

Federazione Regionale degli Ordini
degli Ingegneri della Toscana

ENERGIA E SOSTENIBILITA'

EFFICIENZA ENERGETICA
E SOSTENIBILITA' IN EDILIZIA

RISORSE RINNOVABILI E TECNOLOGIE INNOVATIVE IN EDILIZIA

Prof. Ing. Fabio Fantozzi

Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi
del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)

Università di Pisa

Via Diotisalvi, 2 – 56126 PISA

f.fantozzi@ing.unipi.it



UNIVERSITÀ DI PISA

Sessione pomeridiana:
OSSERVATORIO NAZIONALE SULLA EFFICIENZA
ENERGETICA NEL SETTORE EDILIZIO

VENERDI' 07 GIUGNO 2013

Sessione mattutina:
EFFICIENZA E CERTIFICAZIONE ENERGETICA
A 8 ANNI DAL D.LGS 192/05

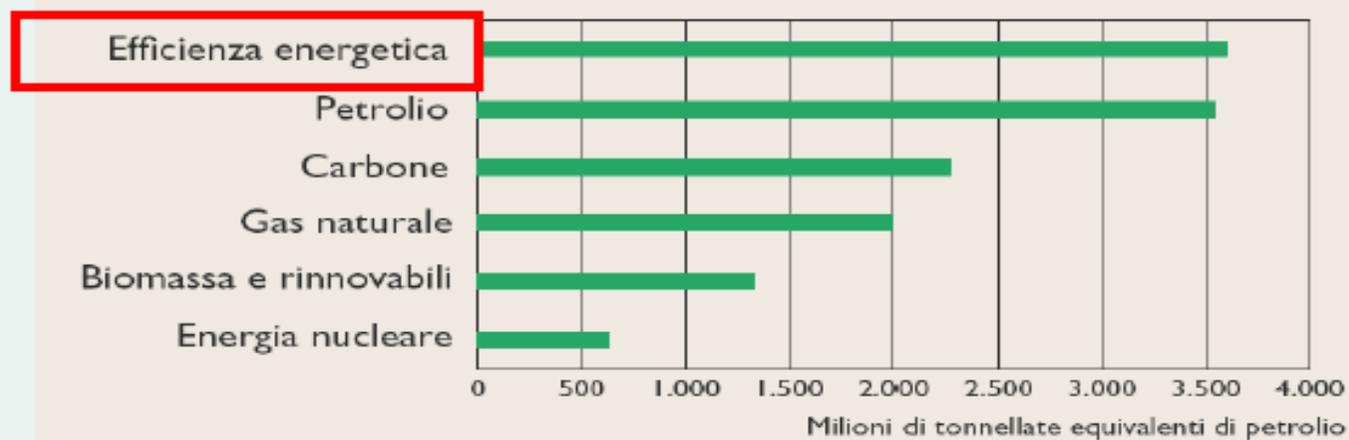
Sessione pomeridiana:
EFFICIENZA ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ: SVILUPPI
FUTURI E INNOVAZIONE

RIFLESSIONE

Il grafico è ormai superato in termini % ma contiene un'importante considerazione sempre attuale

Potenzialità del risparmio energetico

- Il grafico riportato di seguito rappresenta il ruolo delle varie risorse nel bilancio energetico mondiale.
- Il **sesto combustibile**, ovvero l'**efficienza energetica**, è la maggiore fonte di energia nonché la fonte energetica più pulita.



Fonte: Cenef Bulletin no 35, April-June 2002.

Principali interventi per l'efficienza energetica

Valutazione tempi ritorno (T.R.) a costo attuale dell'energia e incentivi cogenti



Alto costo T.R. 12-30a	Medio costo T.R. 6-12a	Basso costo T.R. 3-5 a	Basso costo T.R. 2-4 a	Basso costo T.R. <2 a
Edilizi	Impiantistici	Gestionali	Manutenzione	Comportamento
Sostituzione infissi (taglio termico, doppio o triplo vetro, argon)	Coibentazione tubazioni esterne per riscaldamento	Regolazione automatica valvole termostatiche	Pulizia e taratura impianti di climatizzazione, di illuminazione	-1 c in inverno +1 c in estate
Elementi schermanti	Sostituzione generatore calore	Sostituzione lampade tradizionali	Programmazione interventi sinergici con l'efficienza energetica	Sensibilizzazione e coinvolgimento degli utenti
Isolamento copertura e primo solaio	Impianti di climatizzazione ad alta efficienza, e di illuminazione integrati con le fonti rinnovabili	Regolazione automatica illuminazione (tempo e intensità)	Contratti servizio energia	Illuminazione spenta dove non necessario
Bioclimatica, solare attivo e passivo	Impianto solare termico e fotovoltaico, VRV (Variable Refrigerant Volume), VRF (Variable Refrigerant Flow)	Sistema intelligente integrato per la gestione e regolazione degli impianti		Finestre chiuse con riscaldamento o condizionamento in funzione
Interventi a "pieno edificio"		Contrattualistica fornitura energia e servizi energia		

RIFLESSIONE CONSEGUENTE

La cosa più bella sarebbe immaginare un'edilizia sostenibile dove le energie rinnovabili, i materiali da costruzione eco-compatibili e le migliori pratiche nel settore della bio-edilizia convivono in un'unica struttura.

La consuetudine con cui si vorrebbe sempre riscontrata l'integrazione architettonica ed energetica tra i differenti sistemi di produzione di energia rappresenta di sicuro il futuro dell'edilizia, sia essa pubblica o privata, dedicata all'industria o al commercio.

RIFLESSIONE CONSEGUENTE

E poi non si può trascurare, nelle scelte da praticare, una significativa distinzione:

- edilizia nuova
- edilizia esistente

perché le scelte da praticare e i punti di vista con cui analizzare il sistema edificio – impianto possono essere completamente diverse.

E ci sarebbe da porsi soprattutto il problema di come riqualificare se si tiene conto della seguente situazione:

Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione

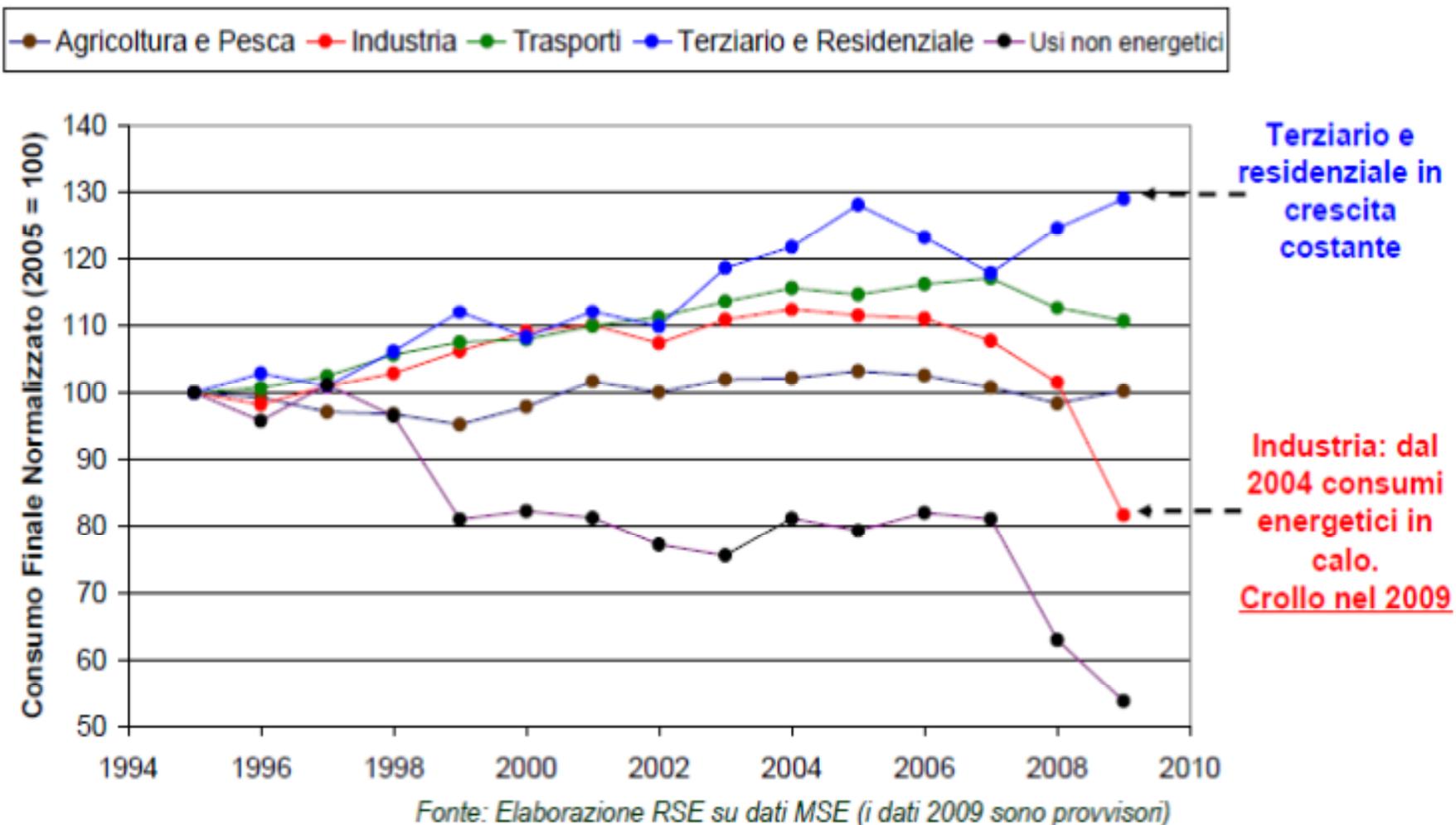
Edifici

	Prima del 1919	Dal 1919 al 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1971	Dal 1972 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	dopo il 2001	Totale
Piemonte	316.845	128.529	101.827	120.461	107.233	53.989	48.250	28.132	905.278
Valle d'Aosta	10.546	4.064	4.975	5.770	6.281	4.304	3.121	1.598	40.659
Lombardia	251.018	143.059	207.746	263.994	225.047	132.338	116.256	67.080	1.406.538
Liguria	90.182	35.398	35.370	37.915	26.136	13.491	9.222	12.432	260.144
Trentino-Alto Adige	53.879	16.888	20.709	29.452	27.018	18.607	19.409	52.409	238.369
Veneto	148.780	93.000	146.372	205.167	184.075	98.607	84.255	12.315	972.571
Friuli-Venezia Giulia	56.088	29.286	40.323	47.764	56.520	30.053	20.280	6.095	286.409
Emilia-Romagna	129.045	94.115	135.151	140.989	121.597	61.251	52.918	35.107	770.173
Toscana	205.268	95.522	105.764	105.588	82.869	42.317	30.394	20.047	687.769
Umbria	39.857	17.136	23.057	28.273	30.749	18.462	14.483	6.861	178.878
Marche	69.910	36.235	40.741	51.055	49.845	24.876	17.172	11.872	301.706
Lazio	99.483	66.226	111.584	139.028	162.014	101.062	53.170	29.588	762.155
Abruzzo	73.619	47.413	49.445	52.113	51.715	34.434	19.539	16.660	344.938
Molise	34.735	17.976	12.346	11.353	11.378	8.745	5.151	3.360	105.042
Campania	132.242	87.747	97.772	137.361	155.039	148.847	63.139	26.780	849.527
Puglia	123.865	107.894	132.797	159.684	188.753	127.603	53.268	34.483	928.347
Basilicata	31.714	19.621	22.811	20.882	20.518	21.495	10.931	4.538	152.510
Calabria	91.985	90.089	89.135	92.936	105.447	80.456	36.784	19.450	606.282
Sicilia	149.826	204.598	210.007	242.033	275.742	190.317	80.315	34.989	1.387.827
Sardegna	41.372	49.021	71.897	76.139	94.634	79.238	52.970	25.792	491.063
Italia	2.150.259	1.383.815	1.659.829	1.967.957	1.983.206	1.290.502	791.027	449.588	11.676.183

Fonte: elaborazione e stime CRESME / SI

CRESME = Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio

Andamento Consumi Finali in Italia – per settore



RIFLESSIONE CONSEGUENTE

Questa premessa, allo scopo di comprendere che non esistono soluzioni assolute e che non serve innamorarsi di una nuova tecnologia perché, spesso, non ci permette di risolvere qualsiasi problema si debba affrontare.

Quanto vedremo, in modo molto sintetico, vuol rappresentare soltanto un momento di riflessione che poi si deve essere capaci di ricalcare nel nuovo o nell'esistente, integrandosi in quest'ultimo caso con molte altre esigenze, tutte ugualmente importanti e comunque da soddisfare.

RIFLESSIONE CONSEGUENTE

Bisogna inoltre farsi guidare dalla profonda conoscenza di alcuni aspetti normativi che, comunque, rappresentano traguardi che l'Europa, a cui apparteniamo, si è posta e che rappresentano un punto di partenza di cui dovremmo, caso mai, imparare a fare meglio.

Esaminiamone velocemente alcuni passaggi significativi:

N O R M A T I V A
di riferimento

Relazione tra legislazione e normativa tecnica

abrogata dal 1° febbraio 2012

Direttiva 2002/91/EC sul rendimento energetico nell'edilizia

- ✓ Adozione di una metodologia di calcolo della prestazione energetica
- ✓ Definizione di requisiti energetici
- ✓ Certificazione energetica
- ✓ Ispezione degli impianti

DIRETTIVA 2010/31/UE SULLA "PRESTAZIONE ENERGETICA NELL'EDILIZIA"

Mandato al CEN

Normativa tecnica europea

Recepimento di norme CEN
UNI EN ISO 13790

Recepimento della Direttiva

DLgs 192/2005 + DLgs 311/2006

DPR 59/2009

DM 26/06/09

Adozione di norme tecniche nazionali

Normativa tecnica Nazionale

(UNI, DIN, FNOR, BSi...)

Legislazione nazionale

DLgs 115/2008 (Dir.2006/32/CE)

UNI TS 11300

abrogata dalla Direttiva 2012/27/UE

Di quali altri strumenti dispone il nostro Paese per dare risposta a problematiche di questa importanza, con particolare riferimento agli edifici?

- ~~* **DIRETTIVA 2005/32/CE** (EUP: Energy Using Products), detta anche “Ecodesign” e relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia;~~
- ~~* **D.Lgs 6 Nov.2007 N. 201** di recepimento;~~

già modificata da

- * **DIRETTIVA 2008/28/CE** dell'11/03/2008 (che modifica la direttiva 2005/32/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia,);
- * **DIRETTIVA 2009/125/CE** del 31/10/2009
- * **DECRETO 16/02/11 N. 15** di recepimento

OSSERVAZIONI dalla Direttiva 2002/91/CE - **DIRETTIVA 89/106/CE**

➤ Ai sensi della Direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21/12/88, l'edificio ed i relativi impianti avrebbero dovuto essere da tempo progettati e realizzati in modo da possedere 6 Requisiti essenziali applicabili alle opere e suscettibili di influenzare le caratteristiche tecniche di un prodotto; in particolare, un basso consumo di energia, tenuto conto delle condizioni climatiche del luogo e nel rispetto del benessere degli occupanti.

Dec5mar07

All.1

All.2

All.3

Direttiva del Consiglio del 21 dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i **PRODOTTI DA COSTRUZIONE (89/106/CEE)**.

La direttiva individua i sei requisiti essenziali a cui devono essere conformi le opere di costruzione:

1. resistenza meccanica e stabilità;
2. sicurezza in caso di incendio;
3. igiene, salute e ambiente;
4. sicurezza nell'impiego;
5. protezione contro il rumore;
6. risparmio energetico e ritenzione del calore.

Fra i sei requisiti essenziali è compreso il **"risparmio energetico e ritenzione del calore"**. Si tratta di un'affermazione di principio che genera importanti conseguenze: una serie di documenti interpretativi illustrano i requisiti che devono possedere materiali, impianti e loro componenti per assicurare alla costruzione questo requisito.

