



Grant Agreement N. IEE/13/906/SI2.675068



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

# Cost Efficient Options and Financing Mechanisms for nearly Zero Energy Renovation of existing Buildings Stock



**GUIDA TECNICA**

The Promotion / Dissemination Project on Integrated Initiatives of the Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME) CERTuS - **Cost Efficient Options and Financing Mechanisms for nearly Zero Energy Renovation of existing Buildings Stock** - has received funding from the EU – IEE EASME under the Grant Agreement number IEE/13/906/SI2.675068

This Guide is one of the deliverables of IEE/EASME European Project CERTuS. More information on the project can be found at:

**PROJECT WEB SITE:**

<http://www.certus-project.eu>

**PROJECT COORDINATOR AND EDITOR OF THIS GUIDE:**

**Stella Styliani FANOU**

[styliani.fanou@enea.it](mailto:styliani.fanou@enea.it)

**ENEA**

**Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development**

Casaccia Research Centre

Via Anguillarese, 301

00123 Anguillara Sabazia, ROME

ITALY

[http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/efficienza-energetica](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/efficienza-energetica)

<http://www.enea.it/it>

**EC PROJECT ADVISOR:**

**Philippe MOSELEY**

**EASME**

**Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises of the European Commission**

<https://ec.europa.eu/easme/>

Published in December 2016 by the CERTuS project consortium.

**DISCLAIMER**

*The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information.*

## INDICE

|                                                                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUZIONE .....</b>                                                                                                                              | <b>1</b>  |
| <b>SCOPO DI QUESTA GUIDA.....</b>                                                                                                                      | <b>3</b>  |
| <b>OBIETTIVI DEL PROGETTO CERTUS .....</b>                                                                                                             | <b>9</b>  |
| <b>PARTNERS DEL PROGETTO CERTUS.....</b>                                                                                                               | <b>10</b> |
| <b>A LINEE GUIDA TECNICHE PER RIQUALIFICAZIONI<br/>NZEB – EFFICIENZA ENERGETICA E USO DI SISTEMI<br/>A ENERGIA RINNOVABILE .....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>A.1 IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY AND INDOOR AIR QUALITY<br/>STRATEGIES .....</b>                                                             | <b>13</b> |
| <b>A.1.1 Building envelope: considerations .....</b>                                                                                                   | <b>17</b> |
| <b>A.1.2 Opaque building envelope renovation design .....</b>                                                                                          | <b>18</b> |
| <b>A.1.3 Transparent building envelope.....</b>                                                                                                        | <b>26</b> |
| A.1.3.1 Windows.....                                                                                                                                   | 27        |
| A.1.3.2 Better U-values and radiation shield .....                                                                                                     | 28        |
| <b>A.1.4 Verification of performance .....</b>                                                                                                         | <b>29</b> |
| <b>A.1.5 Example of energy demand reduction on the opaque envelope:<br/>Alimos City Hall, Municipality of Alimos, Greece .....</b>                     | <b>35</b> |
| <b>A.1.6 References.....</b>                                                                                                                           | <b>37</b> |
| <b>A.2 THE USE OF ENERGY EFFICIENT HVAC- EQUIPMENT, LIGHTING<br/>SYSTEMS AND OTHER INNOVATIVE AND NEW TECHNOLOGIES FOR<br/>ENERGY EFFICIENCY .....</b> | <b>39</b> |
| A.2.1.1 HVAC .....                                                                                                                                     | 39        |
| A.2.1.2 Efficient Technologies .....                                                                                                                   | 40        |
| A.2.1.3 Energy Labelling .....                                                                                                                         | 45        |
| A.2.1.4 Example of HVAC Renovation.....                                                                                                                | 46        |
| <b>A.2.2 Lighting.....</b>                                                                                                                             | <b>48</b> |
| A.2.2.1 Lamps .....                                                                                                                                    | 49        |
| A.2.2.2 Lamps Control.....                                                                                                                             | 55        |
| A.2.2.3 Lamp Characteristic and Labelling.....                                                                                                         | 56        |

## INDICE

---

|              |                                                                 |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| A.2.2.4      | Luminaires.....                                                 | 58        |
| A.2.2.5      | Example of Lighting Renovation.....                             | 59        |
| A.2.2.6      | Monitoring and Control .....                                    | 61        |
| A.2.2.7      | HVAC Control.....                                               | 62        |
| A.2.2.8      | Lighting Control .....                                          | 64        |
| A.2.2.9      | Example of Control Renovation.....                              | 66        |
| <b>A.2.3</b> | <b>References .....</b>                                         | <b>68</b> |
| <b>A.3</b>   | <b>THE RENEWABLE ENERGY SOURCES INTEGRATION .....</b>           | <b>70</b> |
| <b>A.3.1</b> | <b>Introduction .....</b>                                       | <b>70</b> |
| <b>A.3.2</b> | <b>Photovoltaics.....</b>                                       | <b>71</b> |
| A.3.2.1      | Operation.....                                                  | 71        |
| A.3.2.2      | Types of Solar cells .....                                      | 71        |
| A.3.2.3      | Energy Performance .....                                        | 73        |
| A.3.2.4      | Different ways of integrating photovoltaics into buildings..... | 75        |
| A.3.2.5      | Types of Photovoltaic systems.....                              | 79        |
| A.3.2.6      | Applicability and Cost .....                                    | 81        |
| A.3.2.7      | Limitations .....                                               | 81        |
| <b>A.3.3</b> | <b>Solar Thermal .....</b>                                      | <b>81</b> |
| A.3.3.1      | Operation.....                                                  | 82        |
| A.3.3.2      | Applicability and Cost .....                                    | 83        |
| A.3.3.3      | Limitations .....                                               | 84        |
| <b>A.3.4</b> | <b>Geothermal Energy .....</b>                                  | <b>85</b> |
| A.3.4.1      | Operation.....                                                  | 85        |
| A.3.4.2      | Geothermal Systems Integration .....                            | 86        |
| A.3.4.3      | Applicability and Cost .....                                    | 87        |
| A.3.4.4      | Limitations .....                                               | 88        |
| <b>A.3.5</b> | <b>Biomass .....</b>                                            | <b>89</b> |
| A.3.5.1      | Operation.....                                                  | 89        |
| A.3.5.2      | Applicability and Cost .....                                    | 90        |
| A.3.5.3      | Limitations .....                                               | 91        |
| <b>A.3.6</b> | <b>Wind Turbines .....</b>                                      | <b>91</b> |
| A.3.6.1      | Operation.....                                                  | 91        |
| A.3.6.2      | Wind Turbine Integration .....                                  | 92        |

|          |                                                                                                                                               |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| A.3.6.3  | Limitations.....                                                                                                                              | 95         |
| A.3.7    | References.....                                                                                                                               | 95         |
| A.4      | HISTORIC BUILDINGS DEEP RESTORATION.....                                                                                                      | 97         |
| A.4.1    | References.....                                                                                                                               | 105        |
| A.5      | DEEP RENOVATION STRATEGY AND CO-BENEFITS OF ENERGY<br>RELATED BUILDING RENOVATIONS.....                                                       | 107        |
| A.5.1    | References.....                                                                                                                               | 114        |
| A.6      | CONCLUDING REMARKS .....                                                                                                                      | 115        |
| <b>B</b> | <b>GUIDA PER IL FINANZIAMENTO DI PROGETTI DI<br/>RISTRUTTURAZIONE NZEB.....</b>                                                               | <b>119</b> |
|          | <b>PREMESSE .....</b>                                                                                                                         | <b>121</b> |
| B.1      | EQUITY.....                                                                                                                                   | 123        |
| B.1.1    | Descrizione generale .....                                                                                                                    | 123        |
| B.1.2    | Breve descrizione delle diverse forme di capitale proprio .....                                                                               | 123        |
| B.1.2.1  | I fondi immobiliari e delle infrastrutture .....                                                                                              | 124        |
| B.1.2.2  | Fondi di investimento per l'efficientamento energetico .....                                                                                  | 125        |
| B.1.2.3  | Crowd funding .....                                                                                                                           | 126        |
| B.1.3    | Vantaggi, svantaggi ed altre considerazioni .....                                                                                             | 128        |
| B.2      | FONDI SUSSIDIATI E DEDICATI .....                                                                                                             | 131        |
| B.2.1    | Descrizione generale .....                                                                                                                    | 131        |
| B.2.2    | Principali finanziamenti agevolati europei .....                                                                                              | 136        |
| B.2.2.1  | Private Finance For Energy Efficiency (PF4EE) .....                                                                                           | 136        |
| B.2.2.2  | Fondi strutturali e di investimento europei (ESIF) – ex JESSICA (Joint<br>European Support for Sustainable Investment in City Areas).....     | 140        |
| B.2.2.3  | Banca europea per gli investimenti (BEI): Prestiti intermediati .....                                                                         | 141        |
| B.2.2.4  | Fondo europeo per gli investimenti strategici (EFSI) .....                                                                                    | 142        |
| B.2.3    | Vantaggi, svantaggi e altre considerazioni riguardo a questi<br>strumenti finanziari .....                                                    | 143        |
| B.3      | I PROGETTI POSSONO DOVER ESSERE CONFORMI A<br>CARATTERISTICHE RIGOROSE PER POTER RIENTRARE TRA I<br>BENEFICIARI RISORSE A FONDO PERDUTO ..... | 145        |
| B.3.1    | Descrizione generale .....                                                                                                                    | 145        |
| B.3.2    | Principali risorse a fondo perduto europee.....                                                                                               | 145        |

