



# **Innovazione e normative per l'efficienza energetica e la sicurezza degli impianti termici**

***Nuove Soluzioni per la “protezione del clima”***

*Ing. Leonarda Falcone*

*30 Maggio 2025*

## Indice degli argomenti:

- Nuove Soluzioni per la “protezione del clima”
- Passaggio ai gas refrigeranti naturali come il PROPANO R290 - Scelte ecologiche
- Normative europee accenno sul regolamento F-Gas



## Gas Refrigeranti: Evoluzione

Abbiamo avuto 4 generazioni di gas:



Prima generazione di Gas Refrigeranti:  
Utilizzo per 100 anni circa: 1830÷1930

**Fluidi :**

- Ammoniaca, anidride carbonica, anidride solforosa, etano , cloruro di etile e di metile;

**Vantaggi:**

- Facilmente reperibili nel mercato;

**Svantaggi:**

- Tossici o infiammabili



## Seconda generazione di Gas Refrigeranti

- Utilizzo per 60 anni circa: 1931÷1990

### **Fluidi :**

- Fluidi sintetici alogenati:
- Clorofluorocarburi CFC
- Idroclorofluorocarburi HCFC
- Ammoniaca

### **Vantaggi:**

- Maggior sicurezza di impiego;

### **Svantaggi:**

- Altamente Inquinanti.



## Terza generazione di Gas Refrigeranti

### Utilizzo dal 1991

#### **Fluidi :**

- Fluidi sintetici senza Cloro:
- -Idrofluorocarburi HFC
- Ammoniaca
- Idrocarburi (propano, isobutano)

#### **Vantaggi:**

- Maggior compatibilità ambientale (buco ozono);

#### **Svantaggi:**

- Gas serra.



## Quarta generazione di Gas Refrigeranti Utilizzo dal 2010

### **Fluidi :**

- Fluidi naturali (Idrocarburi, CO<sub>2</sub>, Ammoniaca)

