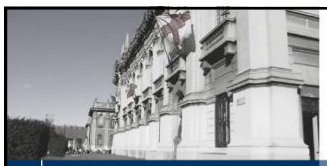


POLITECNICO DI MILANO

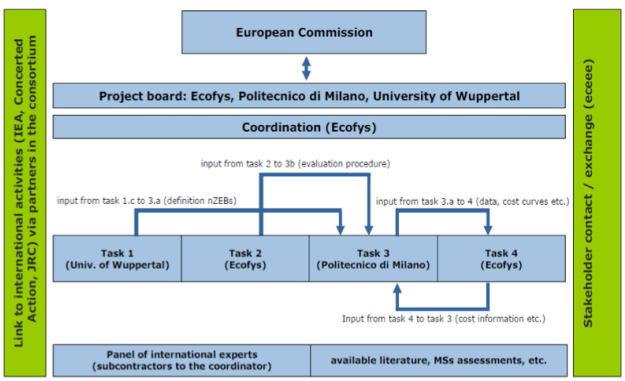
eERG
end-use Efficiency Research Group
Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia

I target nZEB per gli edifici esistenti

Prof. L. Pagliano, Direttore di end-use Efficiency Research Group
Ing. M. Pietrobon, eERG
Ing. R. Armani, eERG

Milano 10.12.14

Study: Towards nearly zero-energy buildings Definition of common principles under the EPBD, 2013, Report to EU DG Energy



ENTRA NZE

Disponibile su
www.eerg.it

eERG · BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL · ECOFYS sustainable energy for everyone

EPBD: NZEB per edifici NUOVI e RISTRUTTURAZIONI

Article 9

Nearly zero-energy buildings

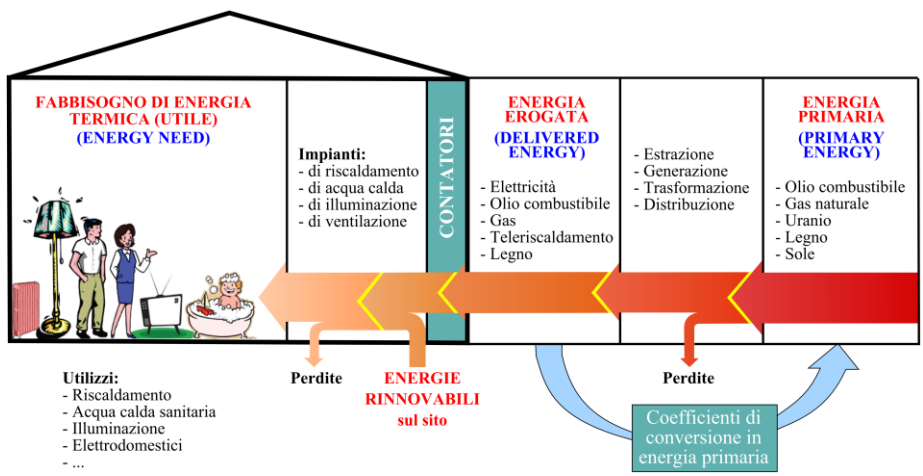
1. Member States shall ensure that:

(a) by 31 December 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings; and

2. Member States shall furthermore, following the leading example of the public sector, develop policies and take measures such as the setting of targets in order to stimulate the transformation of buildings that are refurbished into nearly zero-energy buildings, and inform the Commission thereof in their national plans referred to in paragraph 1.

NOMENCLATURA in EPBD e EN standards

Fabbisogno di energia utile (*energy needs / use*)
Energiia erogata (delivered energy)
Energia primaria (primary energy)



ENERGIA PRIMARIA NETTA

5

8.3.2 Primary energy

Primary energy is calculated from the delivered and exported energy for each energy carrier:

$$E_P = \sum(E_{del,i}\ f_{P,del,i}) - \sum(E_{exp,i}\ f_{P,exp,i})$$

where

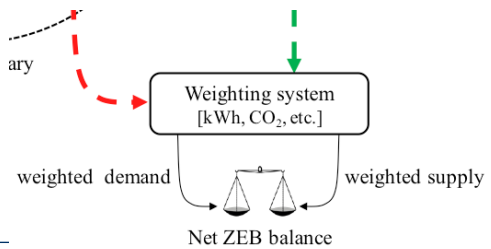
$E_{del,i}$ is the delivered energy for energy carrier i;

$E_{exp,i}$ is the exported energy for energy carrier i;

$f_{P,del,i}$ is the primary energy factor for the delivered energy carrier i;

$f_{P,exp,i}$ is the primary energy factor for the exported energy carrier i.

UNI EN 15603:2008



6

2. 'nearly zero-energy building' means a building that has a very high energy performance, as determined in accordance with Annex I. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby;

4. 'energy performance of a building' means the calculated or measured amount of energy needed to meet the energy demand associated with a typical use of the building, which includes, inter alia, energy used for heating, cooling, ventilation, hot water and lighting;

Buildings have an impact on long-term energy consumption. Given the long renovation cycle for existing buildings, new, and existing buildings that are subject to major renovation, should therefore meet minimum energy performance requirements adapted to the local climate. As the application of alternative energy supply systems is not generally explored to its full potential, alternative energy supply systems should be considered for new buildings, regardless of their size, pursuant to the principle of first ensuring that energy needs for heating and cooling are reduced to cost-optimal levels.

the cost of electricity and disrupting the energy balance. Priority should be given to strategies which enhance the thermal performance of buildings during the summer period. To that end, there should be focus on measures which avoid overheating, such as shading and sufficient thermal capacity in the building construction, and further development and application of passive cooling techniques, primarily those that improve indoor climatic conditions and the micro-climate around buildings.