## INDICE

---

|              |                                                                               |            |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>B.3.3</b> | <b>Breve descrizione dei principali fondi agevolati .....</b>                 | <b>146</b> |
| B.3.3.1      | European Local Energy Assistance (ELENA) .....                                | 146        |
| B.3.3.2      | Horizon 2020 .....                                                            | 147        |
| B.3.3.3      | Intelligent Energy Europe (IEE) .....                                         | 147        |
| B.3.3.4      | Interreg (2014 -2020) .....                                                   | 148        |
| B.3.3.5      | LIFE+ Programme .....                                                         | 148        |
| B.3.3.6      | Urbact .....                                                                  | 148        |
| B.3.3.7      | Urban Innovative Actions (UIA) .....                                          | 149        |
| B.3.3.8      | Fondi norvegesi ed EEA .....                                                  | 149        |
| <b>B.3.4</b> | <b>Principali risorse a fondo perduto nazionali e regionali .....</b>         | <b>150</b> |
| <b>B.3.5</b> | <b>Vantaggi, svantaggi ed altre considerazioni .....</b>                      | <b>151</b> |
| <b>B.4</b>   | <b>INCENTIVI FISCALI ED ALTRI INCENTIVI .....</b>                             | <b>153</b> |
| <b>B.4.1</b> | <b>Descrizione generale .....</b>                                             | <b>153</b> |
| <b>B.4.2</b> | <b>Breve descrizione delle principali forme di incentivo fiscale .....</b>    | <b>153</b> |
| B.4.2.1      | Incentivi fiscali (Fina-Ret) .....                                            | 153        |
| B.4.2.2      | Tariffe incentivanti .....                                                    | 154        |
| B.4.2.3      | Scambio sul posto .....                                                       | 154        |
| B.4.2.4      | Certificati bianchi .....                                                     | 155        |
| B.4.2.5      | Meccanismo di ripagamento in bolletta .....                                   | 156        |
| <b>B.4.3</b> | <b>Vantaggi, svantaggi ed altre considerazioni .....</b>                      | <b>156</b> |
| <b>B.5</b>   | <b>OSSERVAZIONI CONCLUSIVE .....</b>                                          | <b>158</b> |
| <b>B.6</b>   | <b>FONTI .....</b>                                                            | <b>161</b> |
| <b>C</b>     | <b>GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO<br/>ENERGIA .....</b>          | <b>163</b> |
| <b>C.1</b>   | <b>LA SCELTA DELLE TIPOLOGIE CONTRATTUALI .....</b>                           | <b>165</b> |
| <b>C.2</b>   | <b>METODOLOGIA .....</b>                                                      | <b>170</b> |
| C.2.1        | Fase 1 - "Definizione dello scenario di riferimento" .....                    | 170        |
| C.2.2        | Fase 2-"Definizione delle possibili tipologie contrattuali applicabili" ..... | 173        |
| <b>C.3</b>   | <b>LO SCENARIO DI RIFERIMENTO .....</b>                                       | <b>175</b> |
| C.3.1        | Aspetti chiave .....                                                          | 175        |
| C.3.2        | Matrice aspetti chiave vs. tipo contratti .....                               | 177        |
| <b>C.4</b>   | <b>LA MATRICE DEI RISCHI .....</b>                                            | <b>178</b> |

|              |                                                                                                      |            |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>C.5</b>   | <b>CONCLUSIONI .....</b>                                                                             | <b>188</b> |
| <b>D</b>     | <b>LEZIONI ACQUISITE E RACCOMANDAZIONI .....</b>                                                     | <b>189</b> |
| <b>D.1</b>   | <b>LEZIONI ACQUISITE .....</b>                                                                       | <b>191</b> |
| <b>D.1.1</b> | <b>Progetto, consumi e prestazioni: lezioni apprese .....</b>                                        | <b>191</b> |
| <b>D.1.2</b> | <b>Raccomandazioni.....</b>                                                                          | <b>194</b> |
|              | <b>ALLEGATO ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE<br/>NZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTUS .....</b> | <b>197</b> |
|              | <b>IL PROGETTO CERTuS .....</b>                                                                      | <b>199</b> |
|              | <b>Messina, ITALIA .....</b>                                                                         | <b>201</b> |
|              | Palazzo Zanca .....                                                                                  | 201        |
|              | Palazzo della Cultura“Antonello da Messina” .....                                                    | 203        |
|              | Palazzo Satellite.....                                                                               | 205        |
|              | <b>Alimos, GRECIA .....</b>                                                                          | <b>207</b> |
|              | Municipio .....                                                                                      | 207        |
|              | Biblioteca comunale .....                                                                            | 209        |
|              | Uffici comunali.....                                                                                 | 211        |
|              | <b>Coimbra, PORTOGALLO .....</b>                                                                     | <b>213</b> |
|              | Municipio .....                                                                                      | 213        |
|              | Casa della Cultura municipale .....                                                                  | 215        |
|              | Scuola elementare di Solum .....                                                                     | 217        |
|              | <b>Erretereria, SPAGNA.....</b>                                                                      | <b>219</b> |
|              | Municipio .....                                                                                      | 219        |
|              | Kapitain Etxea.....                                                                                  | 221        |
|              | Lekuona .....                                                                                        | 223        |
|              | <b>ALTRE INFORMAZIONI .....</b>                                                                      | <b>225</b> |
|              | <b>ULTERIORI LETTURE .....</b>                                                                       | <b>227</b> |
|              | Pubblicazioni Internazionali e websites.....                                                         | 227        |



# INTRODUZIONE





## **SCOPO DI QUESTA GUIDA**

Questa Guida vuole fornire informazioni generali su come i comuni dell'Europa meridionale possono attuare ristrutturazioni nZEB in condizioni economiche limitate. Inoltre, cerca di dare una conoscenza operativa di come coinvolgere i soggetti interessati - stakeholders (enti finanziatori, ESCo, parti terze) per consentire l'investimento di capitali per attuare i bisogni e le aspettative dei Comuni. La Guida fa parte degli sforzi intrapresi dal progetto CERTuS per la promozione dell'IEE e la diffusione delle iniziative integrate di EASME. Essa si concentra sullo stock di edifici di proprietà pubblica e, principalmente, su progetti di ristrutturazione di edifici comunali, per lo più con una grande dimensione.

La guida descrive dettagliatamente i criteri di progettazione e le possibili opzioni tecniche per ottenere un edificio nZEB realistico. Analizza la valutazione economica e gli schemi finanziari di ogni singolo edificio per ogni Comune, al fine di fornire informazioni utili ai decisori circa le possibilità di riqualificare gli edifici pubblici migliorando le loro prestazioni di efficienza energetica. Inoltre, descrive come aumentare l'introduzione nel mercato di soluzioni nZEB innovative e economicamente efficienti, ottimizzando il finanziamento sostenibile, favorevole ai Comuni, attraverso lavori di ristrutturazione bancabili.

La Guida è divisa in tre parti fondamentali:

- La parte A fornisce le linee guida tecniche per la ristrutturazione nZEB – l'efficienza energetica e l'utilizzo di sistemi alimentati da energie rinnovabili. Questa parte si occupa del processo di pianificazione connesso ai progetti di ristrutturazione nZEB. Indica le modalità per ridurre il carico energetico, aumentare l'efficienza e utilizzare fonti energetiche rinnovabili in strutture di tutti i tipi. Il team del progetto CERTuS ha sviluppato la parte A della Guida per essere utilizzata come modello per i progetti di ristrutturazione degli edifici comunali. Più precisamente, tali linee guida tecniche forniscono informazioni orientate al progetto al fine di aiutare il personale tecnico dei comuni ad aumentare le prestazioni dei loro edifici, facendo scelte basate su aspetti chiave dell'efficienza energetica e dei sistemi di energia rinnovabile e studiando la migliore azione degli esempi CERTuS.