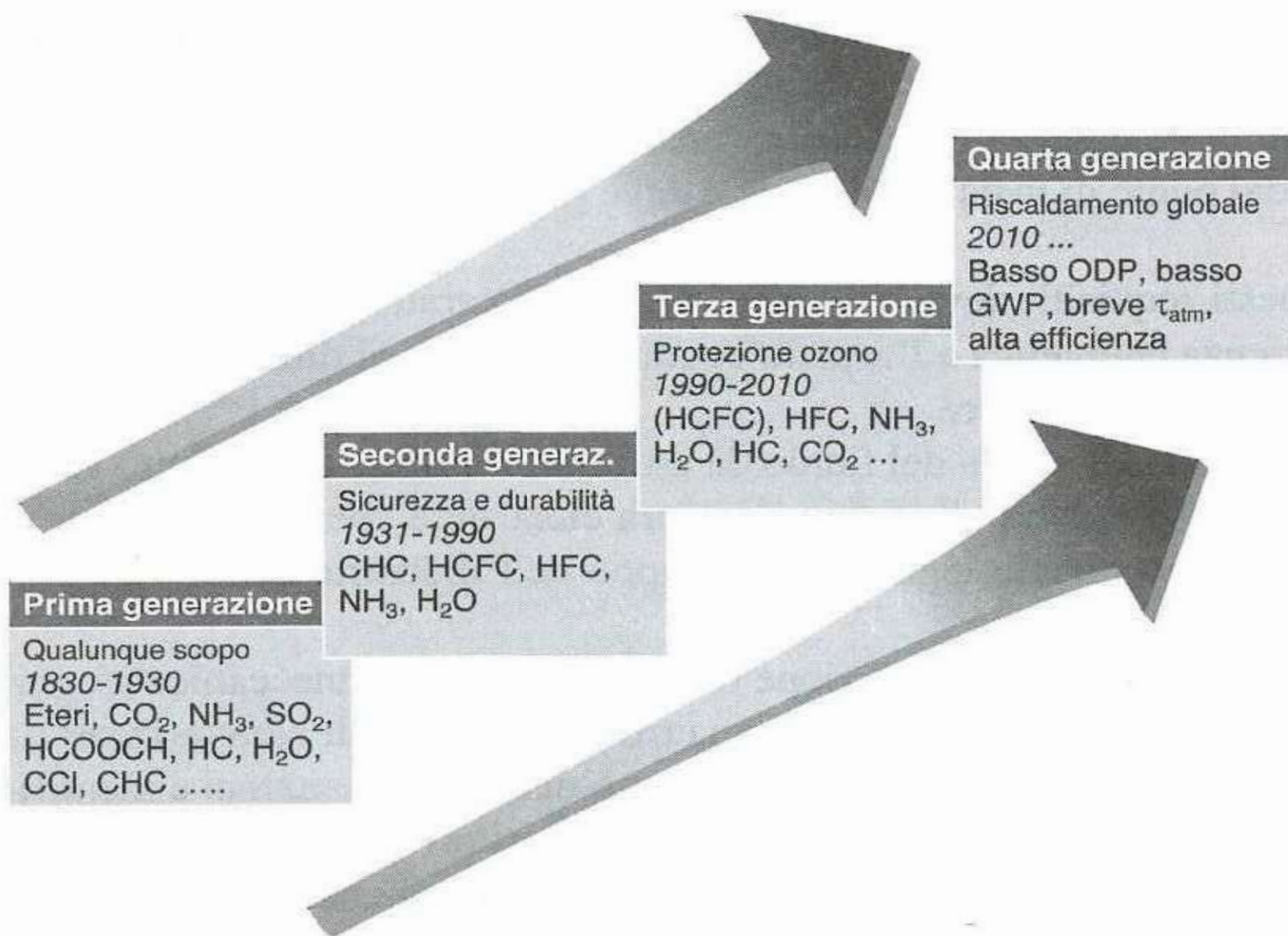
### **Vantaggi:**

- Maggior compatibilità ambientale (buco ozono, effetto serra);

### **Svantaggi:**

- Potenziale pericolosità
- Attualmente in fase di sviluppo





Oggi vi è una nuova generazione, possiamo definirla

## **QUINTA GENERAZIONE**

Tutti i gas a bassissimo o nullo Effetto Serra:

- R290
- **Idrofluoroolefine:** ( HFO Idro-Fluoro-Olefine) sono una famiglia di refrigeranti derivati dal propano. Sono composti, come gli HFC, da idrogeno, fluoro e carbonio. In virtù della loro struttura chimica sono sostanze che risultano essere instabili una volta rilasciate in atmosfera e che quindi si decompongono rapidamente.



## REFRIGERANTI: UN PO' DI STORIA

- Etere etilenico (Jakob Perkins 1834)
- Etere metilico (Charlie Tellier 1860)
- Ammoniaca (David Boyle e Carl Linde 1869)
- Anidride solforosa ( Raoul Pictet 1875)
- CFC Freon 12 (General Motors per Frigidaire 1928)
- Freon 22, 11, 21, 113, 114 (Kinetic's -DuPont- 1949)
- Pericolosità CFC (F.S.Rowland, M.Molina P.Crutzen 1974)
- Protocollo di Montreal 1985
- Protocollo di Copenaghen 1992
- Protocollo di Montreal 1997



PERCHE' SONO DANNOSI I CFC/HCFC ?

- L'ozono, O<sub>3</sub>, crea una barriera contro i raggi

ultravioletti dannosi per gli esseri viventi;

- L'integrità dello strato di ozono e' minacciata da una

serie di contaminanti quali i HCFC

(idroclorofluorocarburi) ;



La reazione più importante per la distruzione di ozono e', infatti, quella che ha con cloro atomico:



con formazione del radicale ossido di cloro ClO ed ossigeno; il cloro deriva dalla fotodissociazione di un clorofluorocarburo:



Inoltre, in presenza di atomi di ossigeno, ClO reagisce riformando C (che puo' ricominciare il ciclo):



$h\nu$  = quanto di radiazione



Pertanto si può dire che il cloro agisce come un catalizzatore; infatti, sommando le due reazioni precedenti si ha:



cioè la distruzione di una molecola di ozono e la formazione di due molecole di ossigeno, senza che nel processo si siano consumati atomi di cloro.



