

# **La riduzione graduale del consumo di HFC nell'UE: valutazione delle implicazioni per il settore RAC**

RAPPORTO FINALE

- Versione n°11
- Settembre 2012

# La riduzione graduale del consumo di HFC nell'UE: valutazione delle implicazioni per il settore RAC

## RAPPORTO FINALE

- Versione n°11
- Settembre 2012

---

SKM Enviros  
New City Court, 20 St Thomas Street, London, SE1 9RS  
The United Kingdom  
Tel: +44 20 7759 2600  
Fax: +44 20 7759 2601  
Web: [www.skmenviros.com](http://www.skmenviros.com)

COPYRIGHT: I concetti e le informazioni contenute nel presente documento sono proprietà di Sinclair Knight Merz (Europe) Ltd. L'uso o la copia, parziali o totali, del presente documento senza il permesso scritto di Sinclair Knight Merz (Europe) Ltd costituiscono una violazione dei diritti di copyright.

LIMITI: Il presente rapporto è stato redatto per conto del Cliente di Sinclair Knight Merz (Europe) Ltd ed è a suo uso esclusivo; è soggetto e va interpretato ai sensi delle disposizioni dell'accordo tra Sinclair Knight Merz (Europe) Ltd e il suo Cliente. Sinclair Knight Merz (Europe) Ltd non accetta responsabilità di sorta relativamente a eventuali usi del presente rapporto o dipendenze derivanti dallo stesso, ad opera di una qualsivoglia terza parte.

## Contenuti

Sintesi	1
1. Introduzione	13
1.1. Obiettivi dello Studio e Struttura del Rapporto	13
1.2. Premessa sull'uso dei Gas Fluorurati	14
1.3. Politiche di Riduzione delle Emissioni di Gas Fluorurati	15
1.4. Capire le Emissioni, la Richiesta e il Consumo di HFC	15
2. Uso dei Refrigeranti Alternativi nei Mercati RAC	17
2.1. Scelta del Refrigerante adatto	17
2.2. Settori di Mercato e Sottosettori	18
2.3. Uso dei Refrigeranti attuali	20
2.4. Ridurre il Consumo e le Emissioni di HFC	21
2.5. L'Impatto della Scelta del Refrigerante sull'Efficienza energetica	23
3. Basi della Modellazione	26
3.1. Introduzione alla Modellazione dei Settori RAC	26
3.2. Analisi degli Scenari	26
3.3. Parametri d'Input	27
3.4. Metodologia dell'Analisi Economica	29
4. Profili dei Settori di Mercato e Opzioni di Refrigeranti	31
4.1. Descrizione dei Sottosettori	31
4.2. Analisi a Semaforo delle Opzioni di Refrigeranti	34
5. Scenari futuri dei Consumi di HFC nel Settore RAC	38
5.1. Introduzione agli Scenari RAC	38
5.2. Risultato totale Mercati RAC	40
5.3. Risultati per i 7 principali Settori di Mercato RAC	50
5.4. Benefici ambientali delle Pompe di Calore	54
5.5. Analisi Economica	55
5.6. Riduzione graduale e precoce dell'HFC 404°	60
6. Interazione con Settori di Mercato non RAC	65
6.1. Aerosol tecnici	65
6.2. Aerosol Medici	66
6.3. Espansione Schiuma	67
6.4. Sistemi di Protezione Antincendio	68
6.5. Profili del Consumo futuro di HFC nei Settori non RAC	69

7. Profili di Riduzione graduale degli HFC	70
7.1. Proposte di Riduzione graduale	70
7.2. Valutazione degli HFC nel Settore RAC	72
7.3. Valutazione generale comprensiva dei Settori non RAC	73
Appendice A: Acronimi e Abbreviazioni	74
Appendici B: Riferimenti	75
Appendice C: Profili Sottosettori del Mercato	76
Appendice D: Scelte Refrigerante per Sottosettori	120

## Sintesi

### Premesse e Metodologia

1. Questo rapporto presenta i risultati di uno studio sul potenziale della riduzione graduale del consumo di HFC nei mercati UE di refrigerazione, condizionamento dell'aria e pompe di calore (RAC). Lo studio è stato condotto da SKM Enviros per conto dell'EPEE nel periodo marzo-giugno 2012.
2. L'obiettivo dello studio è analizzare i costi potenziali e la diminuzione di emissioni di gas a effetto serra (GES), data dalle soluzioni alternative, finalizzata alla riduzione graduale del consumo di HFC nell'UE.
3. È stata inoltre realizzata una modellazione dettagliata dei mercati RAC europei. È stato sviluppato un nuovo modello, chiamato SKM Refrigerants Model, al fine di fornire il livello di dettaglio necessario a una valutazione completa del potenziale di diminuzione delle emissioni e delle implicazioni economiche derivanti dalla riduzione graduale degli HFC. Il nuovo modello si basa sui risultati del lavoro precedente condotto per l'EPEE (Erie-Armines, 2011).
4. Il mercato RAC è stato modellato usando 7 settori principali e 43 sottosectori. L'ampio numero di sottosectori garantisce la presa in considerazione delle circostanze mutevoli del mercato RAC. In altri studi recenti si usano meno sottosectori (nell'Okò Recherche 2011 troviamo 18 sottosectori e 34 nell'Erie-Armines 2011). Questo rapporto offre una maggiore granularità e, di conseguenza, una modellazione più precisa.
5. Per ogni sottosectore è stato definito un "sistema standard attuale". Sono state quindi individuate le caratteristiche chiave tra cui dimensione del mercato attuale, tassi di crescita del mercato, carico di refrigerante e percentuale di fuga, efficienza energetica e costi d'investimento. Per ogni sottosectore, sono stati valutati i refrigeranti alternativi che vi potrebbero essere impiegati. L'impatto di ogni prodotto alternativo è stato valutato in termini di efficienza energetica, costi d'investimento, costi operativi e barriere potenziali (es.: normativa sulla sicurezza). La maggioranza dei prodotti alternativi analizzati era per impianti nuovi; tuttavia è stata anche valutata la possibilità, presente in alcuni mercati, di una sostituzione (retrofilling) con refrigeranti alternativi in sistemi esistenti.
6. È stato anche definito un Caso Base che fornisce previsioni su base annua circa il probabile consumo di refrigerante tra oggi e il 2040 e che si fonda sui presupposti relativi a un mix di refrigeranti usato per un nuovo impianto. Nel Caso Base, si presume che le pratiche attuali e le tendenze sull'uso del refrigerante verranno mantenute per i prossimi 30 anni. Sono stati delineati degli scenari alternativi che vanno paragonati al Caso Base. Ogni scenario presenta dei cambiamenti che porterebbero a un minore consumo di HFC.
7. L'impatto economico di ogni scenario è stato modellato e comparato al Caso Base, ottenendo così una stima dei costi legati al risparmio delle emissioni, in termini di € per

tonnellata di CO<sub>2</sub> risparmiata. È stato stabilito il consumo annuo di refrigerante per ogni scenario ed è stato quindi comparato ai profili di riduzione graduale proposti dal Protocollo di Montreal.

