



14 Novembre 2024

Centro Congressi

Nuova Fiera del Levante, Bari

LA DIRETTIVA EUROPEA CASE GREEN

LA DOPPIA
TRANSIZIONE DIGITALE
ED ENERGETICA DEL
PATRIMONIO EDILIZIO
ITALIANO

Seminario a cura di

Provider autorizzato

MIBA
MILAN INTERNATIONAL BUILDING ALLIANCE



SINOSSI

- Lo scenario globale dei **cambiamenti climatici** e gli **obiettivi prestazionali** del sistema edificio-impianti: **da nZEB a ZEB**
- Le strategie europee, le **direttive europee** e il recepimento nazionale
 - contrasto cambiamenti climatici,
 - azioni contro eventi pandemici,
 - sicurezza approvvigionamento energetico da instabilità geopolitica
- Edifici **ZEB e PEB** a servizio di **mobilità sostenibile e comunità energetiche**
- **Strategie progettuali di edifici ZEB e PEB:**
 - involucro performante,
 - ampliamento condizioni di benessere indotto da terminali radianti,
 - produzione di calore ad alta efficienza,
 - elettrificazione degli usi finali,
 - copertura vettori energetici mediante FER,
 - adattamento e ottimizzazione di produzione e consumo energetico



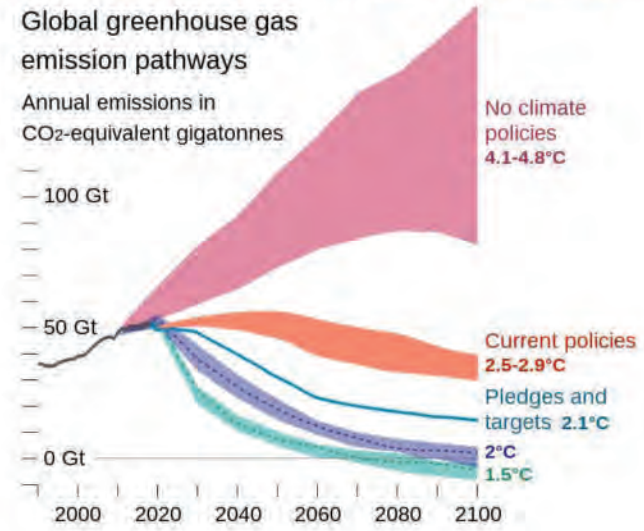
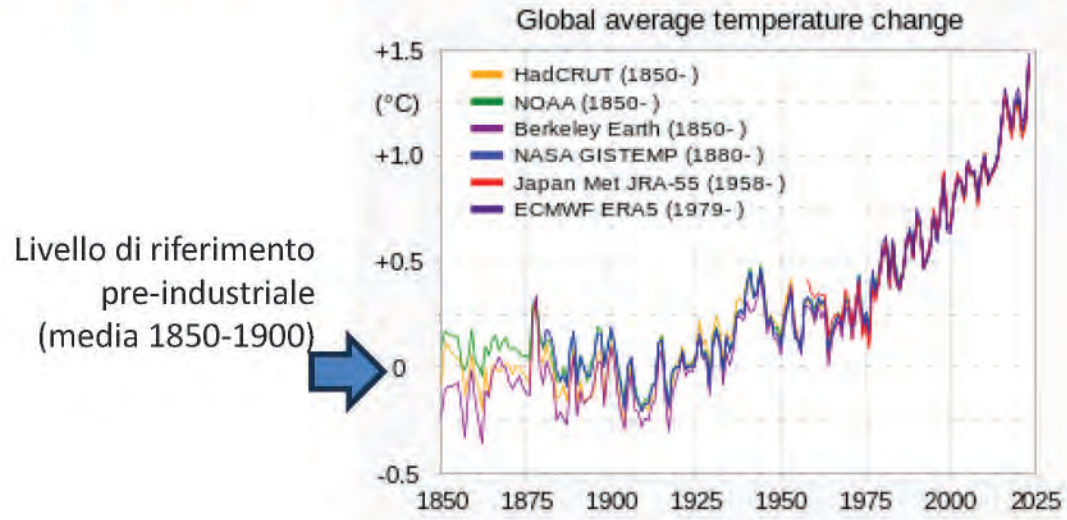
Forte impulso alla
**riqualificazione
energetica** e alle FER



Forte impulso alla
combinazione **FER+PdC+BA**

LO SCENARIO GLOBALE: CAMBIAMENTI CLIMATICI E EUROPEAN GREEN DEAL

Le strategie di contrasto del cambiamento climatico sono state definite dal **United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)** e negoziate dai rappresentanti di 196 Stati: **il principale obiettivo è contenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto della soglia di 2 °C oltre i livelli pre-industriali, e di limitare tale incremento a 1.5 °C (Paris Agreement).**



Temperatura media globale misurata da diverse organizzazioni scientifiche [Fonte: Wikimedia Commons]

Fonte: Hannah Ritchie and Max Roser (2017) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Pubblicato online su OurWorldInData.org.

LE STRATEGIE EUROPEE: EUROPEAN GREEN DEAL

Questi obiettivi sono contenuti nel **European Green Deal (EGD)**, che riflette il **più ampio supporto EU ai Sustainable Development Goals (SDGs)**.

EGD prevede ulteriore legislazione europea per raggiungere gli obiettivi di contrasto ai cambiamenti climatici, principalmente **promuovendo l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili di energia**.

Con l'adozione della **European Climate Law nel Giugno 2021**, la EU si è posta l'obiettivo della **neutralità climatica entro il 2050**. La legge pone un vincolo agli obiettivi EU pari a **una riduzione netta delle emissioni di gas climalteranti nel settore domestico di almeno il 55%** (rispetto ai livelli del 1990) entro il 2030 (**Fit for 55**).



**TRANSIZIONE VERSO UN'ECONOMIA
CLIMATE-NEUTRAL**

LE STRATEGIE EUROPEE: EUROPEAN GREEN DEAL

EU Green Deal (strategia) - Dicembre 2019



- **Marzo 2020** – Fit for 55 package

rafforza e implementa iniziative nei settori: clima, **energia e combustibili, trasporti, edilizia**, uso del territorio e foreste

- **Ottobre 2020** - Renovation Wave and Action Plan

strategia di **recupero edilizio a lungo termine**, contrasto povertà energetica, **decarbonizzazione riscaldamento/raffrescamento edifici**

- **Maggio 2022** - RePowerEU Action Plan

ridurre dipendenza da importazione combustibili fossili: **risparmio energetico**, diversificare forniture energetiche, **produzione energetica da fonti rinnovabili**

Nuovi obiettivi EU GD 2030

- **Riduzione di almeno il 55% delle emissioni di gas climalteranti** rispetto ai livelli 1990
 - Condivisione di **fonti energetiche rinnovabili** nei consumi finali di **almeno 42,5%**
- **Riduzione dei consumi energetici di almeno il 39%** rispetto allo scenario business-as-usual

LE STRATEGIE EUROPEE: IL «CLEAN ENERGY PACKAGE»

Con il pacchetto “**Clean Energy for all Europeans**”, adottato nel 2019, l’Unione Europea (EU) ha introdotto nuove disposizioni nel **progetto del mercato energetico** e ha strutturato una cornice per nuove iniziative nel settore dell’energia.