4 DELLE POSSIBILI DEFINIZIONI DI EDIFICIO A ENERGIA ZERO - NZEB

ENTRA NZE

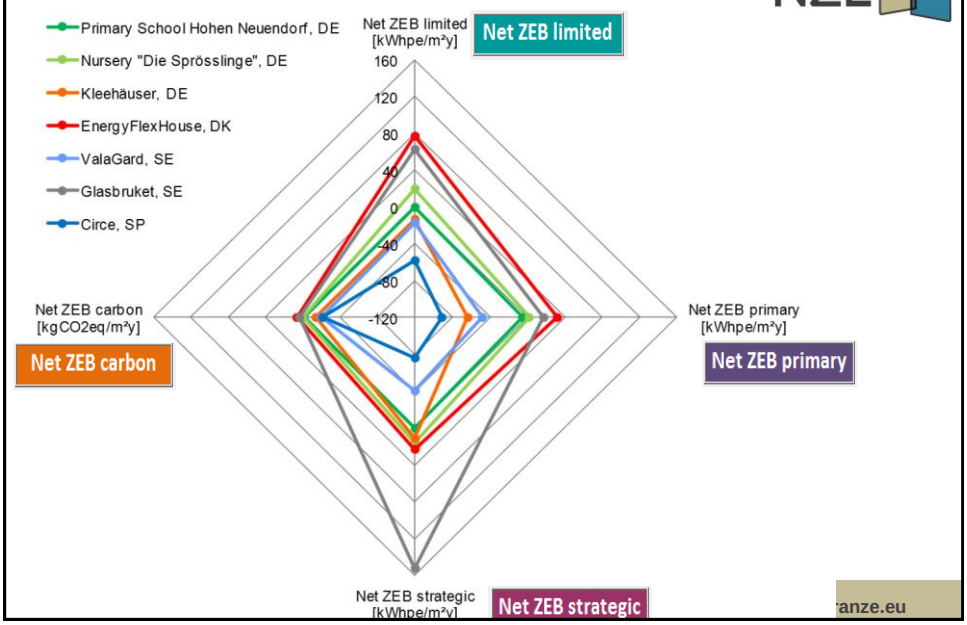
(International Energy Agency)		Net ZEB limited	Net ZEB primary	Net ZEB strategic	Net ZEB carbon
Building system boundary	Balance boundary	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING (only non residential buildings)	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING PLUG LOADS	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING PLUG LOADS	HEATING DHW COOLING VENTILATION AUXILIARIES BUILT-IN LIGHTING PLUG LOADS
Weighting system	Metric	PRIMARY ENERGY	PRIMARY ENERGY	Whichever metric desired	CARBON EMISSION
	Symmetry	SYMMETRIC	SYMMETRIC	SYMMETRIC or ASYMMETRIC	SYMMETRIC or ASYMMETRIC
	Time dependent accounting	STATIC OR QUASI-STATIC	STATIC OR QUASI-STATIC	STATIC OR QUASI-STATIC	STATIC OR QUASI-STATIC
Net ZEB balance	Energy efficiency	NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS ARE FULFILLED	NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS ARE FULFILLED	ANY NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS HAS TO BE FULFILLED	ANY NATIONAL/LOCAL ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS HAS TO BE FULFILLED
	Energy supply	ON SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES	ON SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES	ON/OFF SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES	ON SITE GENERATION DRIVEN BY ON/OFF SITE SOURCES

7

www.entranze.eu

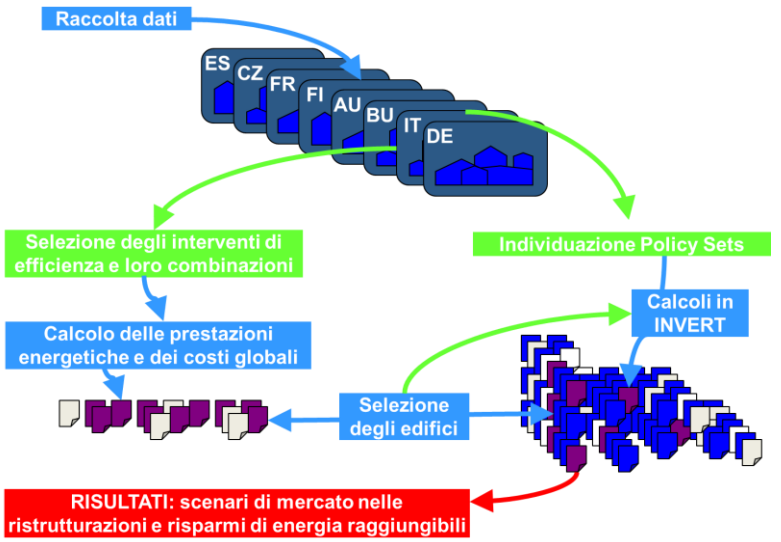
VALUTAZIONE DI 7 EDIFICI SECONDO LE 4 DIVERSE DEFINIZIONI

ENTRA NZE



anze.eu

FLUSSO DI LAVORO



FLUSSO DI LAVORO

1) Definizione di 4 modelli di edificio tipici che differiscono per destinazione d'uso e modo di utilizzo:

