



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Prof.
arch.
Roberto
Carratù

Laboratorio di progettazione architettonica

Modulo Impianti

prof. arch. Roberto Carratù

roberto.carratu@uniroma1.it

Università "Sapienza" - Roma
Facoltà di Architettura



Laboratorio di progettazione architettonica



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Prof.
arch.
Roberto
Caratù

Modulo Impianti

- uso sostenibile dell'energia e legislazione edilizia
- cenni di fisica tecnica ambientale: termica
- cenni di fisica tecnica ambientale: illuminazione naturale
- cenni di fisica tecnica ambientale: illuminazione artificiale
- cenni di fisica tecnica ambientale: acustica
- audit e progettazione energetica
- ecotec e la progettazione solare
-



Laboratorio di progettazione architettonica



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Modulo Impianti

Prof.
arch.
Roberto
Carratù

USO SOSTENIBILE DELL'ENERGIA

prof. arch. Roberto Carratù

Università "La Sapienza" - Roma
Facoltà di Architettura a Valle Giulia

ENERGIA

La parola "energia" deriva dal greco "energeia", una parola che appare per la prima volta negli scritti di Aristotele (384-322 a.C.) dove indica lo spirito divino o la forza che trasforma l'ipotetico in realtà.

l'energia è la capacità di compiere lavoro: per compiere un lavoro si ha bisogno d'energia.

Rudolph Clausius (1822-1888), intorno alla metà del secolo Ottocento formulò i due fondamentali principi della termodinamica, che possono essere riassunti in un'unica frase: *“l'energia dell'universo è costante e la sua qualità è in continua diminuzione”*.

ENERGIA

“Potenza”

Energia prodotta al secondo ($W=J/s$)

“Watt”

Unità di misura della potenza elettrica. kW, MW, GW...

“Energia”

Potenza prodotta/assorbita in una unità di tempo, se un ora. ($1Wh=3600 J$)

“Wattora”

Unità di misura della energia elettrica. Wh, kWh, kWh/anno

ENERGIA

Energia utile è detta quella che è tecnicamente sfruttabile. Per ottenere energia utile bisogna normalmente trasformare altre forme energetiche, per esempio energia chimica in calore. Questo avviene, quando bruciamo legna nel caminetto per riscaldare la casa. In questo caso trasformiamo biomassa (legna = energia chimica = energia primaria) in calore che costituisce anche energia finale, perché non viene ulteriormente trasformata.

Energia primaria è quindi quella che sta a monte della trasformazione; esempi sono: l'energia solare, il petrolio, il gas naturale, il carbone, ecc. L'energia primaria viene oggi normalmente misurata in tonnellate equivalenti petrolio (tep), perché dal petrolio derivano i combustibili oggi più usati.

Energia finale è l'energia fornita al consumatore e può essere corrente elettrica, calore (teleriscaldamento), benzina, ecc. L'energia finale è normalmente misurata in chilowattore (kWh).

SOSTENIBILITA'

“lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che consente la soddisfazione dei bisogni economici delle attuali generazioni senza compromettere lo sviluppo di quelle future”

"Our common future" (Il futuro di noi tutti)
Rapporto Brundtland 1987, poi ripresa dalla Conferenza mondiale
sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU (World Commission on Environment and Development, WCED)

SOSTENIBILITA'

...Nella pianificazione e nei processi decisionali di governi e industrie devono essere inserite considerazioni relative a risorse e ambiente, in modo da permettere una continua riduzione della parte che energie e risorse hanno nella crescita, incrementando l'efficienza nell'uso delle seconde, incoraggiandone la riduzione e il riciclaggio dei rifiuti [...].

"Our common future" (Il futuro di noi tutti)
Rapporto Brundtland 1987, poi ripresa dalla Conferenza mondiale
sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU (World Commission on Environment and Development, WCED)

SOSTENIBILITA'

La protezione ambientale e lo sviluppo sostenibile devono diventare parte integrante

dei mandati di tutti gli enti governativi, organizzazioni internazionali e grandi istituzioni del settore

privato; a essi va attribuita la responsabilità di garantire che le loro politiche, programmi e bilanci favoriscano e sostengano attività economicamente ed ecologicamente accettabili a breve e a lungo termine ..."

"Our common future" (Il futuro di noi tutti)
Rapporto Brundtland 1987, poi ripresa dalla Conferenza mondiale
sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU (World Commission on Environment and Development, WCED)

in Italia.....

Il concetto di sviluppo sostenibile in Italia, in base a quanto recepito nel D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, in materia "ambientale" e nelle successive modifiche apportate dal D.lgs 16 gennaio 2008 n. 4,

Art. 3-quater (Principio dello sviluppo sostenibile)

"Ogni attività umana giuridicamente rilevante ai sensi del presente codice deve conformarsi al principio dello sviluppo sostenibile, al fine di **garantire all'uomo che il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni attuali non possa compromettere la qualità della vita e le possibilità delle generazioni future.**[...] Data la complessità delle relazioni e delle interferenze tra natura e attività umane, il principio dello sviluppo sostenibile deve consentire di individuare un **equilibrato rapporto, nell'ambito delle risorse ereditate, tra quelle da risparmiare e quelle da trasmettere,** affinché nell'ambito delle dinamiche della produzione e del consumo si inserisca altresì il **principio di solidarietà** per **salvaguardare** e per **migliorare la qualità dell'ambiente anche futuro.** La risoluzione delle questioni che involgono aspetti ambientali deve essere cercata e trovata nella **prospettiva di garanzia dello sviluppo sostenibile,** in modo da **salvaguardare il corretto funzionamento** e l'**evoluzione degli ecosistemi naturali dalle modificazioni negative che possono essere prodotte dalle attività umane.**"

SOSTENIBILITA'

.....capacità di un ecosistema di mantenere processi ecologici, fini, biodiversità e produttività nel futuro.



ENTROPIA

ENTROPIA

IL PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

$$\Delta E = 0$$

E l'energia dell'universo
 Δ la variazione finale

L'energia complessiva dell'universo è costante

L'energia, come visto, non si crea e non si distrugge

ENTROPIA

IL SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

$$\Delta S > 0$$

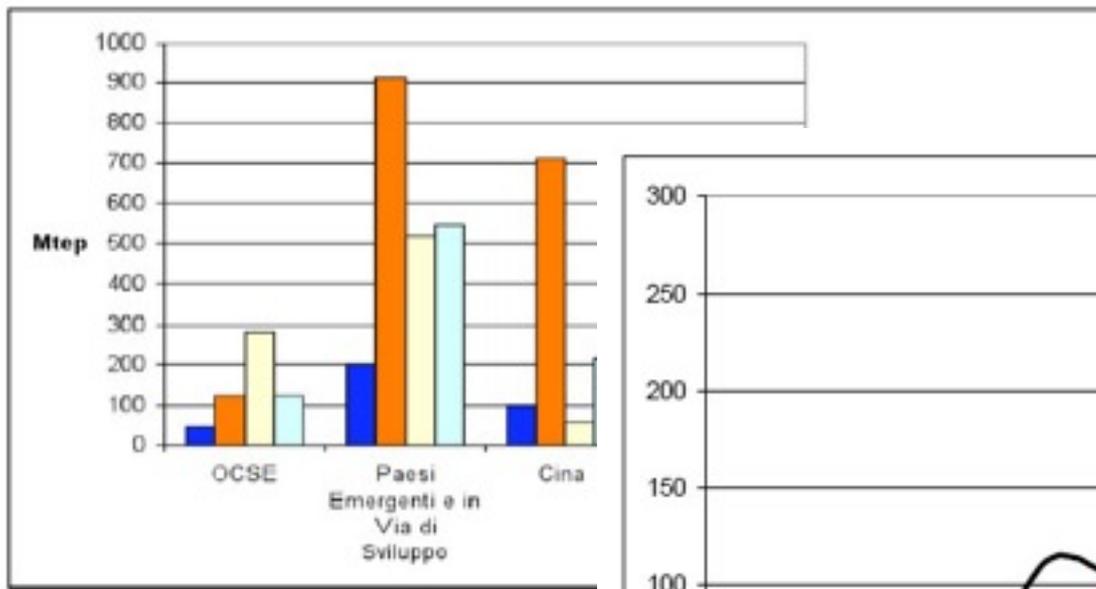
S entropia dell'universo,
Δ la variazione finale

In natura esistono delle variazioni energetiche a carattere naturale, spontanee, come la cessione delle temperature, variazioni "**entropiche positive**" e variazioni innaturali, non spontanee, dette variazioni "**entropiche negative**", quelle ad esempio di alcune macchine in cui la trasformazione del calore avviene in senso inverso.

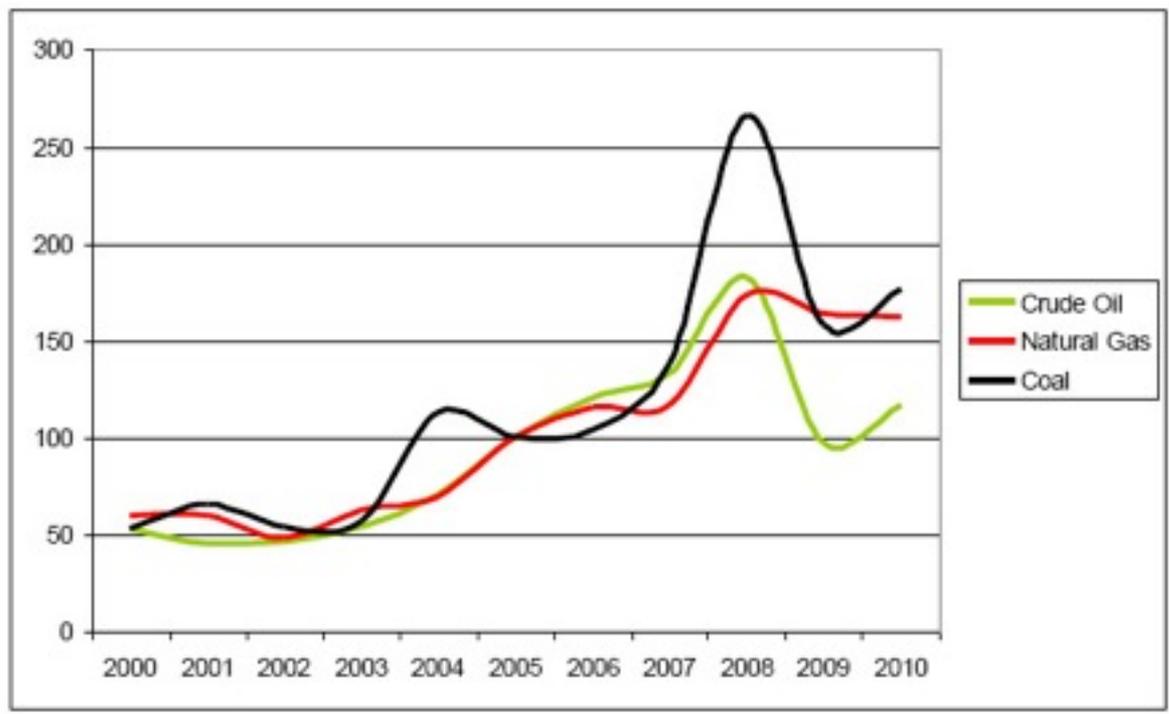
le variazioni naturali, quindi l'entropia positiva, sono sempre maggiori di quelle innaturali, ad entropia negativa.

La materia si converte in energia ma l'energia non crea la materia.

