano)	97,2	97,1	97,1
Buteni	75,8	76,8	75,7

NOM del campione GPL = somma dei NOM parziali di ciascuno dei componenti

Numero di metano e.....DIN 51624: 2 0 13 - 0 3

Norma DIN 51624:2013-03

“Automotive fuels-Compressed natural gas-Requirement and test methods”

a) Sperimentalmente mediante test motoristico

b) **Calcolo** → US American “**GRI procedure**”(Gas Research Institute)

→ "procedura **AVL**" (Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen
(Istituto per i motori a combustione) List)

EUROPA

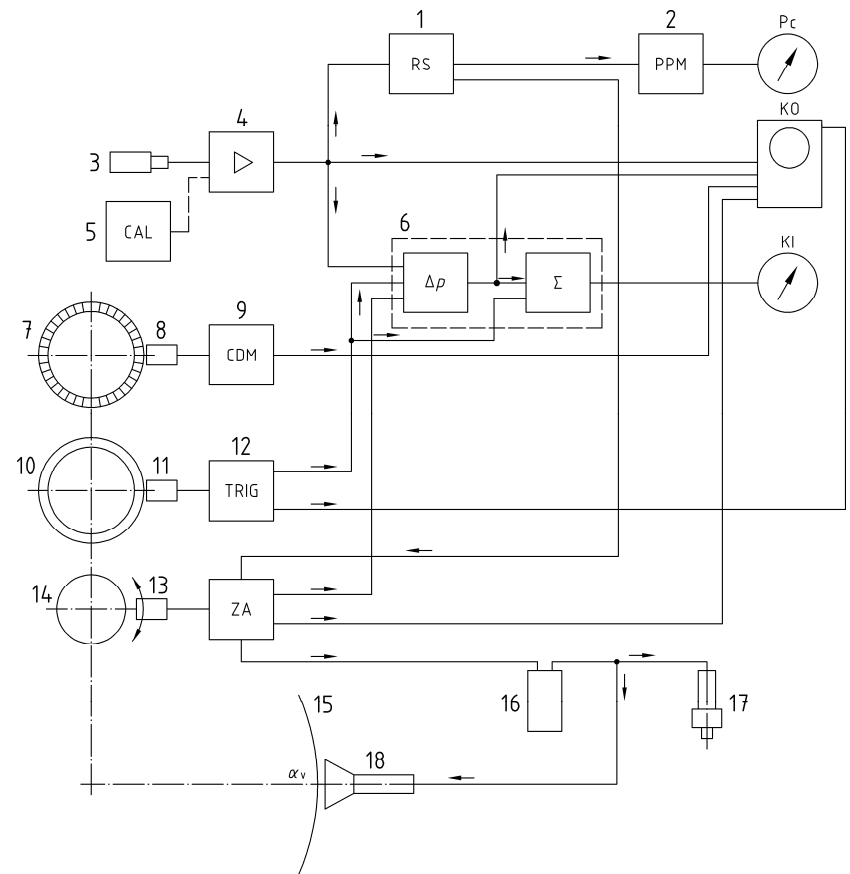
Appendice B (Normativa) : calcolo del numero di metano

Schema per la determinazione sperimentale del numero di metano

Schematic measurement setup for the AVL procedure

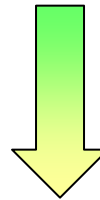
Key

- 1 Relay control device
- 2 Peak pressure measuring device
- 3 Measuring quartz crystal
- 4 Charge amplifier
- 5 Calibrating unit
- 6 KI meter
- 7 Crank angle degree marker ring at the flywheel of the engine
- 8 Electromagnetic pulse generator
- 9 Crank angle degree mark unit
- 10 Triggering ring at the flywheel of the engine
- 11 Electromagnetic pulse generator
- 12 Triggering unit for triggering the oscilloscope and the KI meter
- 13 Breaker
- 14 Breaker cam
- 15 Flywheel
- 16 Ignition coil
- 17 Spark plug
- 18 Stroboscope



Procedura AVL per il calcolo del numero di metano

La determinazione del **numero di metano** tramite calcolo applicando la **procedura AVL** è basata su una **serie di dati determinati sperimentalmente** mediante motori di prova

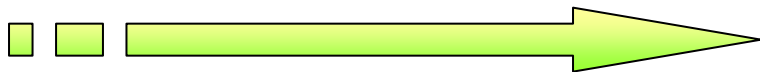


- ★ Nell'ambito di un corposo progetto di ricerca sono state determinate le curve di progressione del numero di metano per un gran numero di gruppi di due o tre componenti presenti nel gas naturale
- ★ Ai fini del calcolo del numero di metano della miscela di gas quest'ultima viene suddivisa in miscele parziali le cui curve di progressione risultano note

