



POLITECNICO
MILANO 1863



LA MICROGENERAZIONE: VANTAGGI ECONOMICI E AMBIENTALI

PROF. GIANLUCA VALENTI, POLITECNICO DI MILANO

Environmental and economic implications of small-scale CHP

Rodney Evans

This paper discusses the possible environmental and economic implications of small-scale combined heat and power (CHP) in the UK. The technology is based on internal combustion engines running on natural gas. Electricity is generated with high efficiency from a fuel that has the lowest carbon to energy content of the fossil fuels. Furthermore, this form of CHP has the potential to be applied very widely. Viable installations could range from 40 kW(e) in small commercial buildings to over 50 MW(e) on large industrial sites. Small-scale CHP therefore offers great scope for reducing emissions of CO₂, a major contributor to global warming.

Keywords: Environment; Economics; Small-scale CHP

used on site. With the advent of plentiful supplies of natural gas, which is an excellent fuel for ICEs, the minimum economic size for a CHP plant has been greatly reduced; roughly speaking from megawatts to tens of kilowatts. This greatly increases the scope for CHP. This is especially true for space heating. A major advantage of small-scale CHP is that the space heating requirements of larger buildings (roughly over 1000 m² floor area) can be met by in-house CHP. This avoids the very high capital costs of a city-wide heat distribution system which has been a major barrier to district heating (at least in the UK). The existing gas system is used as the energy carrier instead.

The effect on emissions is also important. Those of interest are sulphur dioxide SO₂, nitric oxides

Da allora:

- avanzamento del **contesto tecnologico**
- evoluzione della **regolamentazione** del settore energetico
- apertura dell'**infrastruttura elettrica** ai piccoli produttori



DEFINIZIONI

Cogenerazione

produzione combinata di potenza elettrica e potenza termica (acqua calda, vapore o altro fluido termovettore) da una **fonte comune** e tramite un **unico processo**

(Combined Heat and Power, CHP, cogeneration)

Microcogenerazione

impianto di «**micro taglia**» **rispetto alle grandi centrali** termoelettriche, ove per micro si intende tipicamente inferiore a 50 kW di potenza elettrica generata



Conversione termomeccanica Conversione elettrochimica

- combustione interna
 - motore a pistoni
 - micro turbina a gas
- combustione esterna
 - motore Stirling
 - motore a fluido organico (*ORC*)

- celle a combustibile
 - membrane a scambio protonico (*PEMFC*)
 - a ossidi solidi (*SOFC*)



VANTAGGIO (QUALITATIVAMENTE)

Coprire i **carichi elettrico e termico di un utente**, utilizzando un **quantitativo minore di fonte energetica** rispetto alla **generazione separata**