*La Direttiva 89 è stata sostituita dal **REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011***

- * Dalla DIRETTIVA SAVE 2006/32/CE del 5 aprile 2006 (che aveva abrogato la vecchia Dir. 93/76/EEC e lo è stata a sua volta dalla Direttiva 2012/27/UE);

Esempi di misure di miglioramento dell'efficienza energetica ammissibili

Settori abitativo e terziario:

- a) riscaldamento e raffreddamento (ad esempio pompe di calore, nuove caldaie efficienti, installazione/aggiornamento efficiente di sistemi di teleriscaldamento e raffreddamento);
- b) isolamento e ventilazione (ad esempio isolamento delle cavità murarie e dei tetti, doppi/tripli vetri alle finestre, riscaldamento e raffreddamento passivo);
- c) acqua calda (ad esempio installazione di nuovi dispositivi, uso diretto ed efficiente per il riscaldamento degli ambienti, lavatrici);
- d) illuminazione (ad esempio nuove lampade e alimentatori a risparmio energetico, sistemi di controllo digitale, uso di rivelatori di movimento negli impianti di illuminazione degli edifici a uso commerciale);
- e) cottura e refrigerazione (ad esempio, nuovi apparecchi efficienti, sistemi di recupero del calore);
- f) altre attrezzature e apparecchi (ad esempio apparecchi di cogenerazione, nuovi dispositivi efficienti, sistemi di temporizzazione per l'uso ottimale dell'energia, riduzione delle perdite di energia in stand-by, installazione di condensatori per ridurre la potenza reattiva, trasformatori a basse perdite);
- g) generazione domestica di fonti di energia rinnovabile che consente di ridurre la quantità di energia acquistata (ad esempio applicazioni termiche dell'energia solare, acqua calda domestica, riscaldamento e raffreddamento degli ambienti a energia solare).

e sulla nuova Direttiva 2012/27/UE si parla proprio di

(35) La cogenerazione ad alto rendimento e il teleriscaldamento e teleraffreddamento presentano significative possibilità di risparmio di energia primaria che sono largamente inutilizzate nell'Unione. È opportuno che gli Stati membri effettuino una valutazione globale del potenziale della cogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento e teleraffreddamento. Tali valutazioni dovrebbero essere aggiornate, su richiesta della Commissione, per fornire agli investitori informazioni relative ai piani nazionali di sviluppo e contribuire a creare un contesto stabile e favorevole agli investimenti. I nuovi impianti di

produzione di energia elettrica e gli impianti esistenti che sono stati profondamente ammodernati o i cui permessi o licenze sono rinnovati dovrebbero, su riserva di un'analisi costi-benefici che dimostri un surplus costi-benefici, essere dotati di unità di cogenerazione ad alto rendimento per recuperare il calore di scarto derivante dalla produzione di energia elettrica. Il calore di scarto potrebbe poi essere trasportato dove è necessario mediante le reti di teleriscaldamento. Gli eventi che determinano

* Art. 2 - definiz. teleriscaldamento e cogenerazione

30) «cogenerazione», la produzione simultanea, nell'ambito di un unico processo, di energia termica e di energia elettrica o meccanica;

41) «teleriscaldamento e teleraffreddamento efficienti», un sistema di teleriscaldamento o teleraffreddamento che usa per almeno il 50 % energia rinnovabile, il 50 % calore di scarto, il 75 % calore cogenerato o il 50 % una combinazione di tale energia e calore;

39) «unità di micro-cogenerazione», un'unità di cogenerazione con una capacità massima inferiore a 50 kW_e;

33) «elettricità da cogenerazione», l'elettricità generata in un processo abbinato alla produzione di calore utile e calcolata secondo la metodologia riportata nell'allegato I;

34) «cogenerazione ad alto rendimento», la cogenerazione conforme ai criteri indicati nell'allegato II;

..... e in modo particolare:

D.Lgs. 3 marzo 2011 n° 28 sulle energie rinnovabili.

e relativo decreto attuativo: DM sviluppo economico 6 luglio 2012: gli incentivi alle rinnovabili elettriche dal 2013

Seppure con un ritardo di quasi un anno, il Decreto Sviluppo economico 6 luglio 2012 riformula gli incentivi alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (escluso il fotovoltaico) secondo il mandato del Dlgs 28/2011 di attuazione della direttiva 2009/28/Ce sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

..... nonché:

DECRETO 28 dicembre 2012.

Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni, il cosiddetto “Conto Termico”

Def.ne di Fonte Rinnovabile

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili se ne dà definizione nell'All. A del DPR 192/05 dove, a prescindere dalla premessa, non si richiamano quelle di cui all'art. 1, comma 3, della Legge 10/91 ma bensì quelle definite all'art. 2, comma 1, lettera a) del Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità."

*..... ricordando inoltre che, dalla Legge 10/91 art. 1 comma 4:
"L'utilizzazione delle fonti di energia di cui al comma 3 e' considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche"*

Def.ne di Fonte Rinnovabile

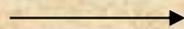
D.Lgs n. 387/03



Art. 2. - Definizioni

1. Ai fini del presente decreto si intende per:

a) fonti energetiche rinnovabili o fonti rinnovabili: le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare, **geotermica**, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas). In particolare, per biomasse si intende: la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani;



Legge n.10/91

Art. 1. – Finalità e ambito di applicazione

*3. Ai fini della presente legge sono considerate fonti rinnovabili di energia o assimilate: il sole, il vento, l'energia idraulica, **le risorse geotermiche**, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali. Sono considerate altresì fonti di energia assimilate alle fonti rinnovabili di energia: la cogenerazione, intesa come produzione combinata di energia elettrica o meccanica e di calore, il calore recuperabile nei fumi di scarico e da impianti termici, da impianti elettrici e da processi industriali, nonché le altre forme di energia recuperabile in processi, in impianti e in prodotti ivi compresi i risparmi di energia conseguibili nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici con interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti. Per i rifiuti organici ed inorganici resta ferma la vigente disciplina*

Def.ne di Fonte Rinnovabile

Dal **DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28**

Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

si ha invece all'art. 2 - Definizioni

1. Ai fini del presente decreto legislativo si applicano le definizioni della direttiva 2003/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2003. Si applicano inoltre le seguenti definizioni:

a) «energia da fonti rinnovabili»: energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas;

..... *Si veda inoltre l'Art. 11 - Obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e negli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti*

D.Lgs. 3marzo 2011 n.28 - Art. 11 comma 4

Da rilevare che

4. Gli impianti alimentati da fonti rinnovabili realizzati ai fini dell'assolvimento degli obblighi di cui all'allegato 3 del presente decreto accedono agli incentivi statali previsti per la promozione delle fonti rinnovabili, **limitatamente alla quota eccedente quella necessaria per il rispetto dei medesimi obblighi.**

D.Lgs. 3 marzo 2011 n.28 – Allegato III

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) **il 20%** quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) **il 35%** quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) **il 50%** quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

COMMENTO al comma 1 precedentemente introdotto:

Nel decreto viene indicata una percentuale e basta. C'era da capire come renderla valutabile, quali regole utilizzare per verificare se quella quota è stata raggiunta o no. Ma il documento su alcuni punti dà spazio a diverse interpretazioni.

Per esempio, per il fotovoltaico, non si capisce se va calcolato su un bilancio mensile o annuale. Solo in quest'ultimo caso, si può contare sulla possibilità di cedere energia alla rete elettrica in certi periodi dell'anno per recuperarla in altri.

2. Gli obblighi di cui al comma 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

COMMENTO al comma 2:

Il decreto su questo punto, molto importante, non è chiaro. Non si capisce infatti se è possibile utilizzare il fotovoltaico per alimentare una pompa di calore. Questo passaggio è scritto molto male, perché se si intendesse proprio questo sarebbe una bella contraddizione rispetto a quanto si dice nella Direttiva 2010/31/UE.

C'è da pensare piuttosto che si voglia dire che l'energia elettrica da fonti rinnovabili non può essere utilizzata per il riscaldamento diretto o per riscaldare l'acqua per utilizzo sanitario.

Si ricorda inoltre che, per quel che riguarda l'elettricità, è invece obbligatorio installare una potenza da rinnovabili che varia in base alla superficie dell'edificio moltiplicata per un coefficiente che aumenta in tre scaglioni da qui al 2017: 1 kW ogni 80 mq entro il 2013, 1 kW ogni 65 mq fino a fine 2016, 1 kW ogni 50 mq dal 2017

OSSERVAZIONE:

C'è fortemente da dubitare che si possano raggiungere gli obiettivi programmati con una normativa così sbilanciata sulle rinnovabili. Si può sicuramente ribadire che bisognerebbe puntare molto di più sul recupero dell'efficienza energetica degli edifici. Sembra fantascienza pensare che si possa arrivare al 50% solo con le rinnovabili. Già facciamo fatica ad arrivare al 20%.

OSSERVAZIONE:

Sono di conseguenza abrogati:

- l'obbligo di prevedere nei regolamenti edilizi, ai fini del rilascio del permesso di costruire, l'installazione di impianti da fonti rinnovabili che producano almeno 1 kW di energia per ciascuna unità abitativa (art. 4, comma 1-bis, del DPR 380/2001). Tale obbligo è scattato il 1° gennaio 2011;*
- l'obbligo di produrre con fonti rinnovabili almeno il 50% di acqua calda sanitaria (art. 4, commi 22 e 23, del DPR 59/2009).*

Decreto-legge relativo al recepimento della Direttiva 2010/31/UE

Da rilevare che è stato approvato dal Consiglio dei Ministri di venerdì scorso 31 maggio un decreto-legge relativo al recepimento della Direttiva 2010/31/UE contenente, anche, la proroga degli incentivi fiscali. In particolare, quelli che interessano la proroga degli incentivi fiscali per le ristrutturazioni edilizie ed il risparmio energetico sono gli articoli 14, 15 e 16.

Con l'articolo 14 del provvedimento viene previsto un potenziamento dell'attuale regime di detrazioni fiscali del 55% per gli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, in scadenza al 30 giugno 2013, che viene innalzato alla quota del 65%, per le spese sostenute dall'1 luglio 2013 al 31 dicembre 2013, con l'esclusione delle spese per gli interventi di sostituzione di impianti di riscaldamento con pompe di calore ad alta efficienza ed impianti geotermici a bassa entalpia nonché delle spese per la sostituzione di scaldacqua tradizionali con scaldacqua a pompa di calore dedicati alla produzione di acqua calda sanitaria, concentrando la misura sugli interventi strutturali sull'involucro edilizio, maggiormente idonei a ridurre stabilmente il fabbisogno di energia.

Con riferimento alla geotermia, va prima rilevato che

Legge 9 dicembre 1986, n. 896

Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche. Ecologia.

Sono considerate piccole utilizzazioni locali le utilizzazioni di acqua calde geotermiche reperibili a profondità inferiore a 400 metri con potenza termica complessiva non superiore a 2000 kW termici

D.P.R. 27 maggio 1991, n. 395

Approvazione del regolamento di attuazione della legge 9 dicembre 1986, n. 896, recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche.

a) « risorse geotermiche » l'energia termica derivante dal calore terrestre estraibile mediante fluidi geotermici;

..... dal quadro normativo, per geotermico, sembrava esclusivamente intendersi un fluido (acqua) estratta dal terreno e quindi che solo l'acqua di pozzo utilizzata per l'alimentazione del primario di una PDC potesse essere considerata "fonte energetica rinnovabile geotermica".

Ma non è neppure completamente chiaro se il terreno lo si debba comunque escludere mentre sembrano essere fuori quelle ad aria anche quando, di fatto, il risultato è comunque comparabile.

Osservazione 1

A prescindere dalla considerazione precedente, nell'ambito degli “addetti al settore” circa le fonti rinnovabili di energia, ci si trova ormai pienamente d'accordo sull'attribuire questo titolo all'energia solare, a quella eolica, geotermica (*con i dubbi precedentemente espressi per acqua di falda e terreno*), idrotermica ed idraulica, alle biomasse e al biogas, mentre le opinioni si diversificano molto quando si parla di altre fonti quali i rifiuti e, soprattutto, sull'energia aerotermica, intendendo con questa definizione l'energia accumulata nell'aria ambiente sotto forma di calore con la conseguente possibilità di sfruttarlo come, ad esempio, proprio nel caso delle “pompe di calore”.

Osservazione 2

In proposito alle considerazioni precedenti:

Sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L140 del 5 giugno 2009 è stata pubblicata la versione finale della Direttiva 2009/28/CE relativa all'uso dell'energia da fonti rinnovabili, che sancisce ufficialmente l'ingresso delle pompe di calore, anche ad aria, nel mondo delle rinnovabili.

All'art. 2, ritroviamo infatti ufficialmente la definizione già vista:

b) «energia aerotermica»: l'energia accumulata nell'aria ambiente sotto forma di calore;

Osservazione 3

Possiamo sottolineare che la stessa è stata recepita dall'Italia con la Legge Comunitaria 2009 (Legge 4 giugno 2010, n. 96, pubblicata in G.U. 25 giugno 2010, n. 146.) all'art. 17, comma 1-b).

Art. 17 - (Principi e criteri direttivi per l'attuazione delle direttive 2009/28/CE, 2009/72/CE, 2009/73/CE e 2009/119/CE. Misure per l'adeguamento dell'ordinamento nazionale alla normativa comunitaria in materia di energia, nonché in materia di recupero di rifiuti)

.....

b) nel definire il Piano di azione nazionale, da adottare entro il 30 giugno 2010, che fissa gli obiettivi nazionali per la quota di energia da fonti rinnovabili consumata nel settore dei trasporti, dell'elettricità e del riscaldamento e raffreddamento nel 2020, avere riguardo all'esigenza di garantire uno sviluppo equilibrato dei vari settori che concorrono al raggiungimento di detti obiettivi in base a criteri che tengano conto del rapporto costi-benefici;

.....

Osservazione 4

Anche a livello di normativa tecnica italiana, la norma UNI TS 11300 – 4 (Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per il riscaldamento di ambienti e la preparazione di acqua calda sanitaria - procedure di calcolo per pompe di calore nelle certificazioni energetiche), recentemente pubblicata, mette in evidenza la possibilità di utilizzare l'aria come fonte di energia rinnovabile.

Quindi grazie a questi chiarimenti si può affermare che anche le pompe di calore ad aria utilizzano di fatto energia rinnovabile.

Fonti di energia – Classificazione per fonte energetica sfruttata

Fonte di energia	Tipologia fonte di energia sfruttata	Modalità di estrazione
Aria esterna	Rinnovabile “aerotermica”	Raffreddamento e deumidificazione dell’aria esterna
Aria interna	Non rinnovabile se proveniente da sistemi impieganti energie fossili, ad esclusione dell’aria di espulsione	Raffreddamento e deumidificazione dell’aria interna di espulsione in sistemi di recupero
Roccia	Rinnovabile “geotermica”	Raffreddamento del sottosuolo
Terreno	Rinnovabile “geotermica”	Raffreddamento del sottosuolo
Acqua di falda	Rinnovabile “geotermica”	Raffreddamento del sottosuolo
Acqua di mare	Rinnovabile “idrotermica”	Raffreddamento acque superficiali
Acqua di lago	Rinnovabile “idrotermica”	Raffreddamento acque superficiali

Osservazione/4

Fonti di energia – Classificazione per fonte energetica sfruttata

Acqua di fiume	Rinnovabile “idrotermica”	Raffreddamento acque superficiali
Acque di risulta e liquami di processi tecnologici	Non rinnovabile	Raffreddamento acque e/o liquami di processo
Liquami urbani	Assimilabile rinnovabile	a Raffreddamento liquami urbani

9.3.2 Tipi di servizio

Si considerano i seguenti tipi di servizio:

- riscaldamento
- acqua calda sanitaria
- combinato riscaldamento/ acqua calda sanitaria

9.4 Calcolo della frazione di energia rinnovabile da fonte aerotermica, geotermica e idrotermica

La frazione di energia rinnovabile da fonte aerotermica, geotermica e idrotermica si calcola secondo il punto 5.8 della presente specifica tecnica.

Fonti di energia – Classificazione per fonte energetica sfruttata

5.8 Energia da fonte rinnovabile

Si considera energia prodotta dai sottosistemi di generazione a fonte rinnovabile $Q_{\text{HW,gen,out,ren}}$ l'energia utile all'uscita del sottosistema di generazione utilizzando fonte rinnovabile.

Qualora il vettore energetico principale abbia fattore di conversione 0, tutta l'energia utile prodotta si considera come prodotta da fonte rinnovabile e non si considera l'energia termica recuperata da energia ausiliaria.

Esempio: Nel caso dei sottosistemi solari termici, tutta l'energia termica utile in uscita si considera prodotta da fonte rinnovabile, cioè risulta: $Q_{\text{HW,gen,out,ren}} = Q_{\text{tot,sol,out}}$

Nel caso delle pompe di calore, la quota dell'energia utile prodotta assimilata a fonte rinnovabile deve essere valutata secondo le vigenti disposizioni.

Considerazioni sull'utilizzo di PdC

Utilizzando una pompa di calore per il riscaldamento e per l'ACS:

- non si produce più localmente CO₂ (si evita tra l'altro il costo annuale dei controlli dei fumi al camino) e se la si abbina con pannelli fotovoltaici non lo si ha più neanche a livello globale.

Si ricordi che la CO₂ prodotta nel ciclo di produzione dei pannelli la si recupera già dopo due anni dal loro utilizzo.

- non si hanno più fiamme libere in casa, ovvero una fonte di rischio di esplosione o di avvelenamento a seguito di combustione imperfetta: produzione di CO.

Quota rinnovabile

QUANTA ENERGIA É CONSIDERATA RINNOVABILE ? (Dir. 2009/CE All. VII)

All'Art. 5 - **Calcolo della quota di energia da fonti rinnovabili**

Paragrafo 4 -

Si tiene conto dell'energia da calore aerotermico, geotermico e idrotermale catturata da pompe di calore ai fini del paragrafo 1, lettera b), a condizione che il rendimento finale di energia ecceda in maniera significativa l'apporto energetico primario necessario per far funzionare le pompe di calore. La quantità di calore da considerare quale energia da fonti rinnovabili ai fini della presente direttiva è calcolata secondo la metodologia di cui all'Allegato VII.

.....

ALLEGATO VII

Computo dell'energia prodotta dalle pompe di calore

La quantità di energia aerotermica, geotermica o idrotermica catturata dalle pompe di calore da considerarsi energia da fonti rinnovabili ai fini della presente direttiva, ERES, è calcolata in base alla formula seguente:

$$ERES = Q_{usable} * (1 - 1/SPF)$$

dove

- Q_{usable} = il calore totale stimato prodotto da pompe di calore che rispondono ai criteri di cui all'articolo 5, paragrafo 4, applicato nel seguente modo: solo le pompe di calore per le quali $SPF > 1,15 * 1/\eta$ sarà preso in considerazione;*
- SPF = il fattore di rendimento stagionale medio stimato per tali pompe di calore;*
- η è il rapporto tra la produzione totale lorda di elettricità e il consumo di energia primaria per la produzione di energia e sarà calcolato come media a livello UE sulla base dei dati Eurostat.*

Osservazione

Si diceva che, entro il 1° gennaio 2013, la Commissione avrebbe stabilito orientamenti sul valore che gli Stati membri possono conferire ai valori Q_{usable} e SPF per le varie tecnologie e applicazioni delle pompe di calore, prendendo in considerazione le differenze nelle condizioni climatiche, particolarmente per quanto concerne i climi molto freddi.