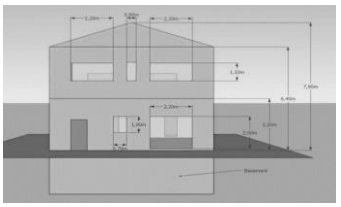
- Casa monofamiliare
- Edificio plurifamiliare (Condominio)
- Edificio per uffici
- Scuola

2) Ogni edificio è stato caratterizzato in modo da rappresentare il parco edilizio esistente con particolare attenzione alle soluzioni degli anni '60-'70. Nello specifico sono state definite le seguenti peculiarità:

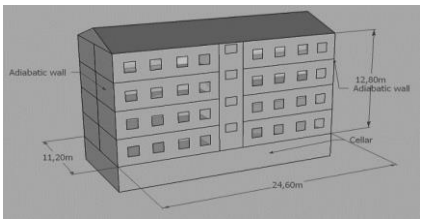
- Geometria (estensione, forma, numero di piani, rapporto tra superfici trasparenti e superfici opache proprie dell' involucro)
- Caratteristiche prestazionali (termiche) dell'involucro opaco e trasparente
- Caratteristiche prestazionali (termiche ed elettriche) degli impianti per il condizionamento ambientale

EDIFICI DI RIFERIMENTO

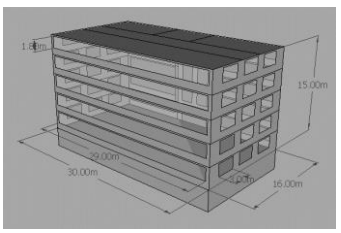
Casa Monofamiliare 400 m^3



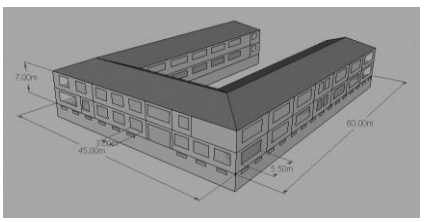
Condominio 2 500 m^3



Uffici 7 200 m^3



Scuola 12 200 m^3



FLUSSO DI LAVORO

3) Definizione di pacchetti di interventi edilizi in grado di migliorare la prestazione energetica dell'edificio. Nello specifico sono stati combinate più tipologie di intervento aventi diversi gradi di efficienza sui seguenti componenti :

- INVOLUCRO OPACO (Trasmittanza)
- INVOLUCRO TRASPARENTE (Trasmittanza, Fattore di trasmissione solare, tenuta all'aria)
- SISTEMI DI SCHERMATURA SOLARE
- VENTILAZIONE NATURALE NOTTURNA ESTIVA DEGLI AMBIENTI
- IMPIANTI MECCANICI PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, ESTIVA E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA
- IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE (solo in uffici e scuole)
- INTEGRAZIONE CON FONTI RINNOVABILI TERMICHE ED ELETTRICHE.

FLUSSO DI LAVORO

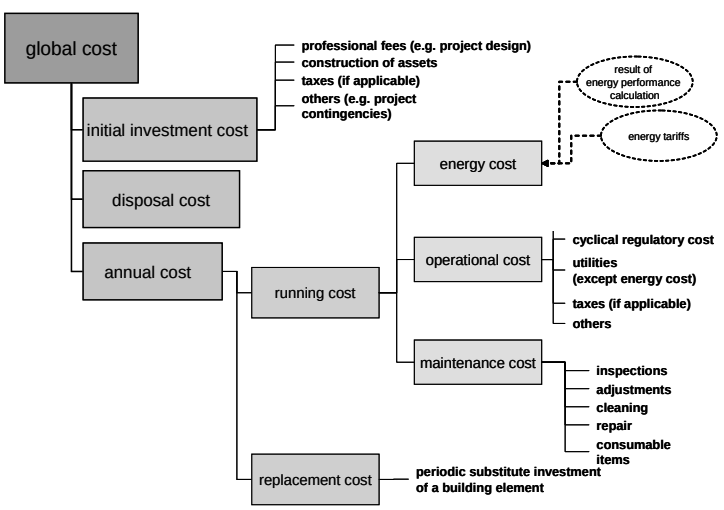
4) Quantificazione dei costi necessari alla realizzazione degli interventi di efficienza in caso di ristrutturazione dell'edificio e creazione di uno specifico database. Rimangono escluse tutti le voci di costo relative agli interventi che non incidono sulla prestazione energetica dell'edificio e le esternalità positive (riduzione inquinamento ambientale, depauperamento risorse, effetti su occupazione e sicurezza di approvvigionamento)

5) Calcolo delle prestazioni energetiche dell'edificio (Fabbisogno di energia termica- energy need) tramite un approccio dinamico per ogni regione climatica di riferimento: per l'Italia **Milano** e **Roma**.

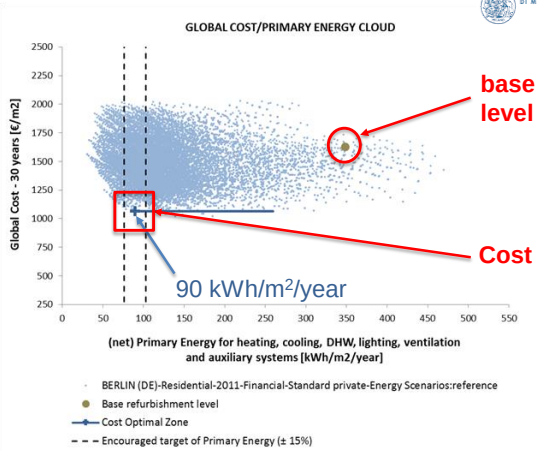
6) Calcolo della domanda di energia primaria annua netta.

