

Diagnosi climatizzazione elettronica



INDICE

1. INTRODUZIONE ALLE NOVITÀ LEGISLATIVE EUROPEE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	5
1.1 Potenziale di riscaldamento globale (GWP)	5
1.2 Refrigeranti alternativi e possibili sviluppi futuri	6
1.3 Caratteristiche del HFO-1234yf (Tetrafluoropropene)	6
1.4 Confronto tra R134a, R1234yf, R744 (CO ₂)	8
1.5 Accorgimenti tecnici e precauzioni nell'uso del R1234yf	10
1.6 Trasporto e immagazzinamento del R1234yf.....	11
1.7 Caratteristiche tecniche degli impianti automotive dotati di R1234yf	12
2. INTRODUZIONE AI COMPRESSORI.....	14
2.1 Azionamento del compressore.....	14
2.2 Regolazione della portata.....	15
2.2.1 Compressore Scroll	16
3. APPLICAZIONE NELLA TOYOTA PRIUS.....	17
3.1 Descrizione del sistema.....	17
3.1.1 Sensore temperatura e umidità abitacolo	17
3.2 Compressore elettrico	18
3.3 Circuito di raffreddamento/riscaldamento	18
3.4 Precauzioni nella manutenzione	20
3.5 Schema elettrico impianto di climatizzazione.....	21
4. CLIMATIZZATORE AUTOMATICO CLIMATRONIC GOLF VI	22
4.1 Introduzione	22
4.2 Impianto Climatronic	23
4.2.1 Pannello comandi.....	23
4.2.2 Display informazioni.....	24
4.3 Unità di controllo Climatronic	25
4.4 Impianto elettrico.....	26
4.5 Gruppo Climatizzatore	27
4.6 Motorini posizione sportelli.....	27
4.6.1 Motore ricircolo.....	28
4.6.2 Motori di miscelazione e distribuzione.....	29
4.6.3 Motore di miscelazione aria.....	29
4.6.4 Motore distribuzione centrale.....	31
4.6.5 Motore uscita zona piedi/sbrinamento	32
4.7 Sensori Temperatura.....	33
4.7.1 Sensore della temperatura esterna.....	33
4.7.2 Sensori temperatura bocchette dx e sx.....	34
4.7.3 Sensori temperatura zona piedi.....	35
4.7.4 Sensore temperatura abitacolo	35
4.7.5 Sensore temperatura evaporatore.....	36
4.8 Funzionamento del climatizzatore in modalità AUTO	36
4.9 Sensore irraggiamento solare	37
4.10 Sensore qualità aria.....	38
4.11 Segnale velocità	39
4.12 Segnale tempo di inattività	39
4.13 Modulo alimentazione ventola abitacolo	40
4.14 Filtro antipolline	41
4.15 Modulo controllo ventole raffreddamento	41
4.16 Elettrovalvola regolazione compressore.....	42
4.17 Sensore pressione impianto climatizzato.....	43
4.18 Riscaldamento supplementare	44
4.18.1 Controllo elemento termico del riscaldamento supplementare ad aria	44
4.18.2 Smontaggio	45
4.19 Il Climatronic nella Rete CAN	46
5. CLIMA RENAULT SCENIC II	47
5.1 Architettura e funzionamento del sistema di climatizzazione.....	47
5.1.1 Diagnosi del Sistema di Climatizzazione.....	49
5.1.2 Descrizione delle sottofunzioni.....	49

5.1.3 Sinottico del comando del compressore	49
5.2 Calcolatore Clima	50
5.2.1 Calcolatore dell'aria condizionata automatica	51
5.2.2 Sensore di temperatura abitacolo	52
5.2.3 Sensore di irraggiamento solare	52
5.2.4 Componenti del sistema	53
5.2.5 Modulo di potenza velocità elettroventola	53
5.2.6 Motorino di miscelazione	53
5.2.7 Motorino di distribuzione	54
5.2.8 Motorino di ricircolo	54
5.2.9 Gruppo elettroventola abitacolo	54
5.2.10 Pin out della centralina della Climatizzazione	55
5.2.11 Autodiagnosi del Calcolatore della Climatizzazione	55
5.3 Calcolatore iniezione	57
5.3.1 Localizzazione del Calcolatore di Iniezione	58
5.3.2 Localizzazione del sensore di pressione del fluido refrigerante	59
5.3.3 Localizzazione del sensore di temperatura motore	59
5.3.4 Strategia di funzionamento della climatizzazione in funzione della gestione motore	59
5.3.5 Strategia iniezione - aria condizionata	59
5.3.7 Autodiagnosi del calcolatore Iniezione Clima	61
5.4 Gestione calcolatore Unità Centrale Abitacolo (UCH)	63
5.4.1 Localizzazione del Calcolatore UCH e dei relativi punti di smontaggio	64
5.4.2 Sensore della temperatura esterna	64
5.4.3 Resistenze RCH	64
5.4.4 Localizzazione dei relé di comando delle resistenze RCH	65
5.4.5 Configurazione dell'UCH	66
5.4.6 Autodiagnosi del sistema	66
5.4.7 Pin out della centralina UCH	68
5.5 Calcolatore UPC	70

Legenda:



Attenzione



Note/Informazioni

1. INTRODUZIONE ALLE NOVITÀ LEGISLATIVE EUROPEE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Nel 1998, alla Conferenza mondiale di Kyoto, viene deciso di includere anche i refrigeranti HFC tra le sostanze responsabili dell'effetto serra.