Nello specifico, il recast della **Renewable Energy Directive (REDII)**^[1] e la **Electricity Market Directive (EMD)**^[2] ha fornito **definizioni di base e requisiti per le attività di auto-consumo individuale e collettivo (Collective self-consumption - CSC)** così come per le comunità energetiche (Renewable Energy Communities - RECs) e le comunità energetiche di cittadini (Citizen Energy Communities - CECs).

[1] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)

[2] Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU (recast)

EVOLUZIONE DEL QUADRO NORMATIVO: IL RECEPIMENTO NAZIONALE

La Direttiva UE 11/12/2018, n. 2001 (detta RED II) è stata attuata dal **Decreto Legislativo n.199 dell'8 novembre 2021**, entrato in vigore il 15 dicembre 2021.

Dal 13 giugno 2022 sono entrati **in vigore limiti più alti di copertura da fonti rinnovabili dei consumi energetici** (negli edifici privati sale dal 50% al 60%, in quelli pubblici dal 50% al 65%) e un **significativo aumento della potenza di impianti di produzione FER elettrica** negli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazione rilevante.



EVOLUZIONE DEL QUADRO NORMATIVO EUROPEO

- **Direttiva UE 2024/1275 (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD recast)** - G.U. dell'U.E. 24/04/2024 – *sostituisce la EPBD 2010/31/EU*
- **Direttiva UE 2023/1791 (Energy Efficiency Directive)** - G.U. dell'U.E. 20/09/2023
- **Direttiva UE 2023/2413 (Renewable Energy Directive - RED III)** - G.U. dell'U.E. 31/10/2023 – *sostituisce la RED II 2001/2018/EU*
- **Ecodesign Directive 2009/125/EC + Energy Labelling Framework Regulation (EU/2017/1369)** → **Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)**
- **Construction Products Regulation (CPR)**
-

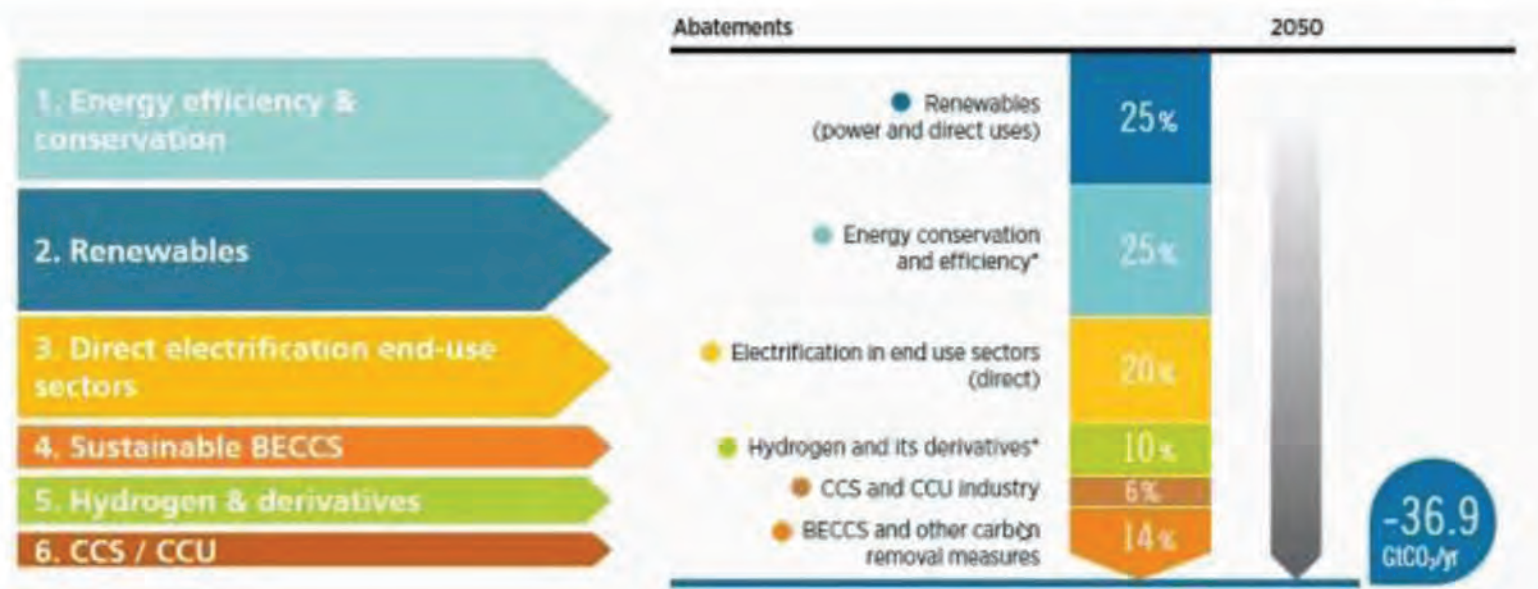
EVOLUZIONE DEL QUADRO NORMATIVO

La **Direttiva UE 2023/2413 (detta RED III)**, pubblicata in G.U. dell'U.E. il 31/10/2023, che modifica la RED II prevede **ulteriori incrementi del contributo delle FER**.

La suddetta direttiva, atteso che *gli edifici "possiedono un grande potenziale non sfruttato per contribuire efficacemente alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra nell'Unione: per conseguire l'ambizioso traguardo della neutralità climatica dell'Unione stabilito nella normativa europea sul clima, occorrerà decarbonizzare il riscaldamento e il raffrescamento in questo settore **umentando la quota di energie rinnovabili nella produzione e nell'uso**"* per i settori di riscaldamento e raffreddamento degli edifici, stabilisce obiettivi vincolanti: **un aumento della quota da rinnovabili dello 0,8% annuo a livello nazionale fino al 2026 e dell'1,1% dal 2026 al 2030**.

Il settore dell'edilizia può contribuire in modo significativo alla transizione verso un sistema energetico più sostenibile: l'obiettivo indicativo è del **49% di energia rinnovabile nei consumi entro il 2030**. Per recepire la Direttiva nella legislazione nazionale, gli Stati membri avranno tempo fino a 18 mesi dalla pubblicazione.