7) Quantificazione del costo globale del ciclo di vita per ciascuna soluzione/intervento analizzato (Valore attualizzato all'anno di ristrutturazione considerando un periodo di calcolo di **30 anni**)

COSTO GLOBALE



RISULTATI : ANALISI DI COSTO GLOBALE vs ENERGIA PRIMARIA

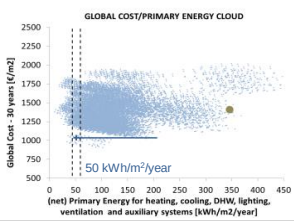
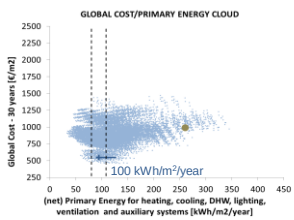
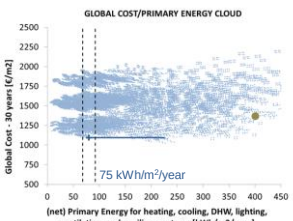
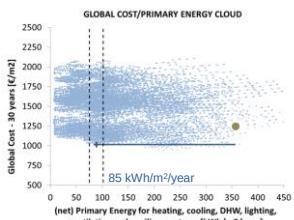


Il **base refurbishment level** (BRL) corrisponde nell'adozione di una serie di opere edili di ristrutturazione volte a ripristinare (con le stesse tecnologie dell'edificio esistente) gli elementi tecnici dell'involucro edilizio per motivi estetici, di perdita di funzionalità o di sicurezza. Lo stesso approccio è stato applicato ai componenti del sistema impiantistico ,sostituiti con pari tecnologia ma con caratteristiche ed efficienze proprie delle tecnologie presenti sul mercato odierno.

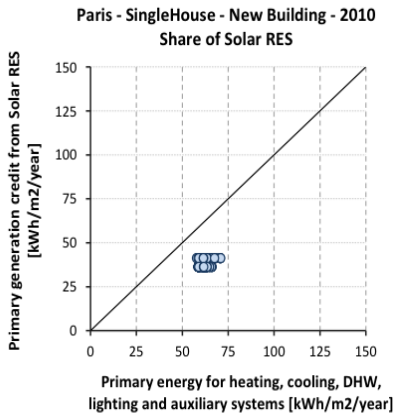
Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

RISULTATI : ANALISI DI COSTO GLOBALE vs ENERGIA PRIMARIA

ENERGIA PRIMARIA NETTA / COSTI GLOBALI - MILANO

Casa Monofamiliare	Edificio Plurifamiliare
	
Uffici	**Scuola**
	

YEARLY BALANCE FOR NZEB. PARIS SINGLE FAMILY HOUSE AND OFFICE



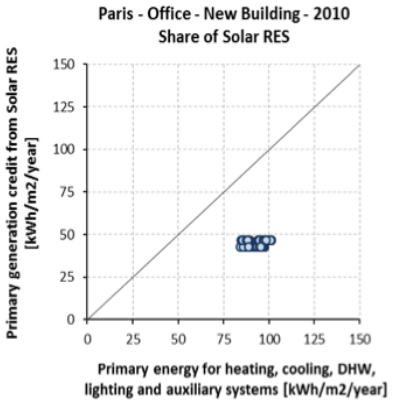
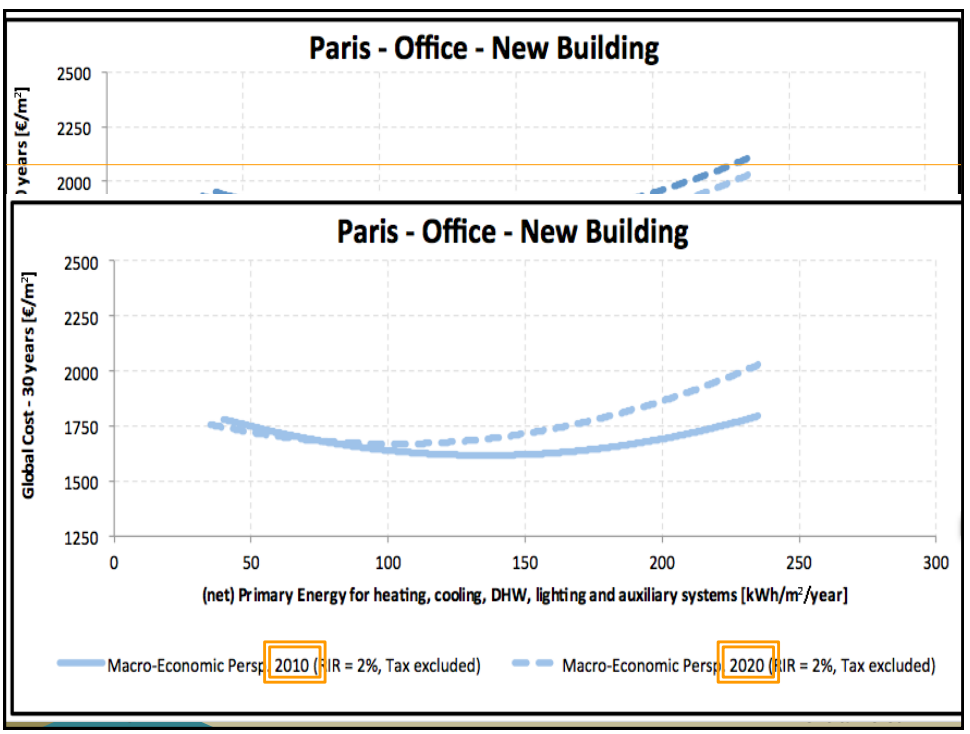


Figure 99. Indication of the share of solar renewable sources (photovoltaic and solar thermal) relative to the building variants within the benchmark area.