Figura 1

In recepimento delle decisioni di Kyoto il 5 maggio 2000 viene approvato il nuovo regolamento CE 2037/00, a parziale modifica del regolamento 3093/94, che disciplina il programma di dismissione d'uso degli HCFC. Esso è entrato in vigore in data 1 ottobre 2000. L'Unione Europea ha emanato nel maggio del 2006 il Regolamento 842/06 per limitare l'impatto dei refrigeranti sull'ambiente, i cosiddetti gas fluorurati, nel quale ha imposto il controllo periodico degli impianti funzionanti con HFC per limitarne il rischio di fughe. In contemporanea è uscita la Direttiva 2006/40/CE che applica ai veicoli a motore delle categorie M1 e N1, o per meglio dire tutti i veicoli fino a 3.5 t, le seguenti scadenze:

- dal 1° gennaio 2007 obbligo di omologazione solo per i veicoli certificati con tasso di perdita di gas inferiore a 40 gr. l'anno o inferiore a 60 gr. l'anno per i veicoli con doppio evaporatore;
- dal 21 Giugno 2008 un nuovo autoveicolo per poter essere commercializzato all'interno della Comunità Economica Europea deve dimostrare che il suo impianto di aria condizionata rispetta i seguenti limiti:
 - perdite < 40 g/anno (sistemi con evaporatore singolo);
 - perdite < 60 g/anno (sistemi con evaporatore doppio).

Per risolvere il problema la tendenza è quella di ridurre la quantità di refrigerante dell'impianto. Ovviamente in questo caso si è costretti a montare degli scambiatori di calore più performanti.

- a decorrere dal 1° gennaio 2011 gli stati membri non rilasciano più omologazioni CE o omologazioni nazio-

nali per tutti quei veicoli muniti di impianti di condizionamento d'aria destinati a contenere gas fluorurati ad effetto serra con un potenziale di riscaldamento globale superiore a 150;

- a decorrere dal 1° gennaio 2017 sarà vietato ai nuovi veicoli immatricolati avere impianti di condizionamento d'aria destinati a contenere gas fluorurati ad effetto serra (GWP > 150).

Quindi il processo limitativo che la comunità europea sta attuando si concentra soprattutto sul GWP. Ma cosa significa GWP?

1.1 Potenziale di riscaldamento globale (GWP)

È l'indice della capacità di un prodotto di immettere energia nell'atmosfera tale da portare la distorsione del naturale equilibrio energetico e di provocare quindi un surriscaldamento globale.

Il Global Warming Potential (GWP) esprime il contributo all'effetto serra dato da una emissione gassosa in atmosfera. Tanto più un gas ha un indice GWP elevato, tanto più è responsabile dell'aumento dell'effetto serra.

Tra il 1980 e il 1990 l'aumento dell'effetto serra verificatosi fu attribuito per il 55% al CO₂ e per il 24% ai CFC (Clorofluorocarburi). L'R134a ha un potenziale di riscaldamento terrestre (GWP = Global Warming Potential) pari a 1300 volte quello dell'anidride carbonica, considerando il valore medio su 100 anni.

Tuttavia, poiché il gas si dissocia nell'atmosfera, il GWP sale a 3300 se si considera il valore medio su vent'anni.



Se per esempio confrontiamo i precedenti dati del GWP dell'R134a con le emissioni di CO₂ per chilometro di una vettura a benzina come una Grande Punto 1.4 8v (circa 149 gr/Km) possiamo affermare che se la quantità di un impianto di climatizzazione fosse persa nell'atmosfera (circa 500 gr.) significherebbe avere percorso l'equivalente di 11.000 Km con il veicolo in questione.

Da questo possiamo capire che nonostante questi prodotti contribuiscano certamente al miglioramento del tenore di vita dei paesi sviluppati, le sostanze usate dovranno comunque essere sostituite con altre non dannose.

Riepilogo dell'indice GWP dei gas HFC sul mercato:

Gas fluorurato ad effetto serra	Formula Chimica	Potenziale di riscaldamento globale (GWP)
Idrofluorocarburi (HFC):		
HFC-23	CHF ₃	12.000
HFC-32	CH ₂ F ₂	550
HFC-41	CH ₃ F	97
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1.500
HFC-125	C ₂ H ₅ F	3.400
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	1.100
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1.300
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	120
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	330
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	4.300
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3.500
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1.300
HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	1.200
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	9.400
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	640
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	950
HFC-365mfc	CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃	890

Tabella 1

1.2 Refrigeranti alternativi e possibili sviluppi futuri

La ricerca chimica ha quindi la nuova sfida di ottenere un fluido refrigerante a:

- basso impatto ambientale, sia sul fronte del buco dell'ozono che su quello dell'effetto serra
- mantenere le stesse performance del HFC134a se non addirittura migliorarle
- garantire un basso costo per la conversione dell'attuale tecnologia e impiantistica.

Tra i risultati più convincenti è la comparsa di un nuovo prodotto denominato HFO-1234yf appositamente studiato per sostituire il 134a nella climatizzazione delle auto. Il nuovo fluido si adatta molto bene al funzionamento e presenta un

GWP pari soltanto al 0,3% di quello del 134a e quindi trascurabile oppure altra alternativa, l'**R152a**, anche se non supportato da tutte le aziende chimiche a causa della sua infiammabilità.