# REFRIGERANTI

La compatibilità ambientale dei gas refrigeranti viene giudicata su tre parametri:

**ODP - Ozone Depletion Potential**

Potenziale distruttivo dell'ozono

**GWP - Global Warming Potential**

Potenziale di riscaldamento della terra, contributo all'effetto serra del gas refrigerante

**TEWI - Total Environmental Warming Index**

Ovvero il reale contributo all'effetto serra considerando sia il gas che il CO2 emesso per il funzionamento



**ODP** - Messa al bando dei CFC e HCFC

**GWP** - Considera solo il gas che viene “perso” dalle apparecchiature

**TEWI** - E' il riferimento più completo perché somma l'apporto Diretto (gas refrigerante) a quello Indiretto (CO<sub>2</sub> emesso per fornire elettricità)



## **TEWI** (Total Equivalent Warming Impact)

("impatto totale equivalente di riscaldamento")

è un parametro di giudizio del comportamento ai fini dell'effetto serra di una macchina frigorifera, creato per conteggiare non solo l'impatto diretto del fluido refrigerante ma anche la produzione di anidride carbonica della macchina funzionante col fluido in oggetto.



## **Global Warming Potential (GWP)**

- Esprime il contributo all'effetto serra dato da una emissione gassosa in atmosfera.
- Tutte le molecole hanno un potenziale relativo alla molecola di CO<sub>2</sub> il cui potenziale è 1 e fa da riferimento.
- Ogni valore di GWP è calcolato per uno specifico intervallo di tempo



**TAB. 19.1** Caratteristiche di alcuni fluidi frigoriferi.



| Tipo      |                                     | Formula chimica                                       | Pressione di saturazione [bar]                                                    |        | Volume specifico [m³/kg] | Calore latente di vaporiz. [kJ/kg] | Produtz. frig. volumetrica [kJ/m³] | ODP <sup>(1)</sup> | GWP  |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------|
|           |                                     |                                                       | -10°C                                                                             | 25°C   | -10°C                    | 1 bar                              | -10°C ÷ 25°C                       |                    |      |
| NATURALI  | Vapore d'acqua (R718)               | H <sub>2</sub> O                                      |                                                                                   | 0.0317 |                          | 2257                               |                                    | 0                  | 0    |
|           | Ammoniaca (R717)                    | NH <sub>3</sub>                                       | 2.899                                                                             | 10.00  | 0.419                    | 1369                               | 2700                               | 0                  | <1   |
|           | Anidride carbonica (R774)           | CO <sub>2</sub>                                       |  |        |                          |                                    |                                    |                    | 1    |
|           | Propano (R290)                      | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>                         |                                                                                   |        |                          |                                    |                                    |                    | 3    |
|           | Idrocarburi in genere               | –                                                     |                                                                                   |        |                          |                                    |                                    |                    |      |
| SINTETICI | CFC<br>(cloro-fluoro-carburi)       | R11<br>CFCℓ <sub>3</sub>                              | 0.257                                                                             | 1.064  | 0.612                    | 182                                | 267                                | 1                  | 4000 |
|           |                                     | R12<br>CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>                | 2.193                                                                             | 6.517  | 0.077                    | 162                                | 1608                               | 0.9 ÷ 1            | 8500 |
|           |                                     | R13<br>CF <sub>3</sub> Cl                             | 15.202                                                                            | 35.5   | 0.010                    | 150                                |                                    | ?                  | ?    |
|           | HCFC<br>(idro-cloro-fluoro-carburi) | R22<br>CHF <sub>2</sub> Cl                            | 3.545                                                                             | 10.438 | 0.065                    | 234                                | 2623                               | 0.04 ÷ 0.06        | 1700 |
|           |                                     | R123<br>CHCl <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>             | 0.204                                                                             | 0.913  | 0.690                    | 170                                | 215                                | 0.01 ÷ 0.02        | 93   |
|           | HFC<br>(idro-fluoro-carburi)        | R407C<br>mixture                                      |                                                                                   |        |                          |                                    |                                    |                    | 1500 |
|           |                                     | R134a<br>C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> | 2.005                                                                             | 6.655  | 0.100                    | 217                                | 1589                               | 0                  | 1300 |

<sup>(1)</sup> L'ODP (Potenzialità di distruzione dell'Ozono) è espressa convenzionalmente con riferimento alla massa del fluido frigorifero R11.