I 6 PILASTRI DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA



Potenziale abbattimento delle emissioni di anidride carbonica nello scenario di riduzione di 1,5°C entro il 2050 [Fonte: IRENA (2023), World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway]

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

La **Direttiva UE 2024/1275 (detta EPBD recast)**, pubblicata in G.U. dell'U.E. il 24/04/2024, più recente revisione della direttiva 2010/31/UE, è entrata in vigore il 14/05/2024 e prevede i seguenti **obiettivi**:

- contribuire alla **riduzione di emissioni di gas climalteranti e consumi energetici degli usi finali entro il 2030**;
- fornire una visione a lungo termine del settore edile e assicurare un adeguato **contributo al raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050**.

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 1 – Obiettivi e nuovi requisiti (minimi)

- a) il quadro comune generale di una **metodologia per il calcolo della prestazione energetica integrata** degli edifici e delle unità immobiliari;
- b) l'applicazione di **requisiti minimi di prestazione energetica** di edifici e unità immobiliari di **nuova costruzione**;
- c) l'applicazione di **requisiti minimi di prestazione energetica** a:
 - i) **edifici esistenti** e unità immobiliari esistenti sottoposti a ristrutturazioni importanti;
 - ii) **elementi edilizi** che fanno parte dell'involucro dell'edificio e che hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro dell'edificio quando sono **rinnovati o sostituiti**;
 - iii) **sistemi tecnici** per l'edilizia qualora siano **installati, sostituiti o siano oggetto di un intervento di miglioramento**;
- d) **l'applicazione di norme minime di prestazione energetica agli edifici esistenti e alle unità immobiliari esistenti**;
- e) *il calcolo e la comunicazione del potenziale di riscaldamento globale nel corso del ciclo di vita degli edifici*;
- f) *l'energia solare negli edifici*;
- g) *i passaporti di ristrutturazione*;
- h) ***i piani nazionali di ristrutturazione degli edifici***;
- i) *le infrastrutture di **mobilità sostenibile** all'interno e in prossimità degli edifici*;
- j) *gli edifici intelligenti*;
- n) **le prestazioni relative alla qualità degli ambienti interni degli edifici.**

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 2 – Definizioni

«**edificio a emissioni zero**»: un edificio ad altissima prestazione energetica, con un fabbisogno di energia pari a zero o molto basso, che produce zero emissioni in loco di carbonio da combustibili fossili e un quantitativo pari a zero, o molto basso, di emissioni operative di gas a effetto serra;

«**edificio a energia quasi zero**»: un edificio ad altissima prestazione energetica, che non è peggiore del livello ottimale in funzione dei costi per il 2023 comunicato dagli Stati ..., nel quale il **fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo** è coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o l'energia da fonti rinnovabili prodotta nelle vicinanze;

«**ristrutturazione profonda**»: una ristrutturazione che è in linea con il principio «*l'efficienza energetica al primo posto*», che si concentra sugli elementi edilizi essenziali e che **trasforma un edificio o un'unità immobiliare:**

- a) **entro il 10 gennaio 2030, in un edificio a energia quasi zero (NZEB);**
- b) a decorrere **dal 1 gennaio 2030, in un edificio a zero emissioni (ZEB);**

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 11 – Edifici a emissioni zero (1/2)

Un edificio a emissioni zero (ZEB) **non genera emissioni in loco di carbonio da combustibili fossili.**

Un ZEB, laddove economicamente e tecnicamente fattibile, offre la capacità di **reagire ai segnali esterni e di adattare il proprio consumo, generazione o stoccaggio di energia.**

Gli Stati membri adottano le misure necessarie affinché la domanda di energia di un edificio a emissioni zero rispetti una **soglia massima** ... in funzione dei costi stabiliti nella più recente relazione nazionale sui livelli ottimali **in funzione dei costi** ... la soglia massima sarà modificata ogni volta che i livelli ottimali in funzione dei costi saranno rivisti.

La soglia massima per la domanda di energia di un edificio a zero emissioni è inferiore di almeno il 10 % alla soglia relativa al consumo totale di energia primaria stabilita a livello di Stato membro per gli edifici a energia quasi zero al 28 maggio 2024.

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 11 – Edifici a emissioni zero (2/2)

Il consumo totale annuo di energia primaria di un edificio a emissioni zero, nuovo o ristrutturato, dev'essere coperto da:

- a) **energia da fonti rinnovabili generata in loco o nelle vicinanze** che soddisfa i criteri di cui all'articolo 7 della direttiva (UE) 2018/2001;
- b) **energia da fonti rinnovabili fornita da una comunità di energia rinnovabile** ai sensi dell'articolo 22 della direttiva (UE) 2018/2001;
- c) energia proveniente da un sistema efficiente di teleriscaldamento e teleraffrescamento a norma dell'articolo 26, paragrafo 1, della direttiva (UE) 2023/1791; o
- d) energia da fonti prive di carbonio.

Laddove non sia tecnicamente o economicamente fattibile soddisfare tali requisiti, il consumo totale annuo di energia primaria può essere coperto anche da altra energia della rete conforme ai criteri stabiliti a livello nazionale.

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 7 – Edifici di nuova costruzione

Gli edifici di nuova costruzione **dovranno essere a emissioni zero (ZEB)**

- a) a decorrere dal 1 gennaio 2028, gli edifici di nuova costruzione di proprietà di enti pubblici; e
- b) a decorrere dal 1 gennaio 2030, tutti gli edifici di nuova costruzione.

.....

Articolo 8 – Edifici esistenti

.....

Per quanto concerne gli edifici **sottoposti a ristrutturazioni importanti**, gli Stati membri:

- **incoraggiano sistemi alternativi ad alta efficienza**, nella misura in cui è tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile;
- prendono in considerazione, per quanto concerne gli edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti, le questioni della **qualità degli ambienti interni**, **l'adattamento ai cambiamenti climatici**, **la sicurezza antincendio**, **i rischi connessi all'intensa attività sismica**, **l'eliminazione delle sostanze pericolose tra cui l'amianto**, **l'accessibilità per le persone con disabilità**.

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 9 – Norme minime di prestazione energetica per edifici non residenziali e traiettorie per la ristrutturazione progressiva del parco immobiliare residenziale (1/2)

Per gli **edifici non residenziali**, gli Stati membri stabiliscono delle **soglie massime di prestazione energetica del patrimonio immobiliare** che siano rispettate dal:

- a) **16 % a decorrere dal 2030**; e
- b) **26 % a decorrere dal 2033**.