Mentre esiste un'ampia documentazione sul tema dell'efficienza energetica nel settore dell'edilizia, il team CERTuS ha espresso serie riflessioni sull'opportunità di proporre un'ulteriore versione su questo argomento. La decisione è stata presa con convinzione, soprattutto perché l'approccio di CERTuS offre un più ampio e diverso obiettivo alla questione della ristrutturazione nZEB nel suo complesso, in quanto comprende e tiene conto di ulteriori linee guida per completare il dibattito. Questa parte A della guida non può offrire dettagli esaustivi sulle soluzioni tecniche; ma fornisce alcune linee guida che consentiranno al personale tecnico delle diverse Municipalità e degli altri soggetti coinvolti di allargare la panoramica delle opzioni e delle tecnologie di ristrutturazione da adottare.

- Lo scopo della Parte B è di rendere facilmente accessibili tutte le informazioni utili e disponibili riguardanti i principali strumenti finanziari e programmi, che possono essere utilizzati nella fase iniziale dei progetti di ristrutturazione profonda.

È ovvio che non tutti gli strumenti o gli schemi finanziari sono appropriati per tutti i progetti e che l'efficienza finanziaria dei progetti di ristrutturazione profonda degli edifici dipende fortemente dalle caratteristiche degli strumenti finanziari e dallo stesso progetto di riqualificazione. Pertanto, la parte B offre le informazioni necessarie per impostare la soluzione specifica per ogni progetto di ristrutturazione, piuttosto che una soluzione comune che si adatta a tutti i progetti. Inoltre, la parte B fornisce queste informazioni in modo sistematico, che è conformato a un semplificato ma efficiente approccio metodologico, introdotto dal progetto CERTuS. La metodologia proposta mira ad essere un percorso logico che può essere adattato e modificato in base alle esigenze e ai requisiti di ogni progetto di ristrutturazione profonda ed energetica degli edifici e soprattutto quelli che si concentrano sull'edificio nZEB.

Nella parte B sono disponibili informazioni dettagliate sugli strumenti finanziari specifici, classificati nelle seguenti categorie principali: (i) Azioni, (ii) Fondi sovvenzionati e dedicati, (iii) Sovvenzioni (iv) Incentivi Fiscali e altri.

Concludendo, la Parte B della Guida fornisce informazioni esaustive e pratiche sulle opportunità finanziarie disponibili per sostenere l'adeguamento energetico degli edifici comunali esistenti al fine di diventare nZEB.

- La parte C della Guida fornisce informazioni aggiuntive sulla scelta dei modelli di servizio energetico. In particolare, questa parte indica gli strumenti appropriati per consentire ai singoli comuni di scegliere il tipo di contratto più adatto a soddisfare le loro esigenze. In particolare, per identificare il tipo di EPC più adatto da utilizzare in ogni progetto di riqualificazione energetica, è stata sviluppata una metodologia di lavoro. La prima fase della metodologia consente di verificare l'esistenza delle condizioni minime per le quali i progetti proposti possono essere oggetto di un partenariato pubblico-privato, attraverso gli strumenti del contratto EPC e il finanziamento di parti terze (TPF), secondo le condizioni di mercato standard. Nella seconda fase, secondo lo scenario di riferimento condiviso e basato sulle caratteristiche di ciascun progetto sviluppato, si individua il tipo di contratto EPC più adatto da applicare.

Come indicato in precedenza, la guida è rivolta principalmente ai principali protagonisti nello sviluppo e nella realizzazione dei programmi di ristrutturazione nZEB di edifici pubblici di enti locali e regionali. La guida mira ad aiutare il personale tecnico coinvolto e i dipendenti dei Comuni a:

- ❖ superare la mancanza di conoscenza e di esperienza, che spesso porta a richieste di competenze molto costose (consulenti);
- ❖ dare una visione olistica sulle pratiche e le migliori soluzioni ed introdurre un approccio e una procedura sistematici su come impegnare le varie parti interessate;
- ❖ soddisfare le esigenze e le aspettative dei comuni;
- ❖ superare il basso livello di fiducia riposto nei sistemi EPC;
- ❖ superare la limitata capacità tecnica e finanziaria dei Comuni per gestire gli investimenti e l'economia di progetto, fornendo aspetti tecnici, giuridici, economici e finanziari;
- ❖ lavorare in collaborazione e in partenariato con le istituzioni finanziarie e le ESCo, per ridurre drasticamente i consumi energetici dell'edificio e raggiungere i livelli nZEB in maniera economicamente vantaggiosa.

La guida CERTuS riflette le buone prassi, attualmente in corso, nelle soluzioni di ristrutturazione, nel finanziamento dell'efficienza energetica, nella ristrutturazione nZEB e nella selezione dei modelli di servizio

## INTRODUZIONE

---

energetico studiati nell'ambito del progetto. La buona pratica nel contesto di questa guida significa evidenziare un'applicazione ottimizzata delle tecnologie e dei materiali attualmente disponibili. Tuttavia, questo lavoro deve essere visto come un lavoro in corso con molto ancora da aggiungere e da apprendere, specialmente nei modelli di finanziamento sostenibile e di servizio dell'energia.

Gli autori della guida sono:

- Stella Styliani FANOÙ, (S.F), ENEA, ITALIA, Emanuela MARTINI, (E.M), ITALIA
  - Pedro MOURA (P.M), ISR, Università di Coimbra, PORTOGALLO
  - Veronica RUSSO, (V.R), SINLOC, ITALIA
  - Kostas PAVLOU, (K.P), ETVA.VIPE, GRECIA
  - Alessandra GANDINI, (A.G), TECNALIA, SPAGNA
  - Evagelia GLETZAKOU (E.G), Babis NIKOPOULOS, (B.N), EUDITI LTD
  - Kirsten ENGELUND THOMSEN, (K.T), AaU-Sbi
  - Mariangela MERRONE, (M.M), Andrea MARTINEZ (A.M), ASSISTALE, ITALIA
- recensione in inglese: Anna AMATO, Linda CIFOLELLI, ENEA, ITALIA
- Copertina e disegno grafico: Emanuela MARTINI, ITALIA

## **IL PROGETTO CERTuS IN BREVE**

Il progetto CERTuS si basa sulla considerazione che la grave crisi economica dei paesi dell'Europa meridionale ha generato un profondo effetto negativo sulle politiche di efficienza energetica e sui progressi verso il raggiungimento degli obiettivi 20-20-20. La scarsità di risorse economiche e, inoltre, l'incertezza del mercato ostacolano la conformità alla più recente direttiva sull'efficienza energetica, richiedendo rigorose misure di efficienza energetica e rende difficile ottenere gli investimenti per il settore pubblico, soprattutto quando ciò sarebbe più necessario. Gli investimenti, richiesti per rinnovare gli edifici pubblici e raggiungere consumi energetici prossimi allo zero, implicano tempi di recupero lunghi. Così gli interessi degli operatori finanziari e delle ESCO risulta marginale, soprattutto se le banche hanno risorse limitate da mettere a disposizione. La gran parte degli edifici comunali nel sud d'Europa necessita di una profonda ristrutturazione per trasformarsi in edifici a energia quasi zero (nZEB- Nearly Zero Energy Building), tuttavia questa non dovrebbe essere vista come una criticità, ma piuttosto un'opportunità per lo sviluppo di nuovi servizi energetici e per il settore finanziario ad esso collegato.

L'obiettivo dell'azione proposta è quella di aiutare gli stakeholders a conquistare confidenza con questo tipo di investimenti e a supportare la crescita del settore dei servizi energetici.

I comuni, le agenzie dei servizi energetici e gli operatori finanziari Italiani, greci, spagnoli e portoghesi sono coinvolti in questo progetto. Il piano proposto era quello di produrre progetti rappresentativi di riqualificazione profonda che agiscano come modelli da replicare. Sono stati selezionati dodici edifici in quattro comuni appartenenti ai paesi selezionati. Poiché nessuno dei paesi partecipanti ha definito, al momento dell'azione presentata, standard e livelli di nZEB, nel progetto CERTuS è stata elaborata una definizione comune di nZEB, basata su quella proposta dalla direttiva europea EPBD. Inoltre, il progetto ha promesso che la ristrutturazione profonda dei 12 casi studio porterà al 75-80% di miglioramento delle prestazioni energetiche. I partner hanno preparato i progetti rappresentativi di ristrutturazione profonda, con l'ambizione di realizzare esempi modello per tutta l'Europa meridionale. Questi casi di studio mostrano come possono essere realizzate diverse misure di ristrutturazione dell'edificio per l'efficienza energetica ei livelli e

## INTRODUZIONE

---

gli obiettivi nZEB. I lavori di ristrutturazione si basano su diverse soluzioni e ambiti, rappresentano l'impatto di diversi obiettivi e/o esigenze riguardanti esempi di retrofit selezionati e rappresentativi di edifici pubblici dell'Europa meridionale.