Centrale elettrica



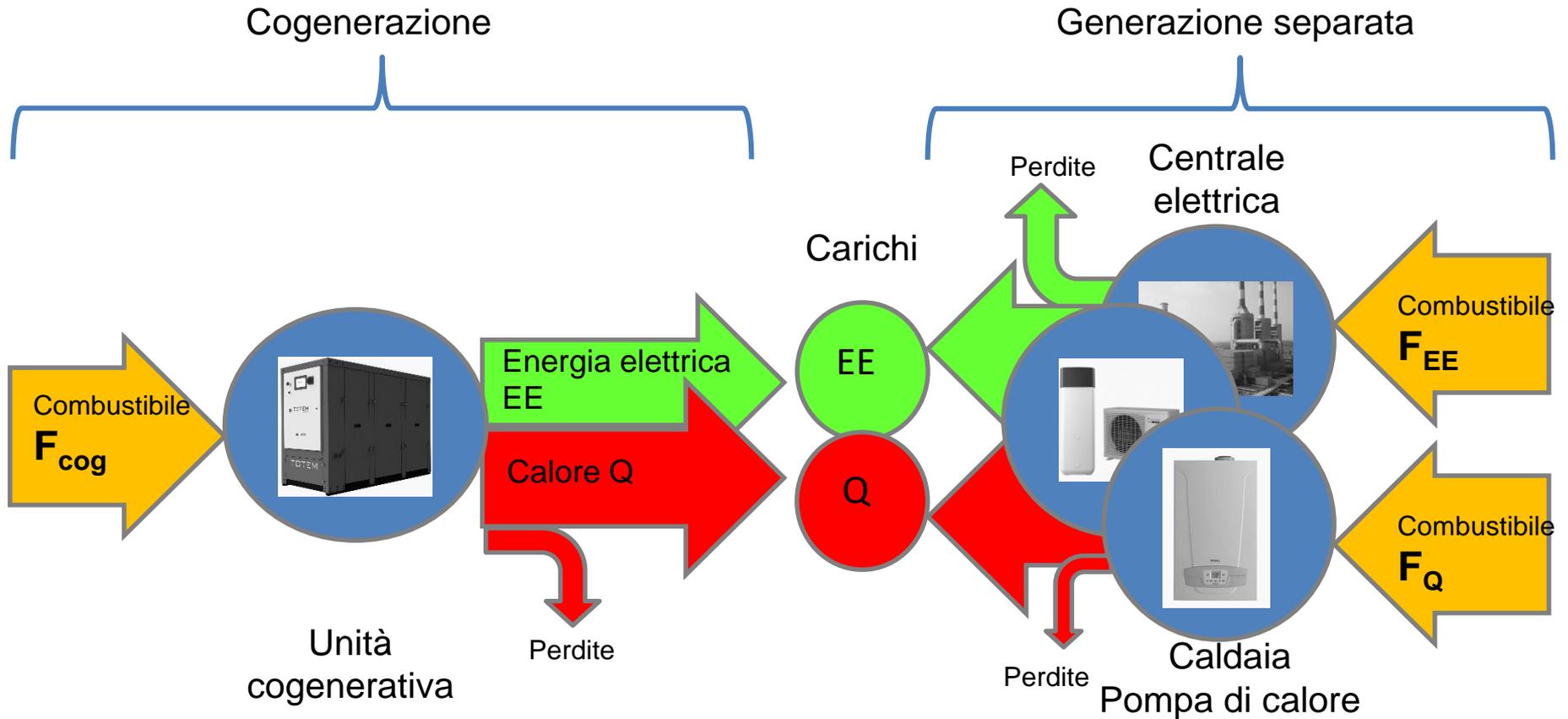
Caldaia a condensazione



Pompa di calore

Nella **generazione separata** la produzione di potenza elettrica avviene a **elevata efficienza**, ma comunque **sprecando potenza termica in ambiente**

CONFRONTO ENERGETICO

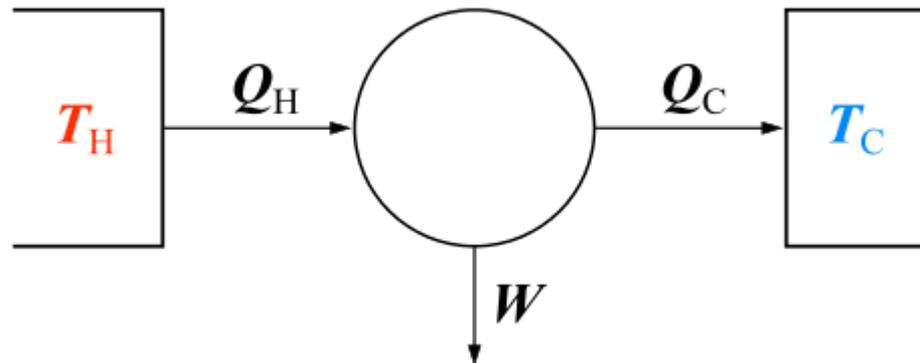


Si ottiene un vantaggio se F_{cog} è minore di $F_{EE} + F_Q$ a parità di carichi EE e Q per l'utente

CONFRONTO TERMODINAMICO

La cogenerazione è **un modo vantaggioso** di utilizzare un combustibile dal **punto di vista termodinamico**:

- sfrutta le **alte temperature** della combustione (T_H) per generare **potenza elettrica** (W) tramite un **ciclo**



- genera **potenza termica** (Q_C) alle **basse temperature** (T_C) della cessione termica del ciclo all'ambiente

VANTAGGI (QUANTITATIVAMENTE)

Stime tratte da **pubblicazioni** di:

- **International Energy Agency**
(ente internazionale per l'energia)
- **International Energy Agency – EBC Annex 54**
(progetto IEA per la microgenerazione)
- **Cogeneration Observatory and Dissemination Europe**
(due progetti finanziati dalla Comunità Europea, CODE1 e 2)
- **COGEN Europe**
(associazione europea per la cogenerazione)
- **Carbon Trust**
(società di ricerca/consulenza per il futuro sostenibile)
- **Laboratorio di Micro-Cogenerazione**
(struttura del Politecnico di Milano)