Gli Stati membri stabiliscono scadenze specifiche entro le quali gli edifici non residenziali dovranno rispettare soglie massime di prestazione energetica inferiori entro il **2040 e il 2050**, in linea con il percorso di trasformazione del parco immobiliare nazionale in edifici a emissioni zero

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 9 – (2/2)

Gli Stati membri provvedono affinché il **consumo medio di energia primaria** in kWh/(m².a) **dell'intero parco immobiliare residenziale diminuisca** di almeno:

- a) **il 16 % rispetto al 2020 entro il 2030;**
- b) **il 20-22 % rispetto al 2020 entro il 2035;**
- c) entro il 2040, e successivamente ogni cinque anni, un **progressivo calo del consumo** medio di energia primaria in linea con la trasformazione del parco immobiliare residenziale in un **parco immobiliare a emissioni zero entro il 2050.**

Gli Stati membri provvedono affinché almeno il 55 % del calo del consumo medio di energia primaria sia conseguito mediante la ristrutturazione del 43 % degli edifici residenziali con le prestazioni peggiori.

EPBD recast 2024 - [EU/2024/1275]

Articolo 13 – Sistemi tecnici per l'edilizia

.....

Gli Stati membri possono stabilire **requisiti di impianto specifici** relativi ai sistemi tecnici per l'edilizia al fine di **facilitare l'installazione e il funzionamento efficaci di impianti di riscaldamento a bassa temperatura negli edifici nuovi o ristrutturati.**

Gli Stati membri stabiliscono **requisiti per l'attuazione di norme adeguate per la qualità degli ambienti interni negli edifici al fine di mantenere il benessere termo-igrometrico degli ambienti interni.**

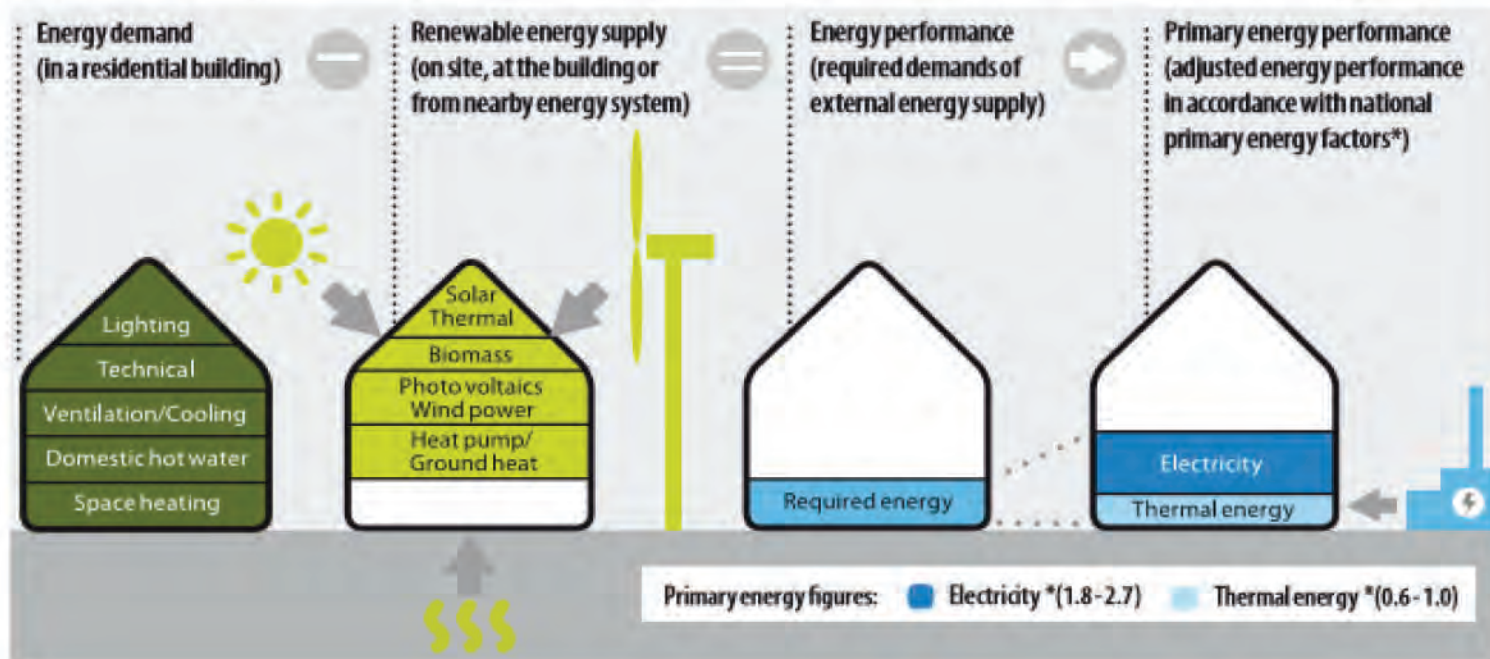
Gli Stati membri si adoperano per sostituire le caldaie uniche alimentate a combustibili fossili negli edifici esistenti, in linea con i piani nazionali di **eliminazione graduale delle caldaie a combustibili fossili.**

Gli Stati membri **possono prevedere nuovi incentivi e finanziamenti** per incoraggiare il passaggio da sistemi di riscaldamento e raffrescamento basati sui combustibili fossili a sistemi non basati sui combustibili fossili.

Edifici a energia positiva (Active Houses)

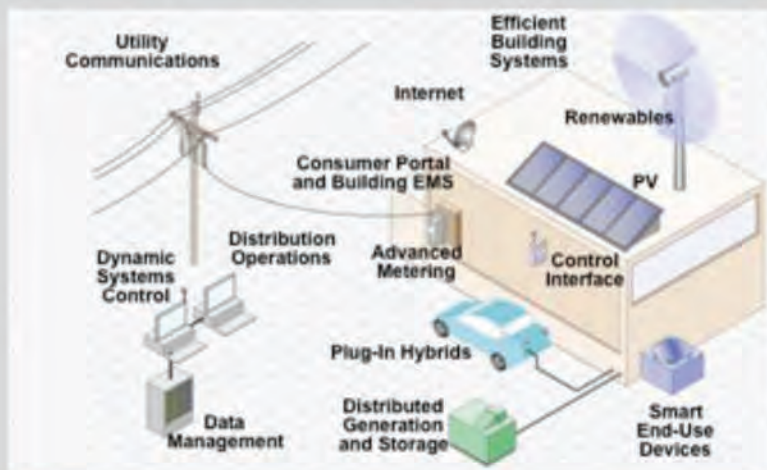
Gli **edifici a energia positiva** (Active Houses) **producono più energia di quanto ne consumino**. I fabbisogni energetici sono più bassi della produzione da fonti rinnovabili o fonti energetiche che non emettono gas climalteranti in atmosfera.

L'**energia eccedente** può essere **ceduta alla rete elettrica** o usata per **altri usi finali** (ad esempio per la mobilità elettrica).



EDIFICI DEL FUTURO?