8. I dati di base installati, usati come input nell'SKM Refrigerants Model, mostrano una crescita significativa in alcuni sottosectori tra il 2010 e il 2030. In particolare, per quel periodo si prevede un aumento del 90% nell'uso del condizionamento dell'aria fisso e del 290% nell'uso delle pompe di calore per solo riscaldamento (media del 7% annuo, partendo da una taglia piccola). Questo livello elevato di crescita farà aumentare sensibilmente la domanda di refrigeranti in quei mercati. Nella valutazione della riduzione graduale di HFC si dovrà considerare attentamente come si modificheranno le dimensioni di questi mercati.

### Scenari analizzati

9. In questo rapporto vengono presentati quattro scenari principali, in particolare:

Scenario	Descrizione	Commenti
<b>A</b>	Impatto basso, caso base (tutti gli scenari vengono comparati allo Scenario A per la valutazione dell'impatto economico)	Lo Scenario A propone una visione conservatrice dei cambiamenti in corso nell'uso dei refrigeranti e viene impiegato come previsione BAU a cui possono essere paragonati gli altri scenari. Lo Scenario A propone un uso possibile degli HFC nell'ambito del quadro legislativo attuale (in particolare il Regolamento sui Gas Fluorurati del 2006).
<b>B</b>	Impatto medio	Lo Scenario B presenta dei tagli nell'uso di HFC per i nuovi sistemi e un miglioramento nei livelli di fuga derivanti dalla piena applicazione del Regolamento sui Gas Fluorurati.
<b>C</b>	Impatto elevato	Paragonato allo Scenario B, questo scenario presume (i) maggior uso di prodotti alternativi con GWP molto basso, (ii) uso precoce di prodotti alternativi con GWP medio in impianti nuovi, onde evitare l'installazione di eventuali nuovi sistemi che impiegano refrigeranti con GWP molto alto e (iii) sostituzione (retrofill) parziale della banca di refrigeranti con GWP alto (in particolare HFC 404A) nelle circostanze applicabili.
<b>D</b>	Impatto più elevato	Questo scenario presenta dei miglioramenti rispetto allo Scenario C ipotizzando un uso più diffuso, a partire dal 2020, dei refrigeranti A2L (leggermente infiammabili) nel condizionamento dell'aria fisso e nei mercati industriali.

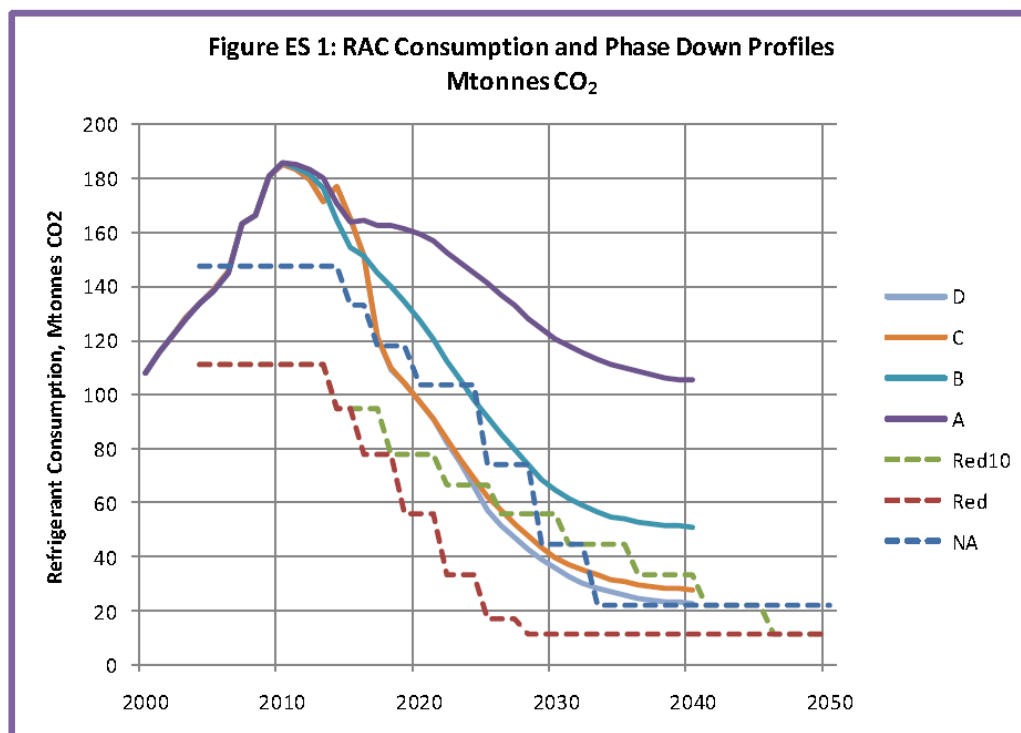
## Considerazioni sui Refrigeranti Alternativi

10. Sono stati esaminati 14 diversi refrigeranti in alternativa ai rispettivi HFC attualmente in uso. Essi sono stati suddivisi in 3 gruppi, a seconda del loro potenziale di riscaldamento globale (GWP):

- **Gruppo 1:** 6 refrigeranti con un GWP molto basso (inferiore a 10) tra cui ammoniaca, idrocarburi CO<sub>2</sub> (HC) e 3 nuovi fluorocarburi insaturi (HFO).
- **Gruppo 2:** 4 refrigeranti con un GWP basso (tra 100 e 1.000) tra cui HFC 32, HFC 245fa e 2 miscele a base di HFO (una miscela leggermente infiammabile con un GWP nominale di 300 e una miscela ininfiammabile con un GWP nominale di 700).
- **Gruppo 3:** 4 refrigeranti con un GWP medio (tra 1.000 e poco più di 2.000) tra cui HFC 134a, HFC 410A, HFC 407A e HFC 407F. È importante notare che questi refrigeranti hanno un GWP con un valore compreso appena tra un terzo a metà di quello del diffusissimo HFC 404A e garantiscono riduzioni precoci e a basso costo nel consumo di HFC.