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

IEA si concentra principalmente su **cogenerazione di media e grande taglia**, unita spesso al **teleriscaldamento**

«There is a **considerable potential** for energy savings in **heating and cooling** that remains largely **untapped**. Today, heating and cooling in **buildings and industry** account for approximately **40% of final energy use.**»*

«Cogeneration and district heating status. **Slow progress** despite their enhanced conversion efficiency.»**

* IEA. *Energy Technology Perspectives. Executive Summary. 2017*

** IEA. *Tracking Clean Energy Progress. 2014*



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – EBC ANNEX 54

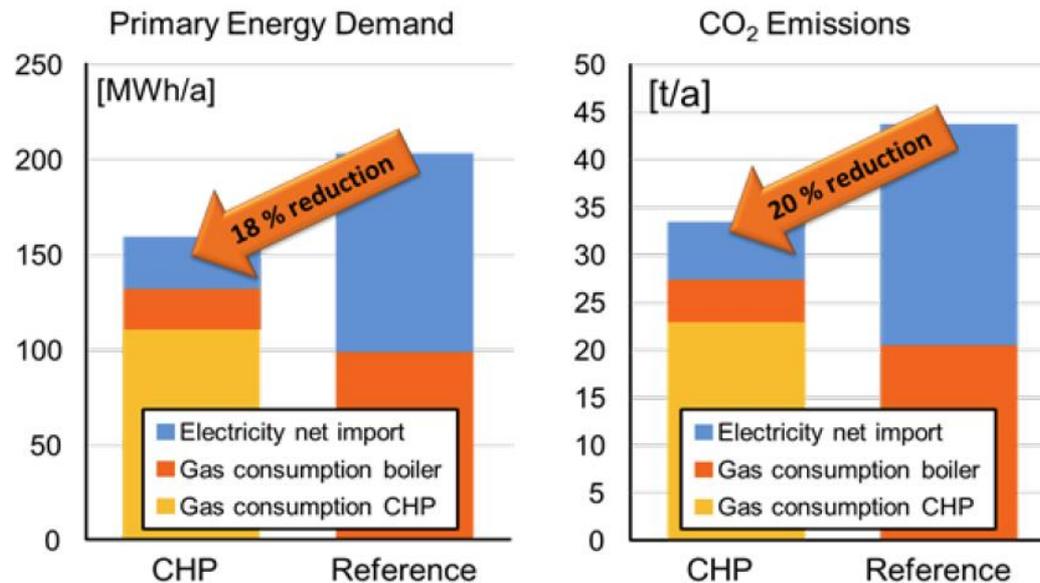
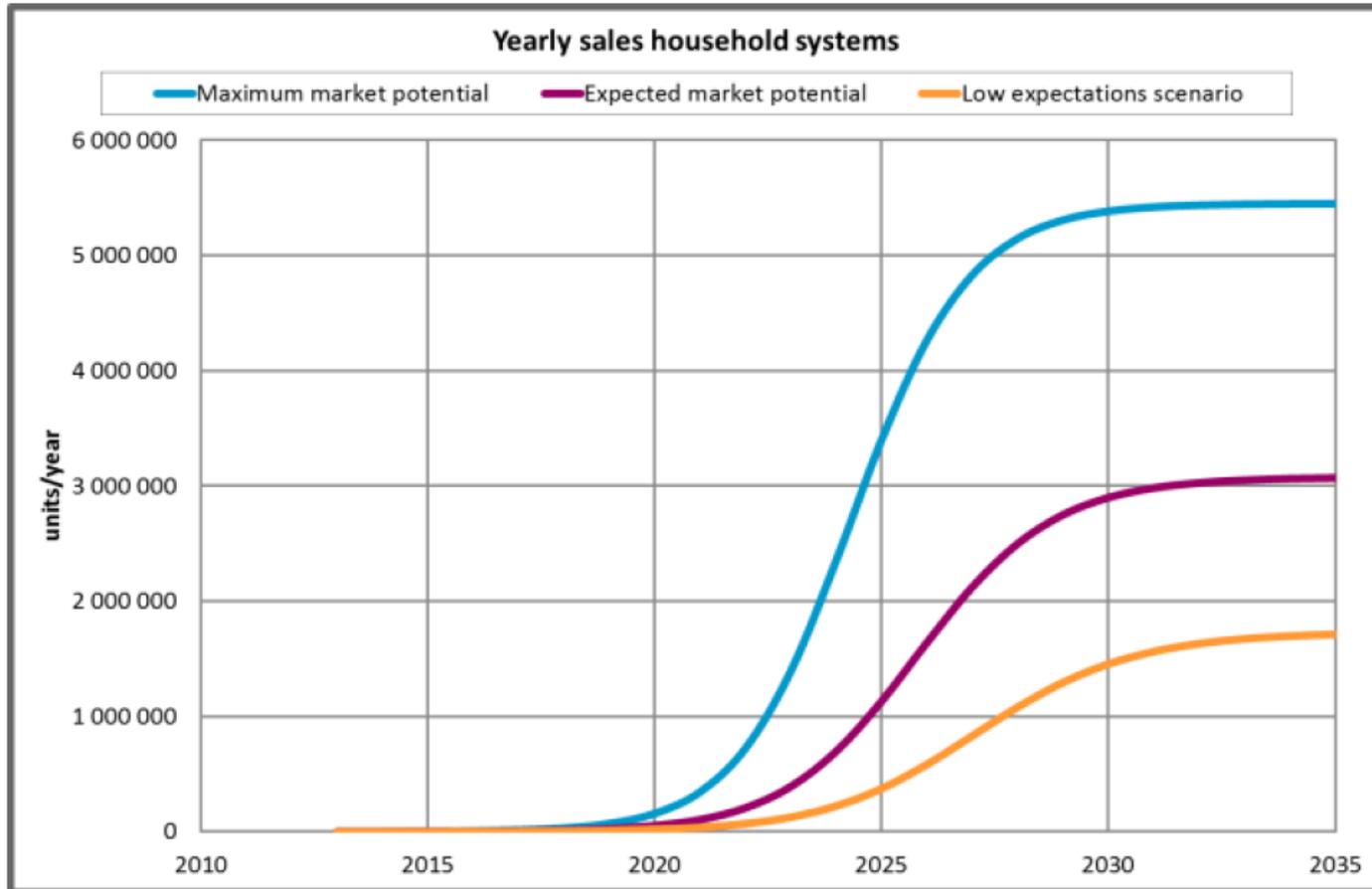