I partner del progetto CERTuS hanno adeguato i modelli e le procedure di servizi energetici esistenti ed hanno elaborato schemi di finanziamenti idonei ai dodici progetti di rinnovamento. Inoltre, i partner hanno creato materiali di comunicazione, quali guide e maxi brochure, volantini adatte a sostenere un'intensa attività di comunicazione.

Ci aspettiamo che la nostra azione avrà ripercussioni significative, innescando nuovi investimenti per raggiungere gli standard del nZEB e per favorire la penetrazione delle ESCO nel mercato dei Paesi Membri del sud d'Europa.

### OBIETTIVI DEL PROGETTO CERTuS

Gli obiettivi e gli effetti futuri di CERTuS per gli anni a venire (2017-2020) sono:

- Creare le condizioni per stimolare maggiormente comuni, istituti finanziari e parti terze, alla progettazione di future nZEB riqualificazione progetti. L'obiettivo è quello di creare un effetto valanga. I progetti CERTuS agiranno come buoni esempi per dimostrare la fattibilità, la validità del metodo di tali progetti di ristrutturazione.
- Stimolare l'afflusso di più fondi privati nelle riqualificazioni nZEB a sostegno degli Stati membri del sud per rispettare gli obiettivi fissati dall'EPBD e dalle direttive EED.
- Accelerare l'attuazione dell'EPBD e delle direttive EED attraverso la definizione di nuovi meccanismi d'incentivazione e d'investimento per interventi nZEB effettuati nell'area sud dell'UE.
- Stimolare il mercato delle ESCO nel sud degli Stati dell'Europa meridionale.
- Facilitare l'attuazione della direttiva sull'efficienza energetica.

La visione di CERTuS di sviluppare e dimostrare, attraverso i suoi casi pilota, la fattibilità di una ristrutturazione economica e ad alte prestazioni degli edifici pubblici esistenti, si basa su un complesso e, a volte, graduale pacchetto di meccanismi finanziari che combinano il mercato e strumenti pubblici. Le istituzioni finanziarie e gli altri investitori terzi e le ESCO rappresentano le principali parti interessate da coinvolgere nei progetti energetici sostenibili.

### PARTNERS DEL PROGETTO CERTuS



Contacts for each CERTuS country:

- Stella Styliani FANOU, [styliani.fanou@enea.it](mailto:styliani.fanou@enea.it)
- Pedro MOURA, [pmoura@isr.uc.pt](mailto:pmoura@isr.uc.pt)
- Alessandra GANDINI, [alessandra.gandini@tecnalia.com](mailto:alessandra.gandini@tecnalia.com)
- Eva ATHANASAKOU [ea@euditi.gr](mailto:ea@euditi.gr)
- Kirsten ENGELUND THOMSEN, [ket@sbi.aau.dk](mailto:ket@sbi.aau.dk)

PARTE

A

# LINEE GUIDA TECNICHE PER RIQUALIFICAZIONI nZEB – EFFICIENZA ENERGETICA E USO DI SISTEMI A ENERGIA RINNOVABILE





## A.1 IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY AND INDOOR AIR QUALITY STRATEGIES

### *Background and General Knowledge*

The European energy policy is currently implemented through the concept of nearly Zero Energy Building (nZEB) which has received increasing attention in the recent years. Buildings efficiency standards have been enhanced by (i) the recast of the Energy Performance of Buildings (EPBD, 2010/31/EU), (ii) the Energy Efficiency Directive (EED, 2012/27/EU), and the Renewable Energy Directive (2009/28/EC). More recently another important focus on cost-effectiveness of minimum energy performance requirements for buildings and building elements has been also introduced in order to identify the best balance in terms of investments costs in envelope and in energy building performances.

The EPBD recast, article 2.2 defines a nearly Zero Energy Building as “a building that has a very high energy performance [...] 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”. This definition is open to be interpreted by each Member State and does not provide any specification on energy performance calculation, which has to be adapted to the specific local conditions.

The energy efficiency improvement of the existing public building stock leads to a significant reduction of the energy demand. This can be done by using energy efficient appliances lighting, heating, cooling, controls etc., and by simultaneous energy production of renewable sources. As in every renovation projects, in order to reach nZEB standards, the starting point is the condition of the present target building. What is the actual energy consumption level before renovation, what is a realistic and planned new consumption level, what kind of measures are needed to reach the goal and what investments it will required? Time to recoup the funds expended in an investment (payback time) should also be considered, as the investments needed to achieve the planned energy consumption level can be too high compared with the achievable energy savings. The financing of investments is another very essential issue for a criterion of renovation design.

It is generally recognised that people spend big part of their time indoors. Indoor environments are highly complex and building occupants / users may be exposed to a variety of contaminants, in the form of gases and particles, produced inside or outside the building. Other factors such as indoor temperatures, relative humidity, and ventilation levels can also affect the good indoor air quality. In energy-related renovations the indoor conditions should be increased into acceptable level. In some cases, when energy consumption is tried to be minimized, indoor conditions can be worsened. Healthy and safe indoor environment cannot be compromised in order to favour the reduction of energy consumption. Energy-related renovation is, mostly and mainly, a compromise between the technical solutions and available financial direct or indirect resources.

A key challenge for nZEB renovations solutions in Southern European countries is to ensure the environmental comfort without the use of significant energy for cooling. Furthermore, in those countries the energy efficiency improvements are based mainly on building damages or on impaired performance (poor or insufficient indoor environment) and lack of functionality, as well on the change of use. The repairs improving energy performance have been carried out mainly in that connection.

Design intentions of public building stock depend also in some cases on the unwillingness of designers and professionals to move away from traditional forms of renovation. This is also due to the lack of expertise and knowledge on technical solutions to achieve nZEB standards in renovation projects. In most cases, renovation measures are based on incomplete information, which can be replaced and supplemented by modelling the building. The trend is toward remote-controlled buildings in facility and energy management and there must be an opportunity to collect proper data from the buildings.

In energy renovation design process the first step is to define the actual condition of the building by performing an energy check. Optimally, the consumption figures from at least 3 previous years as well as building documents and information about structures and equipment should be available. This is not always possible due to missing data or documents that have not been updated. Most often we only know the total consumption of electricity but its distribution for the different uses (lighting, HVAC systems etc) cannot be measured or is unknown. The heating energy consumption, heat losses and their distribution for

different elements (i.e.: windows, walls, etc.) can be evaluated using the existing data and calculation tools. It is also useful to estimate the optimum consumption under prevailing conditions – what can be achieved with the existing systems and what are the goals of building titleholder. Especially the documents (existing drawings, previous data, etc.) of relatively old buildings can be lost, inaccurate or can include incorrect and dated information. All the documents should be updated in renovation project matching the recent situation and should be converted also into electronic format. The documentation of the renovation project is an essential topic.

In energy-related design the goal must be defined and compared with the recent situation – what is the realistic saving potential and what measures dealing with building envelope and heating, cooling, ventilation and building automation system (if this exists) can be done. It is essential to determine the titleholder requirements. To meet these requirements, it is necessary to find various technical solutions to realize them and also calculate the investments needed and the payback time.

Often the renovation project must be phased for several years on, when it is important to take the right measures at the right time. Indeed, the renovation measures can be divided into period of longer time, if needed. Also the order of the renovation is very important – what must be done at the first stage and what later. This is critical especially in nZEB-buildings, when the financing resources are limited and the goal is to have optimal energy efficiency.

There are many factors affecting the performance and the energy efficiency of a building and those factors influence each other.. We can speak about “renovation debt” which means how much be invested so that the performance level of a building would be in a proper level, (about at least 70-80 % of the performance level of a new building). If there is no available funding to increase the performance level, the life cycle of a building will be shortened, and in the worst case the building must be demolished. That’s why the short- and long-time maintenance works must be planned very carefully.

Together with the technical solutions, the financial options will play a significant role, when planning energy-related renovation. The renovation project must be seen as a complex process, to be developed and managed using special tools, such as the Building Commissioning

(Cx)-procedure. The Building commissioning is a methodology, ensuring that the building meets the requirements and performs “as designed”. It is a systematized quality assessment of the building process/project which covers the whole life cycle of a building from pre-design to use stage. This can be verified by titleholders and by controlling in each stage of the project that the process is going to the right direction. It is also very important that the performance of the building can be monitored during the use stage. In renovation the instrumentation level - numbers of meters and replacing the sensor (if needed) must be improved, that there is data enough available for building titleholder, maintenance staff and for other stakeholders. The measured raw data must also be converted into useful information (analyse and reporting). A lot of data from a building can be collected, e.g. based on the building automation system to run the technical systems properly, but from facility and energy point of view there must be useful information available for stakeholder’s needs – raw data is not such an information before it has been analysed and processed.