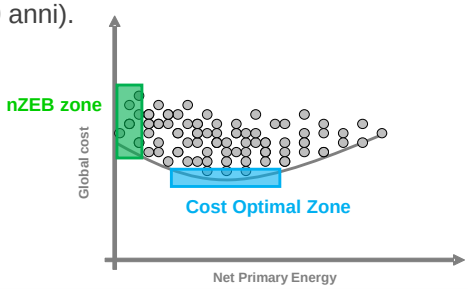
- Horizontal axis: primary energy without on-site solar plant (PV, solar thermal)
- Vertical axis: credit for annual on-site solar generation (same PEF as for delivered energy)
- vertical distance to diagonal line: (positive/negative) distance to net zero primary energy



SELEZIONE DEGLI EDIFICI DA TRASFERIRE ALLA POLICY SCENARIO ANALYSIS

a) Identificazione di pacchetti di interventi di ristrutturazione che generino edifici con il **minor costo globale** (**cost optimal**) **in assoluto** (in un arco temporale di 30 anni).

b) Identificazione di pacchetti di interventi di ristrutturazione che generino edifici **nZEB (edifici in cui si minimizza la domanda di energia primaria netta)** con il **minor costo globale possibile**. Non è detto che questi edifici coincidano con l'edificio che costa di meno (in un arco temporale di 30 anni).



PERCENTUALI DI EDIFICI CON DEFINITI VALORI DI FABBISOGNO E COSTI GLOBALI MAX-MIN SULL'INTERA NUVOLA

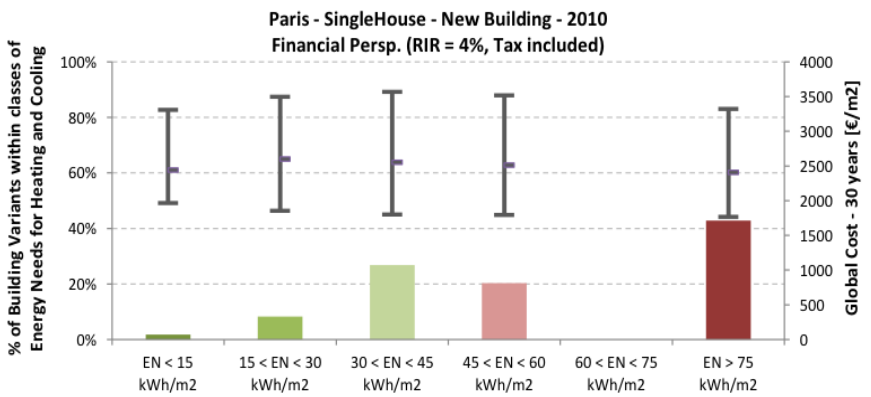
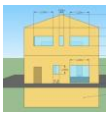
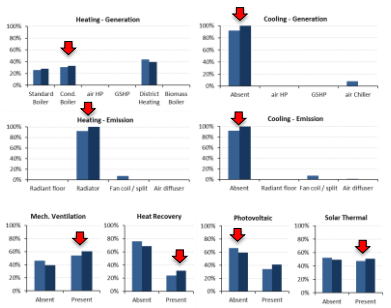
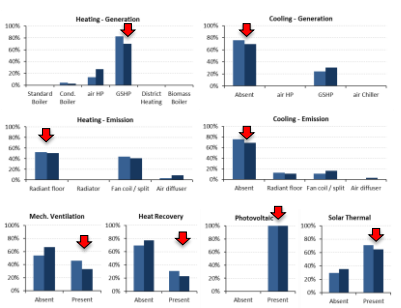
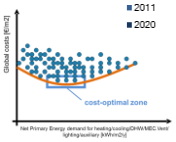
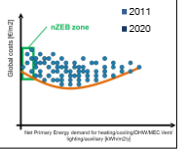


Figure 95. Percentages of building variants by different classes of energy need for both heating and cooling with indication of minimum/mean/maximum global cost within the whole dominium of variation.

CARATTERISTICHE DEGLI EDIFICI SELEZIONATI

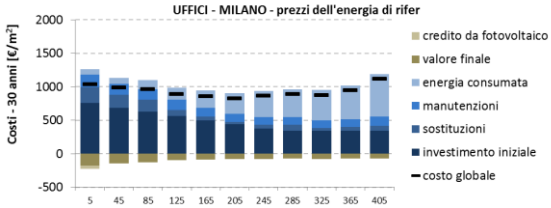


TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE – **CASA MONOFAMILIARE MILANO**

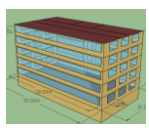
Cost Optimal	nZEB
	
I grafici rappresentano la distribuzione percentuale delle tecnologie impiantistiche all'interno del campione di dati rappresentante la zona cost-optimal. Con una freccia rossa vengono indicati i sistemi impiantistici valutati applicando criteri di selezione più restrittivi. 	I grafici rappresentano la distribuzione percentuale delle tecnologie impiantistiche all'interno del campione di dati rappresentante la zona nZEB. Con una freccia rossa vengono indicati i sistemi impiantistici valutati applicando criteri di selezione più restrittivi. 