## Profili di riduzione graduale per il mercato RAC nel suo complesso

11. Un risultato chiave della modellazione è il paragone tra il consumo futuro di refrigeranti in base ai profili di riduzione graduale di una proposta nordamericana (NA) e gli scenari UE RED sviluppati dalla Oko Recherche. La figura ES 1 mostra il consumo in vari scenari comparati alle proposte di riduzione graduale. Le 3 linee "a scala" rappresentano le proposte di riduzione graduale e le 4 curve contrassegnate dalle lettere A, B, C e D sono 4 degli scenari di consumo analizzati in questo studio.



La figura ES 1 mostra chiaramente che:

- Lo Scenario A (Caso Base) mostra solo un modesto abbassamento nel consumo di refrigeranti.
- Lo Scenario B soddisfa il profilo NA solamente nel 2024 e nel 2028.
- Lo Scenario C soddisfa il profilo di riduzione graduale NA tra il 2018 e il 2032, sebbene manchi gli obiettivi nei primi anni e dopo la fase finale della riduzione graduale nel 2033.
- Lo Scenario D crea dei tagli più profondi rispetto al C, ma non riesce a soddisfare la fase finale del profilo NA.
- Gli obiettivi dal 2014 al 2018 sono molto difficili da raggiungere, perché i riferimenti definiti in ogni proposta non considerano la crescita di mercato tra il 2005 e il 2012.
- La profondità dei tagli proposti nei profili di riduzione graduale UE saranno molto difficili da raggiungere nei settori RAC stando agli scenari analizzati.

## Costi di Abbattimento

**Tabella ES 1: Riduzione delle Emissioni Lorde (milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>)  
relativa allo Scenario A, 2030**

	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1 - Refrigerazione domestica	0.1	0.1	0.1
2 - Refrigerazione commerciale	24.2	34.6	34.6
3 - Trasporti refrigerati	0.9	1.4	1.4
4 - Refrigerazione industriale	2.7	5.2	5.4
5 - Condizionamento dell'aria fisso & e pompe di calore	14.5	15.4	16.9
6 - Refrigeratori (chiller) e pompe di calore idroniche	5.0	5.8	5.8
7 - Condizionamento dell'aria mobile	2.3	2.5	2.5
<b>Totale</b>	<b>49.6</b>	<b>64.8</b>	<b>66.6</b>

12. Nella Tabella ES 1 è riassunto il potenziale generale di riduzione delle emissioni di 3 scenari.

Questa tabella mostra che seguendo gli Scenari C e D, entro il 2030, si possono risparmiare dai 65 ai 67 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Oltre la metà del risparmio potenziale proviene dal settore della refrigerazione commerciale

13. L'impatto economico di ogni scenario, in termini di costi di abbattimento (€ per tonnellata di

**Tabella ES 2: Costi di abbattimento (€/tCO<sub>2</sub>)  
relativi allo Scenario A, 2030, caso medio**

	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1 - Refrigerazione domestica	-119	-95	-95
2 - Refrigerazione commerciale	15	23	23
3 - Trasporti refrigerati	5	-11	-11
4 - Refrigerazione industriale	10	-1	16
5 - Condizionamento dell'aria fisso e pompe di calore	24	27	45
6 - Refrigeratori (chiller) e pompe di calore idroniche	-7	4	4
7 - Condizionamento dell'aria mobile	7	11	11
<b>Totale</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>25</b>



CO<sub>2</sub> risparmiata), è riassunto nella Tabella ES 2.

Questa tabella indica che il costo generale per l'abbattimento delle emissioni, basandosi sui presupposti economici del "caso medio", va dai €15 ai €25 per tonnellata di CO<sub>2</sub>. I valori dei costi di abbattimento della Tabella ES 2 si riferiscono al 2030.

14. L'analisi economica è molto sensibile ai presupposti iniziali (input) connessi a (a) costi d'investimento extra connessi all'uso di refrigeranti alternativi, (b) costi di manutenzione extra e (c) differenza sul piano dell'efficienza energetica. Molti dei refrigeranti alternativi qui analizzati (in particolare gli HFO e le miscele di HFO) entreranno nel mercato solamente intorno al 2015, pertanto è molto difficile prevedere costi e prestazioni dei sistemi RAC che impiegheranno questi refrigeranti. Per altre alternative importanti, quali la CO<sub>2</sub>, lo sviluppo nel mercato è ancora agli inizi; pertanto, anche in questo caso, è difficile prevedere costi e prestazioni.

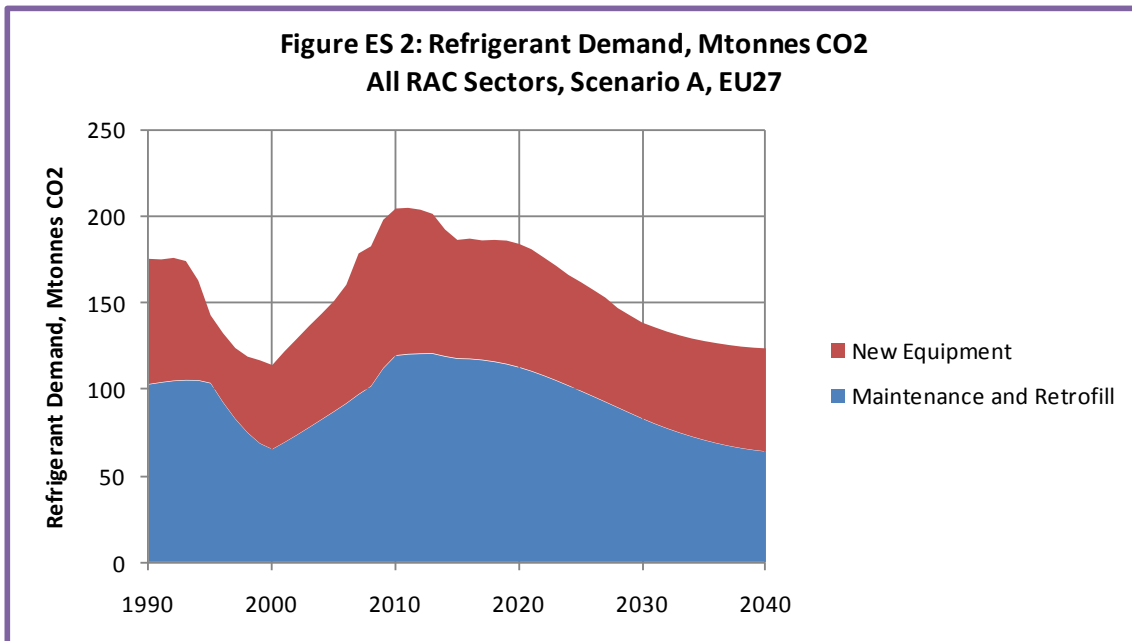
Nella Tabella ES 3 sono riportati i risultati dell'analisi di sensibilità. Da questi si deduce che l'incertezza nei costi di abbattimento rientra nell'intervallo compreso tra i €4 e i €43 per tonnellata di CO<sub>2</sub>.