ENERGIA



Fonte: elaborazione E



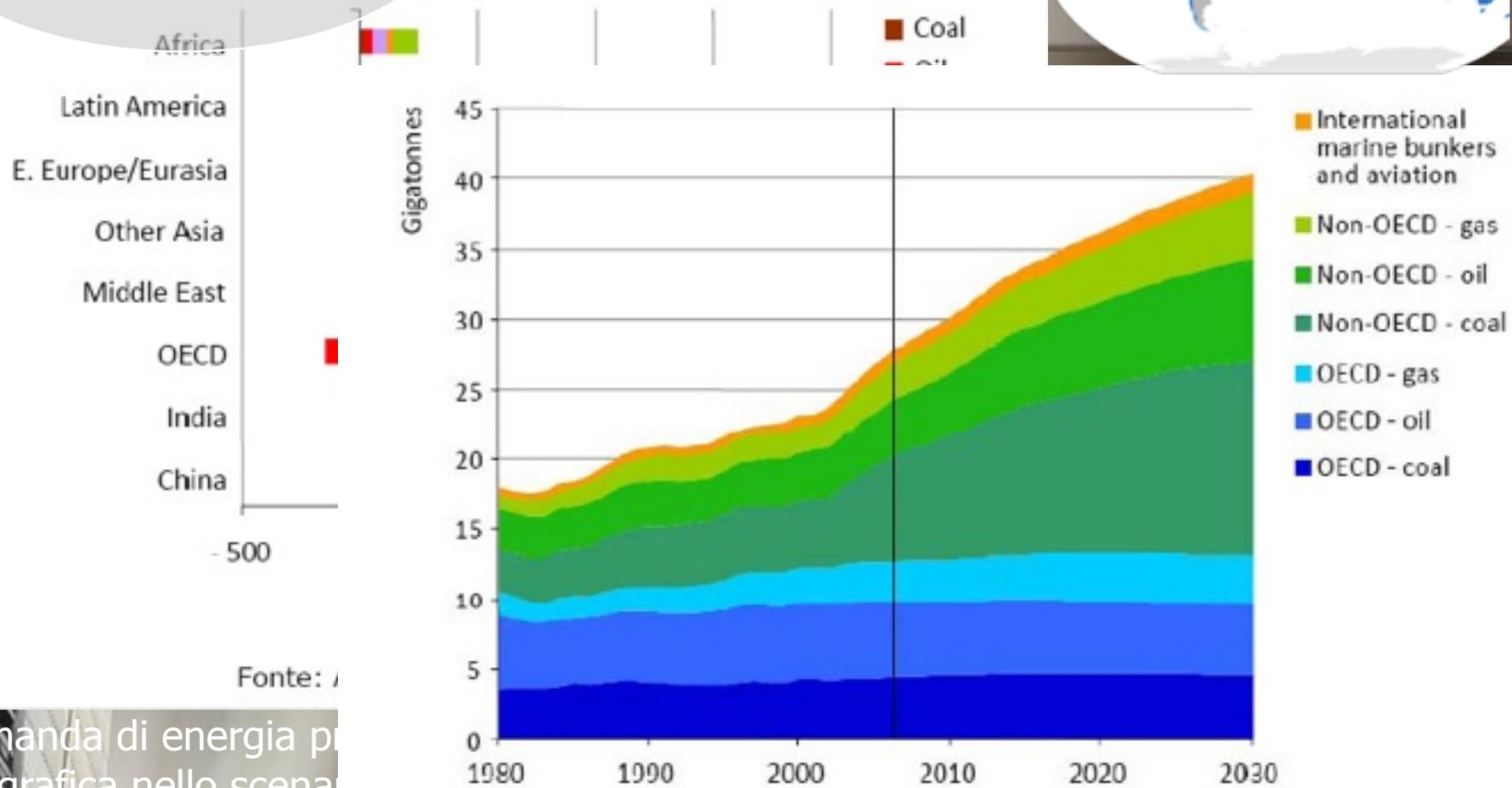
Incremento domanda paesi em

Indici di prezzo delle principali fonti energetiche fossili

ENERGIA



Prof.
arch.
h.
Roberto
Car
ratù



Fonte: AIE

Fonte: AIE - World Energy Outlook 2008

Domanda di energia per area geografica nello scenario tendenziale dell'AIE

Emissioni di gas serra per area geografica nello scenario tendenziale dell'AIE

AMBIENTE

ENERGIA

CAMBIAMENTI CLIMATICI

FENOMENI ASTRONOMICI

modifica parametri orbitali

attività solari

FENOMENI TERRESTRI

eruzioni vulcaniche

modifica calotte polari

UOMO

Popolazione 2000 = 6 miliardi

Popolazione 2050 = 9 miliardi

SVILUPPO ENERGETICO

GAS EFFETTO SERRA

ANIDRIDE CARBONICA

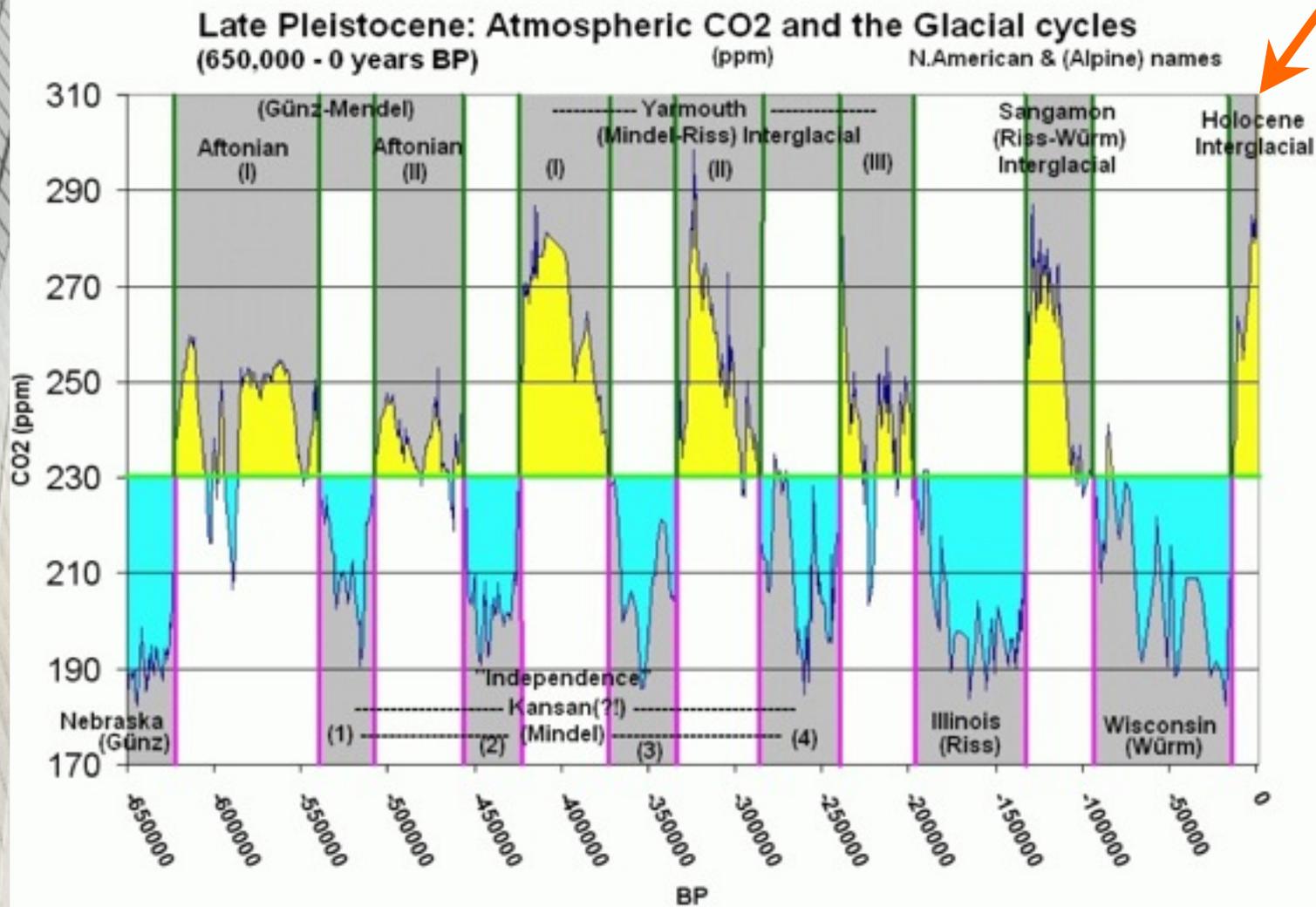
METANO

PROTOSSIDO DI AZOTO

PARTICELLE AEROSOL

DEFORESTAZIONE

AMBIENTE

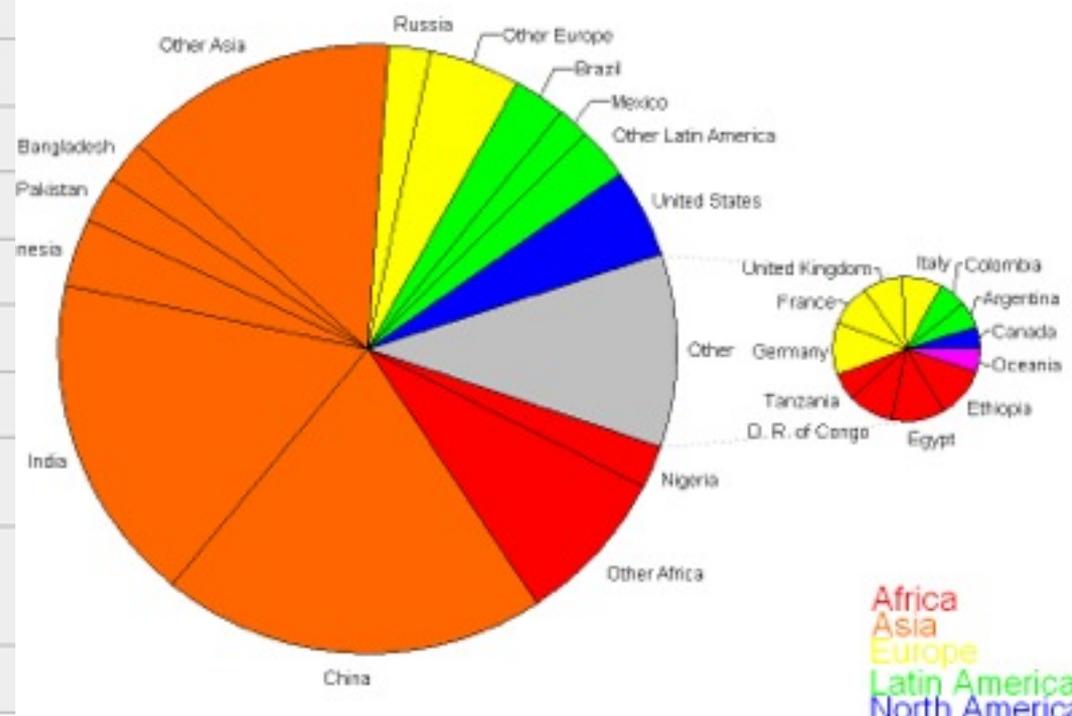


ENERGIA

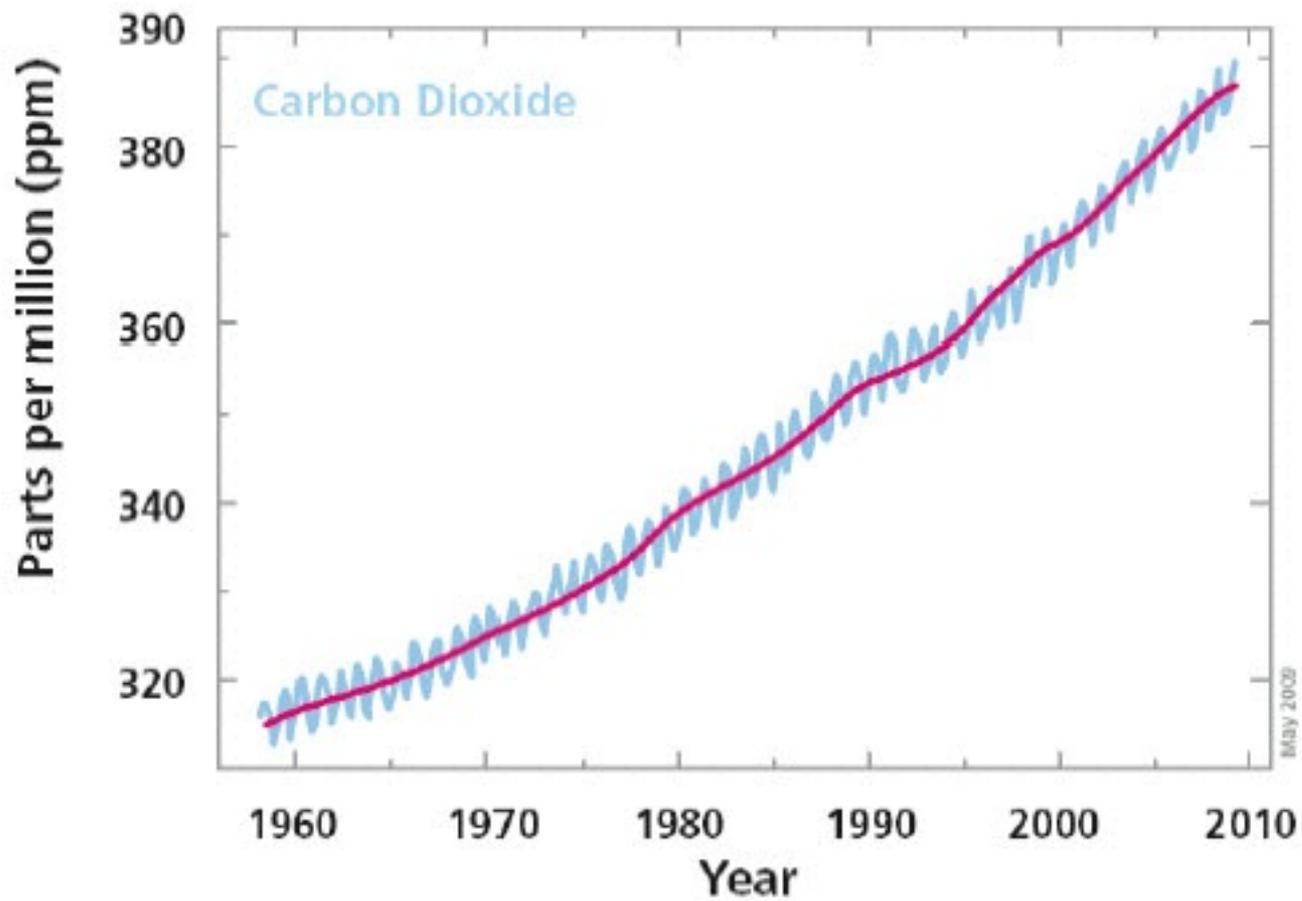


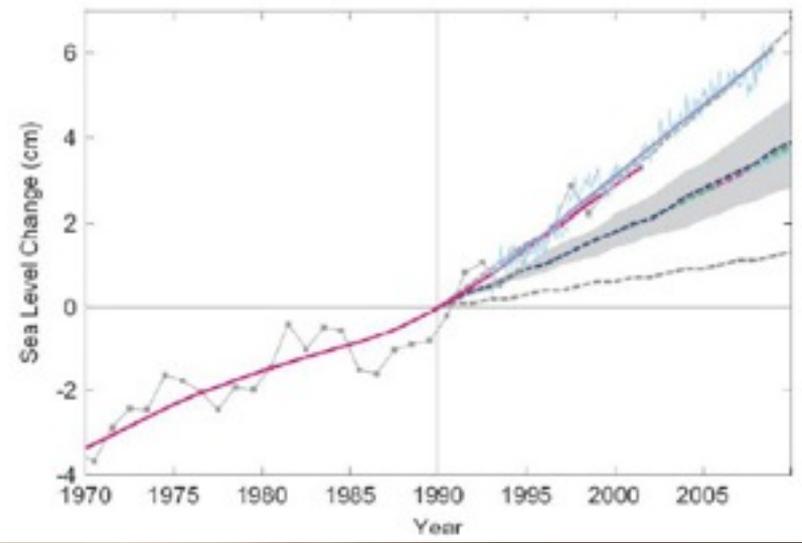
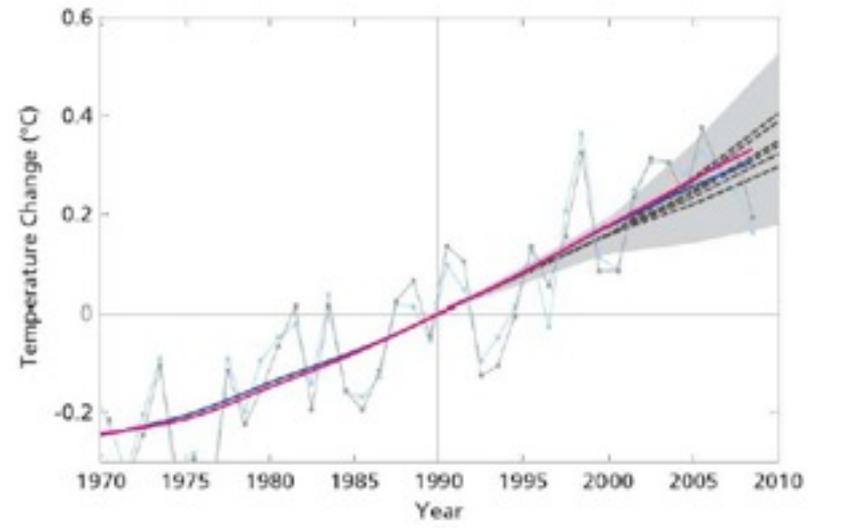
I 15 paesi con la popolazione totale più elevata:

Posizione	Paese / Territorio	Popolazione	Data	% della popolazione mondiale
1	Cina	1.340.530.000	28 ottobre 2010	19.91%
2	India	1.170.630.000	28 ottobre 2010	17.39%
3	USA	307.162.899	21 luglio, 2009	4.56%
4	Indonesia	238.827.455	20 dicembre, 2008	3.55%
5	Brasile	192.970.000	28 ottobre 2010	2.87%
6	Pakistan	170.906.000	28 ottobre 2010	2.54%