Figure 4. Primary energy savings and CO₂-emission reduction.

«In terms of economic performance, **significant cost savings** (about 20%-30%) can be obtained, but very often the **initial installation cost [...] considerably high.**»*

* IEA EBC. *Integration of Micro-Generation and Related Energy Technologies*. 2015

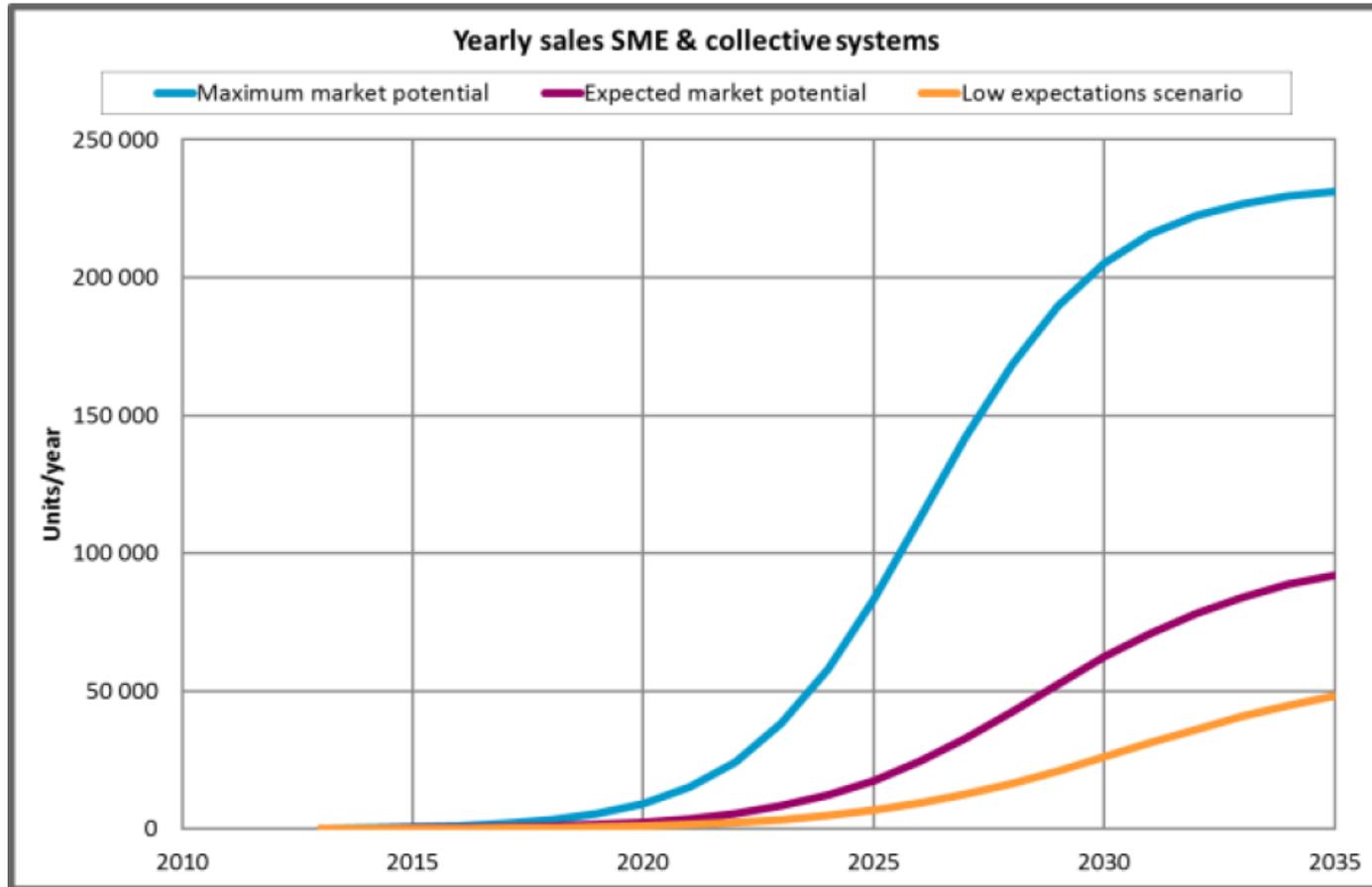
CODE2 – SETTORE RESIDENZIALE (1-5 kW)



* *CODE2. Micro-CHP potential analysis: European level report. 2015*



CODE2 – SETTORE PICCOLE/MEDIE IMPRESE (5-50 kW)



* *CODE2. Micro-CHP potential analysis: European level report. 2015*



COGEN EUROPE

BUILDINGS ACCOUNT FOR

[40%]

OF EU ENERGY CONSUMPTION

BUILDINGS ACCOUNT FOR

[36%]

OF CO₂ EMISSIONS IN THE EU

number of buildings in europe



160 million

MORE THAN
[35%]