- gli edifici passeranno **da consumatori a produttori** di energia
- necessaria l'**integrazione di produzione centralizzata e produzione diffusa** in un unico **sistema "intelligente"** in grado di **bilanciare domanda e offerta** di energia
- le **coperture** degli edifici diventeranno **terminali dei sistemi di produzione** energetica
- **smart grids**: centrali + edifici + automobili



Building Integrated PV



Renewable source systems can be integrated into the envelope and replace traditional building components (façade cladding, sunscreens, balustrades, etc.) even in the case of retrofitting (Chiasso. 2012).

Fonte: IANNONE F, F.FRONTINI, S DI GREGORIO (2014). **Valutazioni delle prestazioni energetiche di sistemi BiPV: un caso di studio numerico sperimentale.**

Building Integrated PV



Façade covered with colored amorphous silicon panels and photovoltaic cells integrated into the glazed balustrade of a balcony (Chiasso, 2012).

Comunità energetiche rinnovabili e Smart grids

Produzione energetica da fonti rinnovabili delocalizzata, fornitura decentralizzata e Internet of Things:

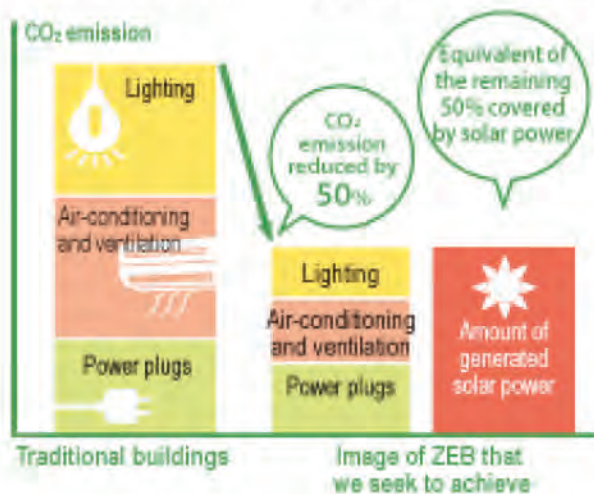
il mix di produzione di FER delocalizzata, creazione di comunità energetiche e trasformazione digitale costituiranno i componenti essenziali di una rete complessa in grado di creare nuovi modelli di sviluppo e business.



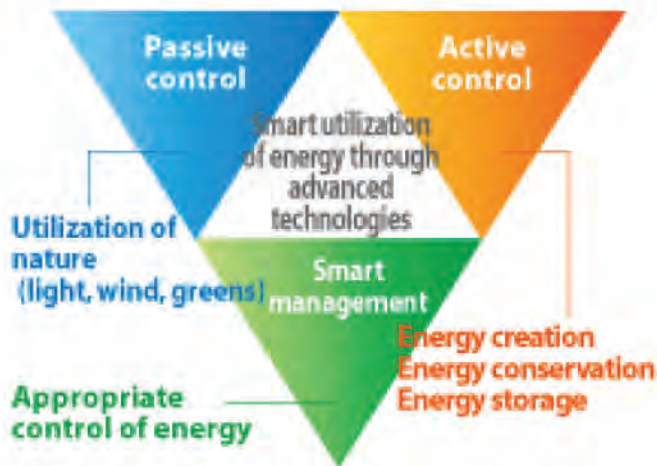
Il concept della progettazione ZEB

La progettazione di ZEB richiede un **approccio integrato** tra progettazione architettonica e impiantistica affinché si possano **impiegare e potenziare reciprocamente le potenzialità della componente passiva e l'efficienza della componente attiva** dell'organismo edilizio.

■ Simulation on reduction of CO₂ emission (image)



■ The concept of ZEB that we aim for



Approccio progettuale di ZEB

Le principali **fasi progettuali** di un edificio ZEB sono sintetizzabili in:

1. **ridurre i carichi/fabbisogni** (**ampliamento delle potenzialità di controllo passivo**: progettazione del sito, orientamento, ombreggiamento, sistemi solari passivi, **isolamento termico**, illuminamento naturale, ventilazione naturale, ... **ampliamento delle condizioni di comfort**)
2. **soddisfare i carichi in modo efficiente ed efficace** (**servizi tecnologici MEP ad alta efficienza**, illuminamento artificiale ad alta efficienza – spot lighting, sistemi di controllo, ...)
3. **usare le fonti rinnovabili d'energia per soddisfare il consumo di vettori energetici** (le **FER prodotte in loco dotate di sistemi di accumulo** sono la prima scelta, è oggi possibile l'eventuale integrazione o sostituzione con FER delocalizzate nelle comunità energetiche)

Procedere in ordine sequenziale alle fasi 1 e 2 prima della 3 porterà a un minore dimensionamento delle FER rendendo raggiungibile più facilmente lo standard ZEB e consentendo ulteriori riserve di produzione energetica per la mobilità elettrica o per la condivisione della produzione in eccesso

Fase 1: Strategie per massimizzare il riscaldamento passivo

- **Involucro edilizio iperisolato** (rispetto agli standards correnti)
- **Involucro edilizio ad elevata tenuta all'aria/ricambi d'aria controllati**
- **Adeguate massa d'accumulo termico interno** all'isolamento termico per accumulare energia gratuita (solare, fonti di calore interne)
- **Componenti vetrate di alta qualità ottico/termica con bassi valori di trasmittanza** (ad esempio triplo vetro con gas Argon e rivestimento basso emissivo su due superfici)

Queste strategie devono essere **calibrate** in funzione delle condizioni climatiche, dei guadagni interni, del profilo d'utenza, etc...

Fase 1: Strategie per massimizzare il raffrescamento passivo

- **Ridurre gli apporti energetici solari** (schermature solari, vetri a controllo solare, **elevato indice di riflessione delle superfici opache**,)
- **Componenti vetrate di alta qualità ottico/termica con bassi valori di trasmittanza** (ad esempio triplo vetro con gas Argon e rivestimento magnetronico a controllo solare)
- **Involucro edilizio ad elevata tenuta all'aria/ricambi d'aria controllati (favorire la ventilazione notturna)**
- **Adeguate massa d'accumulo termico interno** all'isolamento termico per attenuare i picchi termici (solare, fonti di calore interne) ed **esterno** (in particolare sulle superfici esposte a est e ovest) per attenuare l'onda termica esterna

Queste strategie devono essere **calibrate** in funzione delle condizioni climatiche, dei guadagni interni, del profilo d'utenza, etc...