# Tabella

## Pressioni/Temperature

### di alcuni Gas

### refrigeranti

| TEMPERATURA | R12   | R 22  | R 502 | R717  | R134a                        | R404A | R407C | R408A | R409A | R410A | FX57  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |       |       |       |       | bar (pressioni manometriche) |       |       |       |       |       |       |
| -50.00      | -0.02 | -0.07 | -0.20 | -0.61 | -0.71                        | -0.14 |       | -0.23 | -0.52 | 0.11  | -0.49 |
| -45.00      | -0.51 | -0.19 | 0.03  | -0.47 | -0.61                        | 0.09  |       | -0.02 | -0.39 | 0.42  | -0.35 |
| -40.00      |       |       |       |       |                              |       |       | 0.00  |       |       |       |
| -35.00      | -0.37 | 0.04  |       | -0.30 | -0.49                        | 0.36  | -0.06 | 0.24  | -0.22 | 0.78  | -0.17 |
| -30.00      | -0.17 | 0.31  | 0.61  | -0.06 | -0.34                        | 0.69  | 0.21  | 0.54  | -0.02 | 1.22  | 0.00  |
| -25.00      |       |       |       |       |                              |       |       |       | 0.00  |       | 0.04  |
| -20.00      |       | 0.64  | 0.98  | 0.18  | -0.16                        | 1.08  | 0.53  | 0.90  | 0.22  | 1.74  | 0.29  |
| -15.00      | 0.09  |       |       |       |                              |       |       |       |       |       |       |
| -10.00      | 0.23  | 0.95  | 1.40  | 0.50  | 0.06                         | 1.54  | 0.91  | 1.32  | 0.51  | 2.34  | 0.59  |
| -5.00       | 0.82  | 1.45  | 1.83  | 0.89  | 0.33                         | 2.07  | 1.36  | 1.81  | 0.84  | 3.05  | 0.94  |
| 0.00        | 1.18  | 2.54  | 3.14  | 1.90  | 0.84                         | 2.86  | 1.88  | 2.37  | 1.23  | 3.65  | 1.35  |
| 5.00        | 1.59  | 3.21  | 3.87  | 2.51  | 1.43                         | 3.38  | 2.48  | 3.02  | 1.68  | 4.70  | 1.82  |
| 10.00       | 2.07  | 4.00  | 4.70  | 3.20  | 1.92                         | 5.03  | 3.20  | 3.76  | 2.19  | 5.66  | 2.36  |
| 15.00       | 2.18  | 4.17  | 4.89  | 3.44  | 2.03                         | 5.28  | 4.16  | 4.90  | 2.78  | 7.06  | 2.88  |
| 20.00       | 2.29  | 4.35  | 5.08  | 3.62  | 2.15                         | 5.49  | 4.32  | 4.98  | 2.91  | 7.33  | 3.12  |
| 25.00       | 2.39  | 4.52  | 5.26  | 3.79  | 2.26                         | 5.69  | 4.48  | 5.17  | 3.16  | 7.60  | 3.39  |
| 30.00       | 2.50  | 4.70  | 5.45  | 3.97  | 2.38                         | 5.90  | 4.64  | 5.36  | 3.31  | 8.15  | 3.53  |
| 35.00       | 2.61  | 4.87  | 5.64  | 4.15  | 2.49                         | 6.10  | 4.80  | 5.55  | 3.44  | 8.42  | 3.87  |
| 40.00       | 2.73  | 5.04  | 5.83  | 4.33  | 2.60                         | 6.30  | 4.96  | 5.74  | 3.57  | 8.69  | 3.91  |
| 45.00       | 2.85  | 5.22  | 6.02  | 4.51  | 2.72                         | 6.51  | 5.12  | 5.93  | 3.70  | 8.98  | 3.95  |
| 50.00       | 2.98  | 5.39  | 6.20  | 4.68  | 2.83                         | 6.71  | 5.28  | 6.12  | 3.84  | 9.24  | 4.08  |
| 55.00       | 3.10  | 5.57  | 6.39  | 4.86  | 2.95                         | 6.92  | 5.44  | 6.31  | 3.97  | 9.51  | 4.22  |
| 60.00       | 3.22  | 5.84  | 6.67  | 5.14  | 3.14                         | 7.25  | 6.10  | 6.62  | 4.19  | 9.95  | 4.40  |
| 65.00       | 3.36  | 6.06  | 6.90  | 5.36  | 3.29                         | 7.51  | 6.33  | 6.86  | 4.36  | 10.29 | 4.64  |
| 70.00       | 3.49  | 6.28  | 7.14  | 5.59  | 3.44                         | 7.76  | 6.57  | 7.10  | 4.53  | 10.53 | 4.81  |
| 75.00       | 3.63  | 6.49  | 7.37  | 5.81  | 3.58                         | 8.02  | 6.80  | 7.33  | 4.69  | 10.97 | 4.99  |
| 80.00       | 3.76  | 6.71  | 7.61  | 6.04  | 3.73                         | 8.27  | 7.04  | 7.57  | 4.86  | 11.31 | 5.16  |
| 85.00       | 3.90  | 6.93  | 7.84  | 6.26  | 3.88                         | 8.53  | 7.27  | 7.81  | 5.03  | 11.55 | 5.34  |
| 90.00       | 4.05  | 7.17  | 8.10  | 6.52  | 4.05                         | 8.82  | 7.53  | 8.07  | 5.22  | 12.03 | 5.54  |
| 95.00       | 4.26  | 7.42  | 8.35  | 6.78  | 4.21                         | 9.10  | 7.79  | 8.34  | 5.41  | 12.41 | 5.74  |