The most important topic is a proper planning and project management. The renovation of an old building – especially when the goal is to meet much lower energy consumption levels – needs a good project management, different but complementary areas of expertise, well-organized and cooperative teamworks. The costs should be kept in the budget estimates (provided that the budget has been prepared realistically). The maintenance costs of a building may be even higher in longer run than investment costs (depending on the calculated life-cycle period). This means that the investments should be counted based on life-cycle evaluation.

Building renovation is the result of a process, with the aim of achieving a good indoor environment and optimizing energy consumption. All measures concerning building envelope as well as technical systems and equipment are serving to this goal. That is why there should be no compromise between indoor conditions and energy savings – the aim is to optimize the use of energy, always ensuring healthy and safe indoor environments. There are examples showing that that the minimization of the energy consumption (e.g. decreasing the running time of ventilation) can lead to problems in indoor air quality.

**THE TECHNICAL STEPS OF AN ENERGY RELATED RENOVATION PROJECT  
CAN BE DIVIDED BY THE FOLLOWING WAY:**

- **Energy Audit and Condition survey:**
  - Collection and analysis of available documents and other information
  - Execution of additional measurements that may be needed (air tightness test, thermography, air flow measurements etc.)
  - Renovation plans based on life-cycle evaluation and sensible payback times
  - Identifying interventions with the best cost/effectiveness ratio and final design
- **Realization of the energy-related renovation**
  - Building Commissioning tools in each stage of the project: performance as designed
- **Evaluation and verifying the results**
  - Establishment of performance indicators

### A.1.1 BUILDING ENVELOPE: CONSIDERATIONS

The public sector manages a wide variety of buildings of different ages, sizes and uses. The envelope renovation of these buildings greatly depends on the construction technology as well as on the kind of use, such as representative buildings (frequently listed), offices, schools, libraries, cultural centres and other public service buildings. It sometimes happens that the same building hosts different functions. In addition, the envelope renovation is affected by the building location and climate, the building function and the specific local rules and laws. These assumptions lead us to reinforce the concept that each renovation design and work is in large part unique and unrepeatable, and that must be tackled case by case.

In many parts of Southern Europe, especially where the climate is particularly warm the level of public building insulation is not effective, or many buildings have been constructed without any insulation.

The majority of Southern European countries public building stock was built when there was not yet any legislation on the reduction of energy consumption. (i.e.: for Italy that date came on 1976, in Greece 1981, in Portugal on 1990, in Spain on 1980). The energy performance of these

buildings envelope has been neglected, as many of them are still leaky, have no insulation or exterior shade control, have single-glazed windows and absorbing roofs in hot climates.

It is precisely these buildings that need the implementation of energy efficiency measures in order to reduce energy consumptions.

### **A.1.2 OPAQUE BUILDING ENVELOPE RENOVATION DESIGN**

The building envelope is in most cases the most important source of heat losses, but the building must be considered as a holistic unit and also other systems effect on the performance of building envelope. Before choosing the renovation measures it is useful to have an overall review for the various options to reduce energy consumption and the role of building envelope in it.

The main steps for the reduction of energy consumption are:

- **TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF BUILDING ENVELOPE:**
  - by additional insulation
  - tightening the envelope to avoid uncontrolled air flows and infiltration by increasing airtightness
  - by changing windows and using shading systems

#### *Reducing thermal bridges and improving the performance of building envelope by insulation*

Increasing the insulation level of the envelope represent mostly a key strategy to improve building performance as the additional insulation has the largest impact in reducing consumptions and on the thermal comfort. It is important to have a continuous and constant thickness boundary of insulation materials as lacks of continuity, gaps and/or voids could provide paths through which air can flow.

The additional insulation can be installed on the outside of the building walls or the inside. The third option is to fill the air cavity, if the air gap exists. In all cases the heat and mass transfer conditions will be changed. This is important especially when there is a possibility of water vapour condensation: when water infiltrates from indoor to outdoor it can condensate, if the indoor temperature is higher enough compared with

the outdoor temperature. Condensation can also occur if there are air leak routes in the exterior wall and the outdoor temperature is higher than indoor temperature with high humidity (in case of cooling for instance).

*The pros and cons of external walls insulation:*

Additional external wall insulation is the most commonly used energy-related renovation measure dealing with solid external wall. In many European countries, installation of external additional insulation is productized and often supported by the financial system. Replacement of windows belongs to the same concept.

The costs of external additional insulation, including scaffolding and other auxiliary works must be compared with energy savings; in some cases, the pay-back time may be relatively long.

External additional insulation covers also thermal bridges of wall structures. The air-tightness of the envelope will increase, and the heat losses caused by infiltration will decrease. External insulation will thicken the wall structure, so the roofing must be able to operate properly, and there must be space enough for eaves. If the structures of external wall are flat, the installation can be carried out relatively easily. There are various technologies and solutions for installation. Generally the insulation layer and external board is coated by plaster, and the color of the plaster influences on the performance of the wall. According to the current practices, light colors absorb less heat and avoid micro-cracks which shorten the life of the wall.

Additional external insulation cannot be installed, if the building and its facades have remarkable historical value or if the building is listed, which means that the 'aesthetical case'<sup>1</sup> of a building may not be changed. Depending on the original structures and the height of the building, some strengthening for insulation solutions may be used. Furthermore, depending on the national legislation, if the building is facing public pavement or road, the increase of the wall thickness on the exterior can be considered as an encroachment on public space.

By using additional insulation, it is possible to reduce also the effects of thermal bridges due to the improvement of the air-tightness and achieve

<sup>1</sup>aesthetical case' refers to the aesthetic value of the artwork

energy savings. The common practice is to halve the U-value but it is possible to reach lower U-values, too. The costs of external additional insulation, including scaffolding and other auxiliary works can be compared with energy savings; the pay-back time may be relatively long in some cases. In addition to the improvement of energy efficiency the additional insulation decreases risk for structural damages. In some cases, the repair of structural damages may be the most important reason for carrying out these measures.

In conclusion, in an energy renovation project a systematic and comprehensive approach should be adopted even though the renovation works will take place in several stages.

**PROS:**

- **MINIMISING DISCONTINUITY OF INSULATION MEANS REDUCTION OF THERMAL BRIDGES, BETTER U-VALUE, BETTER AIRTIGHTNESS, NO CONDENSATION ON THE WALLS, MORE EVEN TEMPERATURE IN NDOOR ENVIRONMENT**
- **INCREMENT THE WALL'S ABILITY TO WITHSTAND THE VARIOUS CONSTITUENT ELEMENTS, IMPROVEMENT OF THE EXTERNAL ASPECT OF THE BUILDING**
- **PREVENTION OF THE DAMP DAMAGES, REDUCTION OF NOISE, AND NO IMPACT TO THE BUILDING USERS.**

**CONS:**

- **OUTLOOK OF FAÇADE MAY CHANGE, INSTALLATION PROBLEMS MAY OCCUR, ESPECIALLY IN TALL BUILDINGS, THICKNESS INCREASE, OFTEN NOT ALLOWED IN LISTED BUILDINGS.**

*The pros and cons of internal insulation:*

Internal additional insulation is also used relatively often, depending on the building type. The biggest difference compared with external insulation is that, the insulation layer has not continuity. It means that e.g. the junction of an outer wall and the floor (or the ceiling) forms a thermal bridge. If the heat flow through walls decrease, the heat losses

through this junction relatively will increase, which may cause problems (draft, condensation etc.) especially if there are air leak routes.

The room size will be decreased if one outer wall is insulated. This reduction of floor area is not so significant but the occupant or user can experience it as such. Also the installations of heating system, like radiators and pipelines may cause a problem for insulation. The appearance reasons especially in historical buildings can preclude the use of internal insulation. Internal insulation is a cheaper solution compared with external insulation, so pay-back time could be shorter. The downsides are discontinuity, remaining of thermal bridges and uncertainty of possible air leak routes, if sealing works have not been done in the same connection. To optimize the thermal performance of the building envelope all the structural elements of outer walls that affect the performance must be taken into account. When internal insulation is installed, the temperatures of outer parts of the wall will decrease. This may cause some moisture problems in cold season because of slower drying. In case of external additional insulation, the wall temperatures will increase compared with the previous situation.