Fase 1: ampliamento delle condizioni di benessere percepito

Al fine di ridurre il fabbisogno energetico per riscaldamento, raffrescamento e illuminamento è necessario definire adeguatamente le condizioni di comfort e, se possibile, **ampliare le opportunità adattive dell'edificio:**

- tenere adeguatamente in considerazione il **ruolo della componente radiativa rispetto a quella convettiva**
- ridurre o tenere adeguatamente in conto le **asimmetrie del campo radiante e convettivo** che incidono su **fattori locali di comfort** e si ripercuotono sulla percezione globale del benessere
- valutare **sconfinamenti per brevi periodi** di maggiori scostamenti rispetto al set-point di comfort (in relazione al progetto del sistema di termoregolazione e controllo, da valutare in regime dinamico)
- favorire il **funzionamento ibrido** del sistema edificio-impianto anche mediante opportuna sensibilizzazione degli utenti

Verso edifici ZEB in clima mediterraneo: esperienze di ricerca applicata

Soluzioni bioclimatiche e di building automation per la riqualificazione energetica di un edificio residenziale in clima Mediterraneo

*(Convegno ISTEА 2014, Energia, Sostenibilità e Dematerializzazione operativa –
Luglio 10-11, 2014, Politecnico di Bari)*

OBIETTIVI E METODOLOGIA

Determinare l'efficacia e le modalità di gestione di componenti solari passivi ed impianti ad alta efficienza energetica, integrati da sistemi di building automation

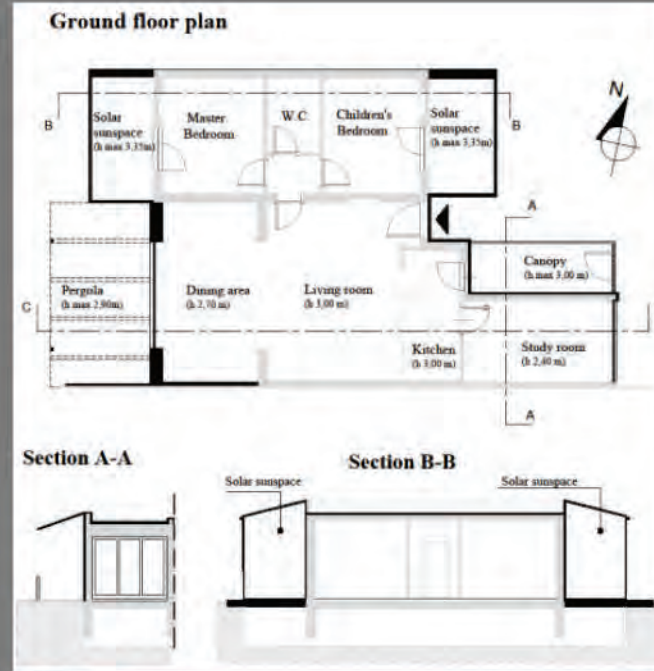
Caso studio di **un edificio residenziale unifamiliare** del tipo a schiera, sito in **contesto climatico mediterraneo di area costiera**

Analisi in **regime dinamico**, mediante il software TRNSYS, del comportamento energetico e delle prestazioni di comfort adattivo di diverse soluzioni di intervento

Ottimizzazione prestazionale del sistema edificio-impianto delle soluzioni e strategie proposte

CASO STUDIO

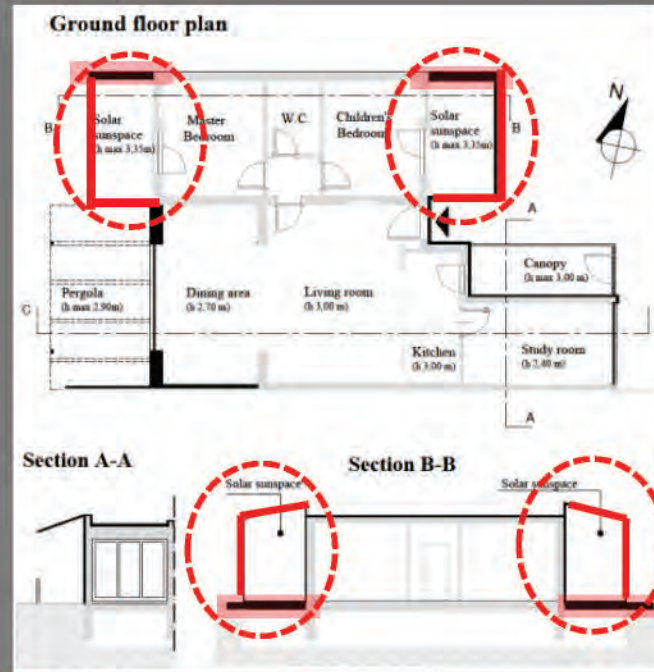
- Edificio a schiera tipo simplex di circa 110 mq
- **Orientamento** dell'asse longitudinale **non conforme con i principi della bioclimatica** (fronti finestrati esposti ad est ed ovest)
- **Indice di compattezza pari a 0,88**
- Camere da letto con esposizione est ed ovest, zona giorno ad ovest e studio ad est



CASO STUDIO

I principali interventi di riqualificazione energetica sull'**involucro** sono:

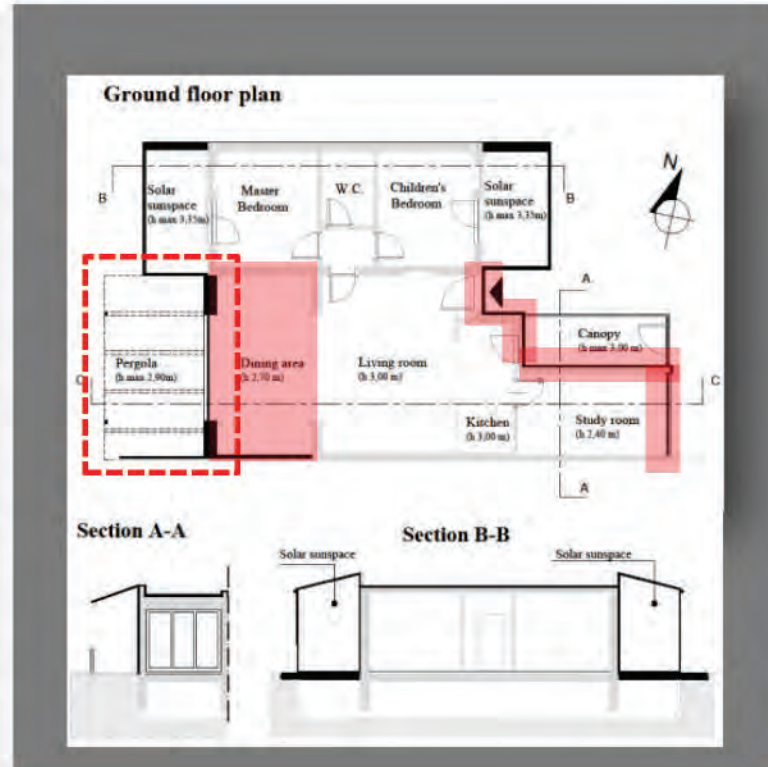
- ❖ **inserimento di una serra solare esposta ad est ed una ad ovest;**
- Chiusure di base delle serre solari isolate termicamente e a rapporto nullo con il terreno sottostante;
- Chiusure vetrate verticali e di copertura delle serre solari con telaio in alluminio e vetro del tipo a controllo solare magnetronico;
- Chiusure verticali esposte a sud interne alle serre solari del tipo a cassetta con paramento interno di accumulo termico in cls;