| 100.00      | 4.38  | 7.66  | 8.61  | 7.03  | 4.38                         | 9.39  | 8.06  | 8.60  | 5.59  | 12.79 | 5.93  |
| 105.00      | 4.50  | 7.91  | 8.86  | 7.29  | 4.54                         | 9.67  | 8.32  | 8.87  | 5.78  | 13.17 | 6.13  |
| 110.00      | 4.65  | 8.15  | 9.12  | 7.55  | 4.71                         | 9.96  | 8.58  | 9.13  | 5.97  | 13.55 | 6.33  |
| 115.00      | 4.82  | 8.42  | 9.40  | 7.84  | 4.89                         | 10.27 | 8.87  | 9.42  | 6.18  | 13.97 | 6.55  |
| 120.00      | 4.99  | 8.69  | 9.67  | 8.13  | 5.09                         | 10.59 | 9.16  | 9.72  | 6.39  | 14.39 | 6.77  |
| 125.00      | 5.15  | 8.97  | 9.95  | 8.42  | 5.27                         | 10.90 | 9.46  | 10.01 | 6.59  | 14.81 | 6.98  |
| 130.00      | 5.33  | 9.24  | 10.22 | 8.71  | 5.48                         | 11.22 | 9.75  | 10.31 | 6.80  | 15.23 | 7.20  |
| 135.00      | 5.50  | 9.51  | 10.50 | 9.00  | 5.65                         | 11.53 | 10.04 | 10.60 | 7.01  | 15.65 | 7.42  |
| 140.00      | 5.67  | 9.81  | 10.82 | 9.33  | 5.86                         | 11.88 | 10.37 | 10.93 | 7.24  | 16.12 | 7.68  |
| 145.00      | 5.84  | 10.11 | 11.14 | 9.67  | 6.07                         | 12.23 | 10.69 | 11.26 | 7.47  | 16.58 | 7.90  |
| 150.00      | 6.01  | 10.41 | 11.45 | 10.00 | 6.27                         | 12.58 | 11.02 | 11.58 | 7.71  | 17.05 | 8.15  |
| 155.00      | 6.18  | 10.71 | 11.77 | 10.34 | 6.48                         | 12.93 | 11.34 | 11.90 | 7.94  | 17.51 | 8.39  |
| 160.00      | 6.35  | 11.01 | 12.09 | 10.67 | 6.69                         | 13.28 | 11.67 | 12.23 | 8.17  | 17.96 | 8.63  |
| 165.00      | 6.57  | 11.35 | 12.43 | 11.03 | 6.92                         | 13.66 | 12.03 | 12.59 | 8.42  | 18.49 | 8.90  |
| 170.00      | 6.79  | 11.70 | 12.77 | 11.40 | 7.18                         | 14.05 | 12.39 | 12.95 | 8.68  | 19.00 | 9.16  |
| 175.00      | 7.01  | 12.04 | 13.12 | 11.76 | 7.39                         | 14.43 | 12.75 | 13.30 | 8.93  | 19.52 | 9.43  |
| 180.00      | 7.23  | 12.39 | 13.46 | 12.13 | 7.63                         | 14.82 | 13.11 | 13.66 | 9.19  | 20.03 | 9.69  |
| 185.00      | 7.45  | 12.73 | 13.80 | 12.49 | 7.88                         | 15.20 | 13.47 | 14.02 | 9.44  | 20.54 | 9.98  |
| 190.00      | 7.68  | 13.08 | 14.15 | 12.90 | 8.12                         | 15.62 | 13.87 | 14.41 | 9.72  | 21.10 | 10.25 |
| 195.00      | 7.91  | 13.43 | 14.52 | 13.30 | 8.38                         | 16.04 | 14.27 | 14.80 | 10.00 | 21.57 | 10.54 |
| 200.00      | 8.14  | 13.77 | 14.89 | 13.71 | 8.64                         | 16.47 | 14.66 | 15.20 | 10.28 | 22.23 | 10.84 |
| 205.00      | 8.37  | 14.12 | 15.25 | 14.11 | 8.90                         | 16.89 | 15.06 | 15.59 | 10.59 | 22.80 | 11.13 |
| 210.00      | 8.60  | 14.47 | 15.61 | 14.52 | 9.18                         | 17.31 | 15.45 | 15.98 | 10.84 | 23.36 | 11.42 |
| 215.00      | 8.84  | 14.88 | 16.01 | 14.96 | 9.45                         | 17.77 | 15.90 | 16.41 | 11.15 | 23.98 | 11.74 |
| 220.00      | 9.08  | 15.29 | 16.41 | 15.43 | 9.73                         | 18.23 | 16.34 | 16.84 | 11.45 | 24.60 | 12.06 |
| 225.00      | 9.32  | 15.71 | 16.80 | 15.89 | 10.02                        | 18.70 | 16.77 | 17.28 | 11.75 | 25.21 | 12.38 |
| 230.00      | 9.56  | 16.12 | 17.20 | 16.34 | 10.30                        | 19.16 | 17.21 | 17.71 | 12.05 | 25.83 | 12.70 |
| 235.00      | 9.80  | 16.53 | 17.60 | 16.80 | 10.59                        | 19.62 | 17.65 | 18.14 | 12.37 | 26.45 | 13.02 |
| 240.00      | 10.07 | 16.95 | 18.15 | 17.30 | 10.91                        | 20.12 | 18.13 | 18.61 | 12.70 | 27.13 | 13.37 |
| 245.00      | 10.33 | 17.36 | 18.72 | 17.80 | 11.23                        | 20.63 | 18.61 | 19.08 | 13.04 | 27.81 | 13.72 |
| 250.00      | 10.60 | 17.78 | 19.29 | 18.29 | 11.54                        | 21.13 | 19.10 | 19.54 | 13.37 | 28.48 | 14.07 |
| 255.00      | 10.85 | 18.19 | 19.85 | 18.79 | 11.86                        | 21.64 | 19.58 | 20.01 | 13.71 | 29.16 | 14.42 |
| 260.00      | 11.13 | 18.61 | 20.41 | 19.29 | 12.18                        | 22.14 | 20.05 | 20.48 | 14.04 | 29.84 | 14.77 |