**PROS:**

- **RELATIVELY EASY TO INSTALL IN MOST CASES, NO IMPACT ON THE EXTERNAL APPEARANCE OF THE BUILDING**
- **NO ADDED SCAFFOLDING EXPENSES ASSOCIATED WITH INTERNAL INSULATION APPLICATION.**
- **PAYBACK TIME SHORTER IF COMPARED WITH EXTERNAL INSULATION.**

**CONS:**

- **FLOOR AREA WILL BE REDUCED**
- **THERMAL BRIDGES MAY REMAIN, (RISK OF COLD BRIDGING AT THE WALL-FLOOR JUNCTION IF THE INSULATION BETWEEN THE FLOORS UNLESS IF THE INSULATION IS NOT RUNNING UNINTERRUPTED DOWN THE WALLS).**

*The pros and cons of the air cavity insulation*

The external walls may have also air gap, which are acting as ventilation space for the structures. In the case of renovation, the air gaps have often been filled using insulation materials. This technique improves the performance of the wall, and its size remains the same.. No changes in the appearance of the building. There is also a possibility that due to the decreased air exchange – depending on the structures – and the decreased outer wall temperatures can cause moisture problems can occur. The filling of air gap must be analysed very carefully case by case.

**PROS: NO CHANGES IN WALL SIZE**

**CONS: MASS TRANSFER PROPERTIES CHANGES,DUE TO NARROW GAPS AND INSULATION LAYERS**

### *The insulation materials*

The most common insulation materials can be divided into mineral wools and plastic foams. Mineral wools include stone and glass wools. The most used plastic foams are EPS (expanded polystyrene foam), XPS (Extruded Polystyrene foam) and PUR (polyurethane). PUR has the lowest thermal conductivity, it means that to achieve the same U-value. PUR has the thinner insulation layer than the other materials.

The insulation materials are sold in plates or loose-fill products. In northern Europe, where the insulation practice and the better energy performance have a longer tradition because of the rigid climate conditions, also pulp wool (cellulose-based insulation material) has been used (loose-fill). Advanced insulation materials have been tested, such as transparent insulations and some new type of materials, but all these new products are in the development stage and frequently not commercially available. When selecting an insulation, the safety and fire regulations must be taken into account, because one task of the building envelope is fire safety.



*Figure 1: Insulation products in Flax Fibres, made from organically grown plants, non-polluting and of low energy demand, totally recyclable, biodegradable and compostable, durable and lightweight. They are characterized by their high stiffness, for the ability to attenuate vibrations and for low density compared to other fibres. They are excellent thermal and acoustic insulation materials,, eco-friendly and with a low wear level. Flax Fibres can be used to insulate roofs, floors and to create ventilated roofs and ventilated coats.*

Further information on: <http://www.certus-project.eu> download area\_Catalogue

Insulation is based on a still air, i.e. insulation material contains pores filled with air. If air leakages are not blocked, mineral wool will lose part of its insulating properties.

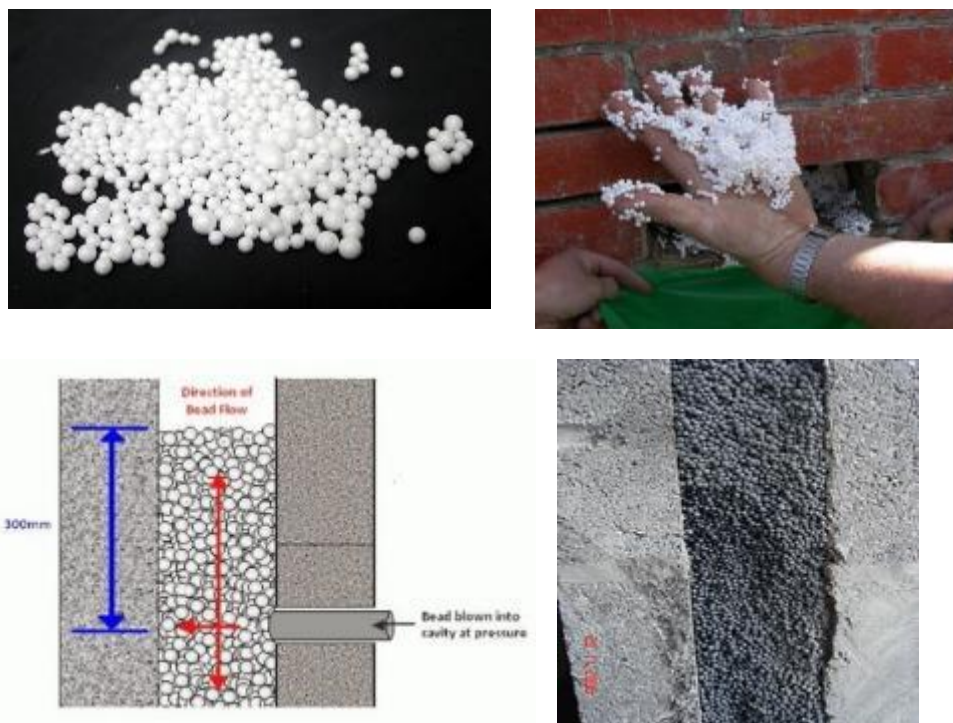


Figure 2: Polystyrene is a very common insulator, but used as beads you can easily fill the cavity of an existing facade improving its insulation. The polystyrene beads are injected into the cavity of a wall with a bonding agent through little holes made on one side of the facade. The beads and adhesive solidify to form an insulating barrier and this significantly reduces the amount of heat lost through the walls.

Further information on: [http://www.certus-project.eu/download/area\\_Catalogue](http://www.certus-project.eu/download/area_Catalogue).

When renovating, it is important that the installation is made properly and that the uncontrolled air infiltration is avoided. In this connection the performance of the external wall must be verified; vapour barrier (if it is needed to be used) must be in a proper position and well installed, as well as the placement of wind shield. If the air and moisture are infiltrating the wall (wind, rain), they will cause damages in longer run and degrade the insulation.

#### *Optimum thickness of the envelope external insulation*

The optimum thickness of the envelope insulation depends on a large number of parameters, such as climate and micro-climate conditions of the location, exposure and orientation of the building as well the indoor

heat loads. The optimum thickness of the envelope insulation can be calculated: within CERTuS renovation options the additional external insulation thicknesses have been investigated from the energetic and economic point of view. There are lots of different calculation tools available to evaluate the optimum thickness. This optimization details given in the following sub-chapter A.1.5

#### *Opportunities to replace the additional insulation of facades*

If the additional insulation of facades is not a viable choice, available, there are other opportunities to replace this option. These options can be evaluated by using energy efficiency calculations. Also in this case, there are various energy efficiency calculation tools available in the market. The aim is to reach the same level of energy savings by using other technical solutions.

Often the efficiency of ventilation by improving the heat recovery of the ventilation system, by optimizing the running time of ventilation, by adjusting the rate of air exchange (if the rate of ventilation is higher than needed). There may be also an opportunity to increase the insulation of attic. The insulation of attic using blown loose wools is a fairly inexpensive way.

Also, the change and/or coating of windows could come in question if additional external insulation is not possible. If external insulation is excluded, is possible to install internal additional insulation.

In many cases the replacement of additional insulation must be compensated by many separate operations. By anticipating concepts which will be developed in the next sub-chapters, but strictly connected with the topic, hereinafter are described some possibilities.

An option is to decrease the use of electricity, e.g. by changing lighting system to less energy consuming lamps (LEDs), or decreasing the electricity consumption by other means. The change of lighting elements also will decrease the heating load which must be taken into account (decreasing internal load compared with light bulbs. Also the use of distributed energy production, like adding solar water systems, solar panels for electricity production, utilizing wind energy and increasing the efficiency of cooling systems (if exists). Moreover, the set point adjustment of building automation and control systems can bring 5-10 % savings in the best cases. In all cases the tuning of the systems should

be checked. The use of various separate solutions may generate results which meet the requirements. The aim is to reach the same consumption reduction that would occur with the additional insulation, by implementing alternative saving measures with, if possible, the same payback time..

The strategy to be adopted is to optimize the performance of the building, the energy consumption and the indoor environment through proper metering and reporting systems.

### A.1.3 TRANSPARENT BUILDING ENVELOPE

*How transparent elements contribute to heat losses and solar gains.*

Transparent insulation

The use of transparent elements can be considered an option in some special cases. If there are room spaces which need lot of daylight but also require reducing heat losses, measures on transparent elements can be an alternative.

The commercial use of transparent insulation elements is still in an early stage, although technical solutions for transparent insulation are available. Depending on the price, there are several targets for transparent insulations and in some special cases the use of transparent insulation may be considered.

*Utility and ventilation purposes especially in Mediterranean climates*

The essential topic is to have a proper rate of air exchange and indoor conditions. If the indoor temperature will be kept at the appropriate level, cooling is needed. The cooling load and power supply should be optimized: the need of cooling load is depending on heat losses through windows and walls, the reflectivity of windows, the rate of ventilation and the efficiency of ventilation (which means that the air exchange must cover the whole room area in question) The first topic is to optimize the need of cooling, the second issue is to have an efficient cooling system. In various countries there are requirements for indoor temperatures – many studies show that the work efficiency decreases if the room temperature exceeds a certain level.