Di seguito il numero di metano viene abbreviato con MN (Methane Number) anziché MZ (Methanzahl)

Procedura AVL per il calcolo del numero di metano

Il numero di metano (MN') della miscela totale risulta dalla somma dei numeri di metano delle miscele parziali (1)



$$(1) \quad MN' = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n y_i \cdot MN_i$$

MN_i è il numero di metano della miscela parziale i -esima

y_i = frazione percentuale della miscela parziale i

n = numero totale delle miscele parziali

Se la frazione di gas inerti presenti nella miscela di gas supera il 2% è necessario introdurre una procedura correttiva



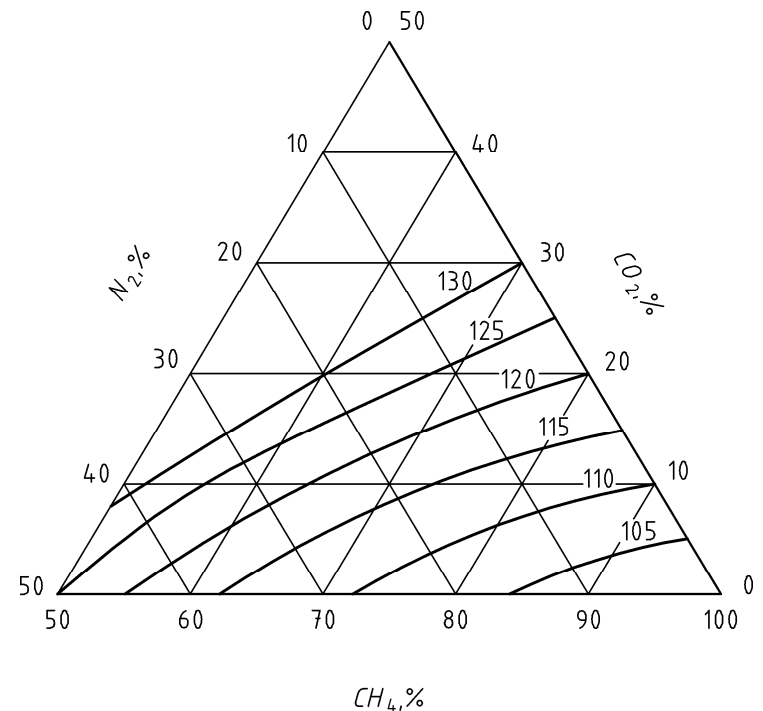
Procedura AVL per il calcolo del numero di metano

Per la procedura correttiva si assume che la miscela di gas sia costituita da CO₂, N₂ e il resto CH₄ e che tale miscela riguardo al “numero di metano” abbia un comportamento analogo a quanto evidenziato nel diagramma

$$MN = MN' + (MN'' - 100) \quad (2)$$

MN = numero di metano della miscela di gas (comprensivo della correzione per la presenza di gas inerti)