Di fatto è uscita la DECISIONE DELLA COMMISSIONE dell'1 marzo 2013 che stabilisce gli orientamenti relativi al calcolo da parte degli Stati membri della quota di energia da fonti rinnovabili prodotta a partire da pompe di calore per le diverse tecnologie a pompa di calore a norma dell'articolo 5 della direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Quota rinnovabile – esempio di calcolo

Esempio

Nel caso si voglia soddisfare con una pompa di calore (avente $SPF = 4$) una richiesta di riscaldamento e acqua calda sanitaria per 200.000 kWh, la percentuale di energia da fonte rinnovabile prodotta è pari a:

$$E_{RES} = E_{PdC} (1 - 1/SPF_{PdC}) = 200.000 \times (1 - 1/4) = \\ = 150.000 \text{ kWh}$$

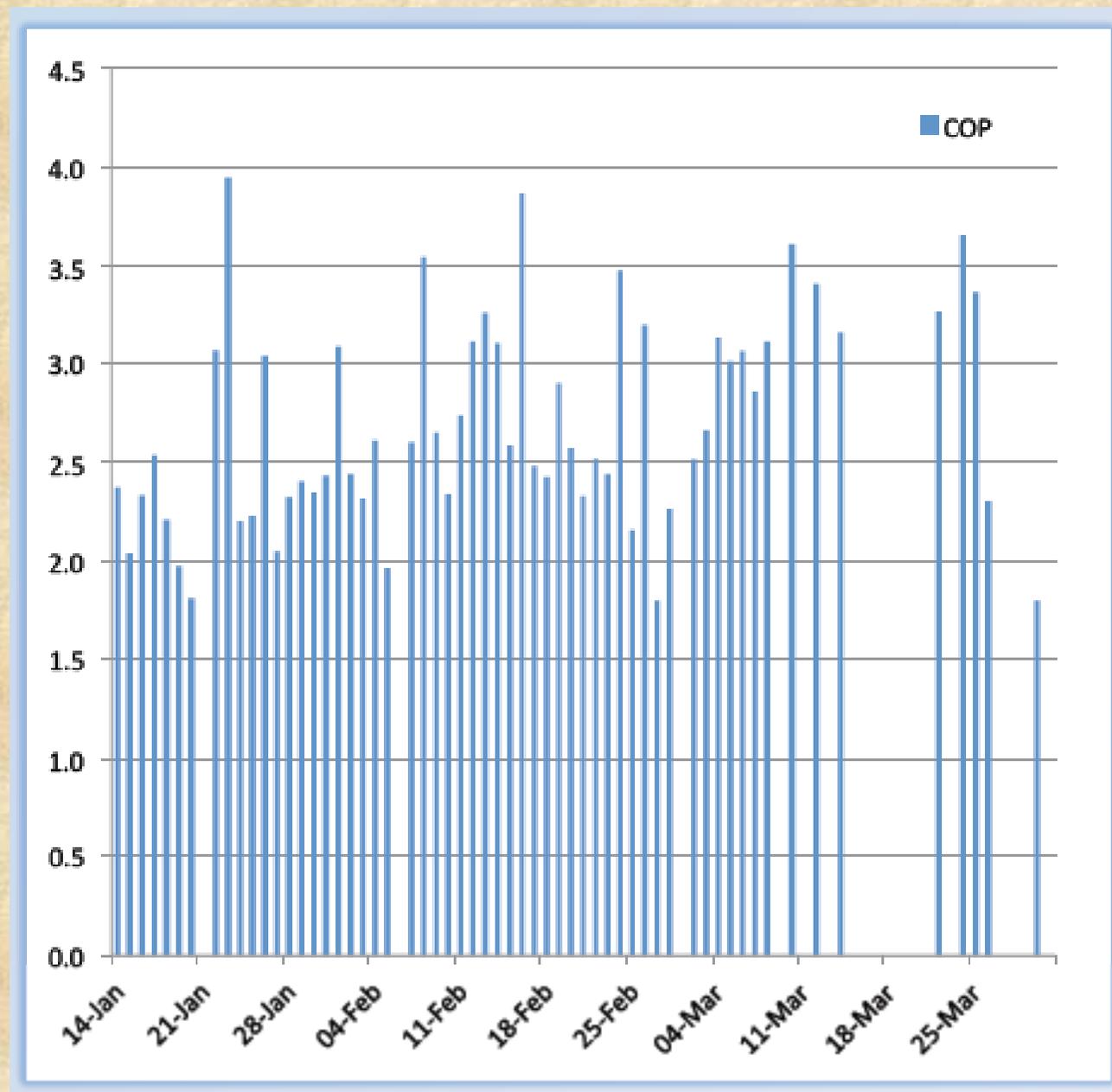
Solo che la stagionalità va letta sulla tabella della Decisione del marzo 2013

NOTA: Si ricorda (v. Decisione del marzo 2013) che con l'efficienza del sistema energetico (η) fissata al 45,5 % (cfr. paragrafo 1 e nota 3), l'SPF minimo delle pompe di calore elettriche (SCOP net) che rientra nel calcolo della quota di energia da fonti rinnovabili a norma della direttiva è pari a 2,5. L'SPF deve essere determinato in base al coefficiente di rendimento stagionale (SCOP net) secondo la norma EN 14825:2012

Quota rinnovabile – esempio di calcolo

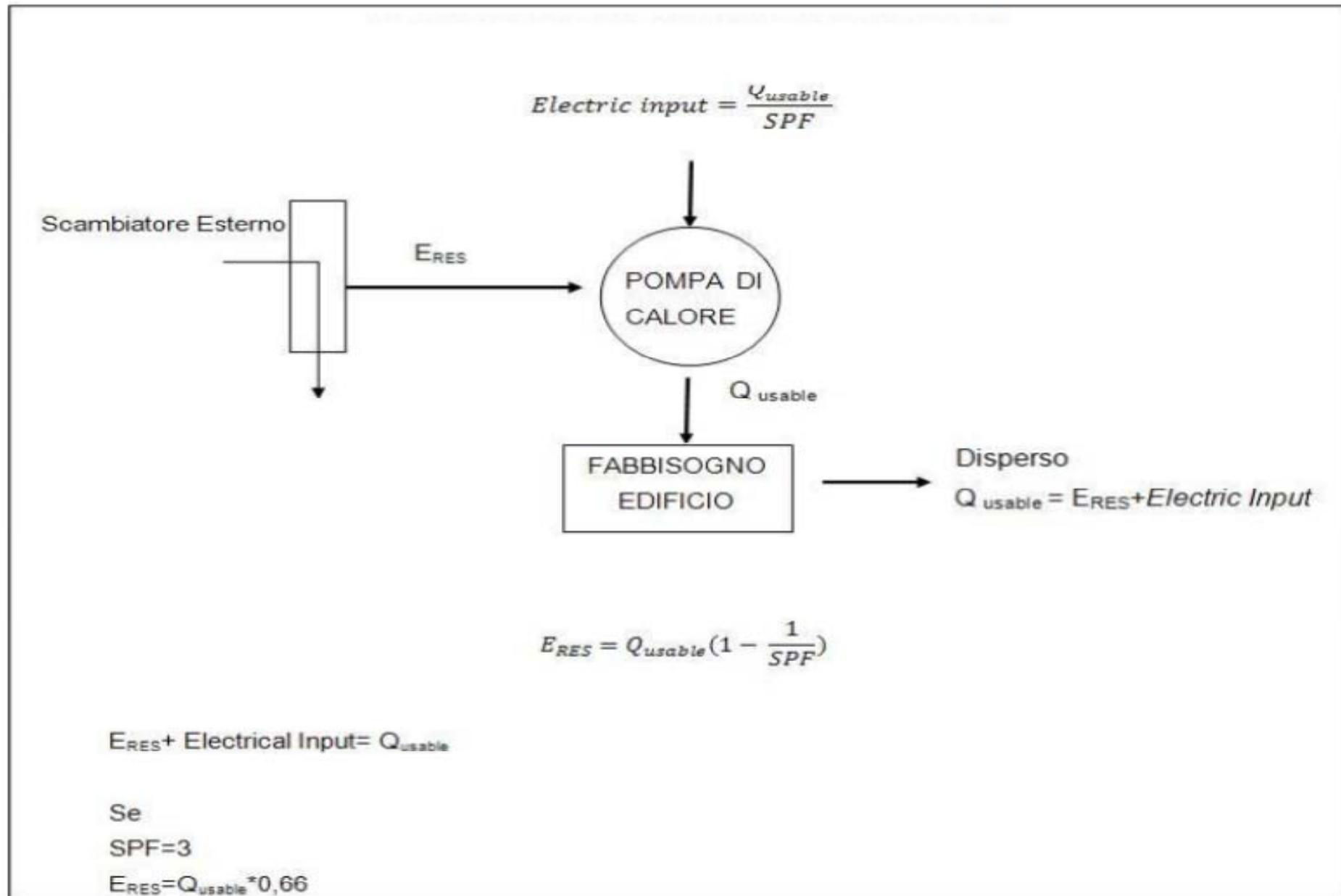
Esempio di COP stagionale effettivo

(con COP dichiarato di 4 e, di fatto, calcolato nel momento in cui si è stimato che la PdC abbia lavorato al meglio)



Osservazione – caso RISCALDAMENTO

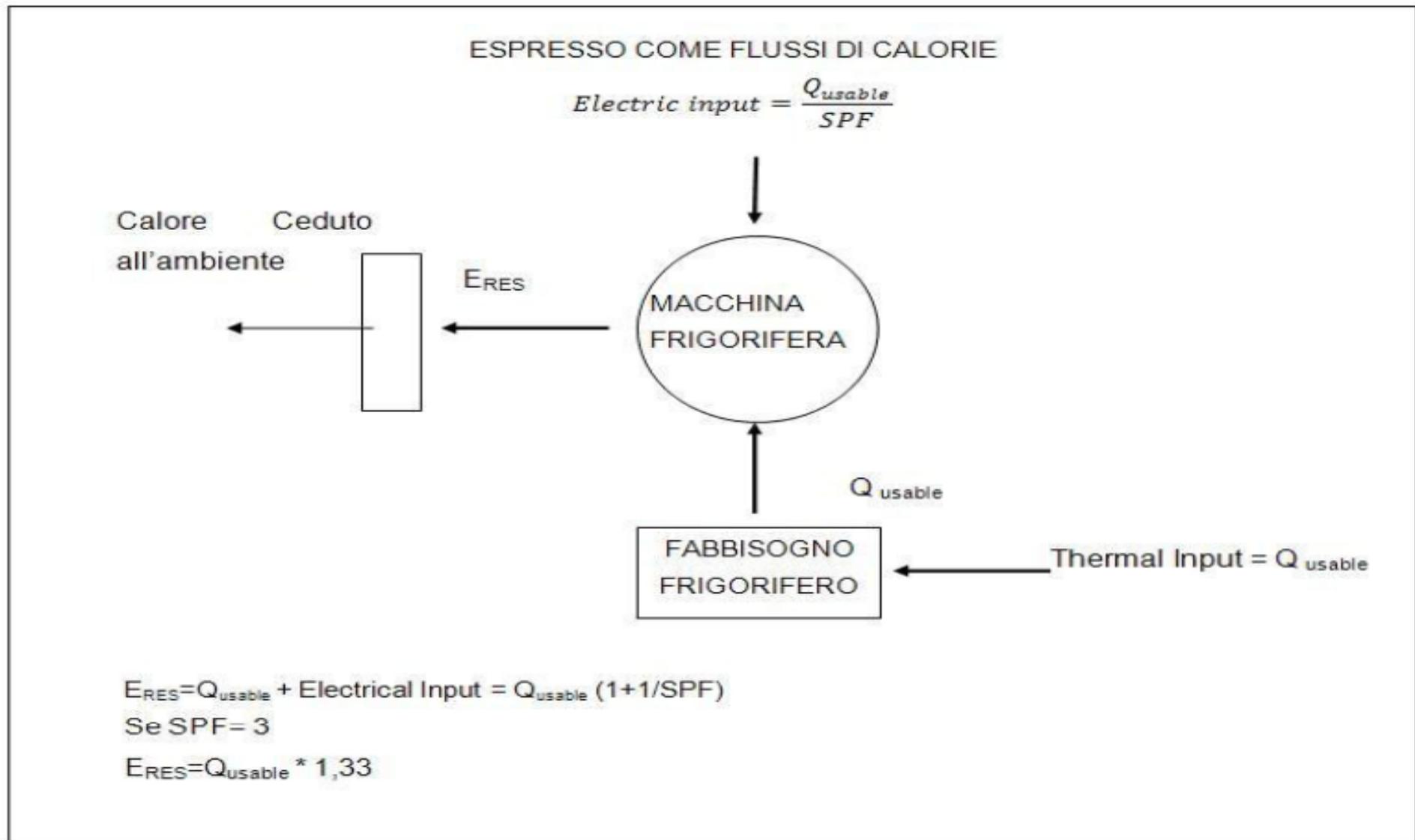
RISCALDAMENTO MEDIANTE POMPE DI CALORE



Osservazione – caso RAFFRESCAMENTO

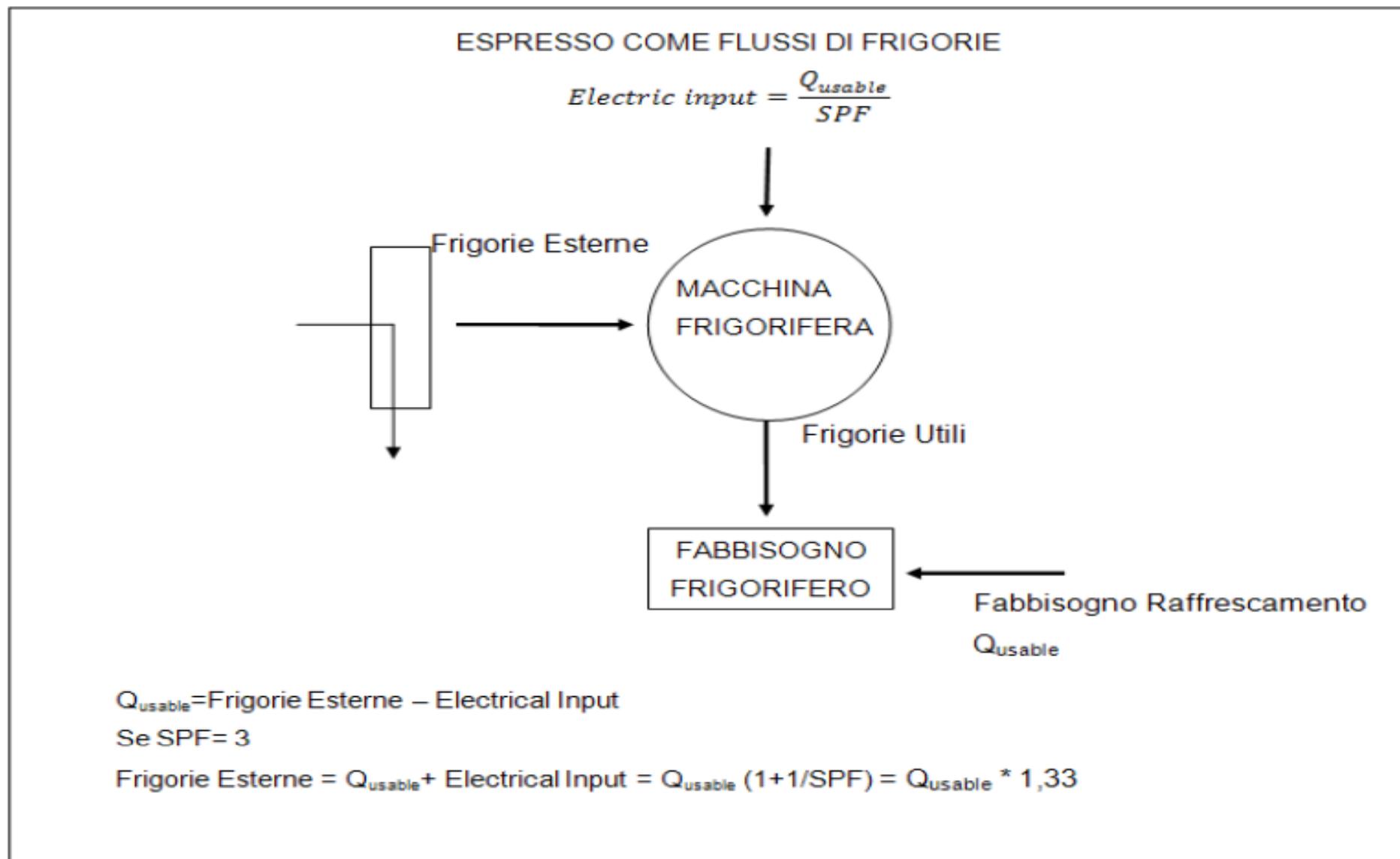
RAFFRESCAMENTO MEDIANTE MACCHINA FRIGORIFERA