RISULTATI: ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

DISAGGREGAZIONE DELLE COMPONENTI DEL COSTO GLOBALE DI EDIFICI RISTRUTTURATI APPARTENENTI AL PROFILO BASSO DELLA NUVOLA (30 anni)
UFFICI - MILANO - prezzi dell'energia di rifer

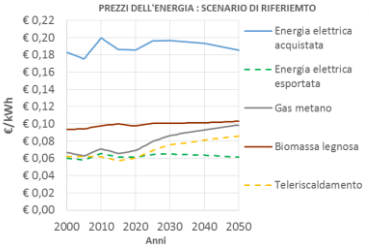


Domanda di energia primaria netta per riscaldamento, raffrescamento, acs, illuminazione, ventilazione meccanica e ausiliari elettrici [kWh/m2/year]

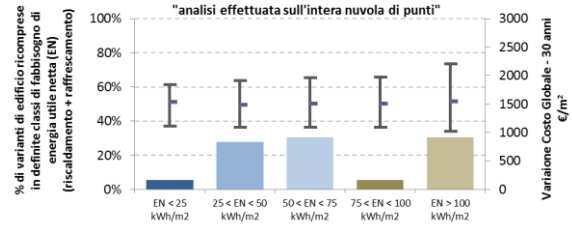


UFFICI
MILANO

PREZZI DELL'ENERGIA : SCENARIO DI RIFERIEMTO



UFFICI - MILANO - prezzi dell'energia di riferimento - anno zero: 2011
"analisi effettuata sull'intera nuvola di punti"

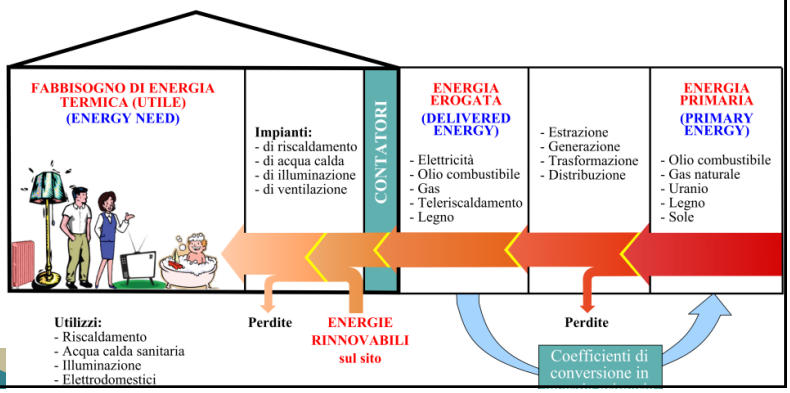


INDICI PROPOSTI PER LA DESCRIZIONE COMPLETA DI NZEB (1)

1) Fabbisogno di energia utile (*energy needs / use*) per

- riscaldamento
- raffrescamento
- acqua calda sanitaria
- illuminazione
- e (opzionale) per altri usi elettrici (elettrodomestici, machine per ventilazione, circolatori),

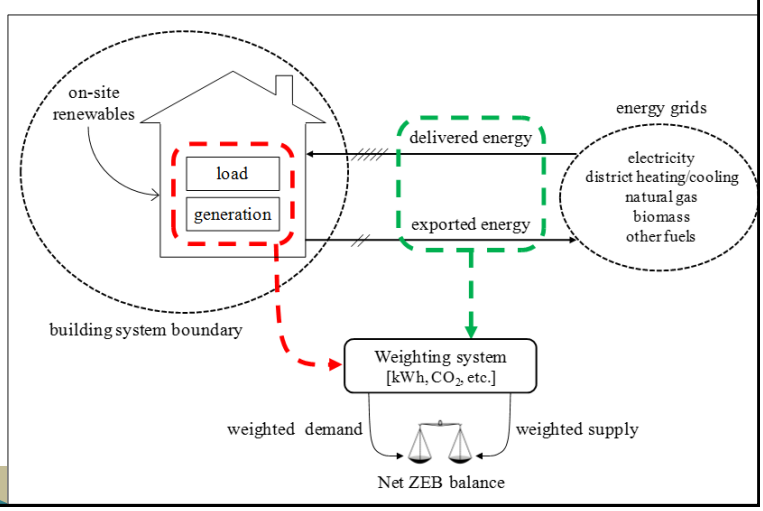
in aggiunta a questo un approcio prescrittivo ad es. con limiti di trasmittanza U-value per component di involucro, g-values per protezioni solari, tenuta all'aria, potenze installabili per illuminazione, …)



30

INDICI PROPOSTI PER LA DESCRIZIONE COMPLETA DI NZEB

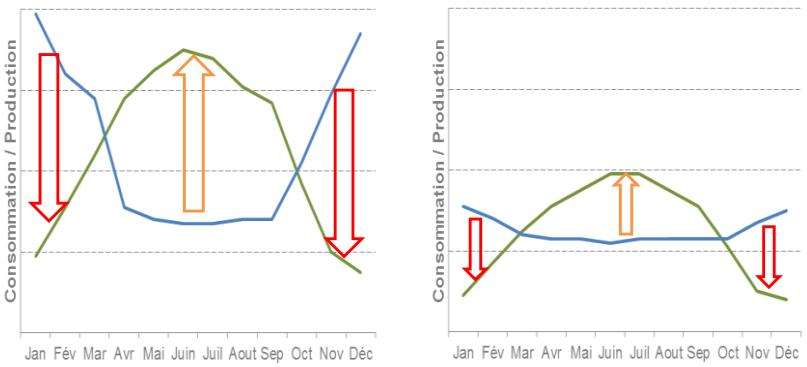
- 2) **Energia primaria annua netta**
  - bilancio tra l'energia richiesta e prodotta con relativi fattori di conversione sull'energia esportata e consegnata (norma UNI EN15603), preferibilmente su intervallo mensile o inferiore