Altre soluzioni in fase di sperimentazione prevedono l'utilizzo, in cicli frigoriferi alternativi, di fluidi naturali come la **CO₂ (R744)** ad alta pressione con diverse tipologie di impianti proposti dai vari costruttori. Da cui sono usciti recenti risultati di test su veicoli di piccole e medie dimensioni. Mostrando un'efficienza superiore rispetto al R134a soprattutto nei veicoli di medie dimensioni, mentre una minore efficienza nelle vetture piccole, anche se l'uso di un nuovo compressore esterno dovrebbe migliorare questa condizione.



Recentemente si è lavorato all'applicazione, in questo settore, di celle termoelettriche ad effetto Peltier che, raffreddando una piastra alettata, consentono di climatizzare l'aria dell'abitacolo mediante un semplice dispositivo a stato solido, che permetterà di mettere i compressori in soffitta appena raggiunta un'adeguata convenienza economica.

Questa tecnologia, da tempo utilizzata in campo elettronico e nella refrigerazione portatile, si basa sull'effetto di una corrente che percorre una termocoppia: quando una corrente elettrica percorre un circuito a due conduttori, a seconda della direzione della corrente, uno dei due lati del punto di contatto fra questi genera calore mentre l'altro l'assorbe.

1.3 Caratteristiche del HFO-1234yf (Tetrafluoropropene)

Molecola nata nei primi anni 2000 dalle due aziende che ne detengono i brevetti e quindi anche la produzione a livello internazionale. Questo tipo di fluido refrigerante è stato sviluppato sulla necessità di sostituire i gas refrigeranti, altamente clima alteranti, basati sulla molecola HFC (Idro-FluoroCarburi).

Le prime proprietà da definire quando ci si occupa di un fluido frigorifero da poco proposto sono l'ODP (Ozone Depleting Potential: potenziale di eliminazione dell'ozono), il GWP (Global Warming Potential: potenziale di riscaldamento globale), l'infiammabilità, e la tossicità.

In particolare l'infiammabilità e la tossicità sono molto importanti, non solo per questioni legate alla sicurezza ma anche perché sarebbe inutile essere in possesso di un flu-

ido con ottime proprietà termodinamiche che garantiscono una elevata efficienza caratterizzato però da una elevata infiammabilità e tossicità che ne impediscono di fatto un uso sicuro su larga scala come può essere ad esempio negli impianti di condizionamento aria per veicoli.

È possibile riassumere nella seguente le proprietà del HFO-1234yf in modo da avere un quadro riassuntivo.

Condizione	Caratteristica
ODP	0
GWP (orizzonte temporale di 100 anni)	4
Vita atmosferica (giorni)	11
Limiti di infiammabilità (% in volume)	5,5 – 13,3
Calore di combustione (kJ/kg)	10250
Energia minima di accensione (mJ)	>1000
Massima velocità di fiamma (cm/s)	1.2
Classe di tossicità A	A

Tabella 2: Proprietà di infiammabilità, ODP, GWP e vita atmosferica di R1234yf

In particolare si evidenzia che i limiti di infiammabilità inferiore e superiore in aria ad una temperatura di 23°C con un'umidità relativa del 50% sono rispettivamente $5,5 \pm 0,2\%$ e $13,3 \pm 0,6\%$ in volume; l'energia minima di accensione assume valori diversi a seconda della trattazione a cui si fa riferimento, comunque si può ritenere maggiore di 1000 mJ, dunque un valore piuttosto elevato mentre il calore di combustione è di circa 10250 kJ/kg. Infine la massima velocità di fiamma è pari a $1,2 \pm 0,3$ cm/s, valore determinato utilizzando ancora tecniche sperimentali.

Sulla base di questi risultati è possibile collocare il refrigerante in una delle quattro classi di infiammabilità proposte dall'ISO che si ricordano qui di seguito:

- Classe 3: refrigeranti che hanno un potere calorifico (PCI) maggiore di 19000 kJ/kg o un limite inferiore di infiammabilità (LFL) minore del 3,5% in volume.
- Classe 2: refrigeranti aventi un PCI < 19000 kJ/kg e LFL > 3,5%
- Sottoclasse 2L: refrigeranti appartenenti alla classe 2 aventi una velocità di fiamma massima minore di 10 cm/s.
- Classe 1: refrigeranti non infiammabili.