7	Bangladesh	155.009.941	20 dicembre, 2008	2.3%
8	Nigeria	147.650.948	20 dicembre, 2008	2.19%
9	Russia	140.387.818	20 dicembre, 2008	2.09%
10	Giappone	127.205.040	20 dicembre, 2008	1.89%
11	Messico	110.547.123	20 dicembre, 2008	1.64%
12	Filippine	96.962.954	20 dicembre, 2008	1.44%
13	Vietnam	86.518.311	20 dicembre, 2008	1.28%
14	Etiopia	83.794.239	20 dicembre, 2008	1.24%
15	Germania	82.352.473	20 dicembre, 2008	1.22%



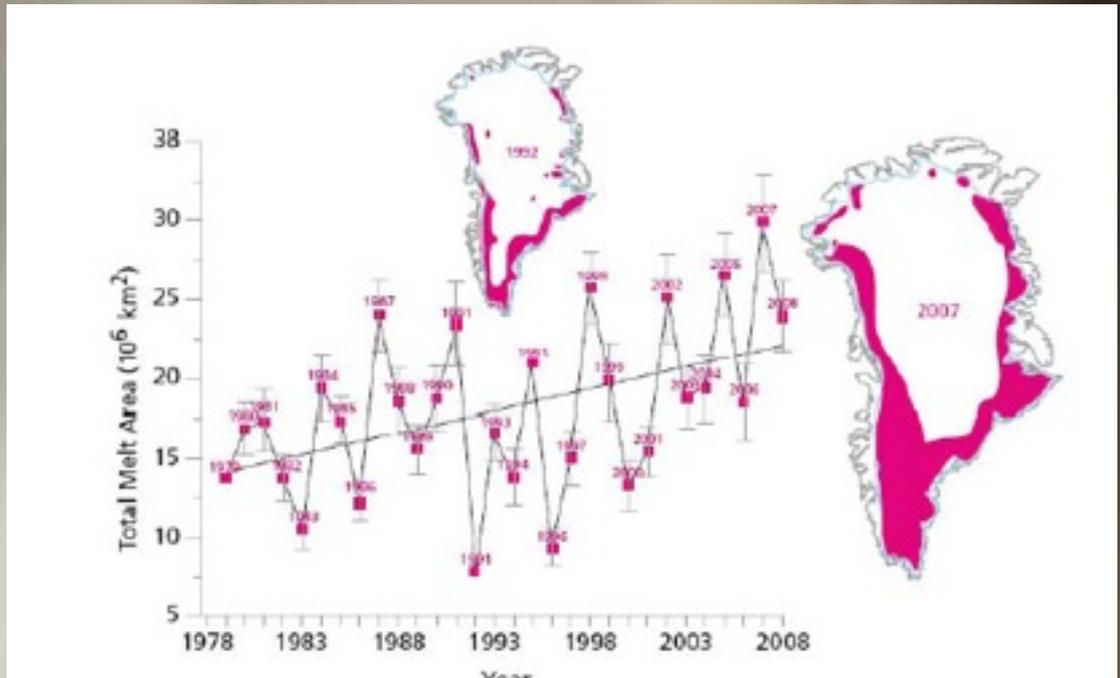
AMBIENTE





Temperatura atmosferica (°C)

Innalzamento del livello del mare



Riduzione della calotta di ghiaccio in Groenlandia (1978-2008)

AMBIENTE

L'effetto serra non esiste.....

Corriere della Sera Martedì 6 Gennaio 2009

» I climatologi «L'abbassamento delle temperature contraddice i catastrofisti dell'ambiente»

E i ghiacciai non si ritirano più «L'effetto serra sembra svanito»

Il fenomeno anche in Lombardia. «Tornati ai livelli del '79»

WWW.VIGNETTADELCORNO.COM

CIASCUNO DI NOI DEVE
FARE QUALCOSA CONTRO
L'EFFETTO SERRA, PRIMA
CHE SIA TROPPO TARDI!

PUOI GIURARCI, NE VA
DELLA NOSTRA VITA!

Nicola Beusca

PER DELL'UTRI
E IL PDL
L'EFFETTO
SERRA NON
ESISTE

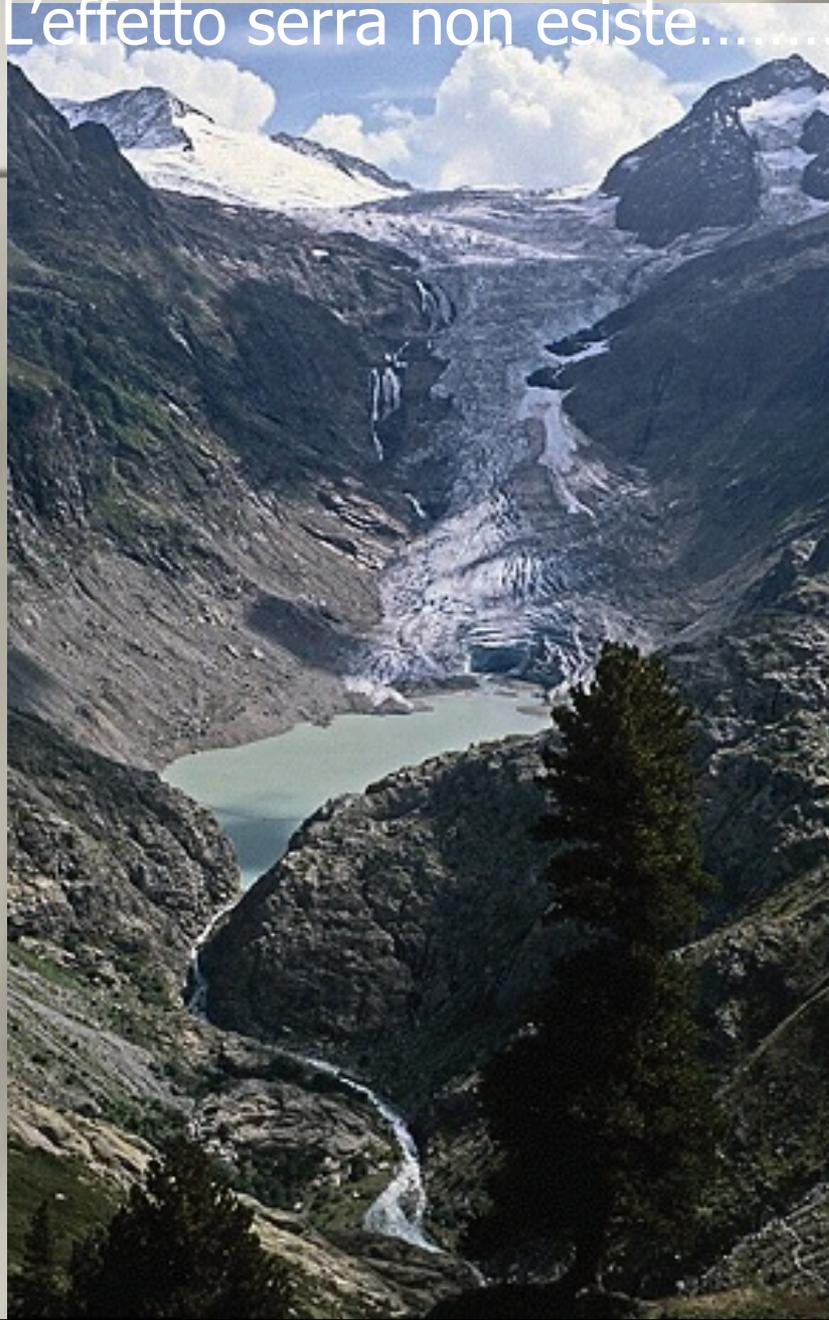
...E
CENERENTOLA
SPOSO' DAVVERO
IL PRINCIPE
AZZURRO



1948

Ghiacciaio del Triftgletscher (Austria)

L'effetto serra non esiste.....



2006

Adamello 1880

L'effetto serra non esiste.....