The passive use to control the daylight is important, e.g. by coating the windows and also by shading. Active daylighting, anyway, decreases the need for electricity use.

The simultaneous cooling and heating demand must be prevented. This is a rather common finding of energy audits.

#### A.1.3.1 Windows

The change of windows is one of the most used renovation measures. In the old building stock, the U-value of windows may be very high and condition and performance can be very low. The U-value of old windows is much higher than the U-value of existing wall, and even after the renovation the thermal resistance of windows can be lower than the remaining part of the building envelope.

There are high-performance windows available in the market, which can also reduce the effect of solar radiation and the need of cooling load. The installation of external shading can be carried out together with the change of windows or can be realized separately. Also the lighting conditions are depending on windows, but in renovation the open area of windows do not significantly increase, if new window opening (e.g. on the roof) have not been designed. The reasons for the change of windows are below summarized:

- to improve the thermal performance of the building envelope and reduce heat losses through the windows
- to reduce cooling load by coatings
- to decrease air leak by better tightness

If no changes occurs in ventilation system, both natural and mechanical, the air supply must be ensured to be taken without draft and properly.

The change of windows must be planned carefully also if there are some limitations in changing the look of the facades. The option of the window change is repair and refurbishment (e.g. new sealants etc.). The payback time of investments must be evaluated case by case. The impact on indoor environment and thermal comfort must be taken into account, too.

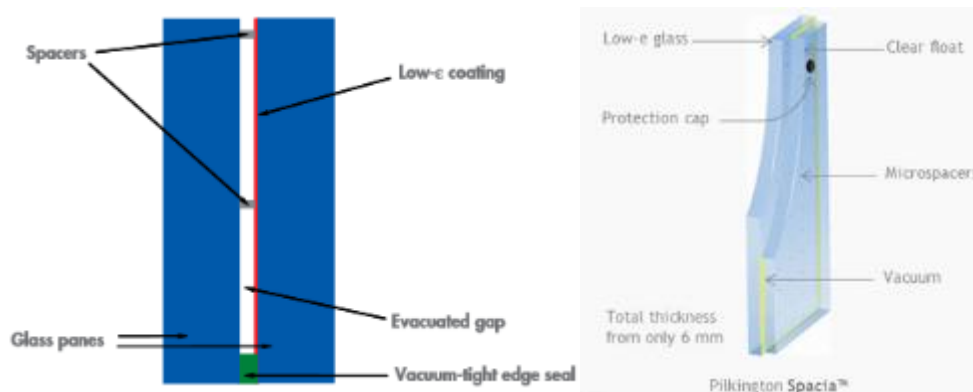


Figure 3: Vacuum glazing or Vacuum Insulated Glass (VIG) consists of an outer pane of low-emissivity glass and an inner pane of clear float, with a vacuum rather than air or another gas in between. The result is an excellent thermal performance from a unit only fractionally as thick as a standard one

The best condition to use this product is to change only the glazing of a well preserved wooden frame window because almost always it will not be necessary to modify the window frames which have good enough thermal behaviour. In other cases it will be necessary to change the whole window.

Further information on: [http://www.certus-project.eu/download/area\\_Catalogue](http://www.certus-project.eu/download/area_Catalogue).

### A.1.3.2 Better U-values and radiation shield

#### Air leak prevention

One major source of energy loss in a building is air leakage. Air leaks also makes the ventilation control more difficult, because they are uncontrollable. If the building has natural ventilation, the air supply must be properly managed mainly through air supply units located in the window frame (or in the walls). Windows must be tightened, so the air supply routes must be arranged. In mechanical ventilation with heat exchange the air supply can be heated by exhaust air; in mechanical exhaust and natural ventilation there is no heat exchange between supplied and exhaust air. A special attention should be paid to the quality of the supplied air, which may contain impurities.

Windows play a very important role in meeting energy saving targets during building renovation. Air leaks may cause feeling of draft and to avoid it, the most common reaction is to increase the room temperature, with the consequent increase in energy consumption

Serviceability and cleanability are other important factors to be considered when choosing new windows.

#### *Description of window types and their effectiveness*

Windows can be divided into different types depending on the number of panes: 1-, 2- or 3-pane windows. Two-pane window can be a thermal window, if there is a gas filling between the panes. The windows can be coated by reflective coating or filter-type coating. Also in the case of windows, the performance calculations should be carried out to select the most suitable window type. The other important thing, in addition to U-value, is how the windows are installed.

#### **A.1.4 VERIFICATION OF PERFORMANCE**

When the building performance requirements have been set, there must be a procedure and tools to monitor and verify the performance during the implementation process and during the use stage. Otherwise there is no way to see the new performance level, to compare it with the previous figures and to evaluate savings.

There are systematic procedures for performance and quality control: the Building Commissioning (Cx) is a method for optimizing energy performance in building renovation projects. It ensures that building systems meet the design intent, operate and interact in the best way and run according to the owner's needs. Building Commissioning-procedure is a holistic quality assessment method covering the whole life-cycle of a building. The key issue is the metering level of a building. The renovation process can be compared with an industrial process, which is constantly monitored by various measurements, analyses and reports, with the aim to have the planned production.

It is necessary to provide the building by a requisite metering, also in aim to monitor energy consumption and indoor environment. Normally the instrumentation of Building Automation System (BAS) is for proper operation of building services and these installations will not serve the facility management needs as much as it could do.

The metering planning is one part of a successful energy-related renovation. In addition, some in-situ measurements and operations are needed for renovation design and also to verify the performance during

implementation and use stages. The measurements and monitoring can be one part of BIM<sup>2</sup> (Building Information Model).

### *Air tightness test*

The air tightness of the building envelope can be verified before and after renovation by air tightness test. It can be done concerning part of the building or the whole building. There are two main ways to undertake air-tightness test:: blower door(s)<sup>3</sup> or using the own ventilation system. The use of ventilation system has some limitations; it needs to have frequency-controlled fans to control the air flow or, at least multi-stage controlled fans.

The principle of air tightness test is to cause a pressure drop between outdoors and indoors by using the so called blower doors.

According to the standards, 50 Pa negative and positive pressure drops over the envelope must be caused, and measure the air flow which maintain the pressure drop. This average air flow at +50 Pa and -50 Pa pressure drop will be divided by the measured area (q50) of the building envelope or by the measured indoor volume (n50). The results, q50 or n50 (the value of both is marked 1/h, air changes per hour) presents the air tightness level. The method is standardized.(EN 1329). The air leak routes can be located and defined by thermography and by smoke tests. The use of thermography requires a sufficient temperature difference between indoor and outdoor.

### *When using the ventilation system of the building*

Frequency controlled fans mean that the rotational speed and the efficiency can be changed stepless. The needed pressure drop can be organized by stopping the air supply fan/s (negative pressure drop over the envelope) or the exhaust fan/s (positive pressure drop over the envelope). By changing the pressure drop and measuring the air flow needed to maintain the pressure drop it is possible to create air flow curve and define the air tightness value at 50 Pa pressure difference.

<sup>2</sup> Building Information Model is a whole-time data of the building and construction process throughout the life cycle in a digital format.

<sup>3</sup> One system or more units.

### *Other tests*

One of the most important tests is the building thermography. It is based on thermal radiation whose intensity is proportional to the surface temperature of the target. The thermal bridges and heat losses can be detected by thermography but, again, there must be a large enough temperature difference when thermography can be used (10°C). Also the outdoor weather conditions must be stable enough before performing the thermography, especially sun radiation and heavy wind will cause limitations for outdoor thermography otherwise they may cause problems to carry out the measures. Building thermography is controlled by ISO- and EN-standards.

Thermography is normally carried out both inside the building and outside of the building. The operator must be qualified because the method itself – especially now when the prices of devices have gone down – seems to be deceptively simple but actually the scanning and the interpretation requires high expertise. Indoor (and also outdoor) thermography can be carried out by two stages: in normal operational conditions and in pressurized (outdoor) / depressurized

Following, some investigations concerned the north and the east side of the building Monte dei Pegni, located in the historic center of the City of Vittorio Veneto (TR), Italy. The building was an apartment building, but it has been planned to change to residential and offices use. The building had natural ventilation system and water circulation based radiator heating, partially fan coils.

The measurements showed that the exterior wall structures varied a lot also in case of the same buildings. Subsurface constructions, covered openings, thermal bridges, uneven structures etc. were found. Some of these findings have been taken account into renovation design.