MN'' = numero di metano “correttivo” ricavato dal diagramma riportato a lato



Mixed diagram for the correction of the methane value

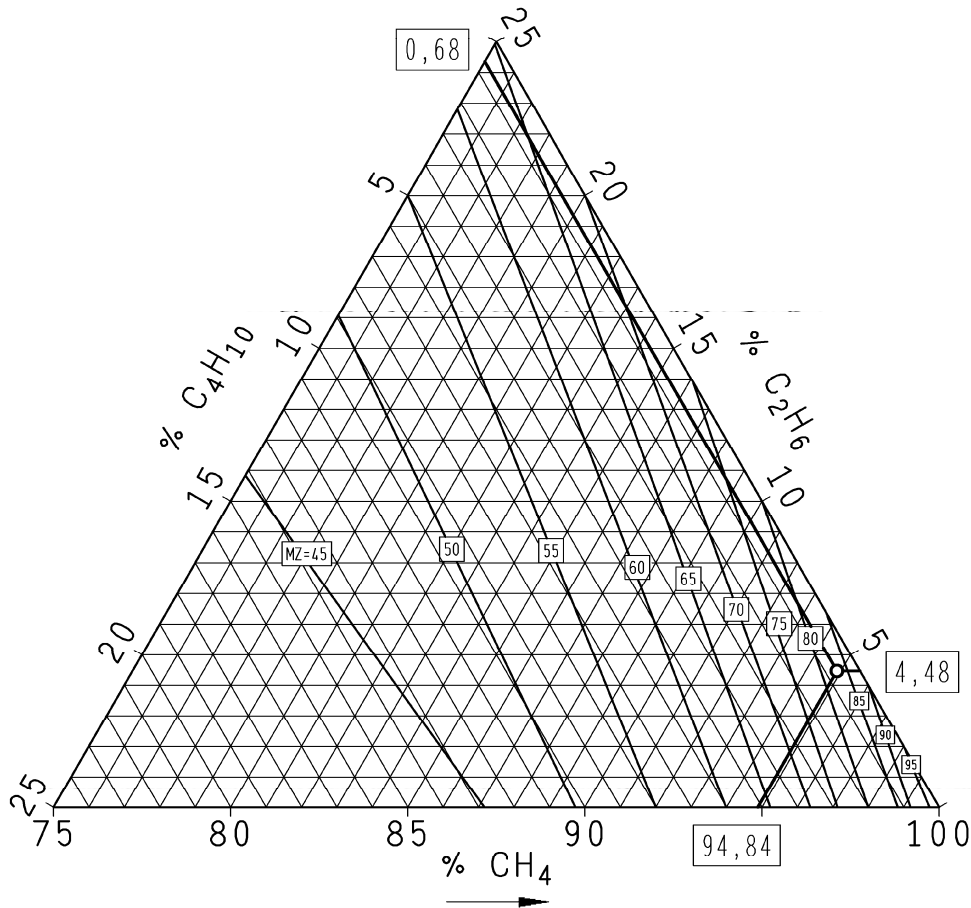
Procedura AVL per il calcolo del numero di metano

- ◆ Determinazione composizione della miscela di partenza
- ◆ Si assume che la miscela di gas di partenza venga “ricondata” ai 4 componenti principali
- ◆ Si normalizza al 100% la composizione definita al punto precedente
- ◆ Successivamente i componenti vengono suddivisi in 2 miscele parziali (colonna C)
- ◆ Ciascun gruppo di miscela viene riportata al 100% (colonna D)
- ◆ Il numero di metano (MN') per le due miscele parziali viene determinato usando le curve di progressione determinate sperimentalmente

Procedura AVL per il calcolo del numero di metano

Composti		A	B	C		D	
		Composizione % (V/V)	Composizione Standardizzata % (V/V)	Miscela Parziale 1 % (V/V)	Miscela Parziale 2 % (V/V)	Miscela Parziale 1 % (V/V)	Miscela Parziale 2 % (V/V)
Metano		95.01	95.87	55.87	40.00	94.84	97.34
Etano		2.62	2.64	2.64		4.48	
Propano		0.74	0.75		0.75		1.83
n-Butano		0.20	0.74	0.4	0.34	0.68	0.83
i-Butano		0.15					
n-Pentano		0.06					
i-Pentano		0.09					
HC sup		0.22					
CO ₂	(a)	0.38					
N ₂	(b)	0.54					
Tot		100.00	100.00	58.91	41.09	100.00	100.00
Nota: (a) e (b) non vengono considerati se < 2% v/v			y _i	58.91	41.09		
			MN			83.5	81.0