Fig 2A



RAFFRESCAMENTO MEDIANTE MACCHINA FRIGORIFERA

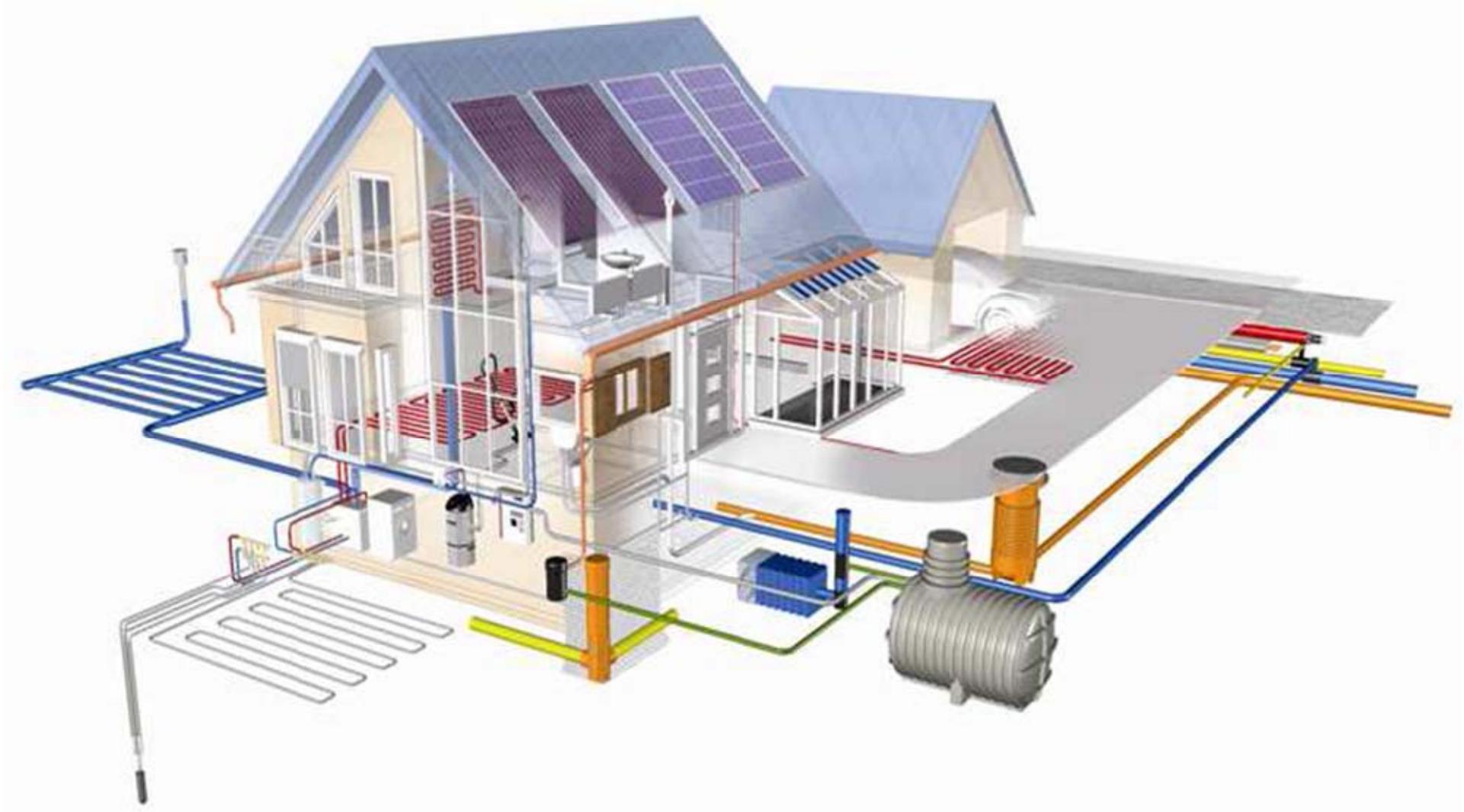
Fig 2B



Gli impianti

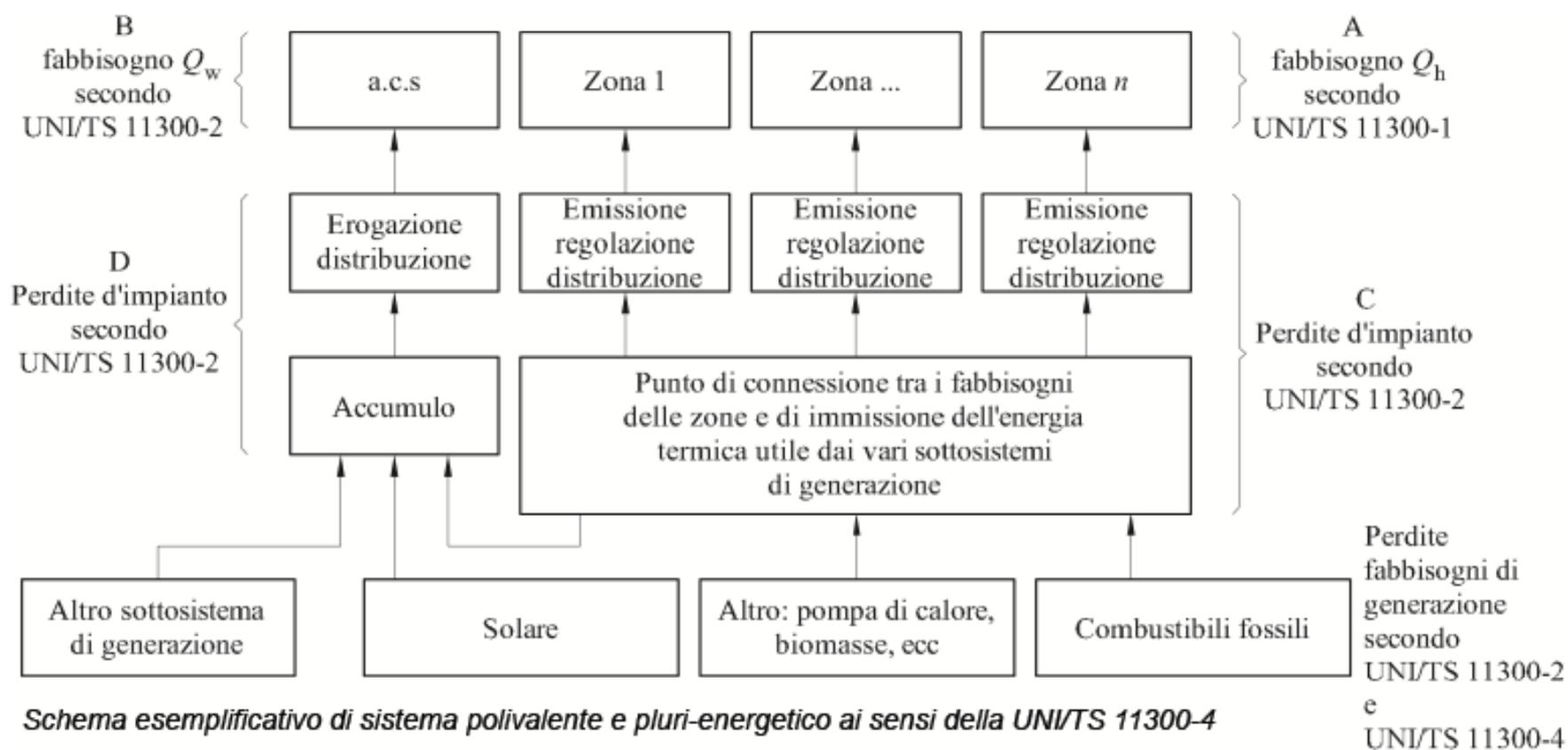


UNIVERSITÀ DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA, DEI
SISTEMI, DEL
TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI
Largo Lucio Lazzarino, 56122 PISA

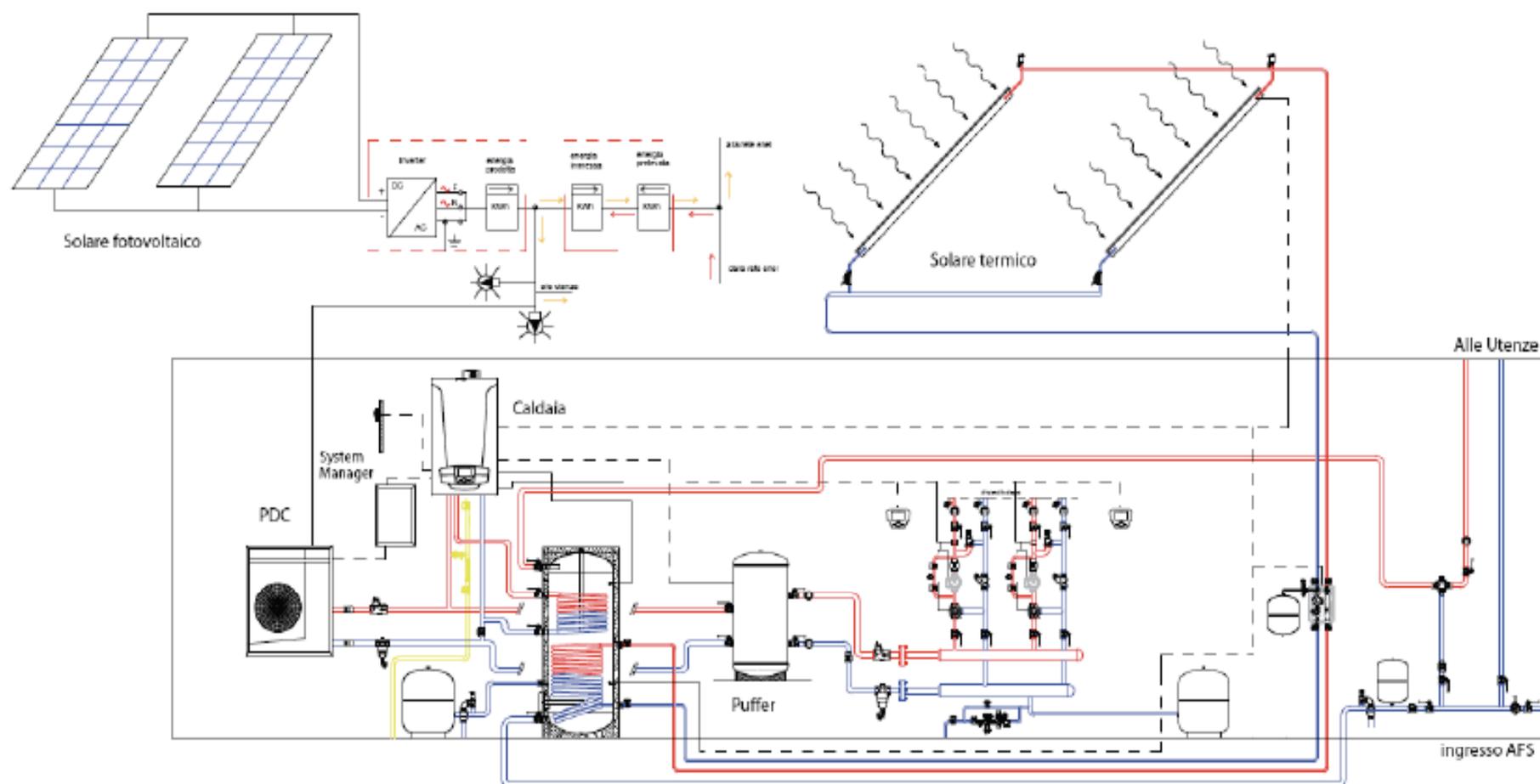


Gli edifici ad Energia Zero o "Quasi Zero" necessariamente dovranno essere dotati di **tipologie impiantistiche polivalenti e polienergetiche**.

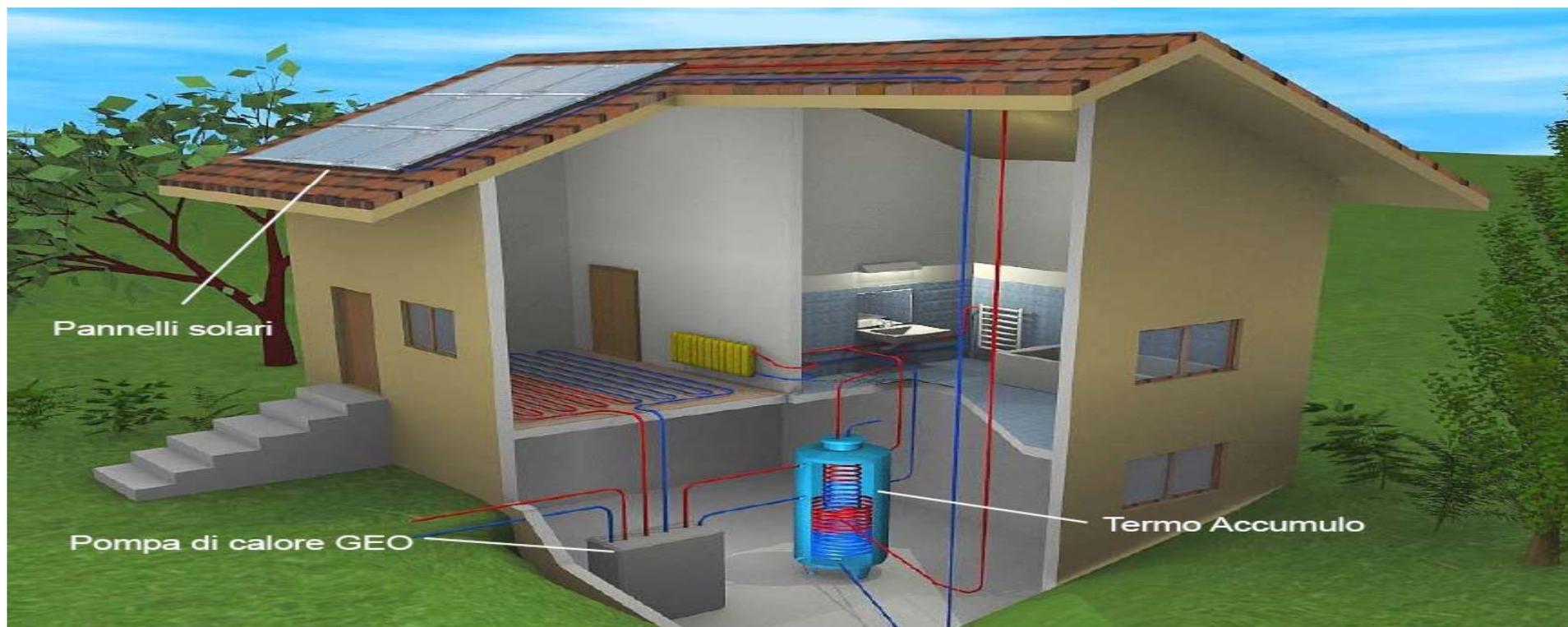
Nella UNI/TS 11300-4 sono prese in considerazione le tipologie impiantistiche polivalenti e polienergetiche utilizzate ai fini della **climatizzazione invernale e della produzione di ACS**.



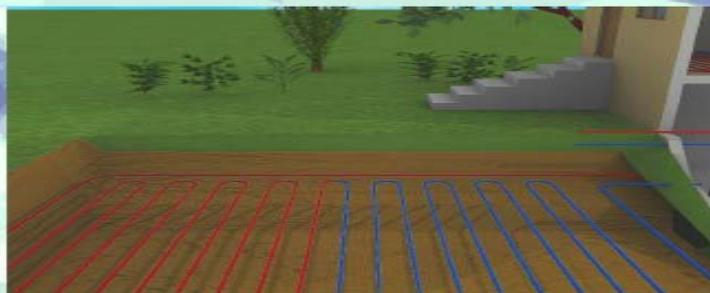
Esempio di sistema polivalente e polienergetico complesso: sistema integrato