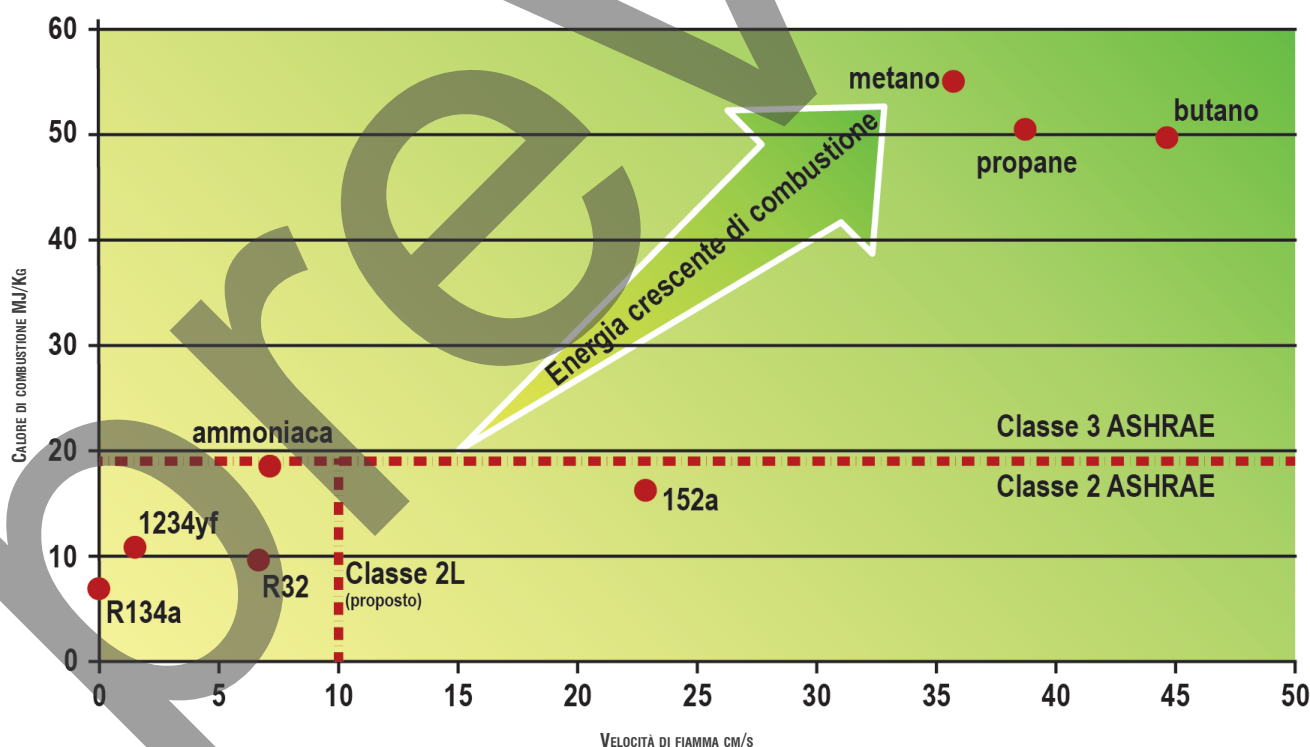


Figura 2

In base a questa classificazione il refrigerante oggetto della trattazione si colloca nella sottoclasse 2L, mentre si ricorda che R134a appartiene alla classe 1. In definitiva nonostante il fluido sia infiammabile, l'elevata energia di accensione e la bassa velocità di fiamma lo rendono adatto per applicazioni in ambito automobilistico.

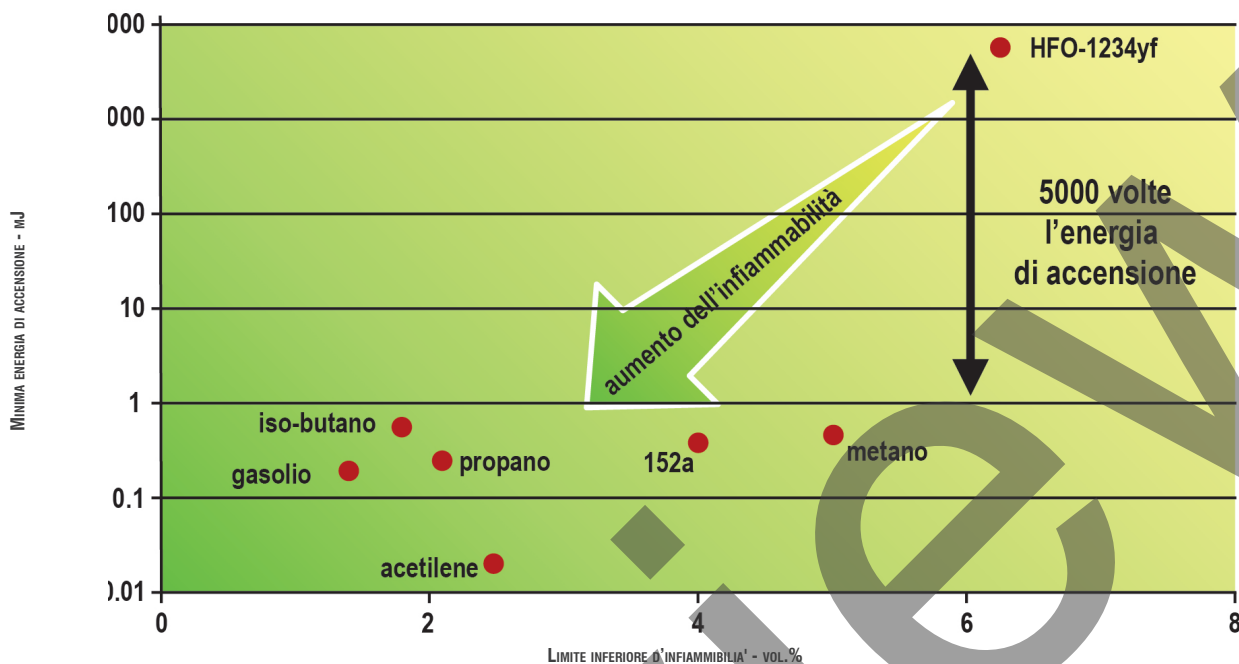


Figura 3

1.4 Confronto tra R134a, R1234yf, R744 (CO₂)

I gas R134a e R1234yf hanno curve di pressione-temperatura simili:

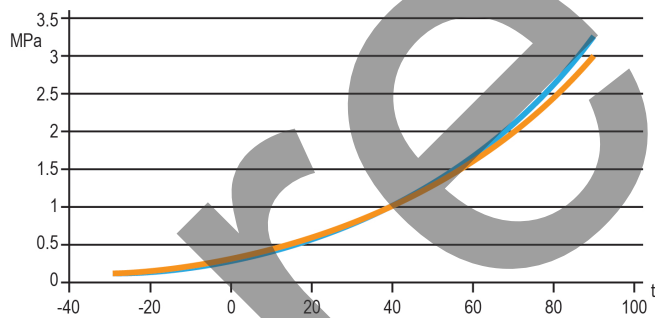


Figura 4: Dalla curva pressione-temperatura dei due gas si vede come si comportano in maniera molto simile

Legenda:
MPa) Pressione
t) Temperatura °C
— 134a
— HFO-1234yf

Proprietà	1234yf	134a
Punto di ebollizione Tb	-29°C	-26°C
Punto critico Tc	95°C	102°C
Pvap MPA (25°C)	0.677	0.665
Pvap MPA (80°C)	2.44	2.63
GWP (100 ITH)	4	1410
Tossicità	Bassa	Bassa
Infiammabilità	Leggera	Nessuna

Tabella 3

Condizione	CO ₂	HFO-1234yf
Reperibilità	👍	👎
Costo Refrigerante	👍	👎
Costo impianto	👎	👍
Infiammabilità	👍	👎
Tossicità	👍	👍
"Compatibilità" con vecchia tecnologia	👎	👍
Pressioni di lavoro	👎	👍
Performance	👎	👍

Tabella 4: Stato dell'arte dei pro e contro dei nuovi gas

Il R1234yf risulta avere un rendimento migliore, quindi una capacità di raffreddamento maggiore a parità di pressioni di lavoro.