Adamello 2003

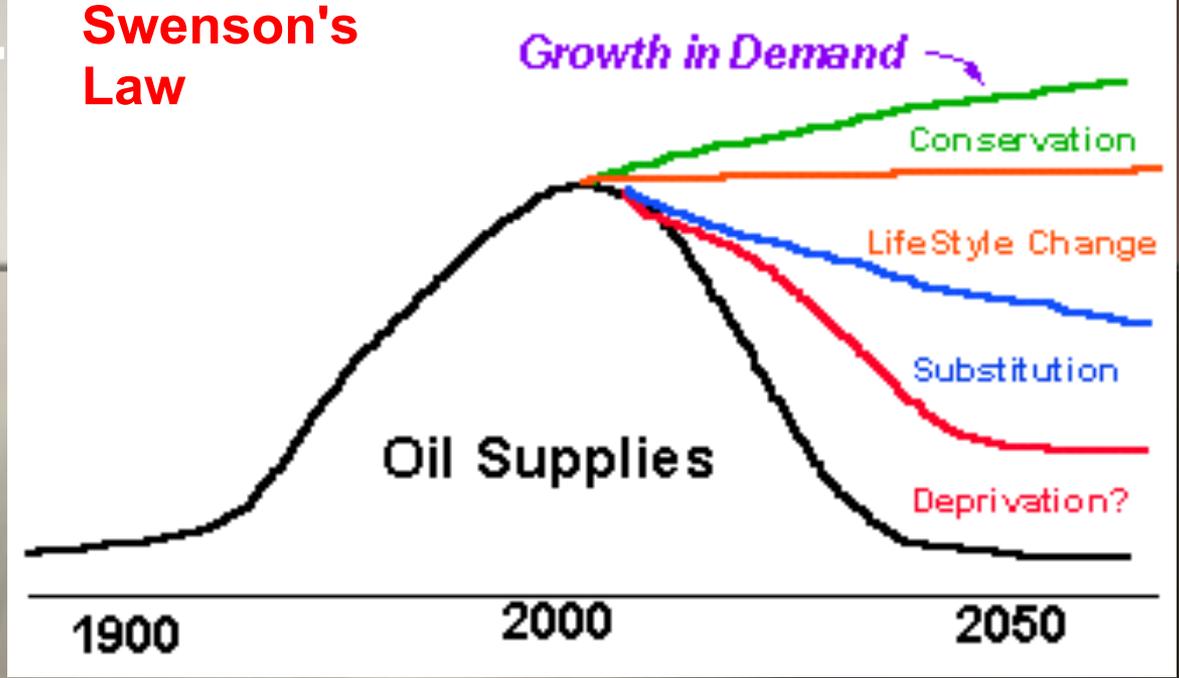


L'effetto serra non esiste.....



Che cosa ci aspetta...

Swenson's Law



Prof.
arc
h.
Rob
erto
Car
ratù

Conservation -- the same life-style accomplished with more energy-efficient artifacts ... more fuel-efficient cars ...

Life-Style Change -- a form of conservation: telecommuting instead of commuting ... back to the land ... living closer to work ...

Substitution -- using other energy sources to accomplish the same objectives ... solar power... walking not driving ...

Deprivation -- just plain doing *without* ... no more plane trips to visit the family across the country ... or, more seriously, pestilence ... mass starvation ... war ...

L'architettura è trasversale
a tutte le attività umane e a tutti i settori produttivi

L'architettura è ambientalmente pesante
e tecnologicamente arretrata

L'architettura è l'attività umana
a più alto impatto ambientale

"L'architettura può salvare il mondo"
Purchè sia sostenibile!!

NUOVO APPROCCIO NUOVA MENTALITA'

IL VERO PROGRESSO E' NON AVERE
DI PIU', MA AVERE BISOGNO DI MENO

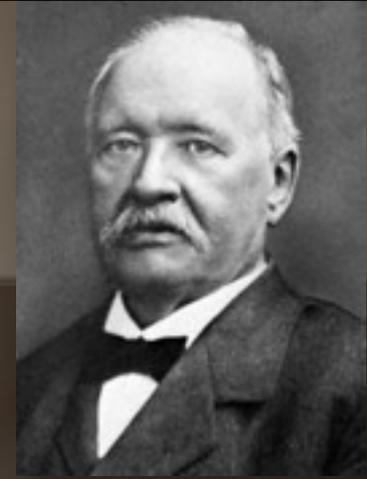
ossia:

FARE DI PIU' UTILIZZANDO MENO RISORSE,
MENO SPRECO, MENO INQUINAMENTO



NUOVO APPROCCIO NUOVA
MENTALITA'

"L'ENERGIA MEGLIO SPESA
.... E' QUELLA RISPARMIATA !"



eppure l'avevano detto...

Fourier (1827):
parlò per primo dell' "effet de serre"

Arrhenius (1896):
stimò che un raddoppio di CO₂ avrebbe causato + 5°C

AZIONI LEGISLATIVE...



KYOTO (1997)



Obiettivo Italia 2008-2012: 483 Mt CO₂ eq , - 6,5% CO₂ rispetto al 1990

OBIETTIVO FALLITO: Sanzioni per 3-6 miliardi di €



Rapporto STERN (2006)



Perdita 5÷20% PIL mondiale/anno
Per evitarlo investire 1% PIL



EUROPA (2007)



Entro il 2020:

Riduzione CO₂ : -20%
Efficienza: + 20%
Rinnovabili: 20%



EUROPA (2010)



Edifici n Z.E.B. (nearly Zero Energy Building)

IN EUROPA...

Direttiva 2002/91/CE

"Energy Performance of Buildings" (EPBD)
→ D.Lgs. 192/2005 ...

Direttiva 2006/32/CE del 5 aprile 2006 *concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio*

→ D.Lgs. 115/2008

Direttiva 2009/28/CE del 23 aprile 2009 *sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*

Gli sviluppi futuri

Azione clima (obiettivi UE 2020)

20% riduzione emissioni gas serra;
20% aumento dell'efficienza energetica;
20% contributo rinnovabili al consumo finale

La nuova Direttiva Europea 2010/31 UE, in sostituzione della Direttiva 2002/91/CE, con cui si può raggiungere nel 2020 l'obiettivo del 20% di risparmio energetico.

Gli Stati membri dovranno recepire la Norma, in modo che tutti gli edifici costruiti dalla fine del 2020 siano conformi ai più elevati standard di risparmio energetico e siano alimentati per la maggior parte con energie rinnovabili: edifici il cui consumo di energia primaria sia pressoché **uguale a zero**.

La nuova Direttiva sull'efficienza energetica stabilisce i requisiti minimi per la prestazione energetica degli immobili di nuova costruzione e la loro applicazione agli edifici esistenti.

Per gli edifici pubblici tali requisiti si applicheranno dal 2018, perché siano di esempio di buone pratiche. Queste realizzazioni innovative saranno in parte finanziate dall'Unione europea.

Con edificio a energia quasi zero si intende "un edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I (ovvero tenendo conto dei consumi legati al riscaldamento, rinfrescamenti, ventilazione, illuminazione, produzione ACS,). Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze"

Decreto legge n. 63/2013, convertito in Legge 3 agosto 2013 n. 90

Articolo 9

Edifici a energia quasi zero

1. Gli Stati membri provvedono affinché:
 - a) entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero; e
 - b) a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero.

Gli Stati membri elaborano piani nazionali destinati ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero. Tali piani nazionali possono includere obiettivi differenziati per tipologia edilizia.

Cosa significa edifici a energia quasi zero

Edificio ad altissima prestazione energetica, nel quale il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze

Edificio a energia quasi zero

Nearly Energy Building



Edificio a energia zero

Zero Energy Building

ZEB

IN ITALIA...

Consumi finali per settore e per fonte, Italia 2007

	Consumi (Mtep)	Petrolio (%)	Gas (%)	Carbone (%)	Elettricità (%)
Trasporti	44.650	97%	1%	-	2%
Industria	41.020	19%	40%	12%	29%
Residenziale e Terziario	43.410	11%	55%	4%	30%
Totale	144.100	48%	29%	5%	18%

Fonte: elaborazione ENEA su dati MiSE (Bilancio sintetico 2007)

$$1 \text{ Tep} = 1 \text{ TOE} \approx 41900 \text{ MJ} \approx 11640 \text{ kWh}$$

Definizioni

2) «edificio a energia quasi zero»: edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I.

Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura **molto significativa** da energia da **fonti rinnovabili**, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze;

...

14) «livello ottimale in funzione dei costi»: livello di prestazione energetica che comporta il **costo più basso durante il ciclo di vita economico stimato**, dove:

a) il costo più basso è determinato tenendo conto dei costi di investimento legati all'energia, dei costi di manutenzione e di funzionamento (compresi i costi e i risparmi energetici, la tipologia edilizia interessata e gli utili derivanti dalla produzione di energia), se del caso, e degli eventuali costi di smaltimento;

b) il ciclo di vita economico stimato è determinato da ciascuno Stato membro. Esso si riferisce al ciclo di vita economico stimato rimanente di un edificio nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per l'edificio nel suo complesso oppure al **ciclo di vita economico** stimato di un elemento edilizio nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per gli elementi edilizi.

Quale energia?



Fonti rinnovabili

- Biomasse
- Acqua
- Vento
- Geotermia
- Solare termico
- Solare fotovoltaico
- Marea
- Moto ondoso

Fonti non rinnovabili

- Combustibili fossili
 - petrolio
 - gas naturale
 - carbone
- Reazione Nucleare

IN ITALIA...

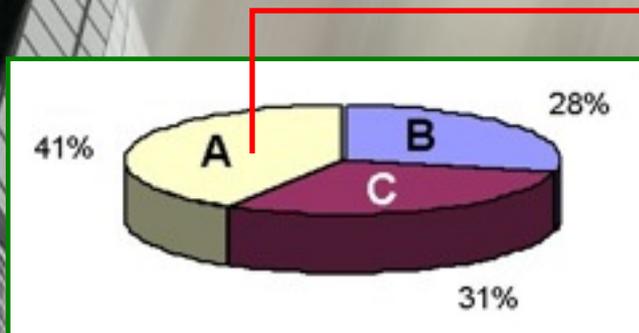
Risparmi potenziali nei vari settori degli usi finali per i Paesi UE

Settore	Consumo energetico 2005 (Mtep)	Consumo energetico 2020 (Business as usual) (Mtep)	Potenziale di risparmio 2020 (Mtep)	Potenziale di risparmio 2020 (%)
Residenziale	280	338	91	27
Edifici commerciali	157	211	63	30
Trasporti	332	405	105	26
Industria manifatturiera	297	382	95	25

Fonte: Piano d'azione per l'efficienza energetica, COM (2006) 545

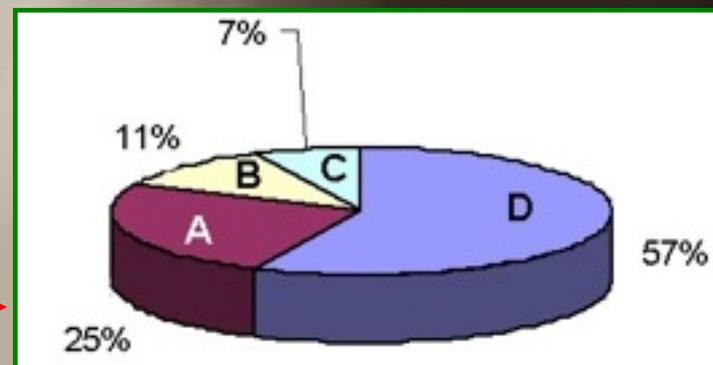
QUALE E' LA PRIMA FONTE DI ENERGIA?

CONSUMARE MENO!



- A - Settore edilizio
- B - Industria
- C - Trasporti

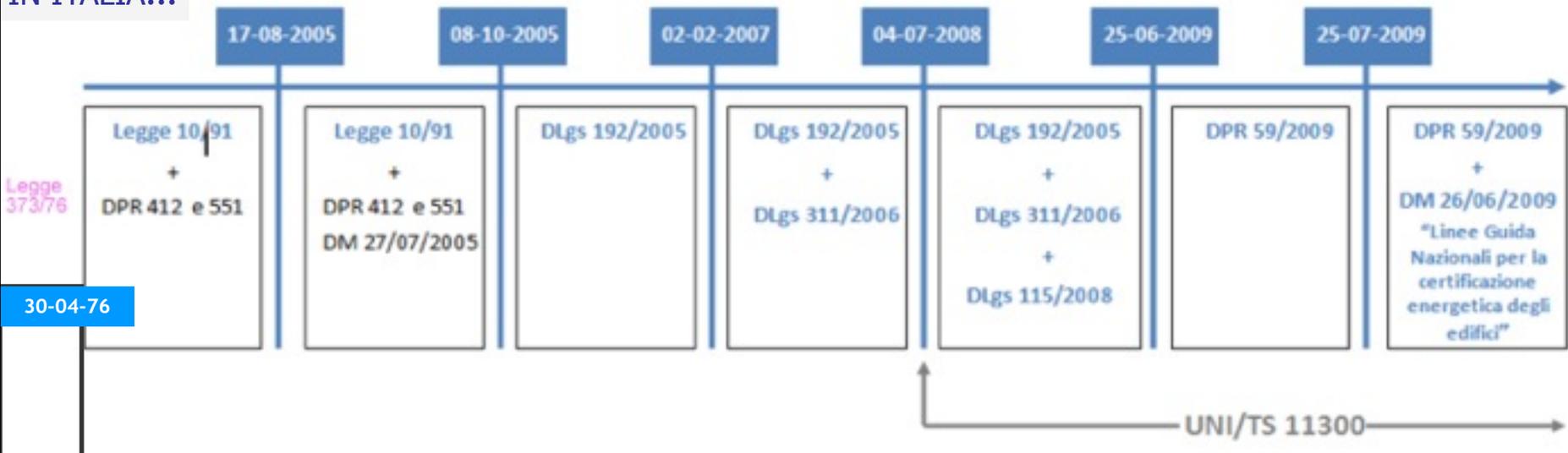
Fonte ENERDATA



- A - Produzione acqua calda
- B - Apparecchi elettrici
- C - Cottura cibi
- D - Riscaldamento