In particolare, nel caso di PdC geotermiche



Pozzo



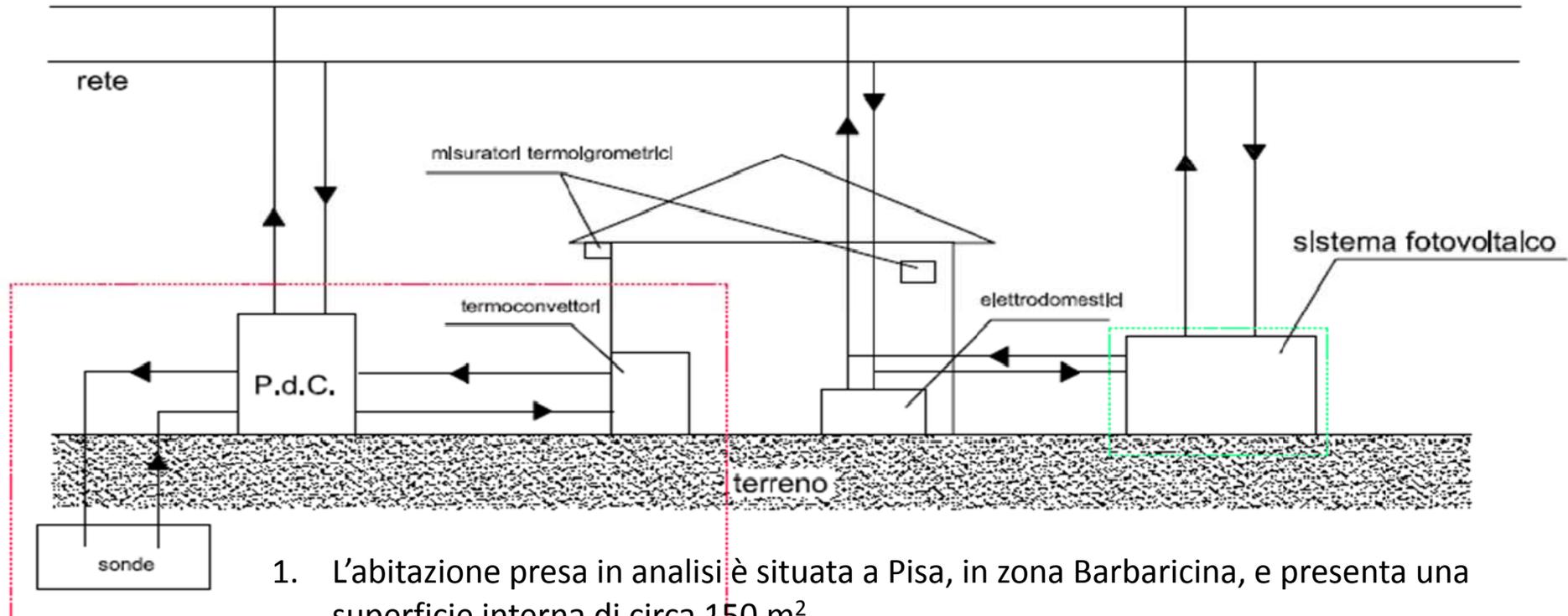
Sonda geotermica
orizzontale



Sonda geotermica
verticale

Esemplificazioni su cui riflettere

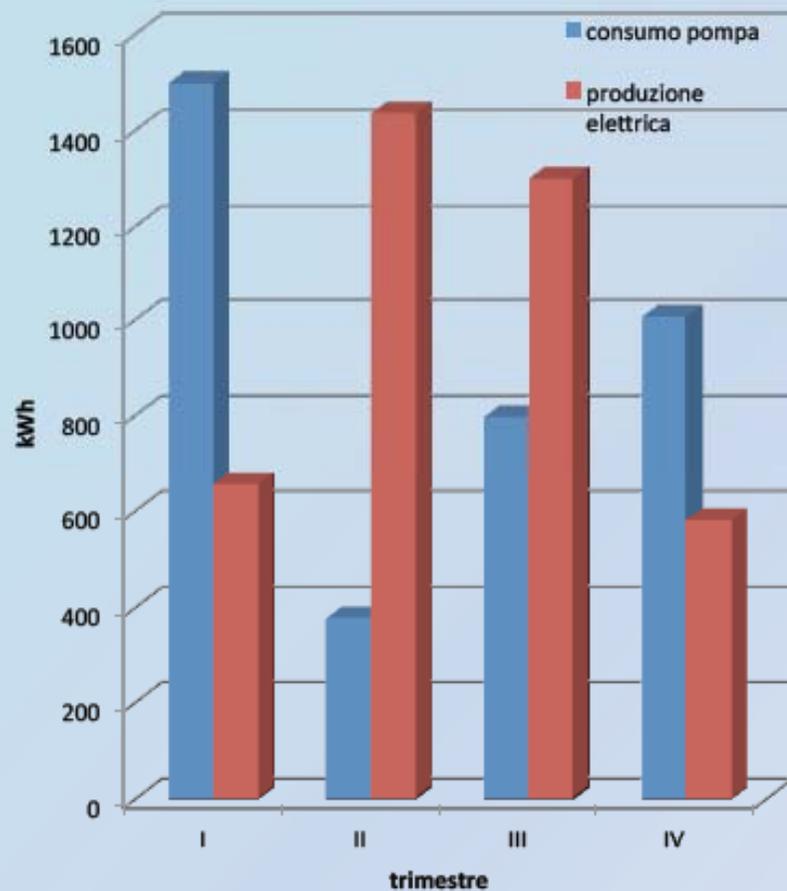
1 - Descrizione dell'impianto. Schema generale.



1. L'abitazione presa in analisi è situata a Pisa, in zona Barbaricina, e presenta una superficie interna di circa 150 m².
2. nel riquadro rosso si evidenzia il sistema pompa di calore geotermica;
3. nel riquadro in verde si evidenzia il sistema fotovoltaico;
4. Il caso in analisi costituisce un esempio abbastanza raro, seppure in recente crescita, in cui la climatizzazione non dipende dal gas, e riesce a rivelarsi autosufficiente.

Esemplificazioni su cui riflettere

Analisi dei consumi. Confronto tra produzione e consumo della pompa nei vari trimestri dell'anno.



trimestre	kWh pompa	kWh non dovuti alla pompa	kWh totali	kWh prodotti
I	1499	579	2078	655
II	377	550	927	1436
III	796	652	1448	1399
IV	1005	622	1627	580
TOT	3677	2403	6080	4070

OSSERVAZIONI sul Fotovoltaico

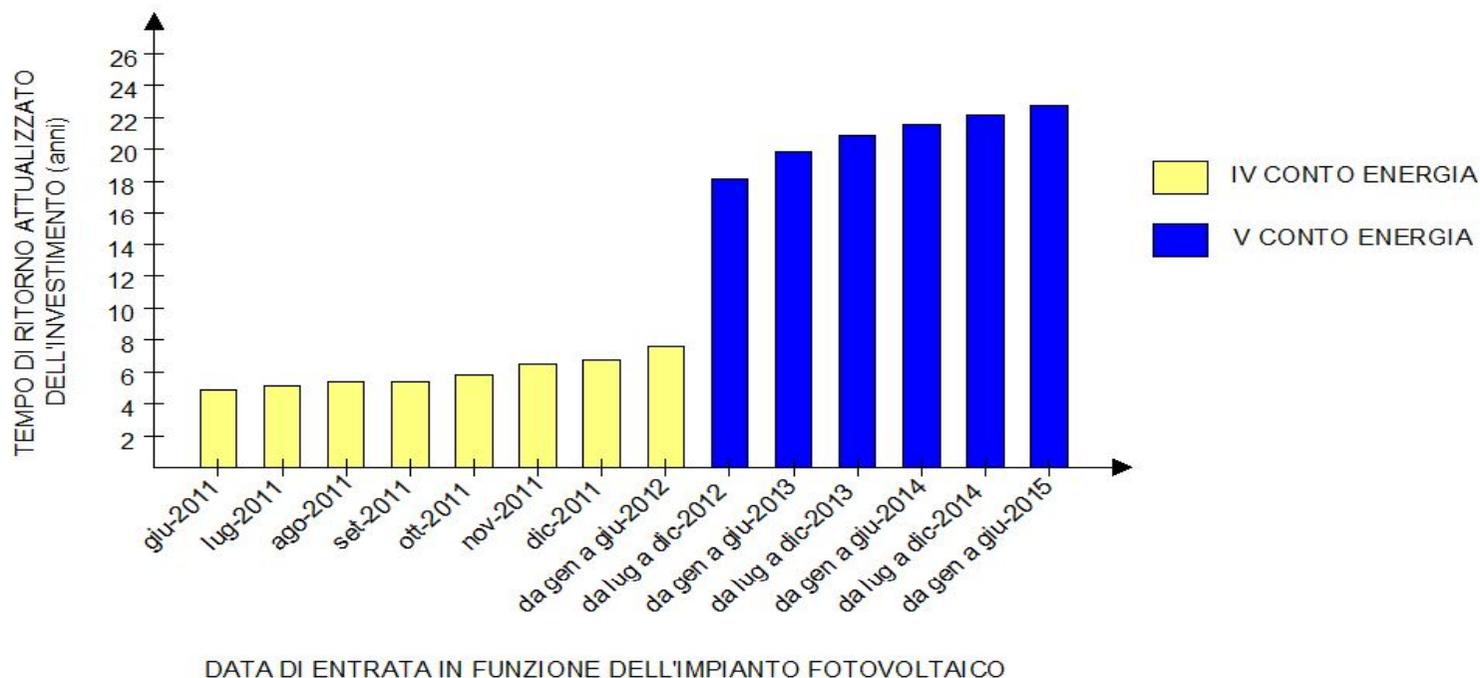
Dal punto di vista strettamente economico, è bene essere consapevoli che il costo dell'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici non è assolutamente competitivo senza una politica incentivante.

Ciò è dovuto all'elevato costo iniziale dell'impianto, mentre i costi di esercizio e manutenzione risultano modesti.

Nell'investimento iniziale il maggior costo è dovuto ai moduli fotovoltaici, che incidono per oltre il 50% sul totale; l'inverter compreso degli automatismi e protezioni incide per circa il 10-15% e la parte rimanente copre i costi di progettazione e installazione.

OSSERVAZIONI sul Fotovoltaico

Per impianti di una certa dimensione con potenze comprese fra 1 MW e 5 MW, alla luce del 5° Conto Energia difficilmente si riuscirebbe a scendere sotto i 13 anni quale tempo di ritorno semplice, praticamente raddoppiato rispetto a quello che succedeva nel 2011. in un caso studiato si aveva:



OSSERVAZIONI sul Fotovoltaico

E c'è poi un altro problema troppo spesso trascurato:

Normalmente la maggior parte dell'energia prodotta da un parco fotovoltaico non viene consumata direttamente in sito dagli edifici che fanno parte di un'area ma si ha piuttosto che l'energia totale prodotta viene in un primo momento immessa all'interno della rete elettrica, per poi essere prelevata all'occorrenza dalle utenze.

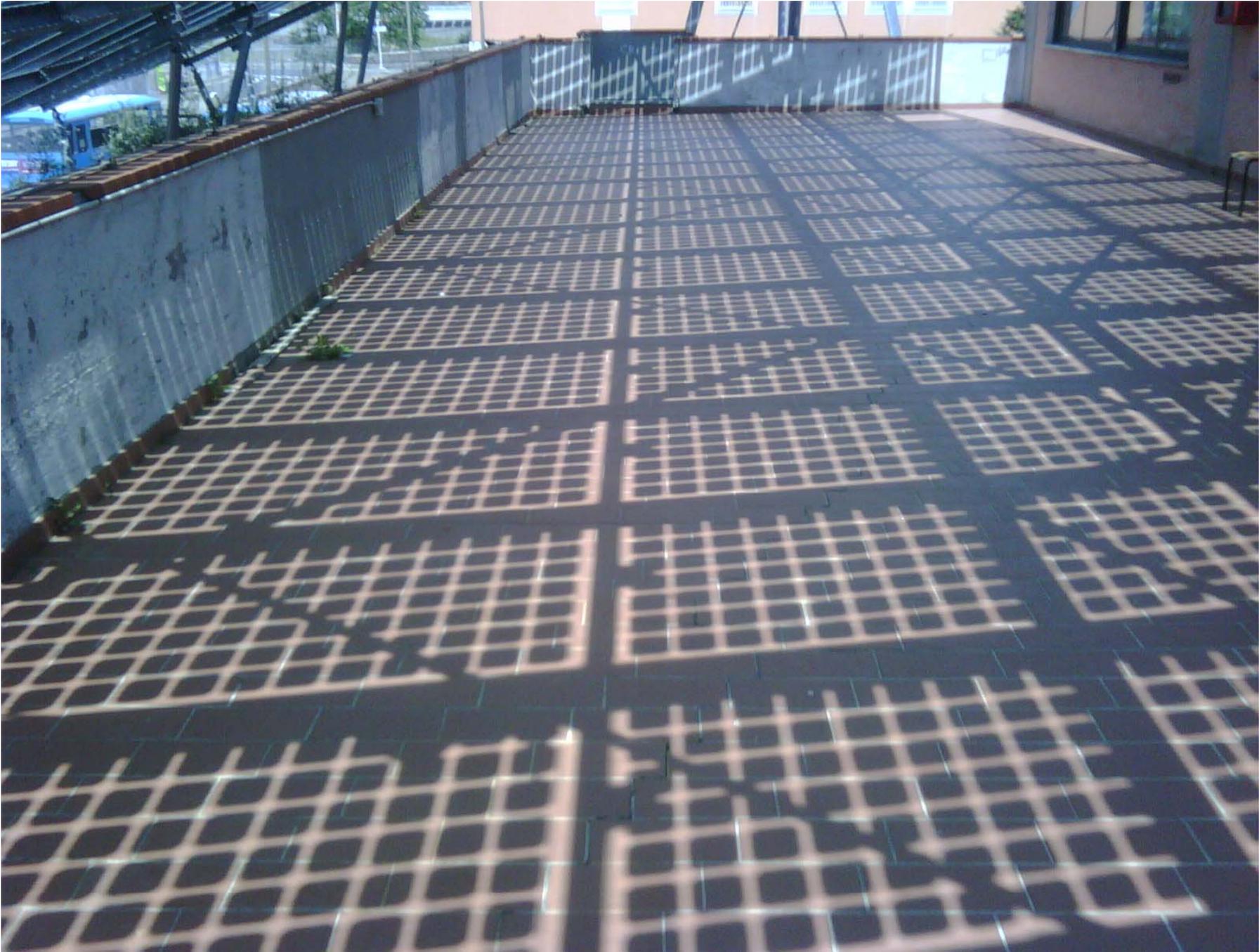
Il problema è che l'energia elettrica non può essere considerata un prodotto conservabile, pertanto risulta necessario produrla e distribuirla attraverso la rete in modo tale da garantire un certo equilibrio tra energia prodotta e domanda.

Quanto alla tecnologia fotovoltaica, se si prescinde dai limiti sulla potenza complessiva degli impianti da installare, ci sono a volte da superare anche problemi di estetica e di restrizione fissati da Enti come le varie Soprintendenze ... ed allora ecco qualche utilizzo che tenda a superarli, seppur nei limiti della produttività dei suddetti pannelli e purché se ne possa contenere i costi.





Fonte Immagini: Energy Glass



Fonte Immagini: Energy Glass



.... e sulla Ventilazione

**che, in prospettiva, finisce per
rappresentare il costo più
significativo, comunque da
soddisfare obbligatoriamente**

**DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA
REPUBBLICA 2 aprile 2009 , n. 59 (in *G.U.* n.
26 del 1° febbraio 2007 - *Suppl. Ord.* n. 26) -**

**Regolamento di attuazione dell'articolo 4,
comma 1, lettere a) e b), del decreto
legislativo 19 agosto 2005, n. 192,
concernente attuazione della direttiva
2002/91/CE sul rendimento energetico in
edilizia**

*..... che conserva le stesse "finalità",
già precedentemente espresse dall'art. 1 comma 1.*

Art. 4.

Criteria generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti

.....

Comma 18 - Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), numero 1), del decreto legislativo, questo ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali:

.....

c) utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13 dell'articolo 5 decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.

NOTA: Concetto già emerso nell'All.I del D.Lgs. 192/05

..... e non dimentichiamo la UNI 7129-2 del 2008 – All.II:

Fermo restando la possibilità di dimensionare il ricambio di aria del locale di installazione per fini non esclusivamente legati alla sicurezza degli impianti alimentati a combustibile gassoso, la portata oraria di ricambio di aria della cappa aspirante elettrica o dell'elettroventilatore deve essere almeno pari a $1,72 \text{ m}^3/\text{h}$ per ogni kW riferito alla portata termica nominale massima complessiva degli apparecchi di cottura compresi nel locale di installazione.

OSS.ne: Un impianto di ventilazione meccanica può dunque consentire di risolvere due esigenze contemporaneamente.

..... e non dimentichiamo la UNI 7129-2 del 2008 – All.II:

6 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELLA VENTILAZIONE E AERAZIONE DEI LOCALI DI INSTALLAZIONE

6.1 Ventilazione e/o aerazione diretta

La ventilazione e l'aerazione diretta possono essere realizzate tramite **aperture** permanenti, rivolte verso l'esterno, nel locale d'installazione degli apparecchi.

In alternativa:

- a) **l'aerazione diretta** può essere realizzata anche mediante condotti singoli o attraverso sistemi di ricambio d'aria controllato (vedere punto B.1);
- b) **la ventilazione diretta** può essere realizzata anche mediante condotti singoli, collettivi o attraverso sistemi di ventilazione meccanica controllata (VMC) a semplice o doppio flusso (vedere punto B.2).

La ventilazione meccanica controllata (VMC) non è ammessa in presenza di apparecchi di tipo A e B (vedere punto B.2).

Nota I sistemi di ricambio d'aria e di ventilazione meccanica controllata sono progettati e realizzati congiuntamente con l'edificio servito.

OSS.ne: Interessante opportunità offerta da una norma sulla sicurezza, quella di andare ad assolvere con un'unica spesa due specifici rispetti di norme diverse.



Scamb.interrati/1

Ventilatori di mandata dalla camera di calma

Condotti di alimentazione ai fan-coils a pavimento

Alimentazione aria pre-trattata ai fan-coils

Fonte: Sonda - Scuola Stroppari

The diagram shows a floor plan with a network of green and blue lines representing the piping system for fan-coil units. The green lines likely represent supply air, and the blue lines represent return air. The piping is distributed throughout the room, connecting to various fan-coil units. The photographs show the physical components: a ceiling-mounted fan-coil unit, a close-up of the piping and valves, and a fan-coil unit installed in a wall or ceiling.



UNIVERSITÀ DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA, DEI
SISTEMI, DEL
TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI
Largo Lucio Lazzarino, 56122 PISA

Scamb.interrati/2



Fonte: Sonda - Scuola Stroppari

OSSERVAZIONE

Alla luce delle precedenti considerazioni si ritiene auspicabile lasciare spazio anche a soluzioni forse più sostenibili come lo sviluppo integrato della cogenerazione con la mobilità elettrica, al fine di ottimizzare la penetrazione di fonti di energia rinnovabile sia in termini elettrici che in termini termici, potendo ad oggi anche sfruttare il regime di incentivazione, introdotto dal D.Lgs. n.28 del 3 Marzo 2011 ed avviato dalla pubblicazione del provvedimento ministeriale dello scorso 28 Dicembre 2012, denominato “Conto Energia Termico”.