OF BUILDINGS ARE MORE
THAN 50 YEARS OLD



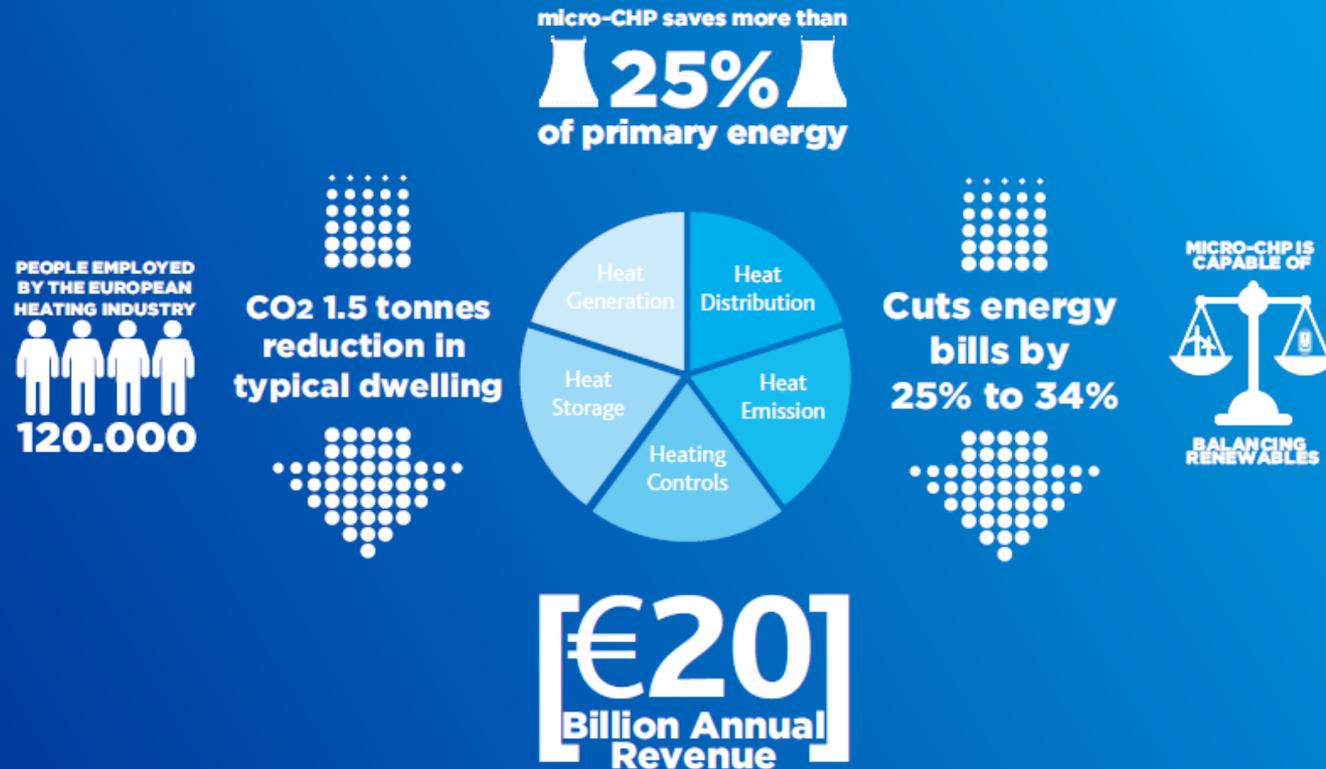
100 million

GAS BOILERS INSTALLED IN EUROPE'S HOMES