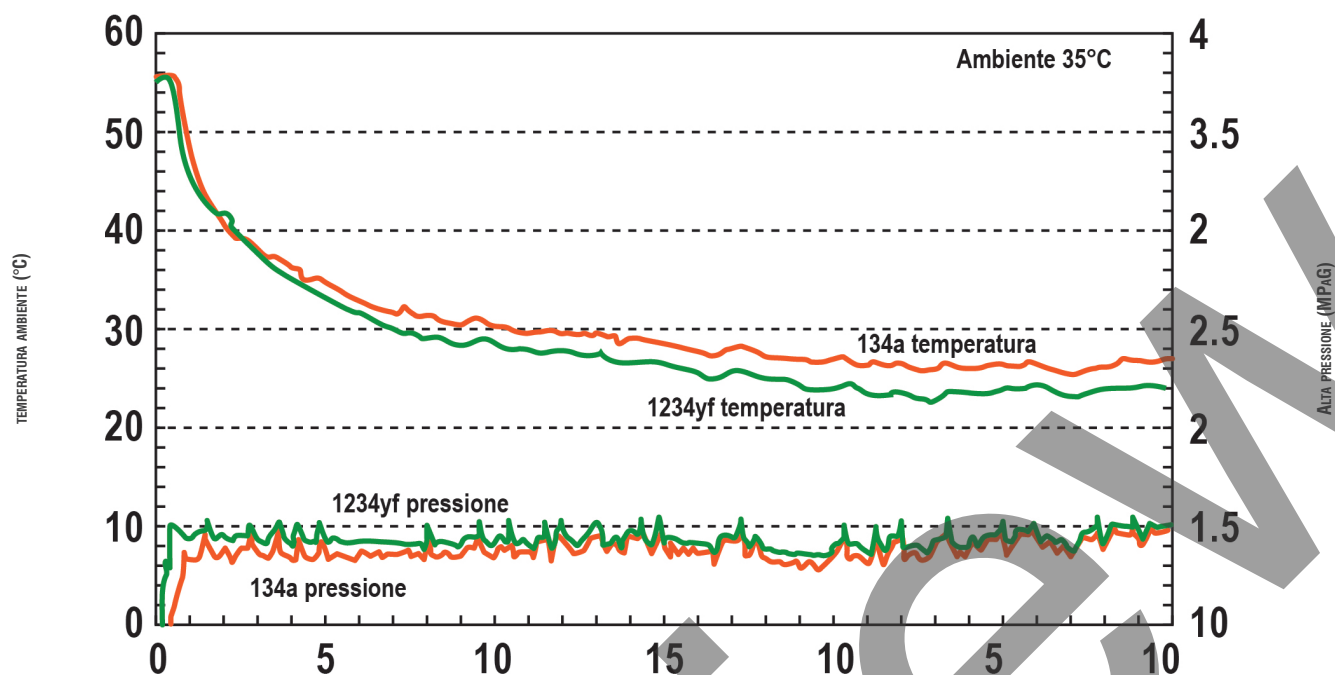


Figura 5

Impianti A/C funzionanti con R744 (CO_2) devono essere riprogettati (nuovi compressori, condensatore, evaporatore), per far fronte alle sue elevate pressioni di esercizio (LP ≈ 30 Bar; HP ≈ 130 Bar). Le alte pressioni richiedono potenza aggiuntiva per generare raffreddamento. Questo può compensare i valori di GWP e CO_2 (in g/km) guadagnati. Impianti A/C funzionanti con R1234yf, invece, richiedono semplici adattamenti (es. evaporatore più spesso) rispetto a quelli operanti con R134a. Questo grazie alle pressioni di esercizio simili (LP $\approx 1.7 \div 3$ Bar; HP $\approx 8 \div 25$ Bar). In definitiva il valore di CO_2 emesso da un impianto di climatizzazione che lavora con il R 1234yf, a parità di condizioni climatiche iniziali e finali è inferiore rispetto alle soluzioni con R134a e CO_2 .

Le possibili perdite di CO_2 in abitacolo, se ad alte concentrazioni, possono diventare tossiche per i passeggeri. Dato che è un gas prodotto naturalmente dagli organismi viventi, per poterlo individuare e garantire la sicurezza agli occupanti dell'auto si dovrebbe aggiungere un odore sintetico.



A partire dal 2017 la Mercedes-Benz produrrà le prime autovetture (classe S ed E) che utilizzeranno l'R744 come gas refrigerante. Nel frattempo questa casa automobilistica ha previsto, per le sue autovetture che utilizzano ora l'R1234yf, degli accorgimenti tecnici che, specialmente in caso di incidente frontale, permettano di tenere separato il gas refrigerante dalle parti più calde del motore. Parallelamente sarà installato un sistema che in caso d'incidente rilascerà gas argon per raffreddare istantaneamente i punti più caldi del motore e prevenire quindi l'incendio del R1234yf.

LCCP - LE PRESTAZIONI DEL CICLO DI VITA DEL CLIMA

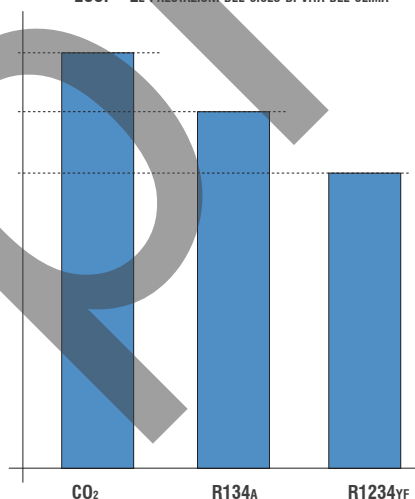


Figura 6: LCCP: Life Cycle Climate Performance

1.5 Accorgimenti tecnici e precauzioni nell'uso del R1234yf

Alla luce della media infiammabilità del R1234yf:

- è vietato mescolare R1234yf con aria, ossigeno od altri ossidanti a pressioni superiori a quella atmosferica;
- è vietato fumare in prossimità di aree di stoccaggio e di impiego di R1234yf;
- i contenitori di stoccaggio di R1234yf devono essere integri, non affetti da ruggine o umidità e conservati in ambiente fresco, ventilato e lontano da fonti dirette di fiamma.
- Il refrigerante deve sempre essere conservato in un luogo fresco e asciutto (inferiore a 51°C), fuori dalla luce diretta del sole



Figura 7: Contenitore di stoccaggio per R1234yf

Figura 8

Inoltre l'utilizzo del gas R1234yf impone che le stazioni di ricarica adottino particolari accorgimenti tecnici che prevedano il rispetto delle normative SAE J2843, SAE J2851, SAE J2888:

- una stazione di ricarica clima operante con R1234yf deve essere costituita da componenti interne tali da ridurre/minimizzare l'occorrenza di archi elettrici/scintille;

- una stazione di ricarica clima operante con R1234yf deve essere dotata di sistemi di ventilazione per il cabinet;
- una stazione di ricarica clima operante con R1234yf deve garantire una elevata efficienza di recupero;
- una stazione di ricarica clima operante con R1234yf deve possedere tubi di servizio e raccordi rapidi adeguati alle specifiche del nuovo refrigerante.

Miscelazione del R134a con R1234yf:

- I due gas non devono essere miscelati per il rischio di infiammabilità del 1234yf.
- Gli oli per i due gas sono simili ma attualmente se miscelati gli effetti non sono ancora conosciuti.



Figura 9

- Sostituendo direttamente l'R1234YF al vecchio gas il rendimento dell'impianto si riduce anche del 7%.
- L'R1234yf NON è retrocompatibile con i sistemi R134A.
- Le attuali indicazioni sono che i compressori R134A attuali non funzionano con R1234yf.
- Tuttavia, i nuovi compressori R1234yf possono essere utilizzati su sistemi R134A.

Per quanto riguarda l'officina nei prossimi anni dovrà equipaggiarsi di una stazione di ricarica dedicata per i nuovi impianti e dovrà seguire corsi specifici per l'abilitazione alla manutenzione degli impianti frigoriferi.

Da un stralcio del regolamento 842/2006 in merito alla formazione:

"...Solamente il personale adeguatamente qualificato può operare il recupero del refrigerante dagli impianti di climatizzazione mobile."