La cogenerazione

La cogenerazione

La cogenerazione è una soluzione impiantistica finalizzata ad aumentare l'efficienza dei processi di produzione energetica grazie alla generazione simultanea di energia elettrica e termica partendo da una singola fonte di energia primaria. I sistemi cogenerativi, generalmente, prevedono un unico impianto integrato costituito da un generatore, un sistema per il recupero del calore e interconnessioni elettriche. La cogenerazione si basa sul riutilizzo, per la produzione di energia termica, del calore generato durante la fase di produzione di energia elettrica.

Un impianto convenzionale di produzione di energia elettrica ha una efficienza di circa il 35%, mentre il restante 65% viene disperso sotto forma di calore. Con un impianto di cogenerazione, invece, il calore prodotto dalla combustione non viene disperso, ma recuperato per altri usi. In questo modo la cogenerazione raggiunge una efficienza superiore al 90% e questo permette di:

- risparmiare energia primaria
- salvaguardare l'ambiente
- diminuire le emissioni di CO₂
- diminuire i costi

Motivi a cui si deve tanta attenzione

- **Perché è imbattibile in termini di risparmio energetico**
- **E' facile, senza grandi sforzi tecnologici, fare meglio dei migliori impianti per sola generazione di energia elettrica (guadagnare un punto di rendimento con impianti convenzionali è un'impresa, guadagnarne molti con la cogenerazione è facile)**
- **Perché i risparmi energetici corrispondono a importanti benefici ambientali (locali e planetari)**
- **Gran parte della cogenerazione è basata sul gas naturale, il combustibile più pulito e utilizza turbine a gas, le macchine dove si realizza la miglior combustione (minori quantità di NOx)**
- **Minori emissioni di gas serra**
- **Serve una normativa severa (senza esagerare!) per evitare che si verifichino situazioni assurde, come è successo in passato in Italia**
- **La normativa europea appare equilibrata**
- **L'attuale normativa italiana è penalizzante per i grandi impianti**

L'uso di questa tecnologia, tuttavia, che sarebbe auspicabile accompagnare con un crescente uso di fonti rinnovabili e di biomasse, in particolare, non è sempre semplicissima per una serie di motivazioni:

- un loro difficile adattamento a variazioni dei carichi (inverno-estate)
- la necessità di sistemi integrativi (sovente l'impianto cogenerativo viene integrato con un impianto più tradizionale)
- la necessità di interfaccia con rete elettrica

Cogenerazione nel settore civile: aspetti e novità

La cogenerazione nel settore civile, inteso come commerciale, residenziale e terziario, ricopre un ruolo di tutto rispetto nell'ambito dell'efficienza energetica.

Accanto ai tradizionali vantaggi energetici, economici e di impatto ambientale di un impianto di cogenerazione rispetto alla produzione separata, l'applicazione della cogenerazione nel settore civile ha dalla sua la caratteristica di essere proponibile a numerosi sottosettori:

- residenziale, con circa 29 milioni di abitazioni stando ai risultati preliminari del censimento ISTAT 2011, in buona parte interessato ad applicazioni di microcogenerazione ($P < 50$ kWe);
- terziario e commerciale, che presentano situazioni molto differenti, ma che sono settori con una domanda di energia elettrica crescente negli ultimi anni.

Cogenerazione nel settore civile: aspetti e novità

Per contro il settore civile sconta il problema del numero medio-basso di ore di funzionamento degli impianti stessi, problema meno sentito nella cogenerazione per usi industriali; a meno di casi fortunati (es. piscine, impianti di cogenerazione abbinati al teleriscaldamento) non è infatti immediato trovare una corretta allocazione dell'energia termica su lunghi periodi.

Va a tal proposito sottolineato che la corretta valorizzazione del calore prodotto è in genere fondamentale per rendere un impianto di cogenerazione energeticamente ed economicamente vantaggioso. Da questo punto di vista l'energia elettrica prodotta ha il vantaggio di poter essere, in genere, agevolmente ceduta alla rete se non autoconsumata. Il supporto alla cogenerazione nel settore civile, con particolare attenzione alla microcogenerazione (il cui settore di applicazione principale è il civile), ha subito notevoli cambiamenti nel corso degli ultimi anni

Definizioni

Piccola cogenerazione: unità di cogenerazione con capacità di generazione installata inferiore a 1 MWe.

Micro-cogenerazione: unità di cogenerazione con capacità di generazione installata inferiore a 50 kWe.

La cogenerazione dal punto di vista termodinamico

La cogenerazione: concetto generale

Risparmio Energetico

Produzione combinata



Produzione separata



Definizione di Cogenerazione ad alto rendimento (CAR)

Cogenerazione ad alto rendimento: è la produzione combinata di energia elettrica e calore ed eventualmente meccanica che rispetti precisi limiti in termini di risparmio energetico e di produzione minima di energia termica (fino al 2010 rimanevano confermati i valori di IRE_{min} e LT_{min} stabiliti dalla delibera AEEG 42/02).

La Direttiva 2004/8/CE, recepita dal Dlgs 20/07, ha stabilito che, a partire dal 2011, la condizione alla quale la produzione combinata di energia elettrica e calore può ottenere la qualifica di “cogenerazione ad alto rendimento” sia basata sul parametro PES, acronimo di Primary Energy Saving ovvero Risparmio di Energia Primaria.

Il PES esprime, in realtà, il risparmio relativo di energia primaria realizzabile da un impianto di cogenerazione rispetto ad impianti separati per la produzione di energia termica ed energia elettrica e, quindi, si può calcolare come indicato nel seguito.

Definizione di Cogenerazione ad alto rendimento (CAR)

Direttiva 2012/27/UE

ALLEGATO II

METODO DI DETERMINAZIONE DEL RENDIMENTO DEL PROCESSO DI COGENERAZIONE

I valori usati per calcolare il rendimento della cogenerazione e il risparmio di energia primaria sono determinati sulla base del funzionamento effettivo o previsto dell'unità in condizioni normali d'uso.

a) Cogenerazione ad alto rendimento

Ai fini della presente direttiva, la cogenerazione ad alto rendimento risponde ai seguenti criteri:

- la produzione mediante cogenerazione delle unità di cogenerazione fornisce risparmi di energia primaria, calcolati in conformità della lettera b), pari ad almeno il 10 % rispetto ai valori di riferimento per la produzione separata di energia elettrica e calore;
- la produzione mediante unità di piccola cogenerazione e di micro-cogenerazione che forniscono un risparmio di energia primaria può essere definita cogenerazione ad alto rendimento.

Calcolo del risparmio di energia primaria

Dal punto di vista del risparmio di energia primaria nell'impianto cogenerativo, si può scrivere:

$$\Delta E_c = (E_t/\eta_t + E_e/\eta_e) - E_c$$

dove, su base annuale, $E_c = m_c H_i$ è l'energia primaria immessa sotto forma di combustibili commerciali, mentre E_t ed E_e sono, rispettivamente, l'energia termica e l'energia elettrica prodotte. Di conseguenza E_t/η_t ed E_e/η_e , con η_t rendimento termico di un generatore convenzionale di calore e η_e rendimento di conversione di un ciclo diretto convenzionale, si possono interpretare come energie primarie immesse negli impianti convenzionali per la produzione separata di calore e lavoro, pertanto la quantità entro parentesi è l'energia primaria totale immessa negli impianti convenzionali.

Dividendo per tale quantità entrambi i membri, si arriva alla seguente formulazione:

$$PES = \frac{\Delta E_c}{\frac{E_t}{\eta_t} + \frac{E_e}{\eta_e}} = 1 - \frac{1}{\frac{E_t}{\eta_t E_c} + \frac{E_e}{\eta_e E_c}}$$

cioè un'espressione adimensionale del risparmio di energia primaria realizzato con l'impianto cogenerativo rispetto agli impianti convenzionali separati.

Un problema a parte è la valutazione dei valori dei rendimenti da utilizzare.

Calcolo del risparmio di energia primaria

L'entità del risparmio di energia primaria fornito dalla produzione mediante cogenerazione secondo la definizione di cui all'allegato I – Dir. 2012/27/UE (e prima definito PES) è calcolato secondo la seguente formula:

dove:

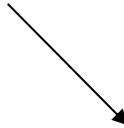
PES è il risparmio di energia primaria;

CHP H_η è il rendimento termico della produzione mediante cogenerazione (definito come il rendimento annuo di calore utile diviso per il combustibile di alimentazione usato per produrre la somma del rendimento annuo di calore utile e di elettricità da cogenerazione);

Ref H_η è il valore di rendimento di riferimento per la produzione separata di calore;

CHP E_η è il rendimento elettrico della produzione mediante cogenerazione (definito come elettricità annua da cogenerazione divisa per il carburante di alimentazione usato per produrre la somma del rendimento annuo di calore utile e di elettricità da cogenerazione). Allorché un'unità di cogenerazione genera energia meccanica, l'elettricità annua da cogenerazione può essere aumentata di un fattore supplementare che rappresenta la quantità di elettricità equivalente a quella dell'energia meccanica ;

Ref E_η è il valore di rendimento di riferimento per la produzione separata di elettricità.


$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{CHPH_{\eta}}{RefH_{\eta}} + \frac{CHPE_{\eta}}{RefE_{\eta}}} \right) \times 100$$

La Cogenerazione ad Alto Rendimento – CAR

Ai sensi del Decreto Legislativo 20/2007, **a partire dal 1° gennaio 2011**, un'unità di cogenerazione è riconosciuta come funzionante ad Alto Rendimento per un dato periodo di riferimento se ha:

$$PES \geq 0,1$$

nel caso di potenze elettriche maggiori od uguali ad 1 MWe

oppure

$$PES \geq 0$$

nel caso di unità con capacità di generazione inferiore a 1 MWe
(piccola e micro cogenerazione)

In pratica, la qualifica di impianti di CAR può essere ottenuta da impianti di taglia **inferiore ad 1 MWe** se non consumano più energia primaria dei più efficienti impianti separati che producono le stesse quantità di calore ed energia elettrica. Analogamente, la qualifica può essere ottenuta dagli impianti cogenerativi di taglia **superiore ad 1 MWe** se garantiscono un risparmio di energia primaria non inferiore al 10% rispetto ai più efficienti impianti separati che producono le stesse quantità di calore ed energia elettrica.

NOTA Si ricordi che i rendimenti dell'unità di cogenerazione vengono calcolati sulla base dei valori reali di energia prodotta e immessa nell'anno nella singola unità. (Si veda come riferimento anche la Direttiva 2004/8/CE)

In pratica:

Con riferimento alla formula del PES e ai valori “storici”:

- $\eta_t = 0,9$

- $\eta_e = 0,51$

(utilizzati nell’ambito del CIP6) si ha il seguente grafico:

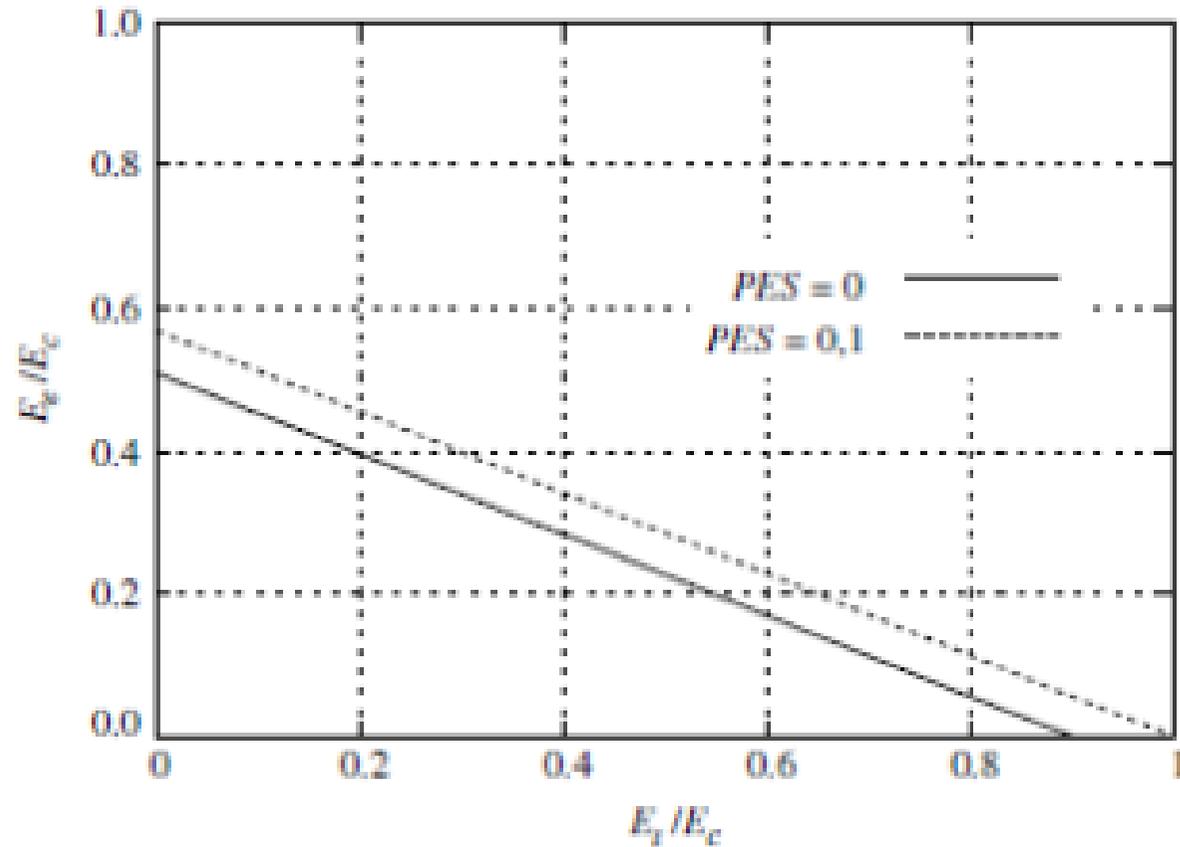


Figura 1: Rette limiti di esercizio per $PES = 0$ e $PES = 0,1$.

La qualifica di cogenerazione ad alto rendimento viene quindi ottenuta dagli impianti combinati con punto di funzionamento al di sopra della retta di pertinenza: $PES = 0$ per potenze elettriche minori di 1 MW e $PES = 0,1$ per potenze elettriche maggiori od uguali ad 1 MW.

Indice di Risparmio energetico: l'IRE – ALTRA FORMULAZIONE

OSSERVAZIONE:

Appare evidente che l'IRE si riduce al PES se si trascurano le perdite di rete e si assumono gli stessi valori per i rendimenti elettrici e termici.

$$PES = \frac{\Delta E_c}{\frac{E_t}{\eta_t} + \frac{E_e}{\eta_e}} = 1 - \frac{1}{\frac{E_t}{\eta_t E_c} + \frac{E_e}{\eta_e E_c}} \quad IRE = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{\eta_{es} \cdot P} + \frac{E_{t,civ}}{\eta_{ts,civ}} + \frac{E_{t,ind}}{\eta_{ts,ind}}}$$

Una differenza pratica molto importante è data, tuttavia, dalle diverse modalità di definizione dei rendimenti in quanto l'IRE, oltre distinguere come il PES tra i diversi tipi di combustibile, opera un'ulteriore distinzione molto più articolata del PES per le diverse taglie di impianto.