CASO STUDIO

I principali interventi di riqualificazione energetica sull'**involucro** sono:

- ❖ isolamento termico a cappotto delle chiusure verticali esterne con camera d'aria debolmente ventilata;
- ❖ nuova chiusura verticale del tipo a cassetta, e nuova copertura del tipo a tetto caldo nella zona di ampliamento;
- ❖ infissi con telaio in pvc e vetro del tipo a controllo solare magnetronico;
- ❖ pergolato con specie vegetali a foglia caduca per ombreggiare la zona pranzo



CASO STUDIO



East side view



West side view

	Transmittance [W/m ² K]	Surface Mass [kg/m ²]
Redeveloped walls	0,23	213
New wall (dining room)	0,22	314
Storage south wall (solar sunspaces)	0,57	434
Redeveloped flat roof	0,28	747
New roof (dining room)	0,28	397
Storage ground floor (solar sunspaces)	0,58	663

Thermal characteristics of building envelope

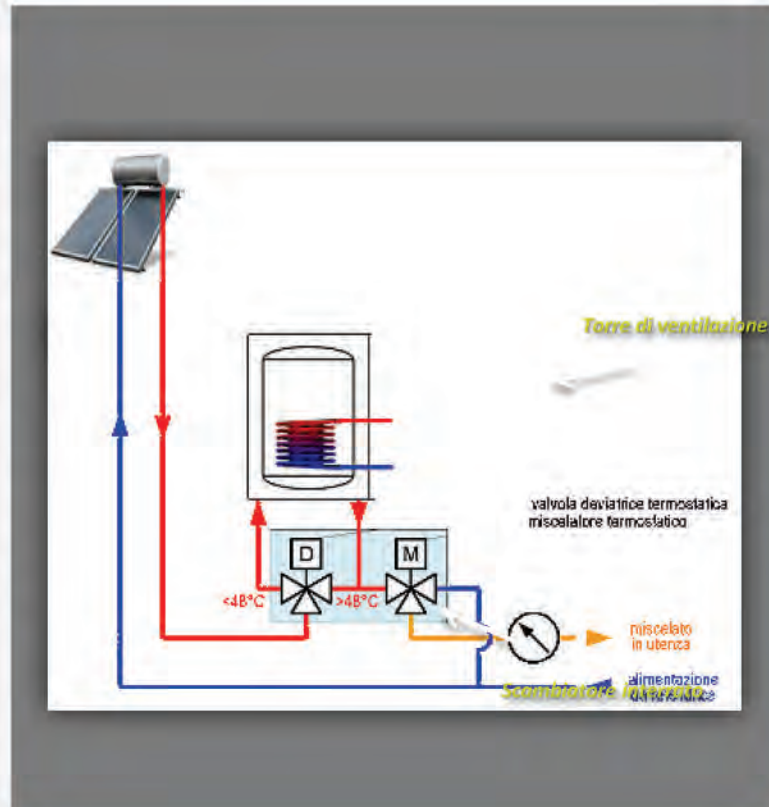
	Thickness [mm]	Glass Transmittance [W/m ² K]	Frame Transmittance [W/m ² K]	Solar Factor g
Glazed surfaces of sunspaces (aluminum frame)	3-3 – 12 – 3-3	1,62	3,8	0,432
Windows (PVC frame)	3-3 – 14 – 4-4	1,46	1,3	0,342

Thermal and optical characteristics of glazed surfaces

CASO STUDIO

I principali interventi di riqualificazione energetica sull'impianto sono:

- ❖ generatore di calore dell'impianto termico del tipo **pompa di calore aria-acqua;**
- ❖ terminali scaldanti del tipo a radiatore ;
- ❖ **sistema geotermico «passivo»** a «Pozzo Canadese» per il raffreddamento estivo in free cooling;
- ❖ impianto **solare termico** a circolazione naturale con collettore piano per la produzione di a.c.s.;
- ❖ impianto solare fotovoltaico installato in copertura del tipo grid connected



SOLUZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA NEL PERIODO INVERNALE

- ❖ **Controllo della ventilazione tra serra e ambienti adiacenti, in base alla temperatura della serra** (portata di 1 vol/hr quando la $T_{serra} > 20\text{ °C}$, rispetto ad una portata costante di 0,4 vol/hr del caso base)
- ❖ **Aumento della potenza termica erogata dai radiatori** (rispetto al caso base con potenza calcolata in base alla temperatura esterna pari a quella media giornaliera del mese più freddo)
- ❖ **Variatione del profilo orario di accensione** (1h e 2h di anticipo rispetto ad un profilo di riferimento della durata di 10 ore) **e della temperatura di attenuazione dell'impianto termico** (da 16 °C a 18 °C)
- ❖ **Automazione del sistema di attivazione dell'impianto termico** (mediante termostati per ogni singolo ambiente, sulla base dell'occupazione reale dei vari ambienti, rispetto al caso base con sistema di controllo del tipo a zona con cronotermostato)