Potenziale risparmio su riscaldamento 80%

Potenziale di risparmio su usi elettrici 30%



LEGISLAZIONE

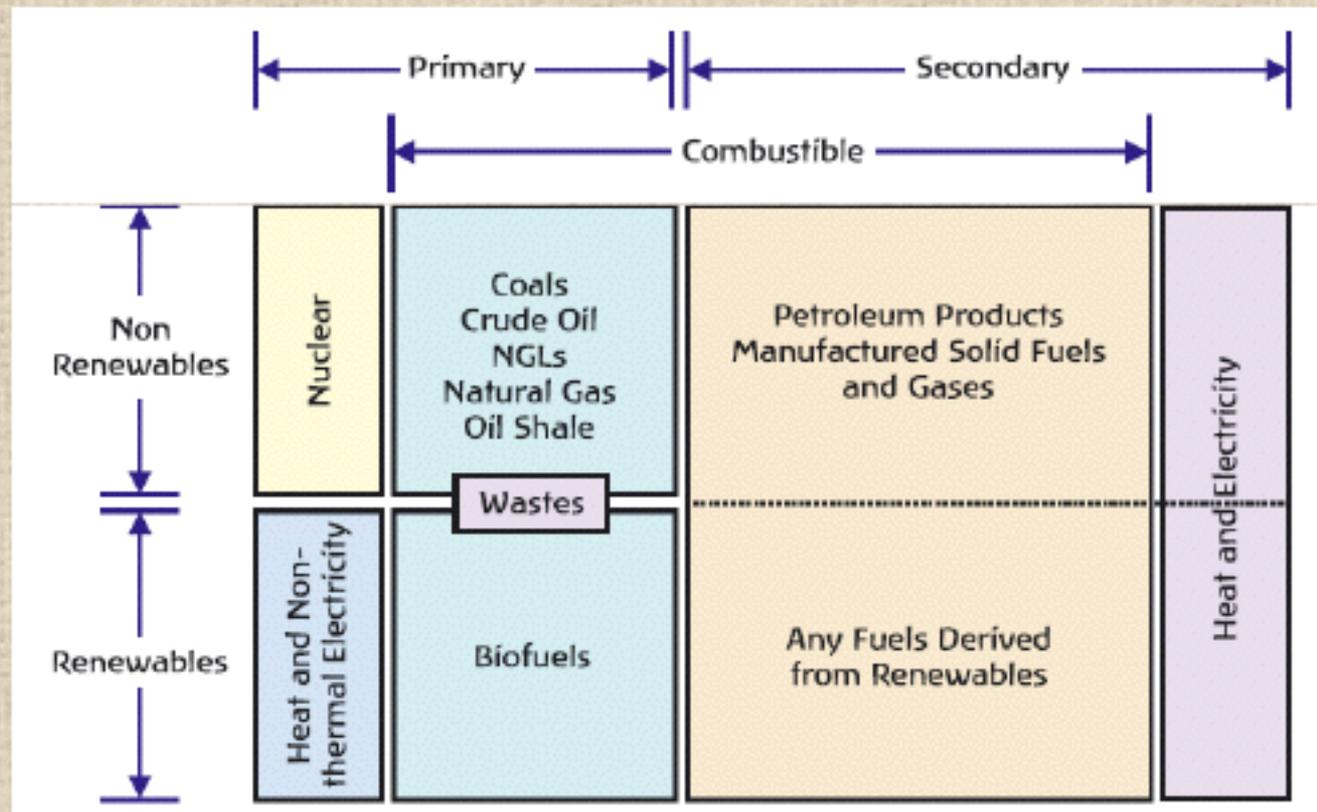
NORMATIVA TECNICA

	<p>Direttiva 2002/91/CE</p>		<p>Norme EN - EPBD</p>
	<p>Direttiva 2010/31/UE</p>		<p>Revisione</p>
	<p>DLGS 192, 311, 115</p>		<p>UNI/TS 11300</p>
	<p>DPR 59/09</p> <p>Linee guida nazionali</p>		

L'energia primaria

Il termine primaria si riferisce a energia direttamente disponibile come risorsa naturale

Il termine secondaria si riferisce a energia estratta dalla precedente



	"Metodo di calcolo di progetto" (paragrafo 5.1)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 1)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 2)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 3)
Edifici interessati	Tutte le tipologie di edifici nuovi ed esistenti	Tutte le tipologie di edifici esistenti	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 3000 m ²	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 1000 m ²
Prestazione invernale involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Metodo semplificato (Allegato 2)
Energia primaria prestazione invernale	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Metodo semplificato (Allegato 2)
Energia primaria prestazione acqua calda sanitaria	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Norme UNI/TS 11300 (esistenti)
Prestazione estiva involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Norme UNI/TS 11300 o DOCET o metodologia paragrafo 6.2 (*)

(*) La determinazione della prestazione energetica estiva dell'involucro edilizio è facoltativa nella certificazione di singole unità immobiliari ad uso residenziale di superficie utile inferiore o uguale a 200 m² per le quali il calcolo dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale avvenga con il metodo semplificato di cui al paragrafo 5.2, punto 3.

In assenza della predetta valutazione, all'edificio viene attribuita una qualità prestazionale energetica estiva dell'involucro edilizio corrispondente al livello "V" delle tabelle di cui ai paragrafi 6.1 e 6.2.

Il metodo di calcolo

L'ente di normazione UNI CTI ha approvato 4 specifiche tecniche ai fini di rendere applicabili nel territorio nazionale la normativa europea (ref. EN 13790)



UNI TS 11300-1 - 2 Calcolo dell'energia primaria di un edificio (Riscaldamento)

UNI TS 11300 - 3 Calcolo dell'energia primaria per il raffrescamento

UNI TS 11300 - 4 calcolo dell'energia primaria nel caso di utilizzazione di Pompe di calore e di sistemi a energia rinnovabile

Tutti i software commerciali utilizzati devono essere certificati da UNI - CTI

da noi...

COMUNE DI ROMA

Deliberazione n. 48/2006.....non in vigore

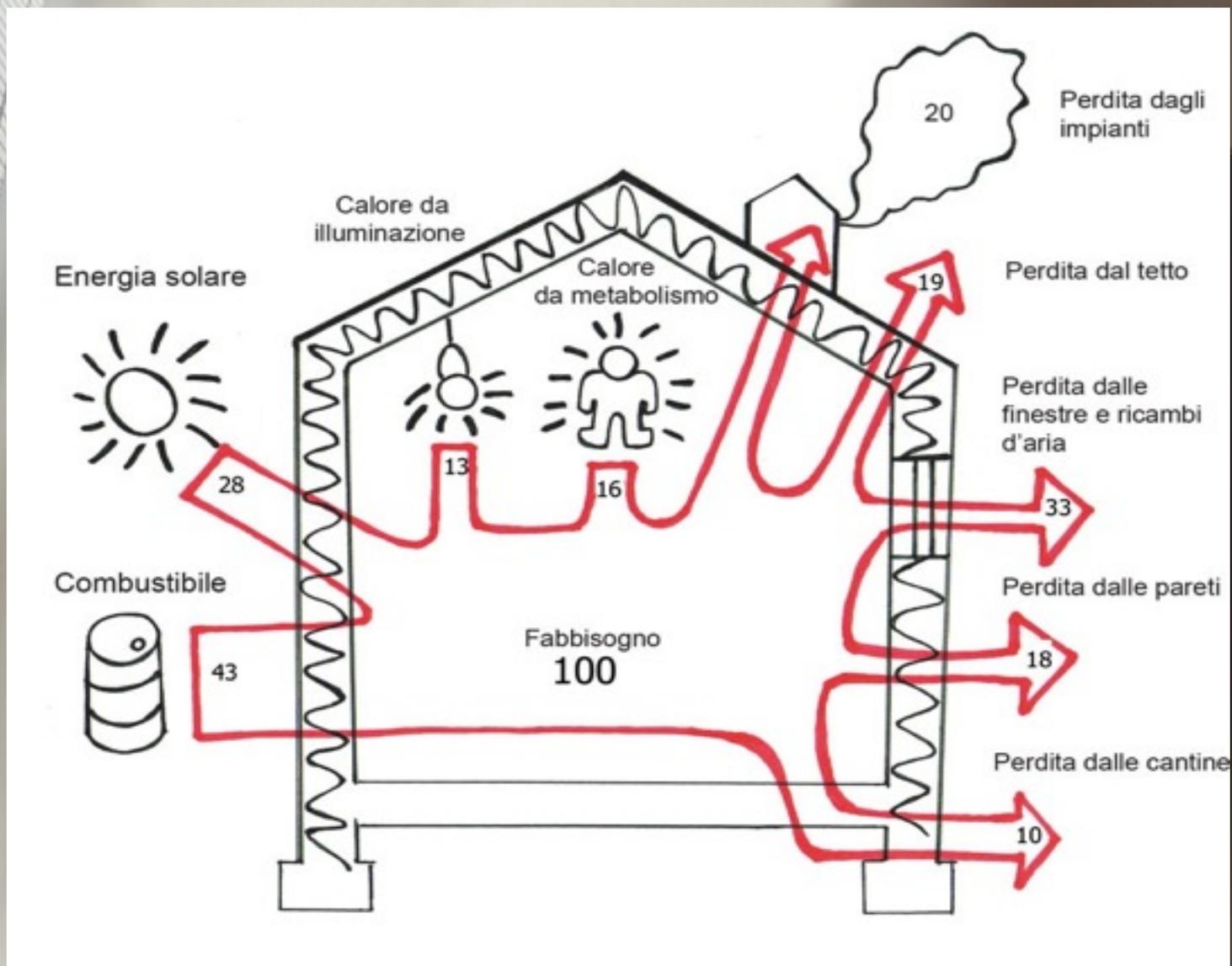
LEGGE REGIONALE N. 6 DEL 27-05-2008

REGIONE LAZIO

Disposizioni regionali in materia di architettura sostenibile e di bioedilizia

D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

- Regolamento che definisce le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici in attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del Dlgs 192/2005, concernente attuazione della direttiva 2006/32/CE sul rendimento energetico in edilizia che sostituisce le indicazioni transitorie dell'allegato I del Dlgs 311/06
- Per la climatizzazione invernale è mantenuto l'assetto D.lg. 192-311
- Introduce la climatizzazione estiva
- Introduce metodologie, criteri e requisiti minimi per l'a.c.s (non chiarisce l'obbligo delle fonti rinnovabili)
- Introduce metodologie, criteri e requisiti minimi per l'illuminazione artificiale (nel testo però non se ne parla)





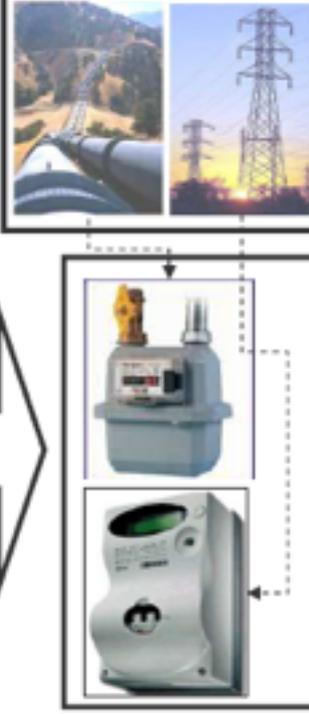
Fabbisogno Energetico



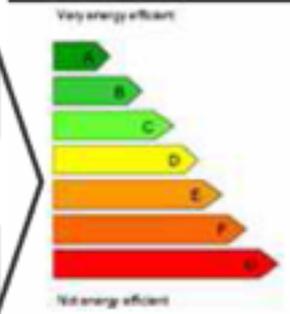
Energia Ausiliaria



F.E.R.