Tabella ES 3	Costi di abbattimento € per tonnellata di CO <sub>2</sub>			
	Scenario:	B	C	D
Investimenti elevati, manutenzione frequente, bassa efficienza		25	34	43
Valori caso medio		15	19	25
Investimenti bassi, manutenzione rara, elevata efficienza		4	4	7

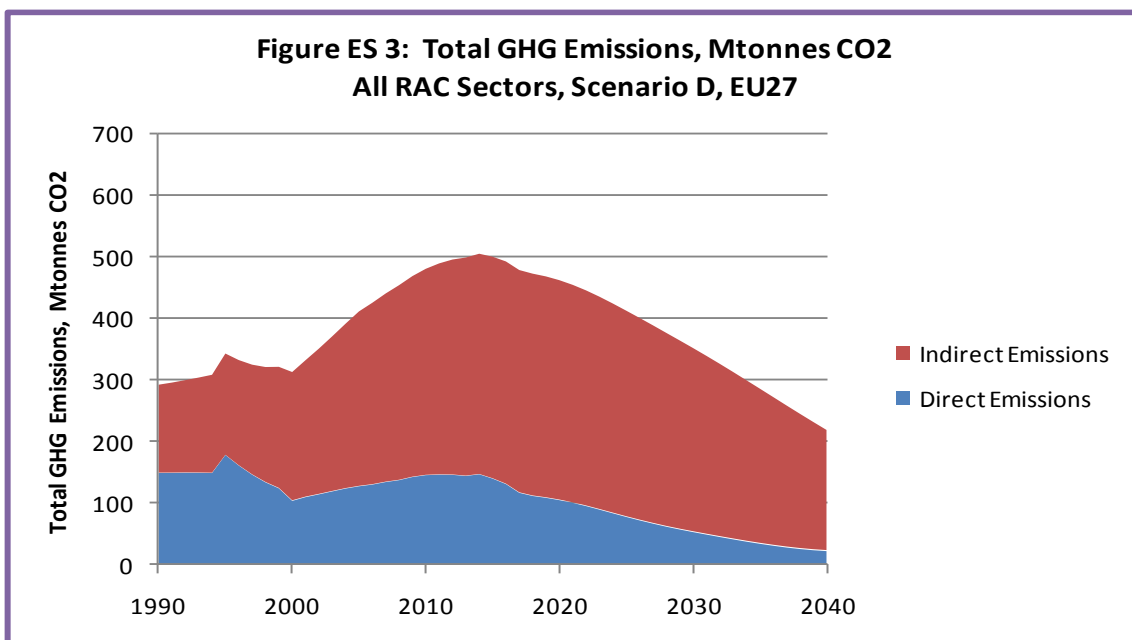
15. I dati sui costi di abbattimento dell'Okò Recherche 2011 si basano su presupposti ottimistici circa la migliore efficienza energetica dei prodotti alternativi come l'ammoniaca. Questo studio offre una valutazione più realistica delle differenze in efficienza energetica tra refrigeranti.