Tipologie Impianti cogenerativi

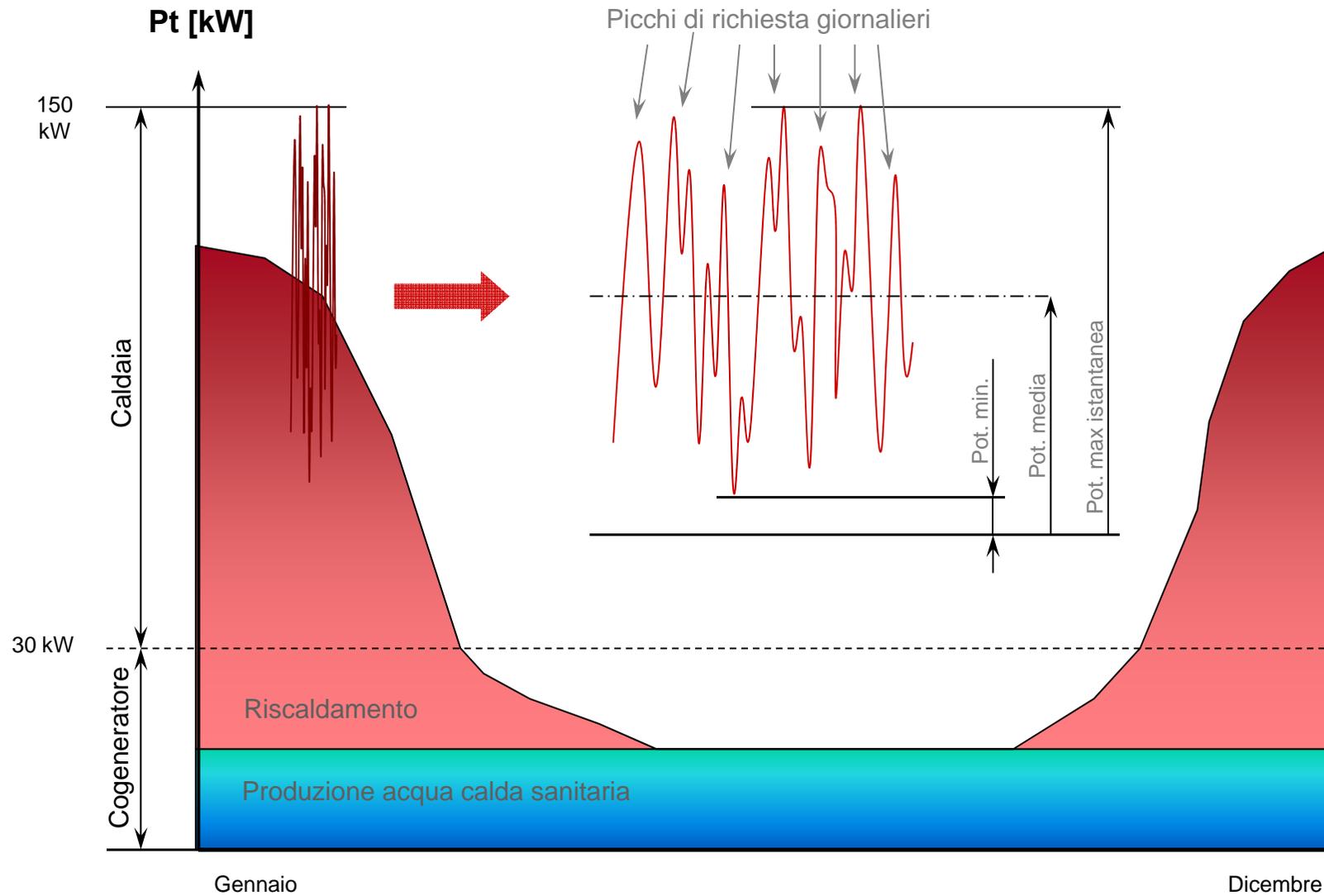
Parte II

Tecnologie di cogenerazione contemplate dalla presente direttiva

- | | |
|--|-----------------------|
| a) Turbina a gas a ciclo combinato con recupero di calore | Cicli a gas + vapore |
| b) Turbina a vapore a contropressione | Ciclo Rankine o Hirn |
| c) Turbina di condensazione a estrazione di vapore | |
| d) Turbina a gas con recupero di calore | Ciclo Joule - Brayton |
| e) Motore a combustione interna | Cicli Otto e Diesel |
| f) Microturbine | |
| g) Motori Stirling | |
| h) Pile a combustibile | |
| i) Motori a vapore | |
| j) Cicli Rankine a fluido organico | |
| k) Ogni altro tipo di tecnologia o combinazione di tecnologie che rientrano nelle definizioni di cui all'articolo 2, punto 30. | |

Nonostante che si parli spesso in maniera generale di impianti cogenerativi esistono moltissimi schemi possibili di impianti cogenerativi che permettono la realizzazione di un numero pressoché infinito di combinazioni

Potenza termica richiesta



Microcogenerazione

La micro-cogenerazione

Negli ultimi 5 anni si sono messi a punto cogeneratori di piccolissime dimensioni 1-5 kW_{elettrici}, da installare in singole abitazioni e di piccole dimensioni per condomini 50-100 kW_e. Si tratta di turbine, motori alternativi e celle a combustibile.



Stirling WhisperGen 5 kW_e.

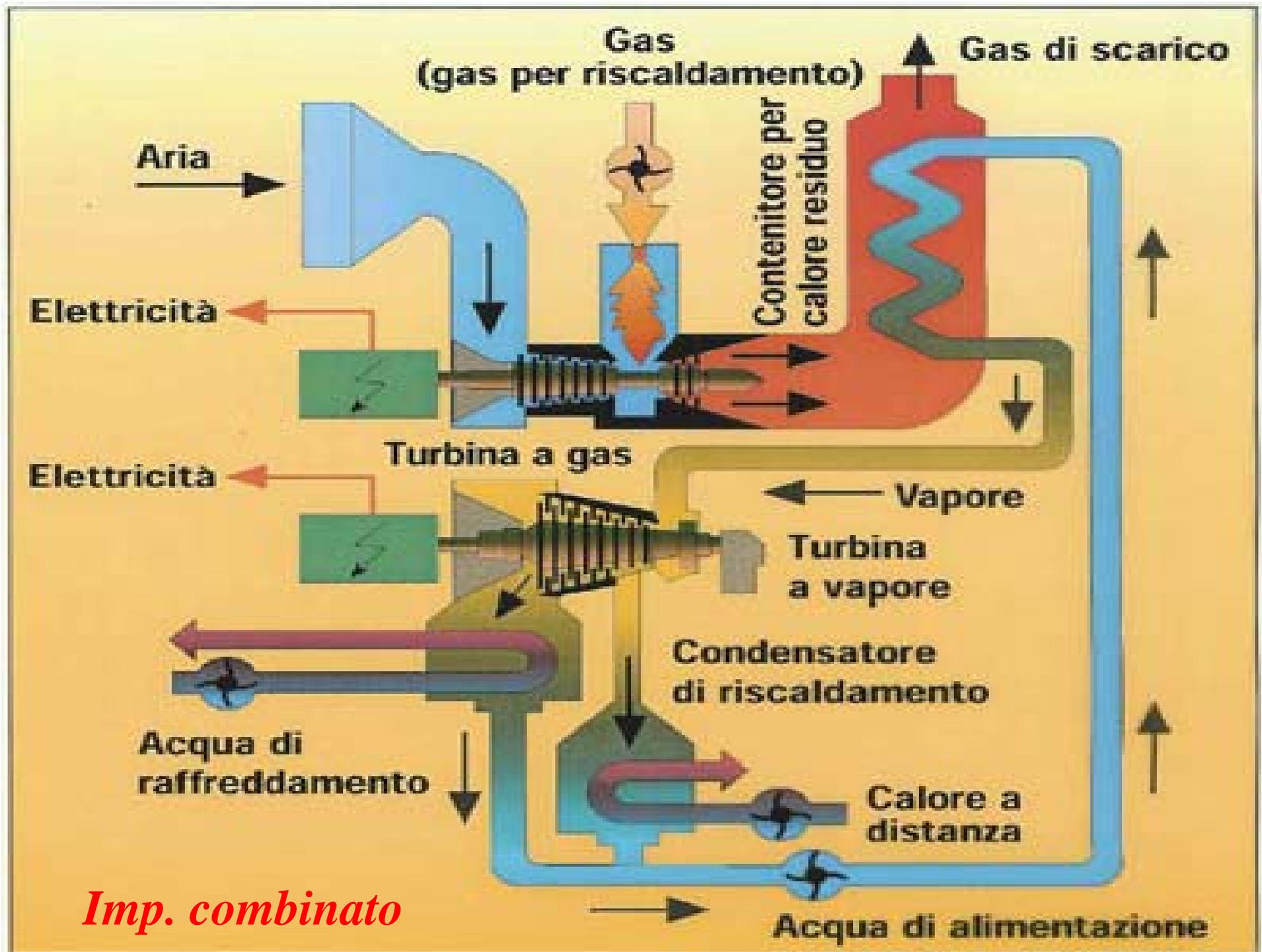


Microturbina Capstone 30 kW_e.



celle a combustibile 1,5 kW_e.





Teleriscaldamento

Teleriscaldamento

Definizione di teleriscaldamento: Sistema di distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi refrigerati da una o più fonti di produzione verso una pluralità di edifici o siti tramite una rete, per la climatizzazione invernale e/o estiva di spazi, produzione di acqua calda sanitaria e/o uso in processo di lavorazione.

- Sono esclusi i sistemi di riscaldamento di quartiere costituiti da centrale termica destinata a servire più edifici che sono trattati nella UNI/TS 11300-2.
- Nel caso in cui l'energia termica utile sia fornita da un soggetto distinto dalla proprietà degli immobili serviti, è compito di tale soggetto fornire il fattore di conversione in energia primaria.

Teleriscaldamento

Dalla UNI TS 11300-4 è da sottolineare:

5.4.5 Priorità di intervento dei generatori

Nel caso di sistemi multipli costituiti da soli generatori con combustione a fiamma alimentati da combustibili fossili nella UNI/TS 11300-2:2008 si indicano due modalità di ripartizione del carico:

- uniforme (senza priorità);
- con regolazione di cascata e ripartizione del carico con priorità.

Ai fini dei calcoli energetici l'intervento dei generatori è determinato dalla potenza richiesta dall'utenza o dalla temperatura limite di funzionamento dei generatori.

Nel caso di sistemi che comprendono produzione di energia termica utile da energie rinnovabili e da altri sottosistemi di generazione (pompe di calore, cogenerazione, combustione a fiamma con vettori energetici non rinnovabili), la ripartizione del carico tra i generatori deve essere effettuata secondo un ordine di priorità, definito nel progetto, in modo di ottimizzare il fabbisogno di energia primaria, tenendo conto dei vettori energetici, dei rendimenti e delle caratteristiche dei singoli generatori.

Teleriscaldamento

Dalla UNI TS 11300-4 è da sottolineare:

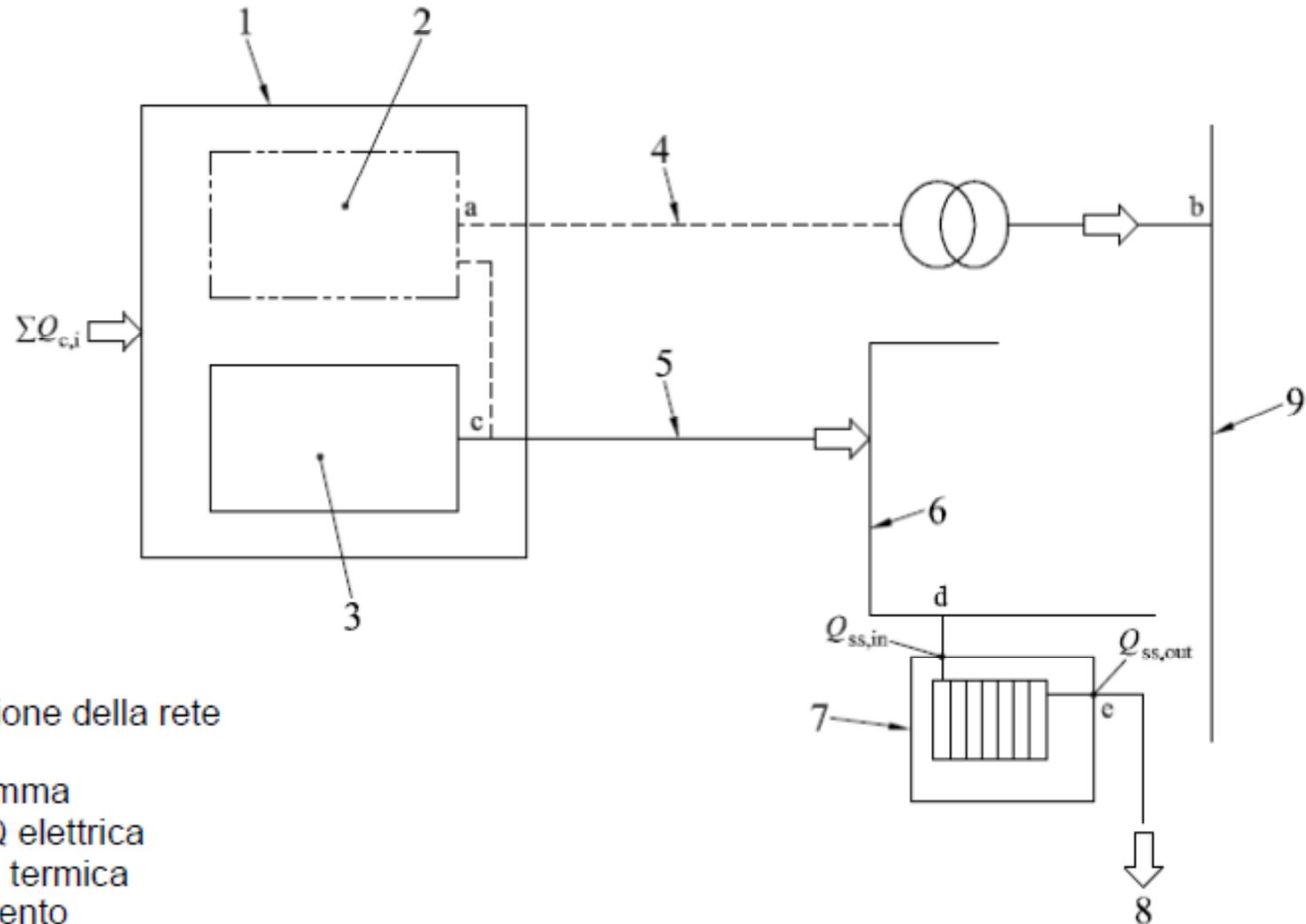
In mancanza di condizioni specificate nel progetto, nel prospetto 3 è indicato come devono essere valutate le priorità per la produzione di energia termica utile per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria ai fini del calcolo.

prospetto 3 – Priorità dei generatori

Priorità ^{a)}	Sottosistema di generazione	Produzione di energia
1	Solare termico	Termica
2	Cogenerazione	Elettrica e termica cogenerata ¹⁾
3	Combustione di biomasse	Termica
4	Pompe di calore	Termica o frigorifera
5	Generatori di calore a combustibili fossili	Termica
a) Qualora il sistema preveda l'utilizzo di energia termica utile da rete (teleriscaldamento) e di energia solare, a quest'ultima viene assegnata priorità 1.		

Teleriscaldamento

Dalla UNI TS 11300-4 si ha poi il seguente schema:

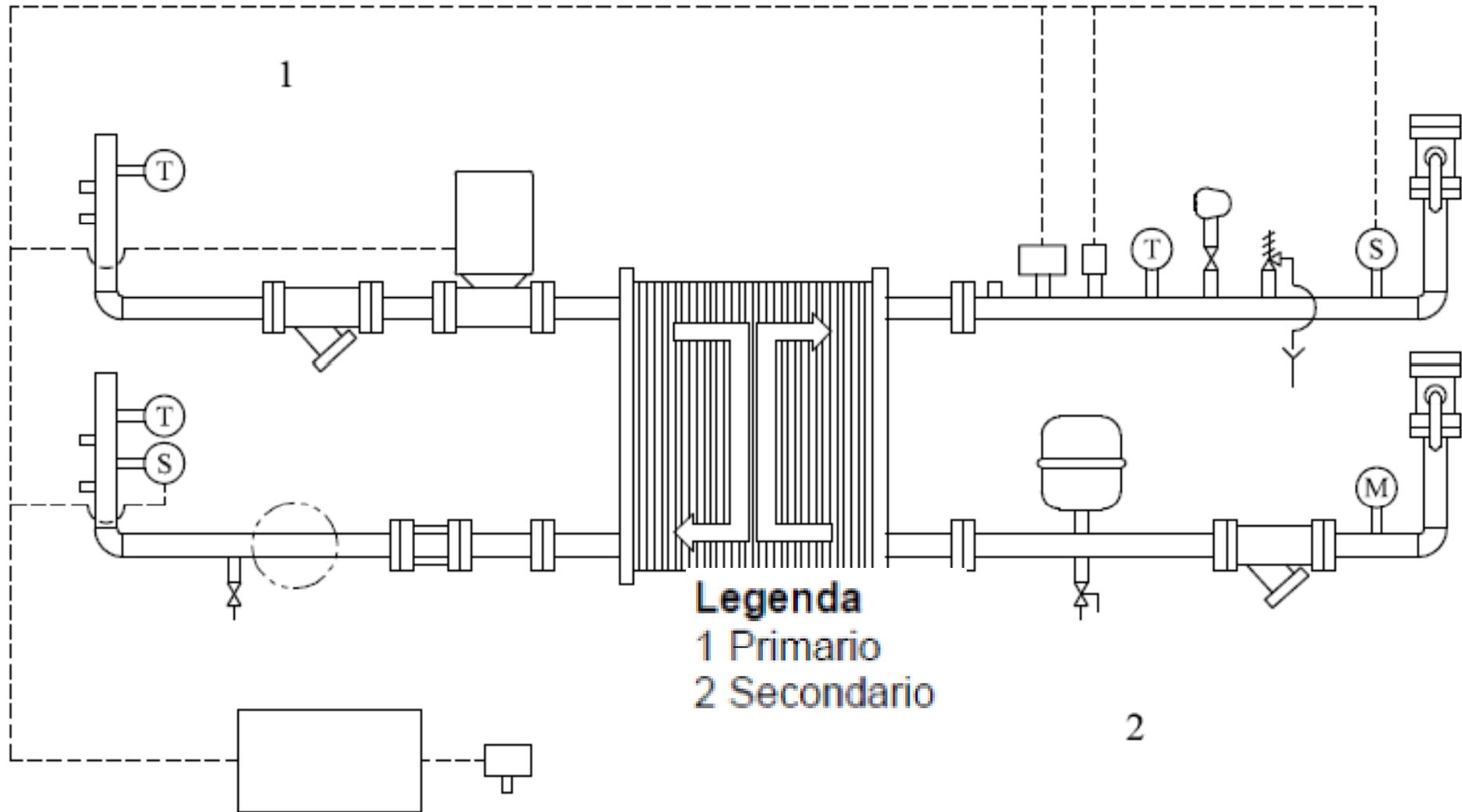


Legenda

- 1 Centrale di produzione della rete
- 2 Cogenerazione
- 3 Combustione a fiamma
- 4 Perdite elettriche Q elettrica
- 5 Perdite termiche Q termica
- 6 Rete teleriscaldamento
- 7 Sottostazione di scambio termico
- 8 Energia termica della rete dell'impianto termico
- 9 Rete elettrica