Il successivo regolamento 307/2008 per togliere ogni ambiguità del termine specifica che "adeguatamente qualificato significa essere in possesso di un certificato di formazione".



Figura 10

Sarà ancora necessario operare per svariati anni con l'R134a. Si stima che se l'R134a fosse immediatamente sostituito dal 1 Gennaio 2011, nel 2017 il parco circolante sarebbe per più del 60% ancora con l'R134a.



Figura 11: Date significative per l'introduzione del R1234yf

Il costo delle ricariche di R1234yf sarà, almeno nei primi anni, superiore a quello del R134a.

1.6 Trasporto e immagazzinamento del R1234yf

Il trasporto su strada delle merci pericolose, quindi anche dei gas, è regolato dall'accordo ADR (Agreement Dangerous Road).

Il codice della strada fa espressamente riferimento alla normativa dell'accordo ADR.

Per poter trasportare con un veicolo i recipienti di gas compressi e liquefatti (bombole e dewar), devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- i recipienti devono essere di tipo idoneo ed in condizioni di perfetta efficienza;
- in caso di bombole è necessario che le stesse siano ben fissate sul mezzo oppure all'interno di gabbie metalliche o bloccate su apposite selle applicate sul piano di carico;

- il veicolo deve essere adeguatamente ventilato (almeno aperture per un totale di 100 cm²);
- le bombole ed i dewar devono essere fissati con sicurezza, in modo tale che non possano rotolare né cadere.

Il trasporto può essere "non in esenzione", "in esenzione parziale" oppure "in esenzione". Il trasporto "non in esenzione" deve essere effettuato da personale qualificato, con mezzi idonei. Per la categoria 2 (Classe Trasporto dei Gas a cui appartiene il R1234yf), il rispetto delle norme ADR scatta oltre il valore di 300. Tale valore rappresenta il limite di esenzione parziale dell'applicazione dell'ADR.

300 assume il valore di:

- Massa netta in Kg per i gas liquefatti, fortemente refrigerati e gas disciolti sotto pressione;
- Litri di capacità del recipiente che contiene gas compressi.

Trasportando materie pericolose al di sotto dei limiti di esenzione permangono i seguenti obblighi:

- Presenza di un estintore da almeno 2 Kg in cabina per l'incendio del motore;
- Trasporto della merce pericolosa in imballaggi costruiti ed etichettati conformemente alle norme ADR;
- Obbligo di una adeguata aerazione in veicoli con carrozzeria chiusa
- Sul documento di trasporto va annotato "Carico non eccedente i limiti di esenzione del marginale 10011 ADR."

In linea generale, vale l'approssimazione che fino a 6 bombole si è in esenzione parziale, qualunque sia il gas trasportato (ma con certi gas possono essere anche molte di più). Si è sempre in esenzione parziale quando si trasportano bombole vuote, indipendentemente dal loro numero.

Tra i casi di esenzione, ve ne sono alcuni che sono legati alla natura del trasporto, tra cui ad esempio:

- I trasporti di gas effettuati da privati, quando le merci sono confezionate per la vendita al dettaglio e sono destinate al loro uso personale o domestico, o alle loro attività ricreative o sportive;
- Trasporto di macchinari o equipaggiamenti, non previsti dall'ADR, che contengono materie pericolose nelle proprie strutture o circuiti di funzionamento;
- I trasporti di quantità limitate di gas effettuati dalle imprese come complemento alla loro attività principale,

quali l'approvvigionamento di cantieri edili, o per lavori di misurazione, riparazione o manutenzione;

- I trasporti effettuati dai servizi di emergenza o sotto il loro controllo.

Pertanto, quando un cliente trasporta una bombola di gas acquistata "al banco" è sufficiente che siano rispettate le regole di sicurezza generali (regole di carico e scarico delle bombole, fissaggio del carico, ventilazione del veicolo, divieto di fumare e di usare fiamme libere, sosta in condizioni di sicurezza).

Non è richiesto che il gas sia accompagnato dal Documento di Trasporto ADR, né alcuna dotazione di sicurezza del mezzo. Si suggerisce comunque di tenere sempre la scheda di sicurezza del gas ed un estintore da 2 kg a polvere.

1.7 Caratteristiche tecniche degli impianti automotive dotati di R1234yf

Gli impianti dotati del nuovo gas potrebbero presentare delle differenze rispetto agli impianti con l'R134.

- Scambiatore di calore interno tra i lati di alta e bassa pressione (1).
- Nuovi compressori per ridurre il lubrificante necessario (2).
- Maggiore utilizzo di compressori SCROLL per ridurre le temperature di lavoro.
- Valvola di espansione modificata (3)
- Evaporatore con pareti più spesse per ragioni di sicurezza (4).
- Inoltre potranno esserci dispositivi per il riconoscimento delle perdite del refrigerante all'interno dell'abitacolo.