31

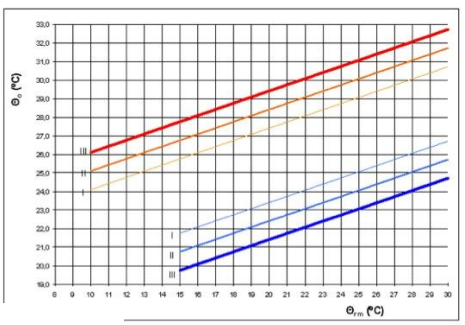
INDICI PROPOSTI PER LA DESCRIZIONE COMPLETA DI NZEB

- 3) "**load matching index**": un indice che misura la corrispondenza temporale fra l'energia prodotta in loco da fonti rinnovabili e quella che viene consumata, calcolato su periodi mensili, giornalieri o orari (preferibile)



INDICI PROPOSTI PER LA DESCRIZIONE COMPLETA DI NZEB

- un **indice di comfort igro-termico di lungo periodo** calcolato secondo la norma UNI EN 15251 (o altri metodi rilevanti)



The authors derived the likelihood of overheating from a logistic regression analysis. The index predicts the percentage of individuals, $P(\Delta T)$, voting +2 or +3, respectively *warm* or *hot*, on the ASHRAE thermal comfort scale:

$$P(\Delta T) \equiv \frac{\exp(0.4734 \cdot \Delta\theta - 2.607)}{1 + \exp(0.4734 \cdot \Delta\theta - 2.607)} \in [0.069; 1] \qquad (22)$$

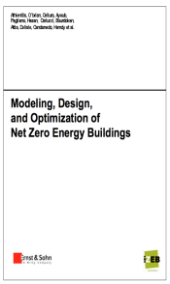
$$Exceedance_M \equiv \frac{\sum_{i=1}^{Oh}(n_i \cdot B_i)}{\sum_{i=1}^{Oh} n_i} \in [0; 1] \qquad (20)$$

$$Exceedance_M = f(B_i) \begin{cases} B_i = 1 \Leftarrow (Acceptability < 80\%) \\ B_i = 0 \Leftarrow (Acceptability \geq 80\%) \end{cases} \qquad (21)$$

where n_i is the number of occupants inside a given thermal zone at a certain hour i.

INDICI DI COMFORT PER UNA COMPLETA CARATTERIZZAZIONE DI NZEB

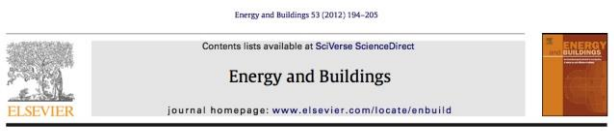
- International Energy Agency Annex 52 "Towards Net Zero Energy Solar Buildings" proposes methodologies for incorporating comfort indexes in the characterization of zero energy buildings.



Book (Wiley, Ernst & Sohn)

Modeling, Design and Optimization of Net Zero Energy Buildings

Co-Authors: Pagliano Lorenzo
Carlucci Salvatore


Energy and Buildings 53 (2012) 194–205
Contents lists available at SciVerse ScienceDirect
Energy and Buildings
journal homepage: www.elsevier.com/locate/enbuild

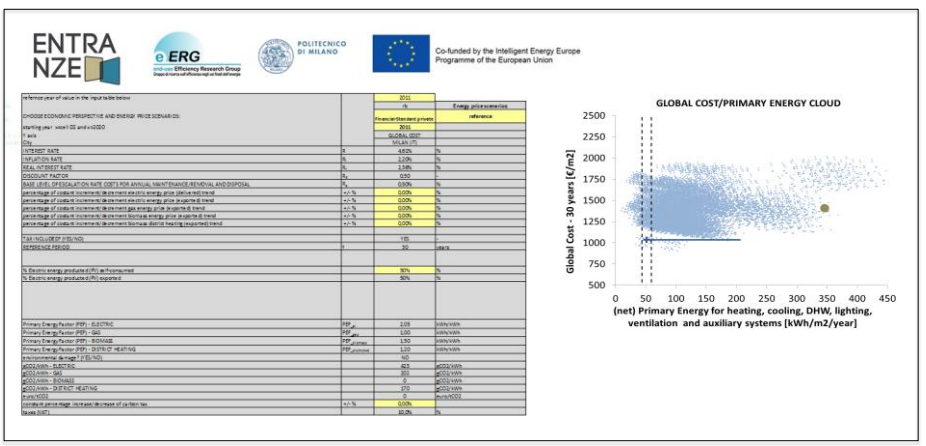
Review

A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings

Salvatore Carlucci*, Lorenzo Pagliano
Energy Department, end-use Efficiency Research Group, Politecnico di Milano, Via Lambrischini 4, 20156, Milano, Italy

COST/ENERGY CALCULATION TOOL

www.entranze.eu → cost-tool



EUGUGLE

The EU-GUGLE project (FP7 funded) aims to demonstrate the feasibility of **nearly-zero energy building renovation models** for replication in smart cities and communities by 2020.