Teleriscaldamento

Dalla UNI TS 11300-4 si ha poi il seguente schema:



NOTA: Sulla UNI TS 11300-4 si trovano poi definite le varie modalità di calcolo

Impianto di cogenerazione abbinato al teleriscaldamento

La **rete di teleriscaldamento** deve soddisfare contestualmente le seguenti condizioni:

- alimentare tipicamente, mediante una rete di trasporto dell'energia termica, una pluralità di edifici o ambienti;
- essere un sistema aperto ovvero, nei limiti di capacità del sistema, consentire l'allacciamento alla rete di ogni potenziale cliente secondo principi di non discriminazione;
- la cessione dell'energia termica a soggetti terzi deve essere regolata da contratti di somministrazione, atti a disciplinare le condizioni tecniche ed economiche di fornitura del servizio secondo principi di non discriminazione e di interesse pubblico, nell'ambito delle politiche per il risparmio energetico. **(D.M. 24/10/2005)**

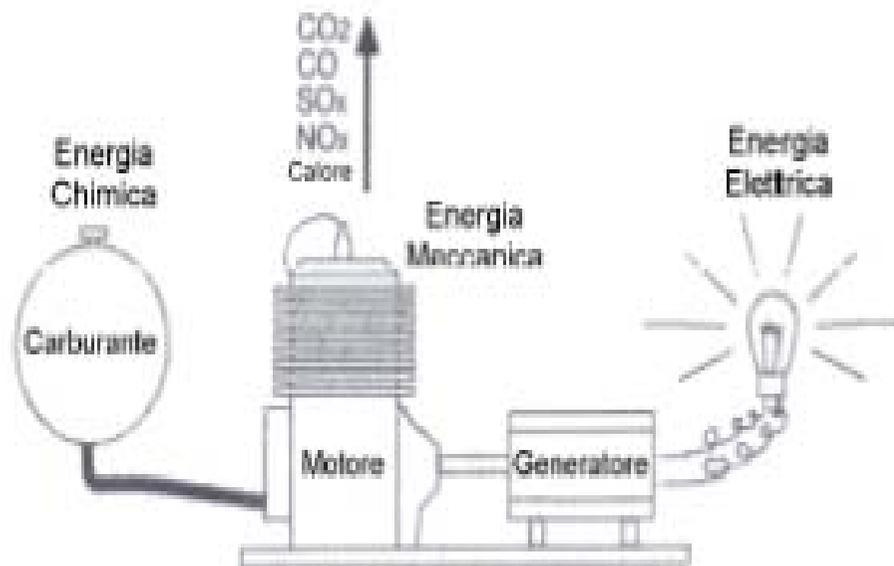
Ha diritto all'emissione dei **Certificati Verdi** l'energia prodotta da impianti di cogenerazione abbinati al teleriscaldamento, limitatamente alla quota di energia termica effettivamente utilizzata per il teleriscaldamento". (Art. 1 comma 71 della Legge N. 239/04)

Fuel cells

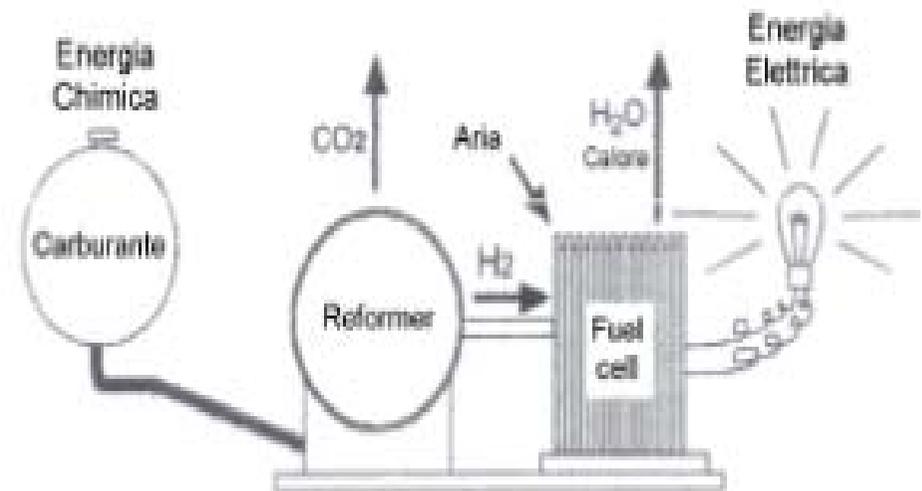
Celle a combustibile

Una pila a combustibile (detta anche cella a combustibile dal nome inglese fuel cell) è un dispositivo elettrochimico che permette di ottenere elettricità direttamente da certe sostanze, tipicamente da idrogeno ed ossigeno, senza che avvenga alcun processo di combustione termica

GENERATORE TRADIZIONALE



GENERATORE A FUEL CELL



Vantaggi

Alta efficienza: una fuel cell ha un'efficienza molto più alta di un normale motore a combustione interna, in quanto, non risentendo dei limiti di Carnot come tutte le macchine termiche, ha un rendimento che non è limitato dalla massima temperatura raggiungibile. Questo discorso vale anche e soprattutto ai carichi parziali, dove spesso un motore a combustione interna ha difficoltà ad operare alla massima efficienza;

Rapida risposta al carico: una fuel cell ha una risposta rapidissima alle variazioni del carico proprie di un veicolo stradale; inoltre è in grado di autoregolarsi al variare delle richieste di carico, mantenendo sempre la massima efficienza;

Bassa temperatura operativa: le fuel cells di tipo PEM operano a temperature intorno ai 70°C, molto più basse delle temperature operative dei motori a combustione interna. Questo rende l'impianto e il loro utilizzo sul veicolo molto più semplice;

Trasformazioni energetiche ridotte: come si vede dalla figura in basso, una fuel cell opera lo stesso numero di trasformazioni energetiche di un motore a combustione interna, ma con efficienza maggiore, per cui non c'è un decremento di rendimento complessivo dovuto a trasformazioni energetiche aggiuntive

SVANTAGGI

Idrogeno: uno degli svantaggi maggiori è nel fatto che l'idrogeno è un gas ancora molto costoso da acquistare, anche se è facile trovare soluzioni economiche di auto-produzione o produzione da fonti rinnovabili; inoltre è un gas potenzialmente pericoloso e necessita di particolari accorgimenti per lo stoccaggio a bordo;

Impurezze: allo stato attuale le fuel cells risentono molto di eventuali impurezze presenti nel combustibile (per la presenza del catalizzatore), per cui è necessario utilizzare idrogeno sufficientemente puro; questo obbliga ad utilizzare idrogeno prodotto da elettrolisi dell'acqua o a depurarlo se prodotto tramite reforming;

Catalizzatore costoso: attualmente il catalizzatore usato agli elettrodi è Platino, che è un metallo molto costoso e costituisce una delle voci di costo principali della fuel cell;

Ghiaccio: per l'umidificazione delle membrane (che resta ancora uno dei punti più critici per il buon funzionamento delle fuel cells) si utilizza acqua pura, eventualmente sfruttando anche quella prodotta al catodo; questo significa che a basse temperature c'è il rischio che si formi del ghiaccio all'interno della cella, danneggiandola;

SVANTAGGI

Tecnologia nuova: la tecnologia delle fuel cells è stata approfondita soltanto da pochi anni, pertanto, pur avendo di fronte senza dubbio notevoli passi avanti da compiere, è ancora allo stato iniziale, e perciò risulta essere (anche a causa della totale assenza di economie di scala) ancora molto costosa;

Assenza di infrastrutture: un altro problema che frena lo sviluppo di veicoli ad idrogeno è l'assenza di un'infrastruttura per l'approvvigionamento, che oggi risulta ancora difficile da realizzare a costi competitivi

**Materiali
e
tecnologie innovative**

TECNOLOGIE Innovative



TECNOLOGIE Innovative



TECNOLOGIE Innovative



TECNOLOGIE Innovative



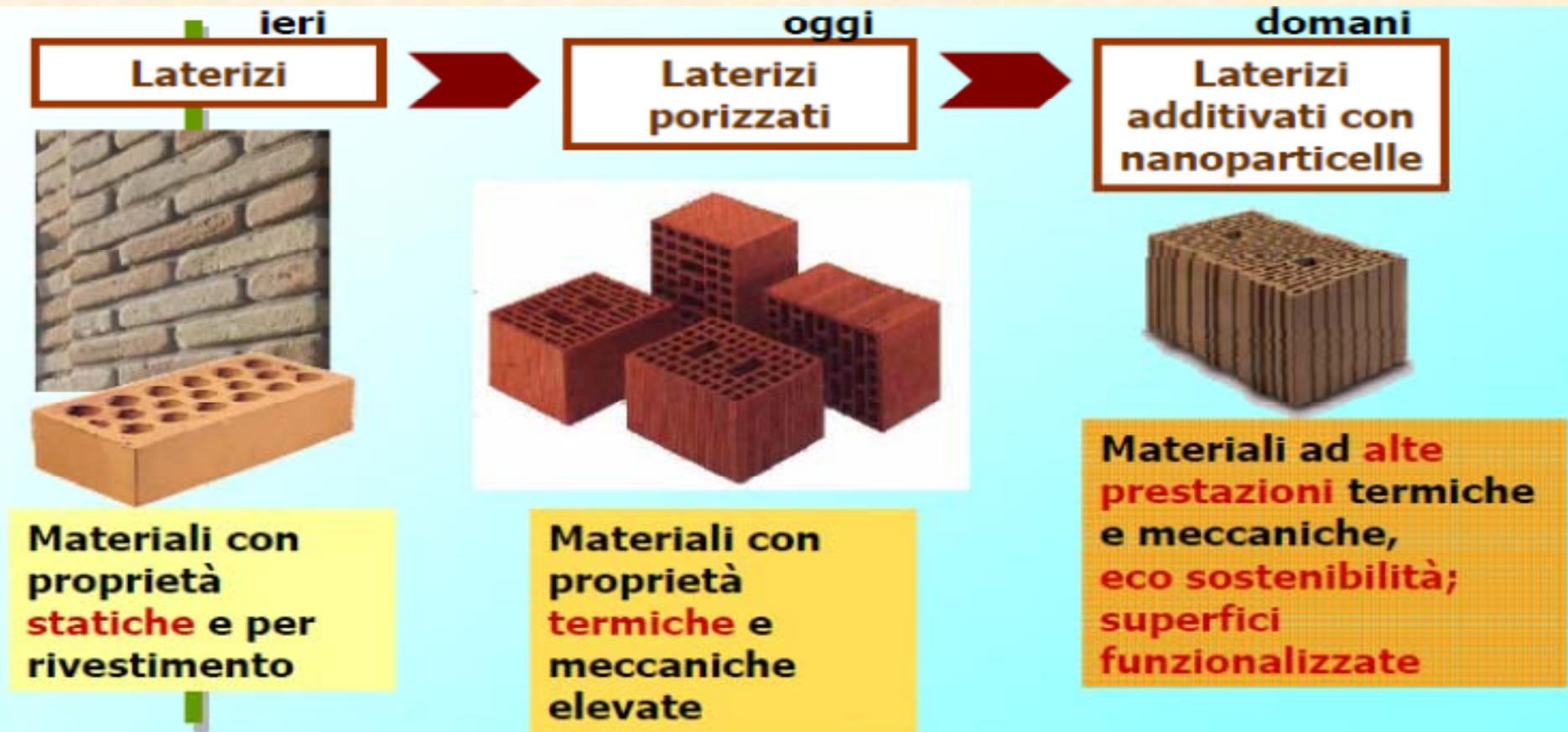
Le tecniche costruttive
Dinamiche innovative di materiali e componenti edili

**Lo sviluppo innovativo degli infissi, degli impianti,
delle chiusure verticali e delle coperture**

La dinamica innovativa dei materiali e componenti edilizi



Esempio per i materiali: i laterizi

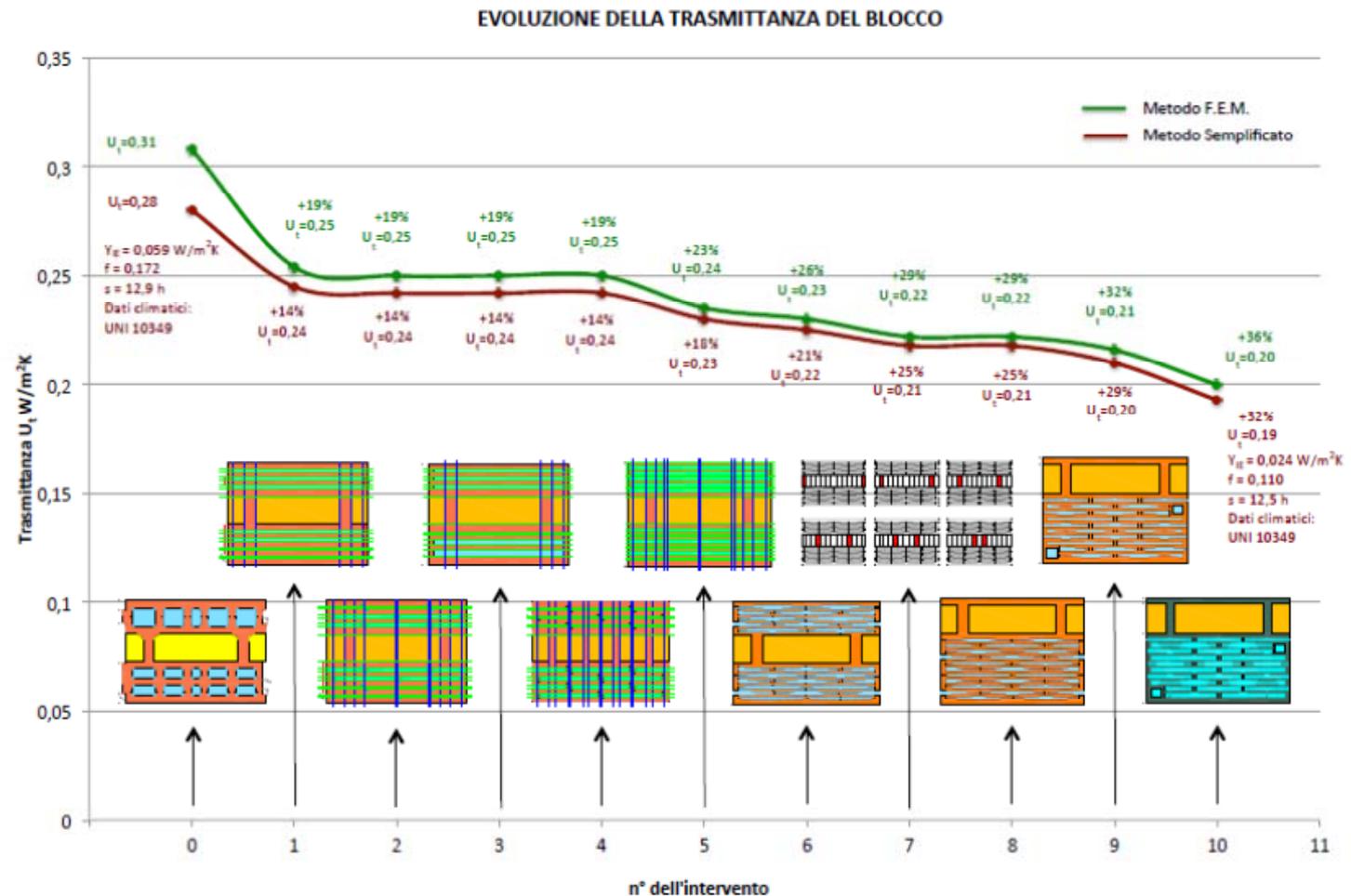


In una tesi, si è recentemente lavorato sulle caratteristiche termiche di un impasto in vetro riciclato espanso con il quale è stato progettato un nuovo sistema costruttivo sostenibile (blocchi alleggeriti).

Esempio: i laterizi

Parallelamente sono state esaminate le caratteristiche termiche in regime stazionario e dinamico dei blocchi della ditta con cui eravamo in contatto.

Si è proceduto alla misura della conducibilità termica e si sono avuti i seguenti risultati:



Esempio: i laterizi

Un altro importante aspetto innovativo è emerso dalla presente lavoro: l'analisi di impatto ambientale del nuovo impasto in vetro riciclato.

Alla luce delle nuove normative sulla sostenibilità del patrimonio edilizio ed in particolare dei loro componenti risulta essere sempre più importante l'utilizzo nelle opere di costruzione di materiali ecologicamente compatibili. In particolare risulta fondamentale l'aspetto del recupero e della riciclabilità delle opere da costruzione e dei loro componenti dopo la demolizione, nonché la limitazione nello sfruttamento delle materie prime. In questa ottica l'utilizzo del vetro riciclato risulta in piena sintonia con tali disposizioni in quanto rispetto all'argilla espansa non prevede l'estrazione di materie prime ed inoltre risulta riciclabile anche dopo la demolizione.

Esempio: i laterizi

L'analisi del ciclo produttivo del vetro espanso ha messo in evidenza inoltre una riduzione delle emissioni di CO₂ dovuta al raggiungimento di temperature più basse durante la fase di espansione.

Si conclude che il vetro riciclato risulta essere un ottimo materiale per la realizzazione di elementi per muratura; ciò risulta evidente sia dal punto di vista energetico in quanto raggiunge elevate prestazioni che permettono la realizzazione di un sistema costruttivo ad elevata resistenza termica ma privo di strato isolante, sia da un punto di vista ambientale in quanto proveniente dal riciclo e riciclabile a sua volta.