Confronto della percentuale di comfort e dei fabbisogni energetici
dei vari casi

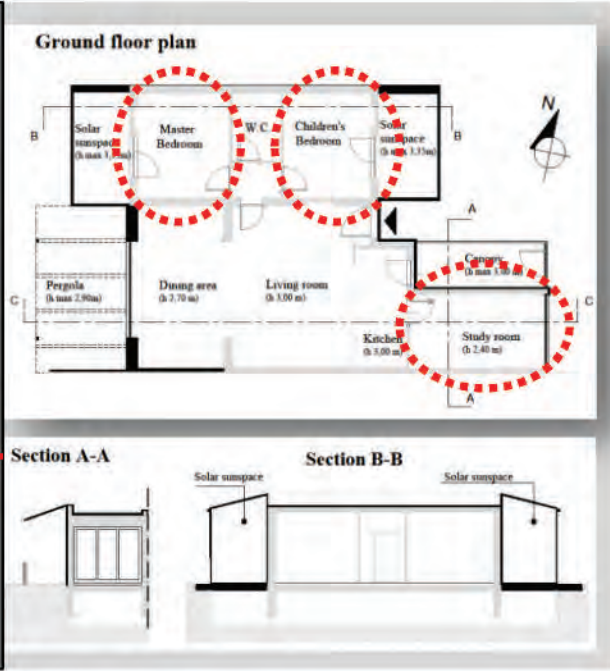
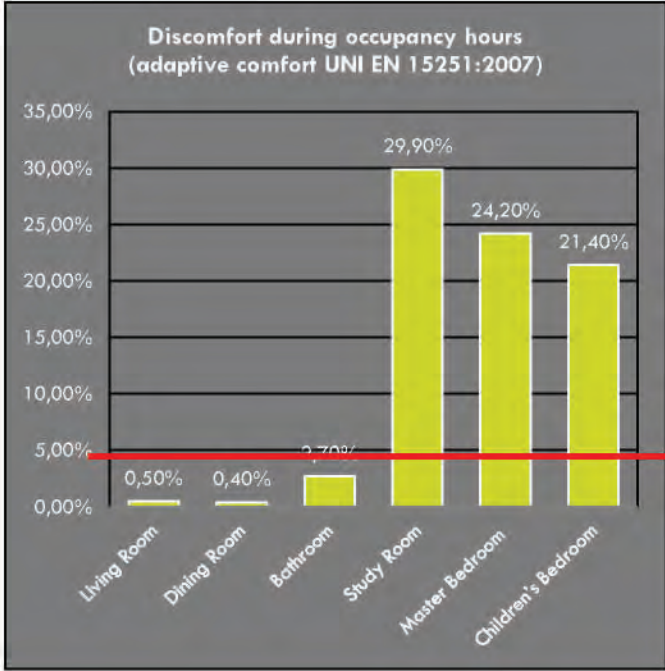
ANALISI DEI RISULTATI NEL PERIODO INVERNALE

- ❖ La **ventilazione automatizzata delle serre solari** comporta benefici sia in termini di comfort che di consumi energetici
- ❖ L'**aumento della potenza termica dell'impianto termico** comporta un aumento del comfort a discapito dei consumi energetici
- ❖ Variando la **temperatura di attenuazione e le ore di preriscaldamento** si ha un incremento delle condizioni di comfort a scapito di un aumento dei consumi energetici
- ❖ L'**automazione dell'impianto termico in base all'occupazione** dei vari ambienti consente elevate prestazioni di comfort senza incremento dei consumi energetici

	Radiators Power	Ventilation Sunspaces - Bedrooms	Space Heating time scheduling	Thermal Comfort Percentage	Energy needs [Kwh/m ² year]
Case 0	As designed	0,4 ach constant	1h anticipation and temperatures between 16 e 20°C	87,8%	19,1
Case 1	As designed	Automated	1h anticipation and temperatures between 16 e 20°C	88,1%	17,9
Case 2	As designed	Automated	1h anticipation and temperatures between 18 e 20°C	90,4%	18,7
Case 3	As designed	Automated	2h anticipation and temperatures between 16 e 20°C	96,5%	19,5
Case 4	As designed	Automated	2h anticipation and temperatures between 18 e 20°C	98,7%	19,8
Case 5	Increased	Automated	1h anticipation and temperatures between 16 e 20°C	96,4%	22,0
Case 6	As designed	Automated	Personalized on the occupancy for every room	98,7%	17,1

Summary of simulated cases during winter season

SOLUZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA NEL PERIODO ESTIVO



ANALISI DEI RISULTATI NEL PERIODO ESTIVO

- ❖ Le migliori prestazioni in termini di comfort si ottengono dalla **combinazione della ventilazione automatizzata** (setpoint text = 26 °C) e dell'utilizzo di una **tenda interna**
- ❖ La completa risoluzione delle situazioni di discomfort nelle camere da letto si ottiene con la **combinazione della schermatura in copertura** (tende interne) ed una **ventilazione della serra pari a 6 vol/hr**
- ❖ Risulta sufficiente adottare **semplici sistemi di automazione delle schermature e di apertura delle finestre, mediante timer programmabile**

Simulated cases	Percentage during occupancy hours	
	Oveheating	Subcooling
Ventilation	9,5%	2,8%
Inner Curtain	7,6%	1,1%
External Shading	0,2%	13,3%
Ventilation + Inner Curtain	3,3%	2,2%

Summary table of the simulated cases during summer season for studio room.

Solar sunspace east/ovest		Discomfort during occupancy in Master Bedroom [%]		Discomfort during occupancy in Children's Bedroom [%]	
		Overheating	Subcooling	Overheating	Subcooling
Case 1	Ventilation = 4 ach	24,2%	1,3%	21,4%	1,0%
	Ventilation = 6 ach	15,6%	1,2%	9,0%	1,1%
	Ventilation = 8 ach	10,7%	1,2%	5,9%	1,1%
	Ventilation = 10 ach	9,1%	1,2%	4,9%	1,1%
Case 2	Vent. = 4 ach + frontal shading	4,4%	0,0%	0,1%	0,0%
	Vent. = 6 ach + frontal shading	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	Vent. = 8 ach + frontal shading	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	Vent. = 10 ach + frontal shading	1,6%	0,0%	0,0%	0,3%
Case 3	Vent. = 4 ach + roof shading	3,4%	0,0%	0,1%	0,0%
	Vent. = 6 ach + roof shading	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%
	Vent. = 8 ach + roof shading	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%
	Vent. = 10 ach + roof shading	1,0%	0,4%	0,0%	0,3%

Summary table of the simulated cases during summer season for bedrooms

CONCLUSIONI

- ❖ *La tecnologia bioclimatica della **serra solare nella riqualificazione energetica** nonostante sia considerata poco idonea per i climi caldi tipici dell'area mediterranea e non sia orientata in maniera ottimale, può contribuire alla riduzione dei fabbisogni energetici nel periodo invernale ed estivo se presenti **idonei dispositivi di controllo automatico della radiazione solare e della ventilazione***
- ❖ *La **gestione automatica dei componenti schermanti e dei sistemi di ventilazione** risulta di fondamentale importanza per gli ambienti dotati di ampie superfici finestrate (specie se orientate in maniera non ottimale) che possono determinare nel periodo estivo situazioni di discomfort termico.*
- ❖ *Logiche di gestione per l'attivazione delle schermature solari, dei terminali di erogazione e della ventilazione, mediante sensori esterni ed interni, unite a logiche di funzionamento della pompa di calore, nonché l'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici adeguatamente dimensionati e dotati di accumulo possono consentire il raggiungimento dello **standard ZEB con le tecnologie già disponibili sul mercato.***
- ❖ *La **progettazione integrata** dei subsistemi attivi e passivi in uno con il coordinamento del loro funzionamento, valutato con metodi e strumenti adeguati, è fondamentale per la **sostenibilità economica dell'intervento, anche negli interventi sul costruito.***