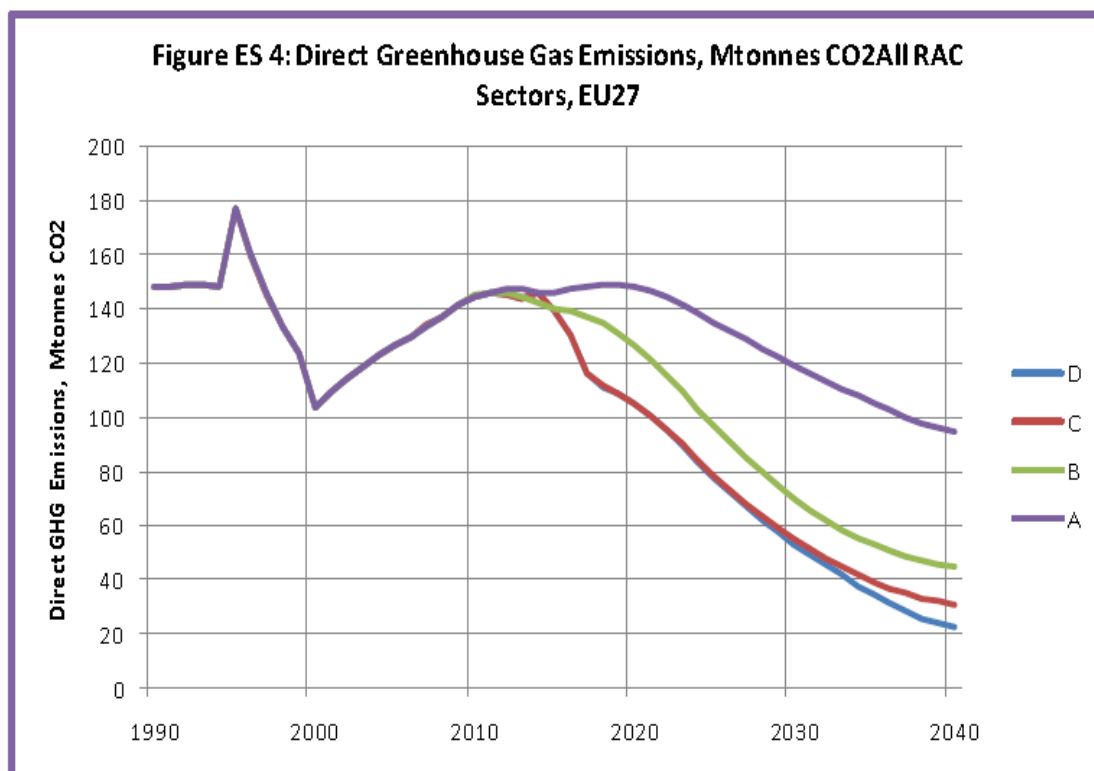
## Emissioni di GES

16. I risultati della modellazione mostrano che, nel 2030, le emissioni derivanti dal rabbocco delle fughe rappresenteranno il 60% della domanda totale di gas refrigeranti a effetto serra nell'ambito dello Scenario A (caso base). Di qui l'importanza di continuare a ridurre le percentuali di fuga basandosi sull'accordo quadro stabilito dal Regolamento sui Gas Fluorurati del 2006. La Figura ES 2 illustra la suddivisione nella domanda tra nuovo impianto e manutenzione.



17. La modellazione mostra l'importanza delle emissioni di CO<sub>2</sub> "indirette" connesse all'energia. Nel 2030, le emissioni connesse all'energia saranno l'85% del totale delle emissioni, come mostrato in Figura ES 3. È chiaro che per raggiungere la massima riduzione delle emissioni totali è essenziale che venga migliorata l'efficienza energetica dei sistemi RAC. Non si deve permettere che la scelta del refrigerante finisca per frenare gli sforzi volti a migliorare l'efficienza energetica.





18. La Figura ES4 mostra le previsioni delle emissioni dirette di GES da tutti i settori RAC per ognuno dei 4 scenari principali. Entro il 2030 le riduzioni di emissioni raggiunte rispetto al 2010 saranno pari a 74 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> per lo Scenario B e a 91 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> per lo Scenario D.

### Riduzione di emissioni da pompe di calore

19. Il modello è stato usato per valutare i vantaggi ambientali delle pompe di calore (sia in modalità solo riscaldamento, sia in modalità reversibile condizionamento dell'aria / pompa di calore). I risultati mostrano l'enorme importanza delle pompe di calore. Si stima che le riduzioni di emissioni nette di GES del 2030 pari a 155 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> possano attribuirsi alla sostituzione delle caldaie a gas con pompe di calore. Questa cifra è circa 3 volte maggiore della diminuzione di emissioni che si raggiungerebbe con la riduzione graduale degli HFC. Inoltre, anche secondo lo scenario del caso base, si stima che le emissioni di refrigerante dirette derivanti da queste pompe di calore sia pari ad appena 15 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Questi dati sottolineano l'importanza di uno schema di riduzione graduale flessibile che dia alle pompe di calore lo spazio sufficiente perché si possa svilupparne il mercato usando refrigeranti che offrono un'efficienza energetica massima.

### Disponibilità dei refrigeranti recuperati

20. Secondo questo modello, si prevede che nel 2025 circa 28 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> da refrigeranti HFC siano pronte per il recupero e il riutilizzo da impianti obsoleti a fine vita. Il dato scende a 20 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> nel 2033. Questo refrigerante recuperato può offrire un contributo significativo al raggiungimento degli obiettivi di riduzione graduale da

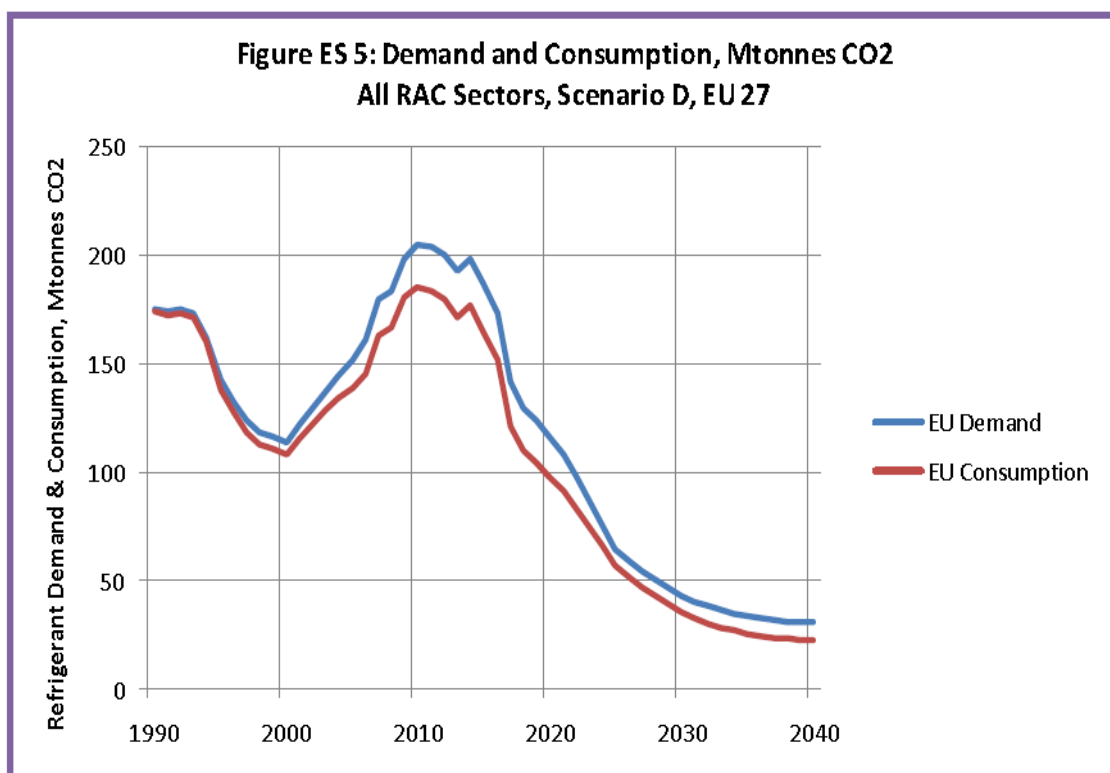
oggi al 2035, purché venga stabilito un buon mercato per gli HFC riciclati / rigenerati e venga consentito l'uso di materiali riciclati / rigenerati ai sensi delle norme sulla riduzione graduale.