## **GWP (Global Warming Potential (Regolamento (UE 2024/573**

### **F-GAS):**

Il GWP (Global Warming Potential) o potenziale di riscaldamento globale, esprime il contributo all'effetto serra di un gas serra relativamente all'effetto della CO<sub>2</sub> (R774), il cui potenziale di riferimento è pari a **1**



## Il protocollo di Kyoto:

è un trattato internazionale in materia ambientale riguardante il riscaldamento globale sottoscritto nella città giapponese di Kyoto l'11 dicembre 1997 da più di 160 Paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia.

- Il 16 febbraio 2007 si è celebrato l'anniversario del secondo anno di adesione al protocollo di Kyōto, e lo stesso anno ricorre il decennale dalla sua stesura



Il trattato prevede l'obbligo per i Paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio ed altri cinque gas serra, (metano, ossido di azoto NO, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo SF<sub>6</sub>) in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 — considerato come anno base — nel periodo 2008-2012.

Nel 2022, 175 Paesi e un'organizzazione di integrazione economica regionale (EEC) hanno ratificato il protocollo o hanno avviato le procedure per la ratifica. Questi Paesi contribuiscono per il 61,6% alle emissioni globali di gas serra.

Alcuni Stati hanno firmato ma non ratificato il protocollo di Kyoto.

L'evoluzione adesione/ratifica è costantemente in aggiornamento



## APPROFONDIMENTO ► Il Protocollo di Kyoto

La «Convenzione-quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici», approvata a New York il 9 maggio 1992, costituisce il primo trattato internazionale riferito specificamente ai cambiamenti climatici.