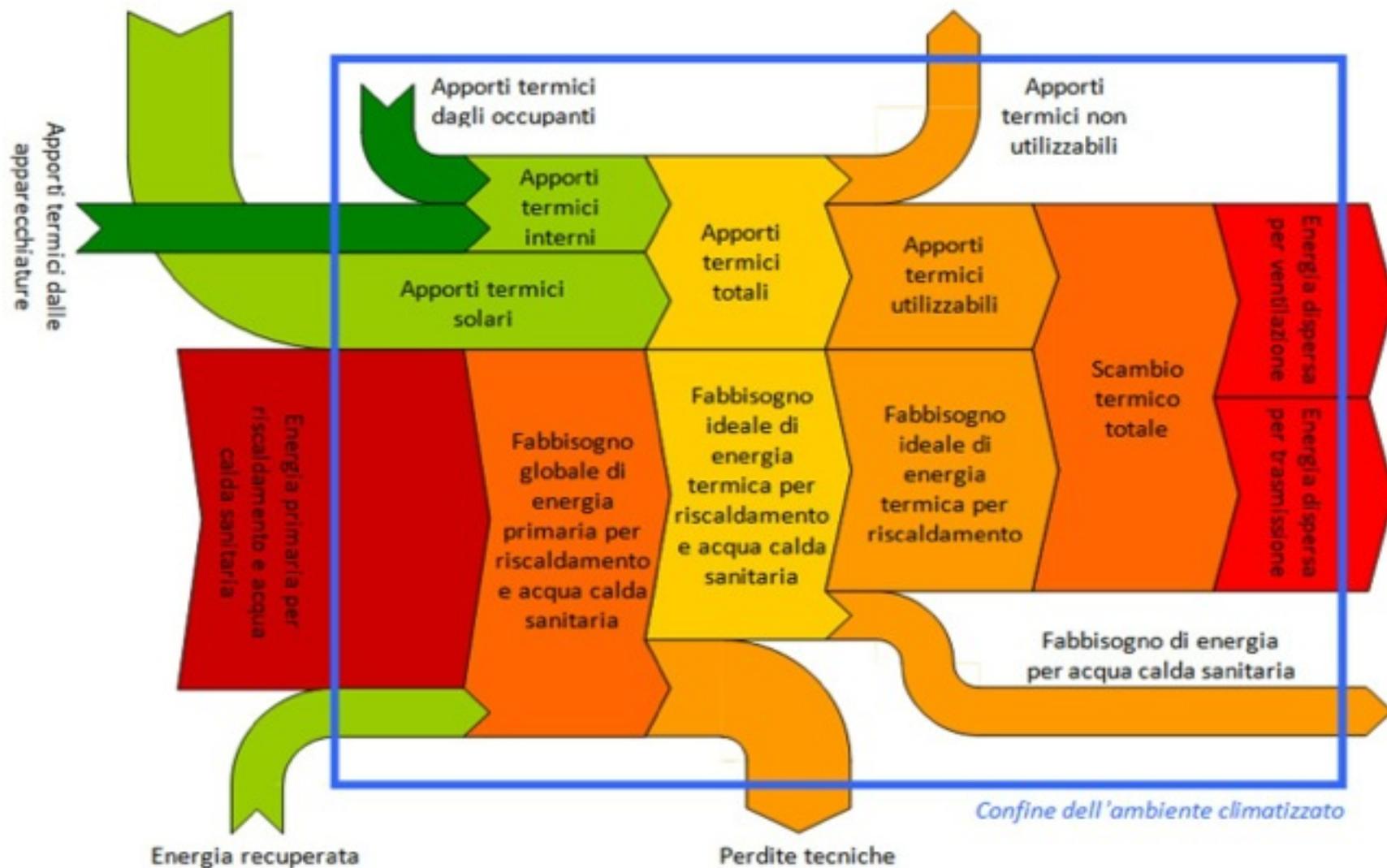


Efficienza rete
Gas = 1
Elettricità = 0,36
Teleriscaldamento = ?
Cogenerazione = ?



Energia Erogata
*Metodo previsto dalle norme CEN
Valutazione di calcolo standard*

UNI/TS 11300:1,2,3,4



D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

Involucro degli edifici

- verifica $E_{p,e,inv}$ (DPR 59/09, art. 4, comma 3);
- verifica trasmittanza termica componenti opachi e trasparenti (DPR 59/09, art. 4, comma 4, lett. a, b e c);
in caso di ristrutturazione o manutenzione straordinaria
- verifica trasmittanza dinamica Y_{IE} (DPR 59/09, art. 4, comma 18);
- verifica schermature e/o guadagno solare (DPR 59/09, art. 4, comma 18, 19);
- verifica condensa interstiziale e superficiale (DPR 59/09, art. 4, comma 17);
- verifica trasmittanza pareti verso l'ambiente esterno di ambienti non dotati di impianto di riscaldamento (DPR 59/09, art. 4, comma 16).

D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

- L'Epe.inv, per nuove costruzioni e ristrutturazioni di **edifici residenziali**, deve risultare inferiore ai seguenti limiti:
 - 1) 40 kWh/m² anno nelle zone climatiche A e B;
 - 2) 30 kWh/m² anno nelle zone climatiche C, D, E, e F;
- Per tutti gli **altri edifici** ai seguenti valori:
 - 1) 14 kWh/m³ anno nelle zone climatiche A e B;
 - 2) 10 kWh/m³ anno nelle zone climatiche C, D, E, e F.

✓ FABBISOGNO ESTIVO – Metodo del l'Epe, inv

- Nella valutazione dell'indice di **prestazione energetica estiva** attualmente non si tiene conto dell'impianto e quindi non si parla di energia primaria ma solo di **energia richiesta dall'involucro** per mantenere le condizioni di comfort estivo (26°C)₂
- Due sono i metodi di valutazione della qualità termica estiva dell'edificio, il primo si basa sulla determinazione dell'**Epe, inv** con il metodo riportato nelle UNI/TS 11300 parte 1 espresso in kWh/m²anno e pari al rapporto tra l'energia termica richiesta a mantenere le condizioni di confort e la superficie netta del volume climatizzato:

Epe,inv (kWh/m ² anno)	Prestazioni	Qualità prestazionale
Epe, inv < 10	Ottime	I
10 ≤ Epe, inv < 20	Buone	II
20 ≤ Epe, inv < 30	Medie	III
30 ≤ Epe, inv < 40	Sufficienti	IV
Epe, inv ≥ 40	mediocri	V

✓ FABBISOGNO ESTIVO – Metodo basato su parametri qualitativi

- Nel caso di edifici esistenti con superficie utile inferiore a 1000 m² in alternativa la metodo dell'Epe, inv e possibile fare una valutazione della qualità termica estiva dell'involucro in base alle caratteristiche dinamiche dello stesso: sfasamento e attenuazione dell'onda termica.
- Nel caso che i valori non rientrino coerentemente nella stessa categoria prevale il valore dello sfasamento.

Sfasamento (h)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
S > 12	fa < 0,15	Ottime	I
12 ≥ S > 10	0,15 ≤ fa < 0,30	Buone	II
10 ≥ S > 8	0,30 ≤ fa < 0,40	Medie	III
8 ≥ S > 6	0,40 ≤ fa < 0,60	Sufficienti	IV
6 ≥ S	0,60 ≤ fa	mediocri	V

D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

Art. 4, comma 9, 10 e 11

Edifici residenziali e uffici Centralizzazione degli impianti

In tutti gli edifici esistenti con un numero di unità abitative superiore a 4, e **in ogni caso** per potenze nominali del generatore di calore dell'impianto centralizzato maggiore o uguale a 100 kW, e' preferibile il mantenimento di impianti termici centralizzati laddove esistenti;

le cause tecniche o di forza maggiore per ricorrere ad eventuali interventi finalizzati alla trasformazione degli impianti termici centralizzati ad impianti con generazione di calore separata per singola unità abitativa devono essere dichiarate nella relazione di cui al comma 25.

D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

VERIFICHE

Verifiche	TIPO DI INTERVENTO									
	A		B		C	D	E	F		
	A1	A2	B1	B2				F1	F2	F3
1 Epi	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
2 Epe, invol	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
3 Trasmittanza media strutture opache	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
4 Trasmittanza strutture trasparenti	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
5 Rendimento globale η_g	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-
6 η_u 100% Pn	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	-
7 η_u 30 % Pn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
8 Trasmittanza strutture di separazione	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-
9 V.T.I.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
10 Ms e YIE	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-
11 50% ACS	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-
12 $S_{rapp} - S_{ult} < 0,18$	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
Ulteriori prescrizioni	X, XI, XIII, XIV, XV	VII, X, XI, XIII, XIV	X, XI, XIII, XV	VII, X, XI, XIII	X, XI, XII	X, XII	I, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV	I, VIII	II, III, IV, V, VIII	II, III, IV, V, VI, VIII

Legenda: ✓ Verifica DPR 2.4.2009, n. 59
- Verifica non richiesta

- In caso di edifici pubblici o ad uso pubblico (definiti dall'Allegato A al DLgs. n. 311/06) i valori limite delle verifiche 1, 3 e 4 sono ridotti del 10%. Il rendimento globale medio stagionale limite dovrà essere maggiore o uguale rispetto al seguente limite: $\eta_g = (75 + 4 \log P_n)\%$ dove P_n è la potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore a servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.
- Per gli interventi A1 e B1, in caso di installazione di generatori di calore alimentati da biomassa rinnovabile quelli che sfruttano biomasse devono essere eseguite le verifiche 3 e 4 al posto della verifica 1. Sono considerati ricadenti tra gli impianti alimentati da fonte rinnovabili gli impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore alimentati a biomasse combustibili che rispettano i requisiti riportati nella prescrizione XV.

D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

VERIFICHE DI LEGGE

rof
arc
h.
Rob
erto
Car
ratù

Codice	Alternativa	TIPOLOGIE DI INTERVENTO SECONDO DLgs. n. 311/06 art. 3
A	A1	NUOVA COSTRUZIONE (Art. 3 comma 1 lett.a)
	A2	NUOVA COSTRUZIONE (Art. 3 comma 1 lett.a) IN CUI $Sup_{TRASPARENTE} / Sup_{UTILE} < 0,18$
B	B1	RISTRUTTURAZIONE INTEGRALE DI EDIFICI CON $Su > 1000 m^2$ (Art. 3 comma 2 lett. a n°1)
		DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE IN MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI EDIFICI CON $Sup_{UTILE} > 1000 m^2$ (Art. 3 comma 2 lett. a n°2)
		AMPLIAMENTO VOLUMETRICO SUPERIORE AL 20% (Art.3 comma 2 lett b)
	B2	RISTRUTTURAZIONE INTEGRALE DI EDIFICI CON $Su > 1000 m^2$ (Art. 3 comma 2 lett. a n°1) IN CUI $Sup_{TRASP} / Sup_{UTILE} < 0,18$
		DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE IN MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI EDIFICI CON $Sup_{UTILE} > 1000 m^2$ (Art. 3 comma 2 lett. a n°2) IN CUI $Sup_{TRASPARENTE} / Sup_{UTILE} < 0,18$
		AMPLIAMENTO VOLUMETRICO SUPERIORE AL 20% (Art.3 comma 2 lett b) IN CUI $Sup_{TRASPARENTE} / Sup_{UTILE} < 0,18$
C	RISTRUTTURAZIONE TOTALE INVOLUCRO EDILIZIO CON $Sup_{UTILE} < 1000 m^2$ (Art. 3 comma 2 lett. c n°1)	
D	RISTRUTTURAZIONE PARZIALE, MANUTENZIONE STRAORDINARIA E AMPLIAMENTO VOLUMETRICO $< 20 \%$ (Art. 3 comma 2 lett. c n. 1)	
E	NUOVA INSTALLAZIONE DI IMPIANTI TERMICI IN EDIFICI ESISTENTI O RISTRUTTURAZIONE DEGLI STESSI (Art. 3, comma 2, lett c n°2)	
F	F1	SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE (D.P.R n. 59/09 - Art. 4 comma 5)
	F2	SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE (D.P.R n. 59/09 - Art. 4 comma 6)
	F3	SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE (D.P.R n. 59/09 - Art. 4 comma 7)



Verifica 1: Epi

Per tutte le categorie di edifici, si verifica che l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (Epi) sia inferiore ai valori limite riportati al punto 1 dell'Allegato C al DLgs. n. 311/06.

Verifica 2: EPe, invol

Per tutte le categorie di edifici si verifica che la prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio, sia non superiore a:

- a) per gli edifici di categoria E.1 (esclusi collegi conventi e case di pena e caserme):
 - 1) 40 kWh/m² per le zone climatiche A e B
 - 2) 30 kWh/m² per le zone climatiche C, D, E ed F
- b) per tutte le altre categorie:
 - 1) 14 kWh/m³ per le zone climatiche A e B
 - 2) 10 kWh/m³ per le zone climatiche C, D, E ed F

Verifica 3: Trasmittanza media strutture opache verticali, orizzontali e inclinate, disperdenti verso l'esterno o verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento

Per tutte le categorie di edifici, relativamente alle strutture opache verticali, si applicano i limiti di trasmittanza (U) riportati al punto 2 dell'allegato C al DLgs. n. 311/06.

Ad eccezione della categoria E.8, relativamente alle strutture opache orizzontali o inclinate, si applicano i limiti di trasmittanza riportati al punto 3 dell'allegato C al DLgs. n. 311/06.

Verifica 4: Trasmittanza serramenti (finestre, porte, vetrine)

Per tutte le categorie di edifici, ad esclusione della categoria E.8, si applicano i limiti di trasmittanza riportati al punto 4 dell'allegato C al DLgs. n. 311/06.

Verifica 5: Rendimento globale medio stagionale

Per tutte le categorie di edifici, si verifica che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico sia maggiore o uguale al limite calcolato applicando la formula riportata al punto 5 dell'Allegato C del 311:

$$\eta_g = (75 + 3 \log P_n) \%$$

dove P_n è la potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore a servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per $P_n > 1000$ kW la soglia minima del rendimento globale è pari a 84%.