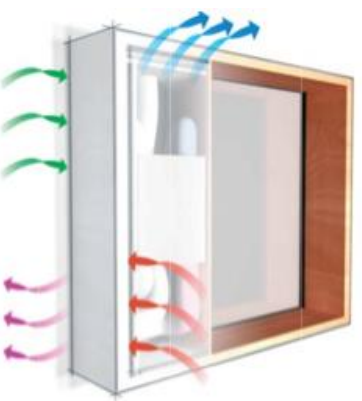
Partners Cities from: Finland, Spain, Austria, Italy, Germany, Slovakia, Belgium, Turkey and Sweden

Milano Comune di Milano

eERG end-use Efficiency Research Group Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia

POLITECNICO MILANO

3 Apartment blocks and a school will undergo deep retrofit (towards nZEB)



- new stone wool slab with triple density and no need of adhesive for gluing the slab to the substrate
- integrated window system with decentralized mechanical ventilation.

Ottimizzazione con simulazione dinamica e Monitoraggio del progetto esemplare di PassREg in Sicilia

- Zero energy building nel clima mediterraneo
- certificata passivhaus
- test-building in IEA annex 62 (ventilative cooling)

- Progettazione: Ing. Carmelo Sapienza - www.sapienzaepartners.it
- Simulazioni, ottimizzazione e monitoraggio: eERG Politecnico di Milano - www.eerg.it

PassREg MaTr 1D

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

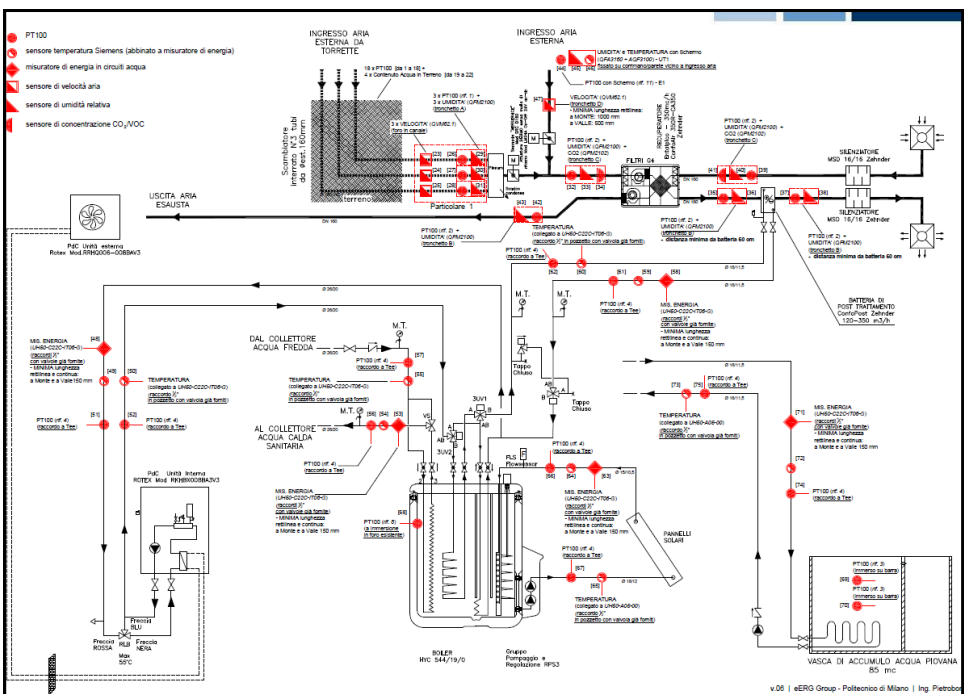
Partner tecnologici:

ROCKWOOL FIRESAFE INSULATION

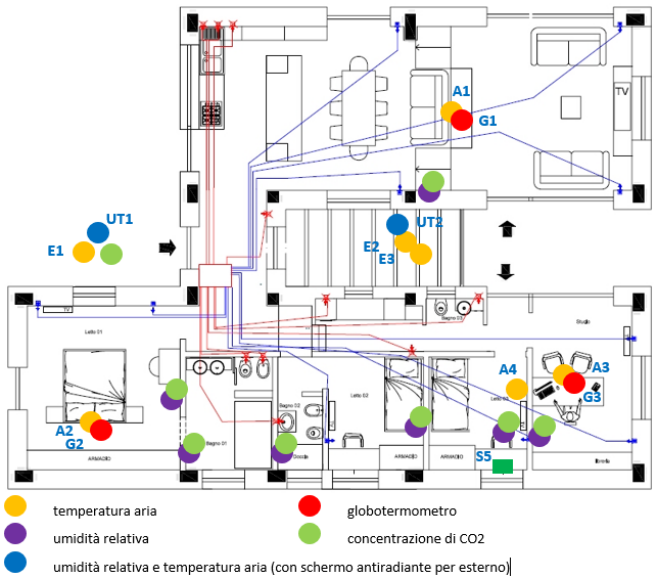
SIEMENS

PM PLASTIC MATERIALS Herholdt Controls

ZEB Passivhaus in Mascalucia - Sicily , © eerg.it



Punti di misura condizioni igrotermiche indoor e outdoor



POLITECNICO DI MILANO

eERG
end-use Efficiency Research Group
Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia

Grazie per la vostra attenzione

Per approfondimenti
www.eerg.it

Lorenzo Pagliano lorenzo.pagliano@polimi.it