### Consumo e domanda

21. C'è una differenza tra il consumo di refrigerante nell'UE (definizione del Protocollo di Montreal che esclude l'import / export di apparecchi precaricati) e la domanda nell'UE (che include tali import / export). La differenza sostanziale è legata al mercato dei condizionatori d'aria di dimensioni ridotte, nel quale vi sono livelli significativi di importazioni di prodotti precaricati. La differenza tra previsioni di consumo e di domanda nell'SKM Refrigerants Model è illustrata in Figura ES 5.

NB: il riutilizzo del refrigerante recuperato non è incluso nelle definizioni di consumo e domanda, che comprendono solamente l'uso di refrigerante vergine.

In questo rapporto, la parola “consumo” si riferisce sempre alla definizione di consumo del Protocollo di Montreal e la parola “domanda” si riferisce sempre a consumo + importazioni di prodotti – esportazioni di prodotti.



### **La necessità di una riduzione graduale precoce dell'HFC 404A**

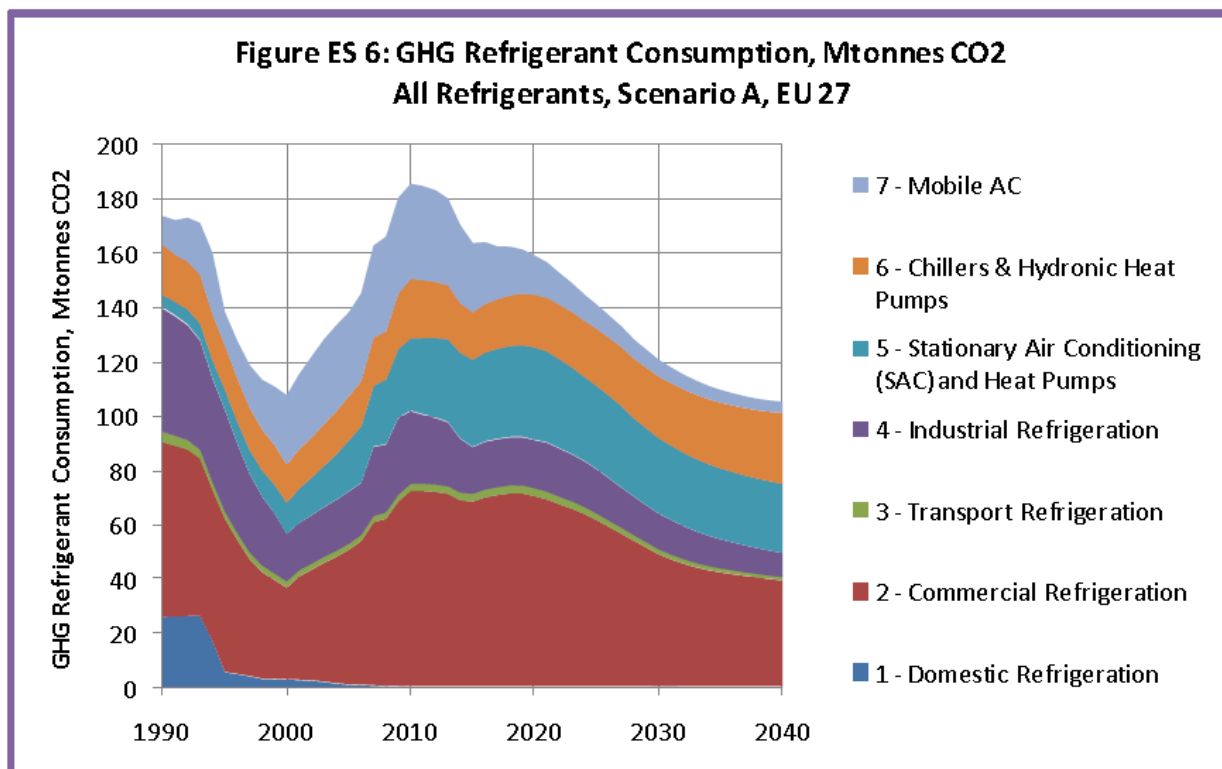
21. L'analisi mostra la relativa importanza dell'HFC 404A in termini di consumo ed emissioni. L'SKM Refrigerants Model mostra che l'HFC 404A costituirà circa il 50% delle emissioni dirette nel periodo compreso tra il 2015 e il 2020, secondo lo Scenario A.
22. Alcuni recenti rapporti, come l'Oko Recherche 2011, l'Erie Armines 2011 e il TEAP 2012 non evidenziano l'importante opportunità rappresentata da una riduzione graduale e precoce dell'HFC 404A. Il TEAP 2012 fa, invece, riferimento a un gruppo singolo di refrigeranti con "GWP medio / alto" che inserisce l'HFC 134a nello stesso gruppo dell'HFC 404A, nonostante i fattori di GWP siano 3 volte maggiori. Questo semplifica troppo la categorizzazione dei refrigeranti e dà a chi detiene il potere decisionale scarsa assistenza circa le migliori opzioni disponibili per la riduzione graduale dell'HFC. Nessuno dei rapporti summenzionati fa preciso riferimento all'uso precoce di altri refrigeranti con GWP medio per impianti nuovi nel breve termine, né alla possibilità di effettuare un retrofitting con un prodotto alternativo nei sistemi esistenti.
23. Evitare l'uso di refrigeranti con GWP molto alto presenta il vantaggio della riduzione delle emissioni dirette del 50% - 70% (presupponendo percentuali di fuga uguali). Le politiche di riduzione graduale dell'HFC dovrebbero permettere agli utenti finali di comprendere quest'opportunità. Chi decide su tali politiche deve capire che l'uso a breve termine di altri HFC con GWP medio sarà un vantaggio per l'ambiente. Nel periodo che va dal 2013 al 2018, l'uso dell'HFC 404A può essere ridotto sostanzialmente mediante l'uso di prodotti alternativi con GWP medio. Nello stesso periodo, possono essere usati anche refrigeranti con GWP molto bassi, come la CO<sub>2</sub>, ma solamente in impianti nuovi.
24. L'analisi mostra che una riduzione graduale precoce dell'HFC404A è essenziale per il raggiungimento del target di riduzione graduale del 30% entro il 2020

### **Uso di refrigeranti leggermente infiammabili**

25. Probabilmente l'uso di refrigeranti leggermente infiammabili sarà una strategia importante per ottenere tagli profondi nel consumo di HFC. Refrigeranti come l'HFC 32, gli HFO e le miscele di HFO offrono GWP bassi o molto bassi uniti a una buona prestazione. Tuttavia, è probabile che barriere "istituzionali" legate ai Codici Deontologici e alla normativa nazionale sulla sicurezza ne limiteranno l'uso nel breve termine. Per l'industria RAC è importante facilitare la comprensione dei rischi connessi ai refrigeranti leggermente infiammabili e per le autorità interessate è importante aggiornare gli standard e le norme al fine di consentirne un uso più diffuso.