* *COGEN Europe. The benefits of micro-CHP: Decarbonising heat. 2015*



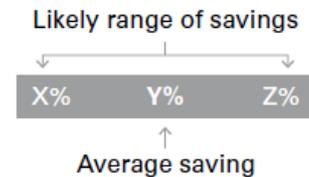
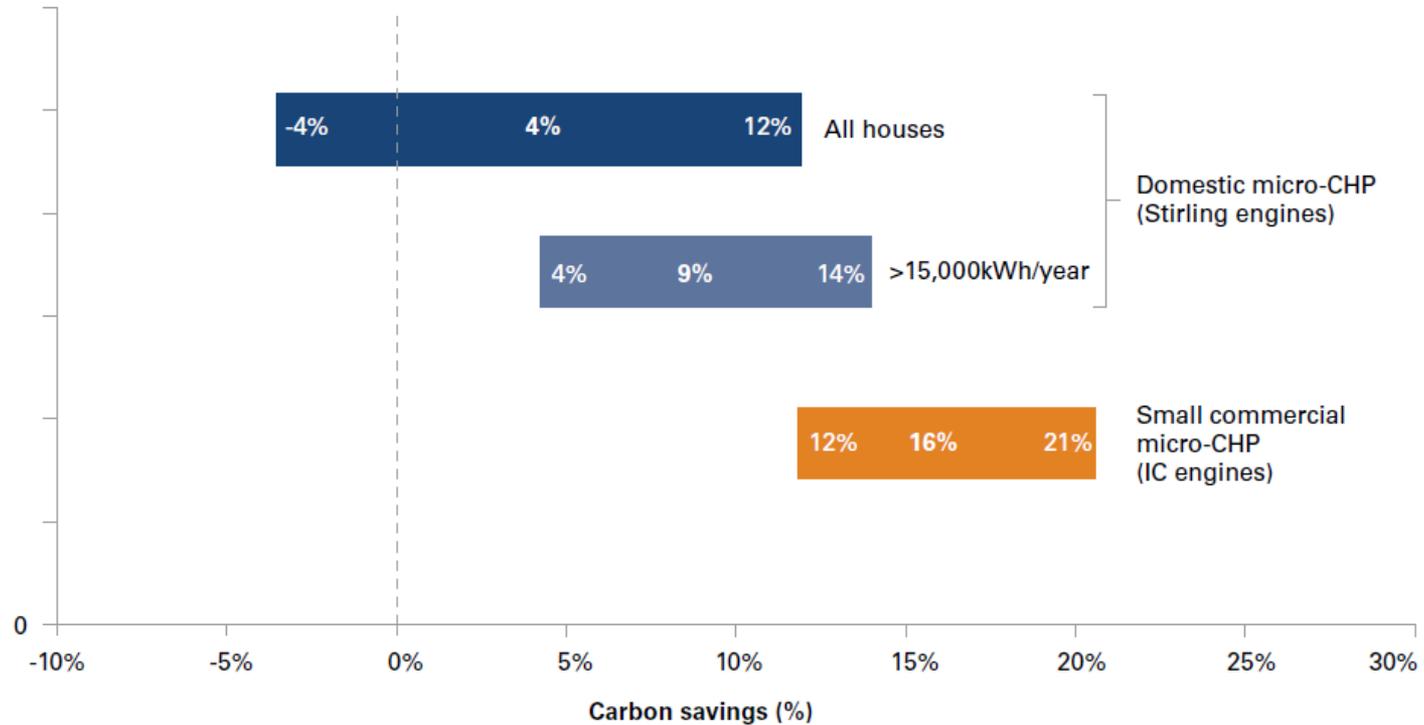
COGEN EUROPE