Lo strumento attuativo della Convenzione è il Protocollo di Kyoto, che stabilisce per i Paesi industrializzati e per i Paesi con economie in transizione obiettivi di riduzione delle emissioni di 6 gas-serra non controllati dal Protocollo di Montreal per la protezione della fascia di ozono.

Il Protocollo di Kyoto impegna i Paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione (i Paesi dell'est europeo) a ridurre complessivamente del 5,2% nel periodo 2008-2012 le principali emissioni antropogeniche di gas capaci di alterare l'effetto serra naturale del nostro pianeta.

I 6 gas-serra sono:

- l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali, oltre che nei trasporti;



- il metano ( $\text{CH}_4$ ), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- il protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;

e inoltre:

- gli idrofluorocarburi (HFC);
- i perfluorocarburi (PFC);
- l'esafluoruro di zolfo ( $\text{SF}_6$ ),

tutti e tre impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere.

L'anno di riferimento per la riduzione delle emissioni dei primi 3 gas è il 1990, mentre per i rimanenti 3 è possibile scegliere tra il 1990 e il 1995. La riduzione complessiva del 5% viene ripartita in maniera diversa: per i Paesi dell'Unione europea nel loro insieme la riduzione deve essere dell'8%, per gli Stati Uniti del 7% e per il Giappone del 6%. Nessuna riduzione, ma solo stabilizzazione è prevista per la Federazione Russa, la Nuova Zelanda e l'Ucraina. Possono, invece, aumentare le loro emissioni fino all'1% la Norvegia, fino all'8% l'Australia e fino al 10% l'Islanda. Nessun tipo di limitazione alle emissioni di gas-serra viene previsto per i Paesi in via di sviluppo.

Per l'**Unione europea** Kyoto ha fissato, a conclusione dell'impegnativa negoziazione, una riduzione dell'8%, tradotta poi dal Consiglio dei Ministri dell'Ambiente dell'UE del 17 giugno 1998 negli obiettivi di riduzione delle emissioni dei singoli Stati membri. Per l'**Italia** è stato stabilito che entro il 2008-2012 il nostro Paese riduca le proprie emissioni nella misura del 6,5% rispetto ai livelli del 1990.

Il Protocollo di Kyoto è stato finora ratificato da 121 Paesi, e i Paesi industrializzati o ad economia in transizione che l'hanno ratificato erano responsabili nel 1990 del 44,2% delle emissioni di  $\text{CO}_2$  provenienti dai Paesi sviluppati. Dopo la decisione degli Stati Uniti (36,1% delle emissioni di  $\text{CO}_2$  nel 1990) di non ratificare il Protocollo, nell'ottobre 2004 si è avuta, invece, la notifica da parte della Federazione Russa (17,4% delle emissioni di  $\text{CO}_2$  nel 1990).



## PROPANO REFRIGERANTE R290 (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>/C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)

E' una alternativa ai refrigeranti R22, R134a e R12; il gas R290 è un idrocarburo HC puro, considerato ecologico per via del suo basso impatto ambientale. Impiegato nella refrigerazione industriale e commerciale.

- .Viene estratto dal Petrolio o dal gas naturale
- .Il gas naturale è un gas prodotto dalla decomposizione anaerobica di materiale organico. In natura si trova comunemente allo stato fossile, insieme al petrolio, al carbone o da solo in giacimenti di gas naturale.



Refrigerante naturale R-290, GWP = 0,02

Basso impatto ambientale

Elevata temperatura, fino a 75°C

Può essere usato nella climatizzazione domestica, nelle Pompe di Calore per la produzione di Acqua calda.

Data la potenziale infiammabilità del R290, vanno rispettate le norme di sicurezza in presenza di sostanze infiammabili.



## USO DEI GAS REFRIGERANTI

L'uso dei gas refrigeranti è normato dal Regolamento (UE) n. 573 del 2024 sui gas fluorurati ad effetto serra (il regolamento è oggetto di continui aggiornamenti).