Verifica 6: η_u 100%

Tipi di intervento A2 e B2.

Devono essere installati generatori di calore con rendimento termico utile a carico pari al 100% della potenza utile nominale $\geq \eta_u 100\% = X + 2 \log P_n$ (con $X = 90$ per le zone climatiche A, B, C e $X = 93$ per le zone climatiche D, E, F).

Per valori di P_n superiori a 400 kW si applica il limite corrispondente a 400 kW.

Se il generatore è una pompa di calore elettrica o a gas, il rendimento utile in condizioni nominali η_u riferito all'energia primaria deve $\geq \eta_u = 90 + 3 \log P_n$

Tipi di intervento F2.

Devono essere installati generatori di calore con rendimento termico utile a carico pari al 100% della potenza utile nominale $\geq \eta_u 100\% = 90 + 2 \log P_n$.

Per P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.



Se il generatore è una pompa di calore elettrica o a gas, il rendimento utile in condizioni nominali η_u riferito all'energia primaria deve $\geq \eta_u = 90 + 3 \log P_n$.

Verifica 7: η_u 30% P_n

I generatori di calore devono avere un rendimento utile a carico parziale pari al 30% P_n maggiore o uguale al limite calcolato con la seguente formula :

$$\eta_u \text{ 30\% } P_n = 85 + 3 \log P_n$$

dove P_n è la potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore a servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per $P_n > 400$ kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.

Verifica 8: Trasmittanza strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti e di separazione tra ambienti non dotati di impianto di riscaldamento e l'ambiente esterno

Per tutte le categorie di edifici ad eccezione della categoria E.8 e limitatamente alle zone climatiche C, D, E ed F, il limite di trasmittanza delle pareti opache verticali, orizzontali o inclinate è pari a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Verifica 9: Verifica termoigrometrica

Per tutte le categorie di edifici, ad eccezione della categoria E.8, si verifica l'assenza di condensazioni superficiali e che le condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile, conformemente alla normativa tecnica vigente.

Se non esiste un sistema di controllo della umidità relativa interna, questa è assunta pari al 65% alla temperatura di 20°C .

Verifica 10: Massa superficiale (M_s) e trasmittanza termica periodica (YIE)

Per tutte le categorie di edifici, ad esclusione della E.5, E.6, E.7, E.8, per tutte le zone climatiche, ad eccezione della F, e per le località in cui l'irradianza media mensile sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione $I_{m,s}$ è $\geq 290 \text{ W/m}^2$:

- relativamente a tutte le pareti opache verticali con l'eccezione di quelle esposte a nord-ovest / nord / nord-est, si verifica che

M_s sia superiore a 230 kg/m^2

oppure

YIE sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

- relativamente a tutte le pareti orizzontali ed inclinate che il valore in modulo della trasmittanza termica periodica YIE sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Verifica 11: Copertura del 50% del fabbisogno di energia primaria per la produzione di ACS attraverso l'utilizzo di una fonte rinnovabile

Per tutte le categorie di edifici, bisogna coprire il 50% del fabbisogno di energia primaria per la produzione di ACS mediante l'utilizzo di una fonte rinnovabile.

Tale limite è ridotto al 20% per edifici situati in centri storici.

D.P.R. n. 59, 2 aprile 2009

Edifici pubblici o a uso pubblico

verifica del Ep_i (limite inferiore al 10%);

Involucro: verifica $Ep_{e,inv}$;
verifica trasmittanza termica componenti opachi e trasparenti (limiti inferiori al 10%);
verifica trasmittanza dinamica;
verifica schermature e/o guadagno solare;
verifica condensa interstiziale e superficiale;
verifica trasmittanza pareti verso l'ambiente esterno di ambienti non dotati di impianto di riscaldamento.

Impianti devono essere centralizzati (sia invernale che estivo)

Il limite del rendimento di globale medio stagionale è pari a:

$$\eta_g = (75 + 4 \log P_n)\%$$

Favorire le reti di teleriscaldamento (comma 24)

Uso di energia solare:

Solare termico

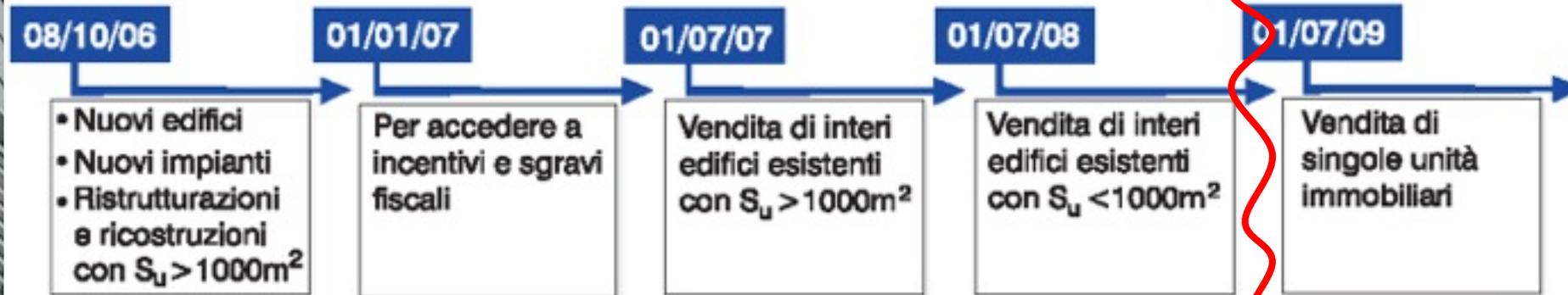
50% acqua calda sanitaria

20% nei centri storici

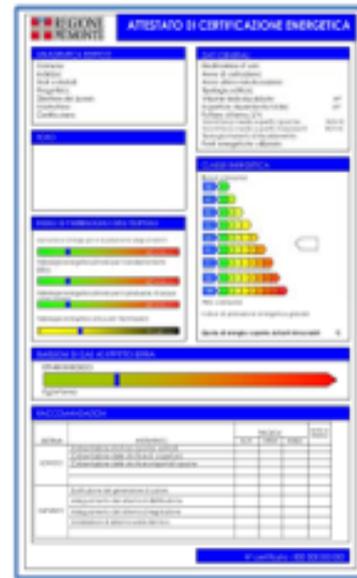
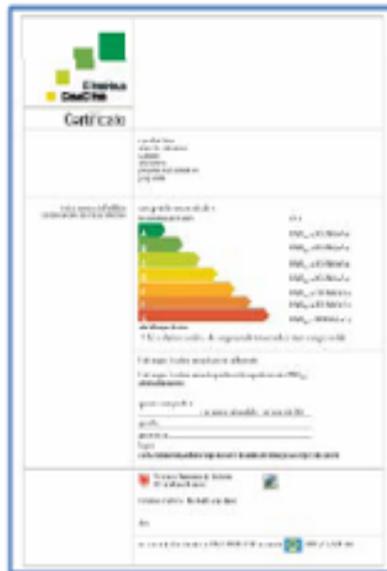
Solare fotovoltaico

obbligatoria l'installazione

Certificazione energetica



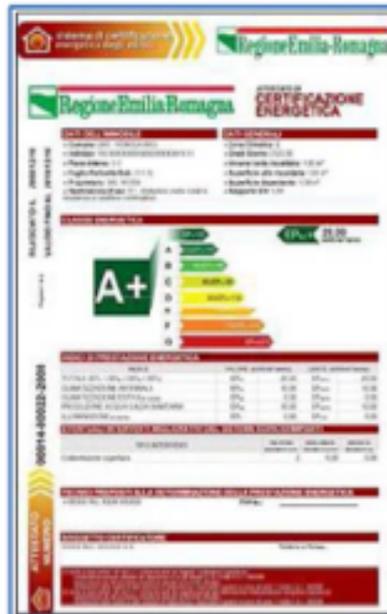
CAMPO D
 Vale per
 presenza
Uniche e
 stagionali
 d'uso in c
 destinazio
INDICATO



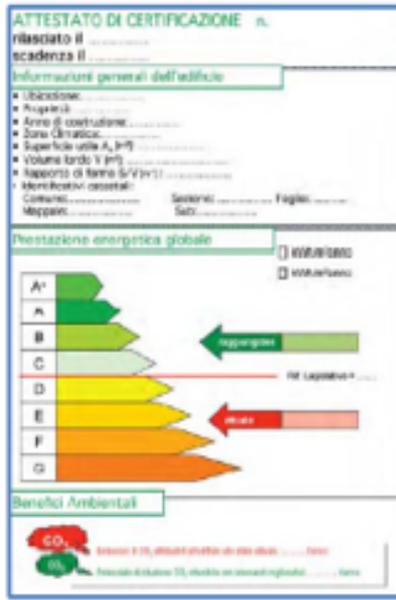
EPgl = EP
EPi:
EPacs:
Epe:
EPill:

Nel caso
 Nel caso
 espressi

Emilia Romagna



Liguria



LGN



alla
 ure
 oni
 alla

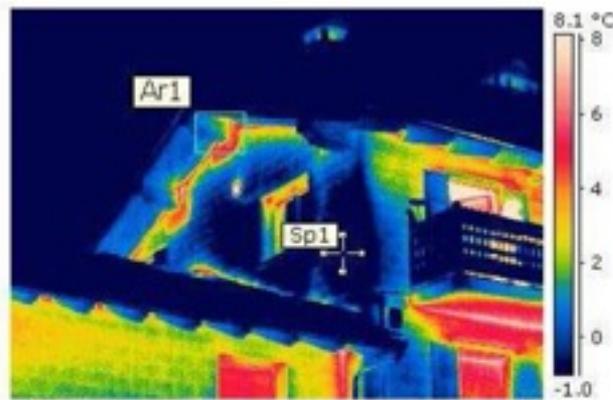
ono



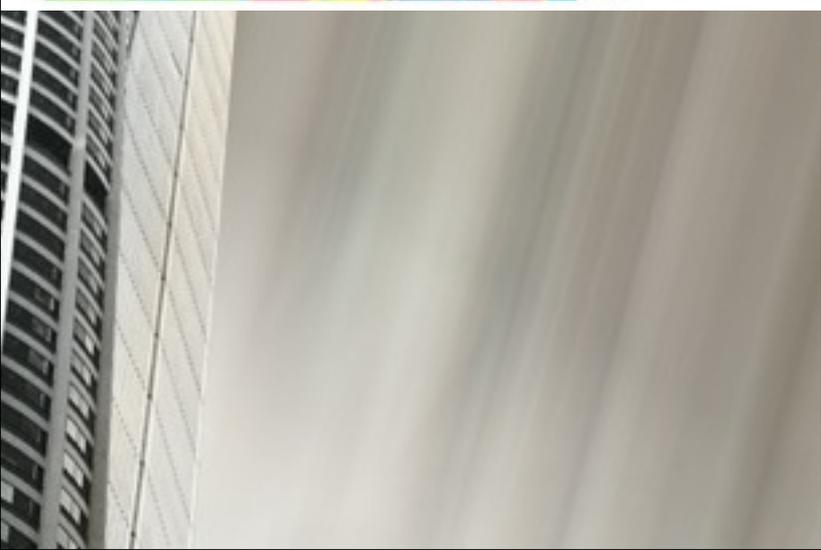
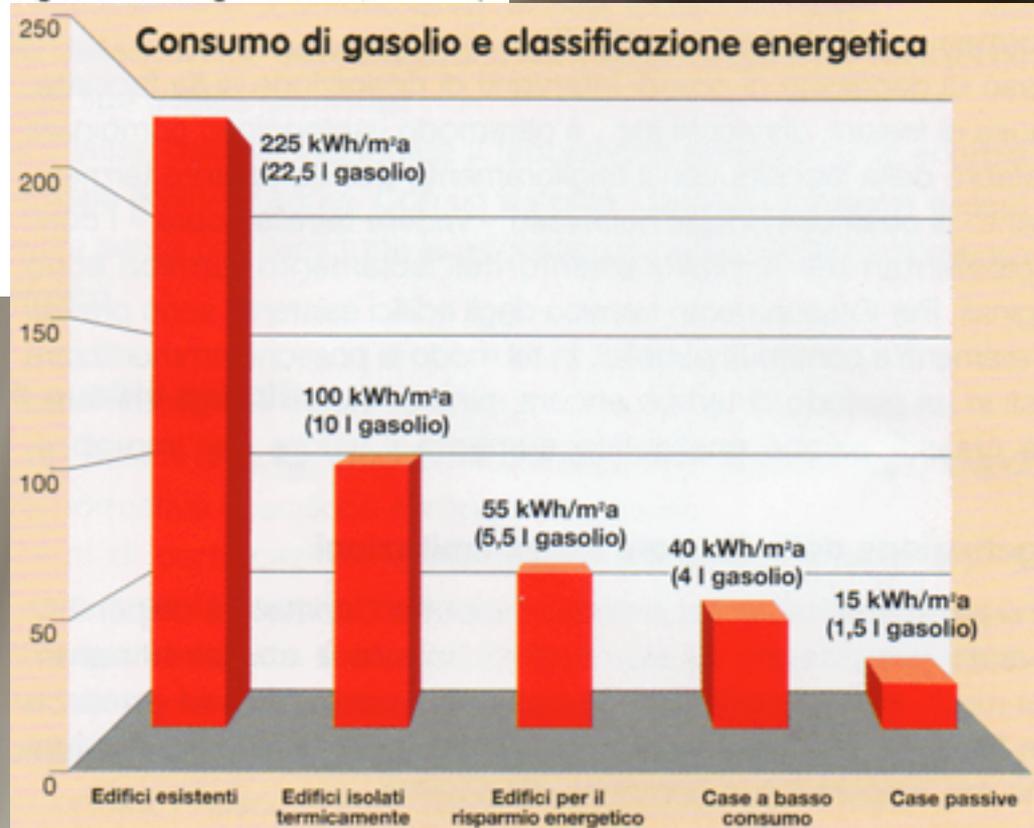
Analisi Termografia di due edifici:

-Edificio A costruito precedentemente al 1991
(Legge 9 gennaio 1991, n. 10)

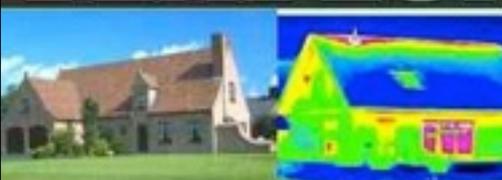
A



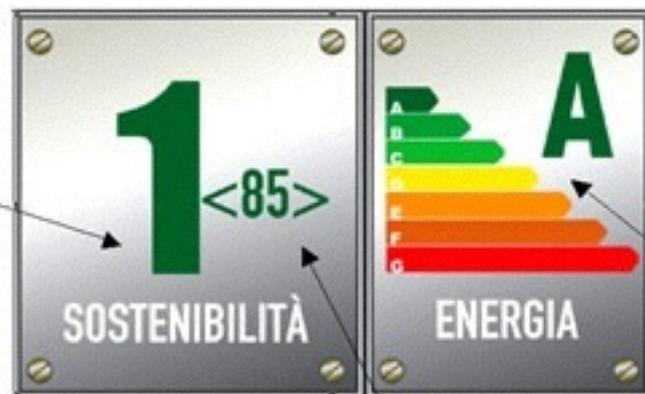
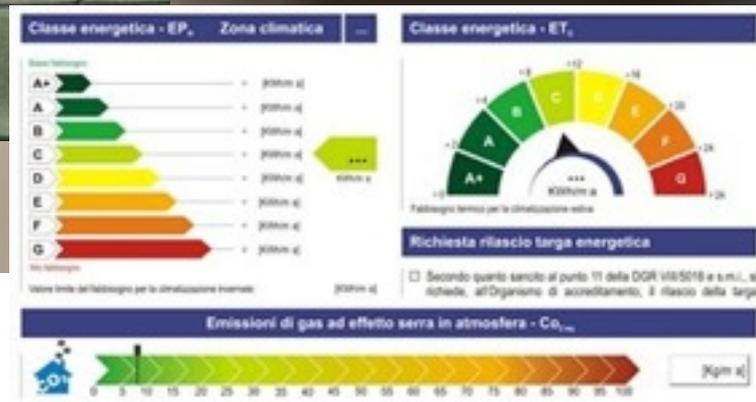
-Edificio B costruito successivamente al 2005
(Decreto Legislativo 19 agosto 2005,)



VENDESI



Prof.
arch.
h. Roberto
Caratù



Classe di merito di sostenibilità
La cifra grande indica la classe di merito di sostenibilità in cui rientra l'edificio.
1 indica la classe più elevata, le classi vanno da 1 a 5.

Certificazione energetica
Il grafico a barre indica la classe di consumo energetico in cui rientra l'edificio.
A è il risultato migliore.

La cifra piccola indica il punteggio totalizzato dall'edificio in base alle azioni adottate tra le 100 elencate nelle linee guida.
100 è il punteggio massimo ottenibile.

VENDESI

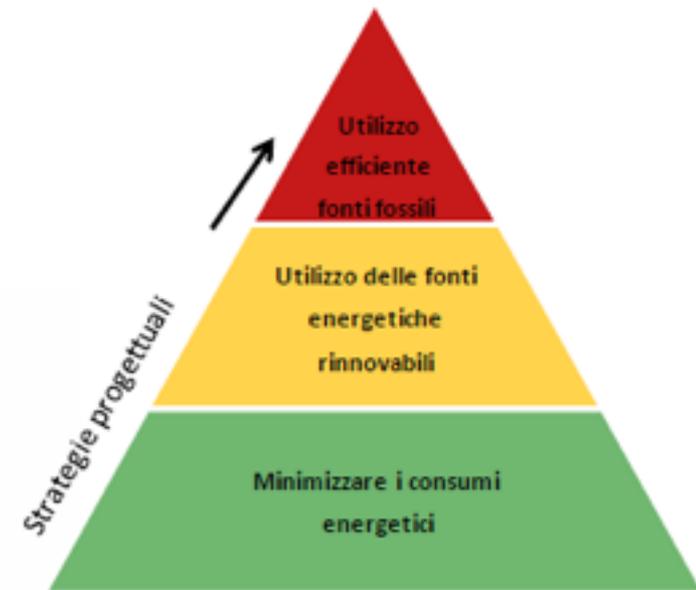
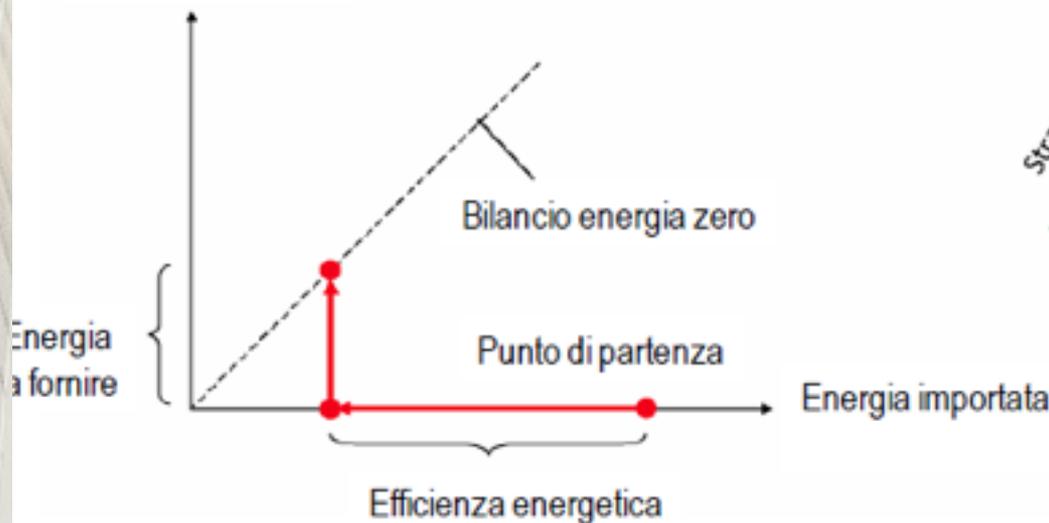
IMMOBILE IN CLASSE A

Edifici a energia zero: un bilancio tra efficienza e rinnovabili



Fonte: Villaggio residenziale Sevrino(BG)

Energia esportata



- Le prestazioni dell'**involucro** riducono notevolmente i fabbisogni energetici per la climatizzazione
- I **principi dell'Architettura Bioclimatica** diventano i principi dell'**Architettura** (sfruttamento del comportamento passivo dell'edificio, guadagni diretti, serre solari, ecc.)
- Le **fonti energetiche rinnovabili** (solare termico, solare fotovoltaico, eolico, biomassa, ecc.) diventano le risorse energetiche da utilizzare al massimo della loro potenzialità
- Le **fonti energetiche convenzionali** hanno una funzione integrativa nel bilancio energetico dell'edificio
- Si passa **da un unico sistema di generazione a più sistemi di generazione** utilizzati in funzione della convenienza economica (es. solare termico, biomassa, pompa di calore, caldaia a condensazione, si introducono sistemi di accumulo inerziali, ecc.).
- La **home e la building automation** diventa elemento fondamentale per gestire in modo ottimale i servizi energetici

HOUSING SOCIALE BRESCIA (BS)



Anno di costruzione 2009
Volume lordo climatizzato 6.817 m³
Superficie utile 1.682 m²

Pompa di calore geotermica
Impianto solare termico
Impianto solare fotovoltaico

Classe energetica **A+**



SMART ECO HOUSING STEZZANO (BG)



Anno di costruzione 2009
Volume lordo climatizzato 2.309 m³
Superficie utile 452 m²

Caldaia a condensazione
Impianto solare termico

Classe energetica **A+**



EDIFICIO A ENERGIA ZERO A BERGAMO (BG)

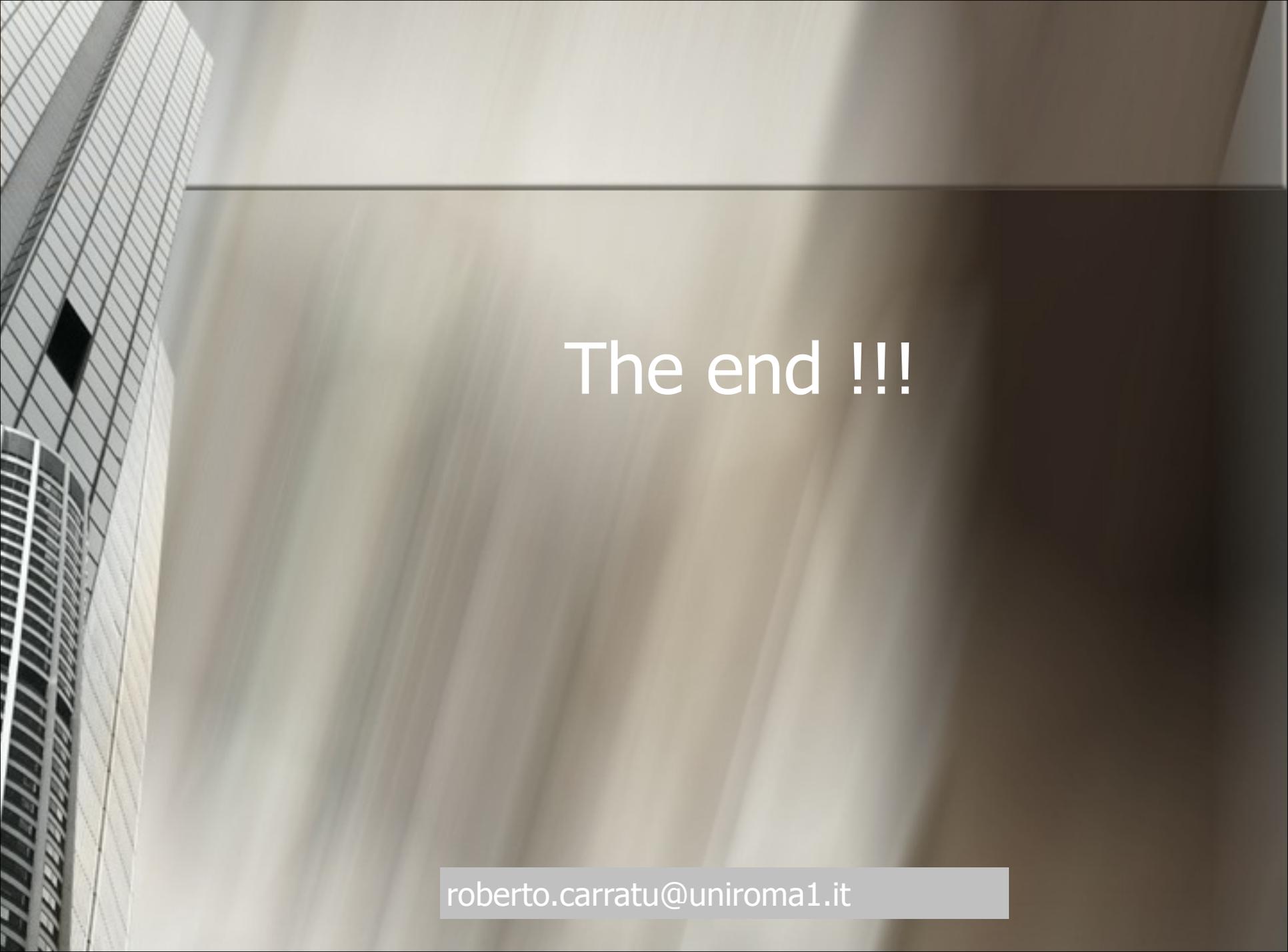


Anno di costruzione 2010
Volume lordo climatizzato 789 m³
Superficie utile 180 m²

Pompa di calore geotermica
Termocamino
Impianto solare fotovoltaico

Classe energetica **A+**





The end !!!

roberto.carratu@uniroma1.it