* COGEN Europe. The benefits of micro-CHP: Fostering economic growth. 2015

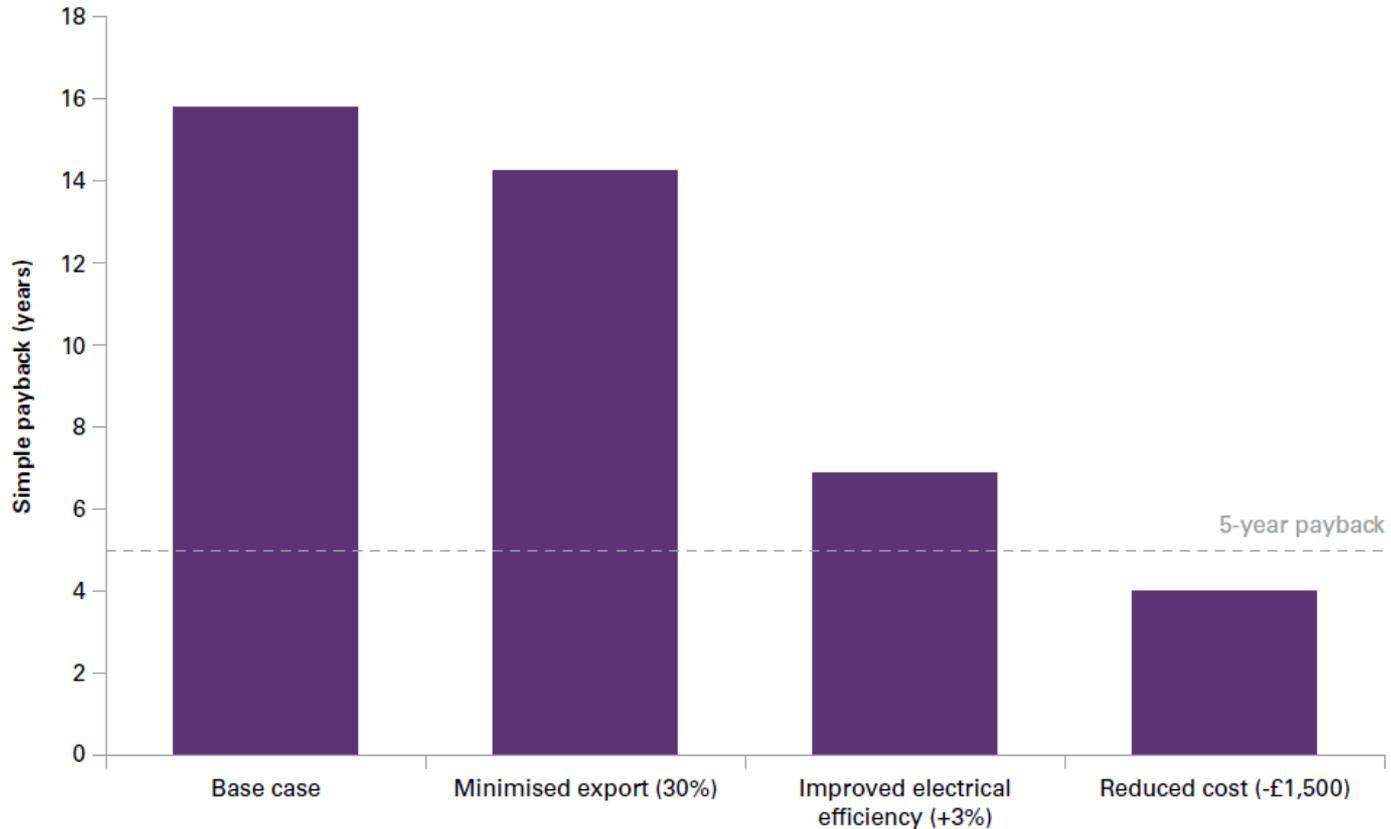


Figure E1 Summary of percentage annual savings for individual sites in the field trial