Il Regolamento (UE) n. 2024/573 si applica:

- ai gas fluorurati a effetto serra elencati negli allegati I (HFC, PFC e altri composti perfluorurati e nitrili fluorurati), II (idro(cloro)fluorocarburi insaturi e altre sostanze fluorurate) e III (eteri, chetoni e altri composti fluorurati), da soli o come miscele contenenti tali sostanze;
- ai prodotti e alle apparecchiature, e loro parti, che contengono gas fluorurati a effetto serra o il cui funzionamento dipende da tali gas



# Il regolamento, tra altre norme, prevede anche

- nuovi obblighi di controllo periodico delle perdite anche per le unità di refrigerazione di veicoli leggeri frigoriferi, container intermodali, compresi i reefer, e vagoni ferroviari, nonché su apparecchiature di condizionamento d'aria e pompe di calore di veicoli pesanti, furgoni, macchine mobili non stradali utilizzate in agricoltura, nelle miniere e in edilizia, treni, metropolitane, tram e aeromobili;
- mantenimento dei Registri esistenti ed estensione dell'obbligo di tenuta di Registri per le imprese che producono, immettono in commercio, forniscono o ricevono F-gas esenti dall'assegnazione di una quota per l'immissione in commercio;



- nuovo obbligo di attestato per le persone fisiche che svolgono le attività di assistenza, riparazione e manutenzione, controllo delle perdite e recupero di F-gas dai circuiti frigoriferi dei sistemi di condizionamento d'aria e pompe di calore di veicoli pesanti, furgoni, macchine mobili non stradali utilizzate in agricoltura, nelle miniere e nell'edilizia, treni, metropolitane, tram e aeromobili;
- i nuovi certificati e attestati verranno rilasciati alle persone fisiche e alle imprese che svolgono interventi sulle diverse apparecchiature coinvolte che contengono F-gas ma anche le sostanze alternative agli F-gas, inclusi i refrigeranti naturali;



- dal 1° gennaio 2025 è vietato l'uso di F-gas con GWP pari o superiore a 2.500 per l'assistenza o la manutenzione di tutte le apparecchiature di refrigerazione. Per tali apparecchiature, fino al 1° gennaio 2030, sarà comunque possibile utilizzare F-gas con GWP pari o superiore a 2.500 solo se tali F-gas sono etichettati come riciclati o rigenerati;
- dal 1° gennaio 2026 è vietato l'uso di F-gas con GWP pari o superiore a 2.500 per l'assistenza o la manutenzione delle apparecchiature di condizionamento d'aria e pompe di calore. Per tali apparecchiature, fino al 1° gennaio 2032, sarà comunque possibile utilizzare Fgas con GWP pari o superiore a 2.500 solo se tali F-gas sono etichettati come riciclati o rigenerati



# PATENTINO FRIGORISTA F-GAS

- E' obbligatorio per tutti coloro che maneggiano i gas refrigeranti fluorurati e gli impianti che li contengono, nonché per poterlo acquistare.



# Esame Fgas

- Al superamento dell'esame, la persona sarà qualificata: "Personale Tecnico abilitato alle attività di installazione, riparazione, manutenzione, recupero, controllo delle perdite nelle apparecchiature fisse di refrigerazione, condizionamento e Pompa di calore contenenti gas refrigeranti fluorurati ai sensi del Regolamento (CE)



# Conoscenza delle materie:

- Termodinamica elementare.
- Impatto dei refrigeranti sull'ambiente e relativa normativa ambientale.
- Controlli da effettuarsi: prima di mettere in funzione l'impianto, dopo un lungo arresto, nel caso di un intervento di manutenzione o di riparazione o durante il funzionamento.
- Controlli per la ricerca di perdite.
- Gestione ecocompatibile del sistema e del refrigerante nelle operazioni di installazione, manutenzione, riparazione o recupero.
- Componente: installazione, messa in funzione e manutenzione di compressori alternativi, a pistoncini e di tipo "scroll", a semplice e doppio stadio.
- Componente: installazione, messa in funzione e manutenzione di:
  - condensatori con raffreddamento ad acqua o ad aria
  - evaporatori con raffreddamento ad acqua o ad aria



- Componente: installazione, messa in funzione e riparazione di valvole di espansione termostatica e di altri componenti.
- Tubazioni: allestire una tubazione tenuta ermetica in un impianto di refrigerazione.
- L'esame verte sulla conoscenza del circuito frigorifero, collegamenti frigoriferi, ricerca guasti, etc.
- Il circuito frigorifero è schematizzato nella slide seguente



## COMPONENTI DI UN CIRCUITO FRIGORIFERO