### **Risultati per i 7 principali settori di mercato RAC**

26. La Figura ES 6 mostra la suddivisione nel consumo di refrigerante, misurato in tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente, tra i 7 principali settori di mercato RAC. La figura mostra che il mercato maggiore è quello della refrigerazione commerciale, con il suo 40% del consumo totale nel 2010 e 46% nel 2020. Nei seguenti paragrafi sono riassunti i risultati principali per ogni settore di mercato.



27. **Il settore della Refrigerazione Domestica** rappresenta solamente lo 0,2% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. Il valore è basso perché (a) il settore fa già un ampio uso di refrigeranti con GWP molto basso (HC) e (b) i livelli di fuga sono molto bassi, quindi il consumo per la manutenzione è minimo. Nel 1990 il settore domestico rappresentava circa il 15% del consumo, a causa dell'uso del CFC 12 che ha un GWP molto elevato. Il settore domestico rappresenta il 10% del consumo totale di elettricità del 2010 nell'industria RAC. Questo dimostra che il settore domestico è molto più ampio di quanto indichino i dati sul consumo di gas refrigeranti a effetto serra nel 2010. Si stima che, in questo settore, il 90% dei nuovi impianti usi già gli HC. Il resto usa l'HFC 134a. È possibile che, nei nuovi impianti, l'R134a possa essere sostituito con HC o con l'HFO 1234yf prima del 2020.

28. **Il settore della Refrigerazione Commerciale** rappresenta il 40% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. La maggior parte di questo consumo (85%) è imputabile ai grandi impianti di refrigerazione dei supermercati, che impiegano un refrigerante con GWP elevato, l'HFC 404A, nella maggior parte dei casi. Il resto del consumo si divide tra i piccoli sistemi ermetici e le unità condensanti singole. Le percentuali di fuga sono storicamente elevate nel settore commerciale. Nel settore dei supermercati verranno testate molte nuove tecnologie ed è probabile che, in futuro, verranno ampiamente usati impianti di refrigerazione a CO<sub>2</sub>. Anche le miscele di HFO e gli HC avranno probabilmente un ruolo importante nel settore commerciale. Il potenziale per la sostituzione (retrofill) dell'HFC 404A con l'HFC 407A o con il 407F nei sistemi esistenti è buono. Questi prodotti alternativi hanno un GWP pari a circa la metà di quello dell'HFC 404A e possono inoltre offrire un miglioramento in termini di efficienza energetica.

29. **Il settore dei Trasporti refrigerati** rappresenta il 2% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. Questo settore include la refrigerazione usata in furgoni, camion e container. I sistemi attuali fanno un uso significativo del refrigerante ad elevato GWP HFC 404A. In questo settore, il passaggio ai refrigeranti alternativi è stato molto contenuto. Nel breve termine, i refrigeranti con GWP medio, come l'HFC 407A o il 407F, potrebbero essere impiegati al posto dell'HFC 404A. Entro il 2020, le miscele di HFO potrebbero rappresentare l'alternativa economicamente più vantaggiosa. Anche la CO<sub>2</sub> potrebbe trovare applicazione in questo settore.
30. **Il settore della Refrigerazione Industriale** rappresenta il 15% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. Questo è un settore complesso con un'ampia gamma di requisiti in termini di dimensione dei sistemi e di livello di temperatura. È ancora in uso una quantità significativa di HCFC 22 che dovrà essere gradualmente vietato entro la fine del 2014 in base al Regolamento sulla Protezione dello Strato di Ozono. L'ammoniaca è ampiamente usata nei sistemi di grandi dimensioni. Gli HFC vengono usati principalmente in sistemi industriali relativamente piccoli (tra i 20 e i 200 kW). I sistemi attuali che impiegano l'HFC fanno un uso significativo del refrigerante ad elevato GWP HFC 404A. Possono essere adottate varie alternative. L'ammoniaca è adatta ai sistemi di grandi dimensioni e anche la CO<sub>2</sub> potrebbe avere un suo ruolo, specialmente se il recupero del calore diventasse un vantaggio secondario, ma utile. Entro il 2020, le miscele di HFO potrebbero rappresentare un'importante alternativa per i sistemi di piccole dimensioni.
31. **Il settore del Condizionamento dell'Aria Fisso e delle Pompe di Calore** rappresenta il 15% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. Questo settore, in rapida crescita, include vari tipi di sistemi aria/aria tra cui unità per solo raffreddamento, unità reversibili (che offrono condizionamento dell'aria in estate e pompaggio di calore in inverno) e pompe di calore per solo riscaldamento. Attualmente il refrigerante prescelto per molti sistemi è l'HFC 410A, un refrigerante con GWP medio (2.088). Questo refrigerante offre elevati livelli di efficienza energetica e rende i sistemi più compatti (grazie alla dimensione ridotta del compressore). Nel breve termine, per questo settore non sono disponibili prodotti alternativi ininfiammabili con un'applicazione economicamente vantaggiosa. Se potessero essere accettati i refrigeranti leggermente ininfiammabili, attualmente l'opzione disponibile sarebbe l'HFC 32 (GWP 675). Entro il 2020, probabilmente sarà ampiamente disponibile anche una miscela di HFO leggermente ininfiammabile e vantaggiosa. L'elevato livello di crescita di questo mercato porterà a un maggiore consumo di HFC finché non verranno introdotti prodotti alternativi con GWP inferiore. In questo settore le pompe di calore daranno un importante contributo alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> connesse all'energia, specialmente quando la fornitura di elettricità diventerà decarbonizzata.
32. **Il settore dei Refrigeratori (chiller) e delle Pompe di Calore idroniche** rappresenta il 9% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. Questo settore include vari tipi di sistemi idronici (basati sull'acqua) tra cui refrigeratori ad acqua, refrigeratori ad acqua per raffreddamento e per riscaldamento e pompe di calore per solo riscaldamento. Le percentuali di fuga sono basse rispetto a molti altri settori di mercato perché la maggior parte degli impianti è realizzata in fabbrica. Per i sistemi di dimensioni piccole e medie c'è un buon



potenziale per l'uso di prodotti alternativi leggermente infiammabili come l'HFC 32 o miscele di HFO. Nei sistemi più grandi, si sta già testando l'HFO 1234ze come alternativa all'HFC 134a; possono inoltre essere presi in considerazione ammoniacca e HC.