* Carbon Trust. *Micro-CHP Accelerator. 2011*

Figure 5.5 Impact of improved performance and reduced cost on cost-effectiveness of domestic micro-CHP (with current UK subsidy regime)

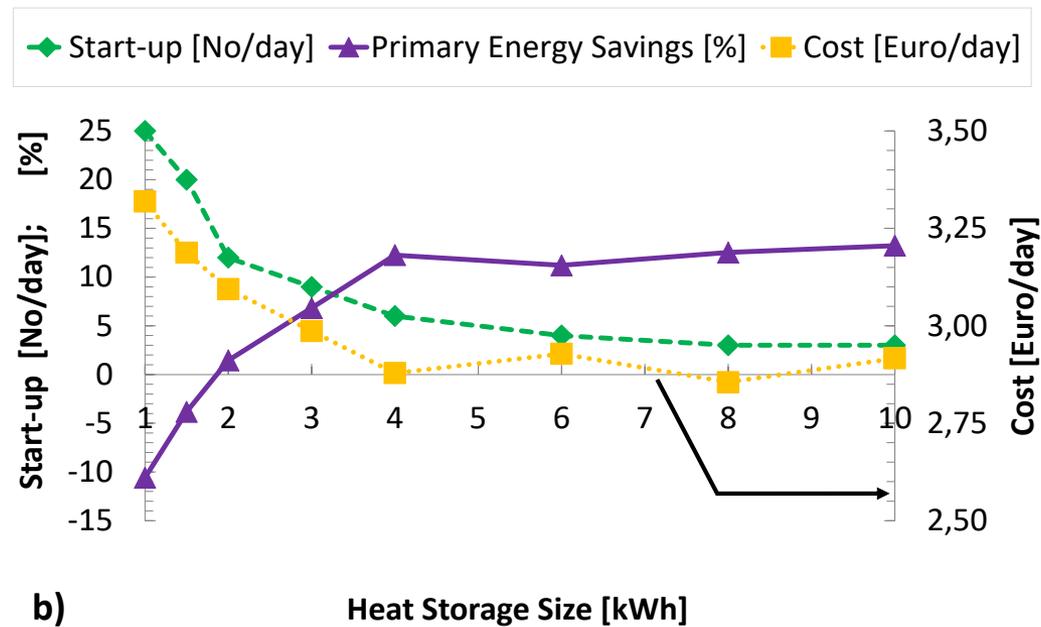


* Carbon Trust. *Micro-CHP Accelerator. 2011*

LABORATORIO DI MICRO-COGENERAZIONE

Condizioni necessarie per il **buon esito** sono:

- concomitanza (o quasi) dei carichi
 - adeguati dimensionamento e gestione dell'impianto
- per **evitare ripetuti avviamenti e spegnimenti**



CONTESTO TECNOLOGICO

La microgenerazione è in **grande sintonia** con:

- **reti elettriche intelligenti** (*smart grids*), perché l'insieme dei microgeneratori è un **impianto virtuale** utilizzabile dal Gestore ai fini del controllo della rete localmente
- **accumuli elettrici e termici** (*storage*), perché i microgeneratori sono **programmabili** dai Proprietari ai fini del bilanciamento delle **fonti rinnovabili aleatorie**
- **mobilità elettrica**



CONCLUSIONI

Metodo di produzione di potenza con **tecnologie mature**
in linea con l'evoluzione delle infrastrutture energetica

Produzione che permette **risparmi energetici ed economici**
oltre **ridotto impatto ambientale**
(se ben progettata e gestita)

Mercato non ancora sviluppato opportunamente
ma di **grande potenzialità** per operatori e Società



CONTATTI

Prof. Gianluca Valenti
Politecnico di Milano
Dipartimento di Energia
Via Lambruschini 4A
20156, Milano
gianluca.valenti@polimi.it
www.gecos.polimi.it