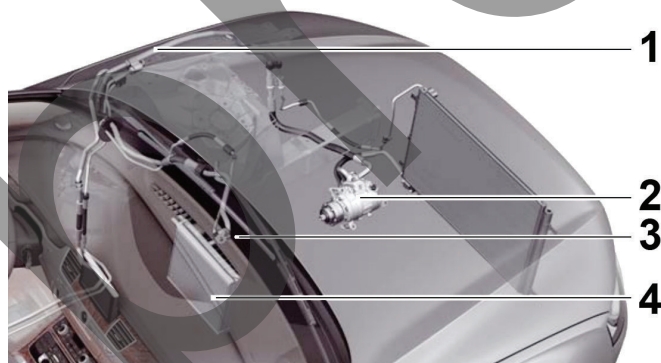


Figura 12

Gli scambiatori di calore che possono comparire nei nuovi impianti dotati di R1234yf (spesso presenti anche nei vecchi dotati di R134a) permettono un miglioramento del rendimento.

- Prima generazione: due linee di aria condizionata funzionano con flussi che circolano in direzioni opposte, scambiando calore tra una tubazione interna e una esterna. In questo modo, la linea fredda a monte del compressore raffredda ancora di più il refrigerante caldo a valle del condensatore.

Ne consegue, quindi, che aumenta l'efficienza di raffreddamento con una riduzione di emissioni di CO₂ e miglioramento di consumi e ingombri.

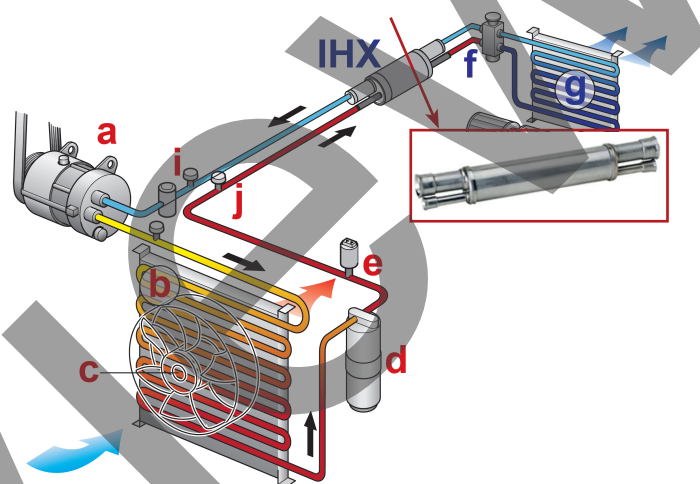


Figura 13: Scambiatore di calore tra i rami di alta e bassa pressione

- Seconda generazione: è stata ottimizzata la tecnica mediante la quale il refrigerante fluisce nella conduttura interna.

Utilizzando una particolare tecnica produttiva, viene creata una spirale lungo la conduttura esterna che causa una turbolenza mirata nel flusso refrigerante.

Grazie all'utilizzo dell'IHX (che migliora l'efficienza relativa dello scambio termico) e il consumo di carburante diminuisce, anche per via del minore impiego di gas refrigerante, fino a 20 g.

Ne consegue una migliore efficienza di raffreddamento e un relativo risparmio in termini di consumi ed emissioni di CO₂.

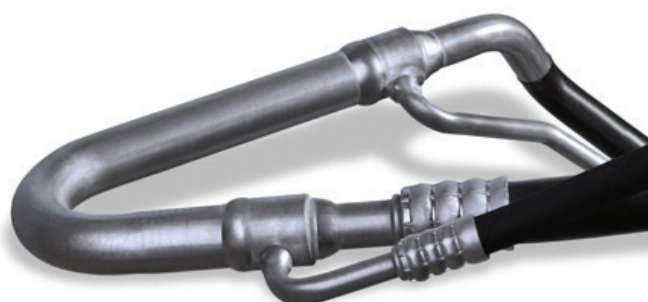


Figura 14

Con l'utilizzo di tale scambiatore a 35 °C di temperatura esterna e con il 40% di umidità, il consumo di energia del compressore viene ridotto del 9%.

Alle stesse condizioni, il consumo di carburante si riduce di 1 l / 100 km e le emissioni di CO₂ di 23 g / km.

A 45 °C e umidità del 25%, il consumo di energia del compressore viene ulteriormente ridotta al 13%, mentre diminuisce il consumo di carburante di 1,4 l / 100 km e le emissioni di CO₂ sono ridotte di 34 g / km.

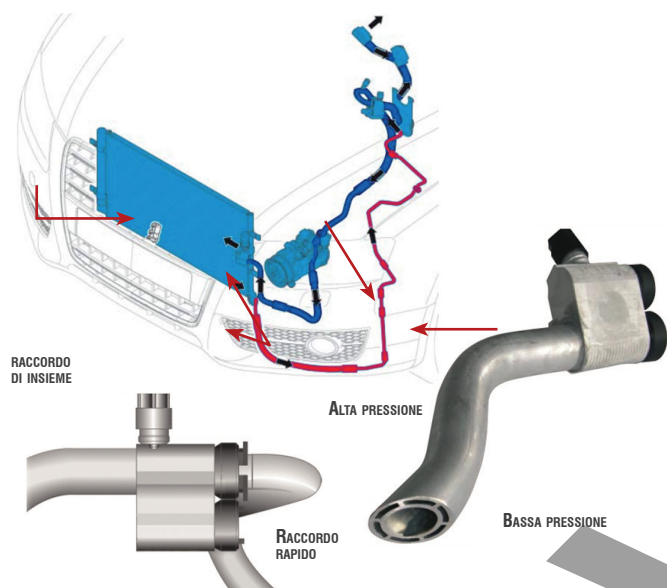


Figura 15



Figura 16