33. **Il settore del Condizionamento dell'Aria Mobile (MAC)** rappresenta il 20% del consumo di gas refrigeranti a effetto serra del 2010. Questo settore include il condizionamento dell'aria delle auto e il condizionamento dell'aria in veicoli più grandi come bus e treni. Il consumo e le emissioni che interessano questo settore si ridurranno rapidamente dopo il 2020, quando l'impatto della Direttiva MAC avrà il suo massimo effetto. Il consumo nel settore MAC delle auto scenderà dai 18 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> del 2010 ad appena 0,04 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> nel 2030. Il consumo in bus e treni non scenderà altrettanto rapidamente, perché non sono ancora disponibili prodotti alternativi così vantaggiosi. Entro il 2020 potrebbe essere disponibile una miscela di HFO ininflamabile adatta all'uso.

### **Conclusioni dello Studio**

34. Le principali conclusioni dello studio sono le seguenti:

- a) Fare previsioni precise per un periodo di 20 - 30 anni è molto difficile, specialmente perché alcuni dei refrigeranti che verranno usati non sono ancora in commercio o sono ancora nelle prime fasi del loro sviluppo commerciale.
- b) La prevenzione delle fughe è una strategia determinante volta alla riduzione graduale dell'HFC. Le fughe comportano il 60% della domanda di refrigerante, se consideriamo lo Scenario A. Applicando l'attuale Regolamento sui Gas Fluorurati, ci sono ottime possibilità di ridurre notevolmente le fughe. Le misure supplementari, previste dal Regolamento revisionato, finalizzate a minimizzare le fughe aiuteranno a raggiungere la riduzione graduale degli HFC.
- c) La riduzione graduale del consumo dell'HFC 404A può portare a tagli precoci e profondi. Per questo refrigerante con un GWP elevato ci sono già dei prodotti alternativi disponibili per praticamente tutti i tipi di impianti nuovi e in molti sistemi esistenti l'attuale refrigerante può essere sostituito con refrigeranti con GWP medio.
- d) L'efficienza energetica continua ad avere un'importanza cruciale. L'80% del totale delle emissioni RAC nel 2015 deriveranno dall'energia, di cui il 20% dalle perdite dirette di refrigerante. La proporzione di emissioni legate all'energia aumenterà con l'effettiva riduzione graduale degli HFC. Gli sforzi finalizzati a migliorare l'efficienza non devono essere compromessi da limitazioni inadeguate sull'uso del refrigerante.
- e) I vantaggi energetici derivanti dalle pompe di calore sono potenzialmente maggiori rispetto ai risultati di una riduzione graduale dell'HFC. Nel 2030, le riduzioni di emissioni nette ottenute grazie alle pompe di calore (rispetto alle caldaie a gas) potrebbero superare i 150 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>, rispetto alla diminuzione di circa 65 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> proveniente dalla riduzione graduale degli HFC. Per massimizzare tale



beneficio, è di vitale importanza che si renda disponibile un refrigerante per pompe di calore efficiente dal punto di vista energetico.

- f) Le linee di riferimento delle proposte di riduzione graduale di Nord America (NA) e UE RED non sono realistiche, essendo basate sul consumo dei periodi 2005 – 2008 e 2004 - 2006. Non tengono conto degli aumenti del consumo dal 2008 e, di conseguenza, impediscono di raggiungere i primi stadi della riduzione graduale. Le linee di riferimento definite per il periodo 2010 - 2012 offrirebbero un miglior punto di partenza per delineare un profilo di riduzione graduale.
- g) Per avvicinarsi alla proposta NA di riduzione graduale sono necessari profondi tagli al consumo. Smettere di usare l'HFC 404A il prima possibile (attraverso l'uso di HFC con un GWP medio in tempi brevi) e lanciare iniziative finalizzate alla riduzione delle fughe sono strategie importanti e poco costose. L'uso di CO<sub>2</sub>, ammoniaca, HC, HFO e miscele di HFO negli impianti nuovi dei relativi mercati porterà alla maggior parte dei tagli agli HFC sul lungo termine.
- h) I profili di riduzione graduale UE RED et RED 10 sono troppo difficili da raggiungere in maniera economicamente vantaggiosa. I tagli precoci sono eccessivi (a causa di linee di riferimento irrealistiche che non riflettono la crescita di mercato) e anche lo step finale è troppo profondo (10% della linea di riferimento rispetto alla proposta NA del 15%).
- i) La rapida disponibilità e lo sviluppo commerciale delle miscele HFO potrebbero avere un'importante influenza in certi settori di mercato, specialmente nei mercati in rapida crescita di condizionamento dell'aria e pompe di calore.
- j) Gli sforzi per rimuovere le barriere all'uso di refrigeranti leggermente infiammabili (es.: modifiche alle norme antincendio nazionali o ai codici di sicurezza) permetteranno un ingresso molto più rapido dei prodotti alternativi con GWP basso.
- k) Il vantaggio economico medio delle misure di riduzione graduale nei settori RAC nel loro insieme rientra nell'intervallo €15 - €25 per tonnellata risparmiata. Questi dati risentono dei presupposti iniziali: si possono pertanto ottenere costi di abbattimento nel range €4 - €43 per tonnellata risparmiata.
- l) Il vantaggio economico medio delle misure di riduzione graduale nei settori non RAC è migliore: circa €10 per tonnellata risparmiata per aerosol, schiume e protezione antincendio.
- m) È importante capire la distinzione tra consumo in UE (senza HFC nei prodotti precaricati) e domanda in UE (che prende in considerazione anche gli HFC nei prodotti precaricati importati). Un processo di riduzione graduale che guarda unicamente al consumo potrebbe permettere l'importazione illimitata di impianti precaricati contenenti gas soggetti a riduzione graduale: questa "falla", all'interno di una politica volta alla riduzione graduale, va ovviamente evitata.