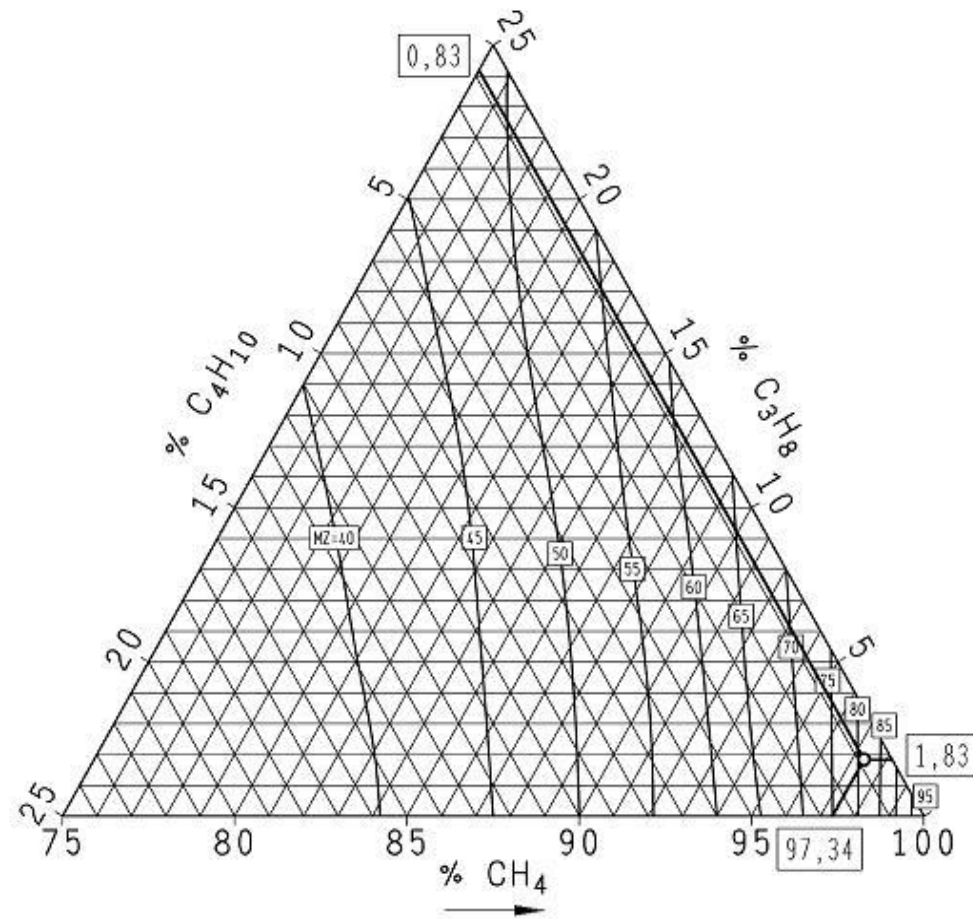
CH₄-C₂H₆-C₄H₁₀



Miscela Parziale 1 % (V/V)	
Metano	94.84
Etano	4.48
Propano	
n-Butano	0.68

$Y_1 = 58.91$
 $MN_1 = 83.5$

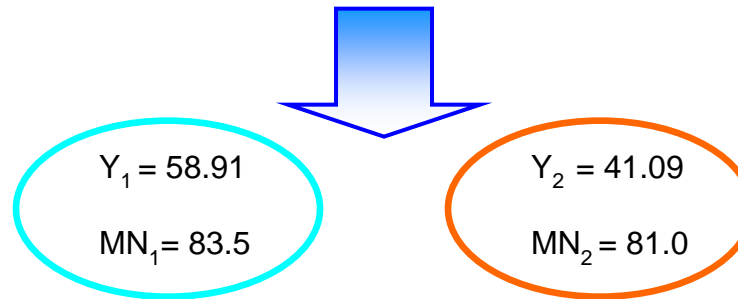
CH₄-C₃H₈-C₄H₁₀



Miscela Parziale 2 % (V/V)	
Metano	97.34
Etano	
Propano	1.83
n-Butano	0.83

$Y_2 = 41.09$
 $MN_2 = 81.0$

Procedura AVL per il calcolo del numero di metano



La differenza tra i due numeri di metano parziali così calcolati deve essere inferiore a 5

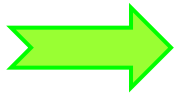
$$MN' = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n y_i \cdot MN_i$$

$$MN' = \frac{1}{100} (83.5 \times 58.91 + 81.0 \times 41.09) = 82.5$$

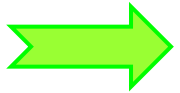
Se nella miscela sono presenti gas inerti e/o nobili > 2% si procede applicando l'equazione di correzione

$$MN = MN' + (MN'' - 100)$$

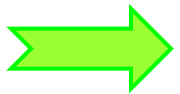
Considerazioni



Idrocarburi diversi da CH_4 contenuti nel gas naturale (es. etano, propano o butano) hanno un effetto di riduzione sul numero di metano



Gas inerti (es. N_2 , CO_2 , ...) o gas nobili aumentano il numero di metano



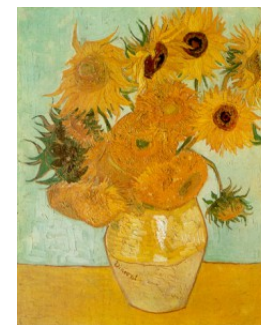
E' possibile avere valori di numero di metano superiore a 100 (ad es. biogas).

Considerazioni

A livello mondiale vi è un certo numero di metodi di calcolo
del numero di metano
che possono portare a lievi scostamenti nel risultato



E' importante associare al numero di metano anche il metodo secondo
il quale è stato calcolato



Grazie per l'attenzione

Paola Comotti
comotti@ssc.it