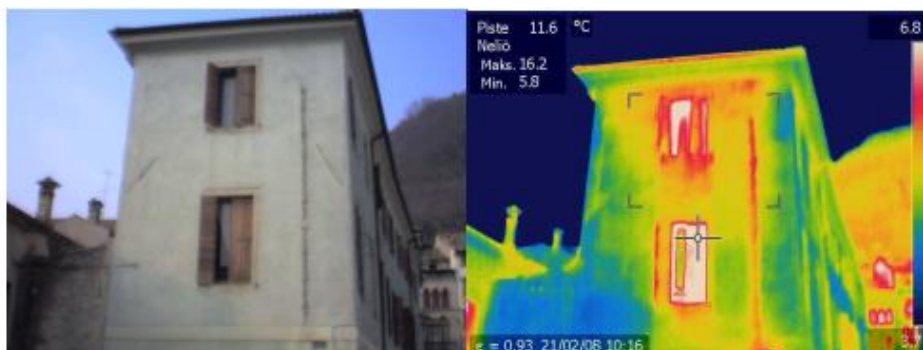


Figure 4: Thermal image applied to detect discontinuities beneath the surface, using an inclusive range among 3,7° and 6,8° for the thermographs staircase. It is possible to see a different superficial temperature of materials for that heated places internally. Every combination of masonry structure type to be investigated needs a specific IR calibration.

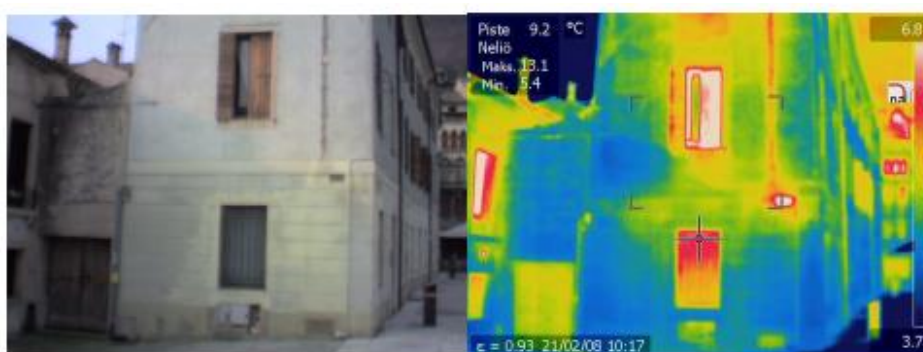


Figure 5: Moisture distribution and moisture growth detected by thermal scanning.

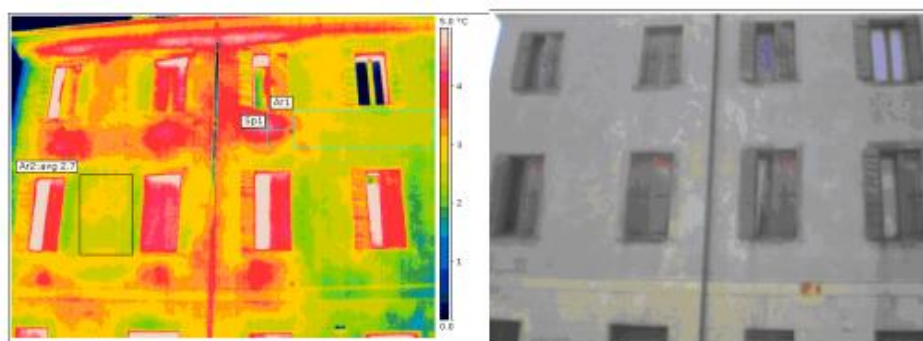


Figure 6: The upper part facade in the morning, before the sun. The radiators and also the intermediate floors, walls both pipelines are visible.

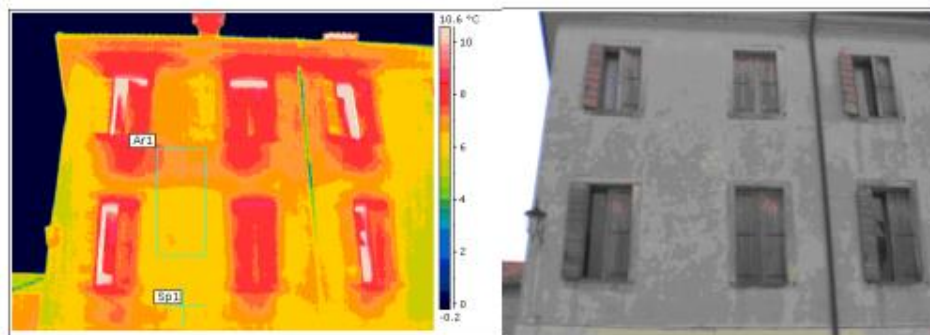


Figure 7: The same facade during sun radiation. The external heat source removes the structural details.

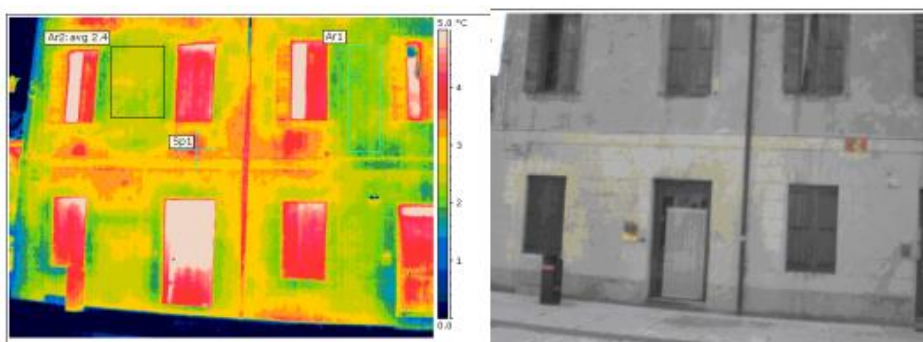


Figure 8: Lower part of the facade in the morning. An earlier door place can be seen between the window and the door.

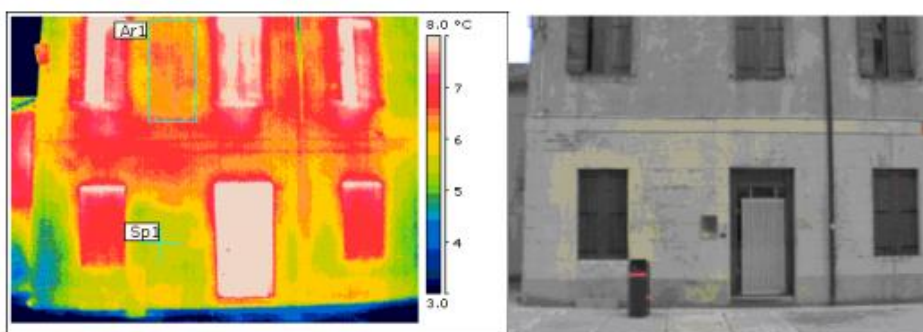


Figure 9: Lower part of the facade during sun radiation. The earlier opening in the wall cannot be seen.

There are also other tools to measure the performance of building envelope – a method is to use heat flux meters, by which is possible to determine the U-value of a wall, supported by thermography. The method gives an approximately value and it has restrictions too.

The thermal scanning must be done before the sun begins to effect on the surfaces. The measurements can be repeated during the heating up period and then during cooling down period – during heating and cooling delamination structures and different structural elements can be seen, depending on the differences of thermal capacities. Using dynamic thermography in changing conditions it is possible to detect delamination phenomena and in some case also moisture distribution in the structures.

#### *Cx-Building Commissioning*

The in-situ measures before and after renovation, the planning of additional instrumentation and monitoring, reporting development and other performance related actions can be part of systematic Cx (building commissioning procedure), which means that the building will meet the expected requirements – performs “as designed”. It is very important that the titleholder needs have been set by proper way and they will be monitored. The building titleholder can also set of Key Performance Indicators which describe the performance of the building. By monitoring these indicators, facility managers and the maintenance personnel can view how well the objectives of the renovation options are achieved. This also means that the instrumentation –metering- of the building will be designed and installed before the renovation (if some extension or additional meters are needed).

For commissioning of building envelope, the commissioner can utilize various checking lists, which are available in the Cx - literature. It is divided into commissioning of design intents and design details and then verification during the construction phase. It is quite usual, that the lack of building envelope performance problems are caused already by design errors – the details effecting on thermal performance of building envelope must be recognized and also must be brought to plans and worksite so that there is no misunderstanding. Also the verification of the performance of building envelope must be checked during the construction works paying attention to possible performance-debilitating topics (e.g. tightness, thermal bridges, insulation defects etc.)

Key performance indicators depend on the type and use of a building. If they are defined, it is easier to install the meters for monitoring or complete the existing instrumentation. Nowadays there is lot of opportunities for wireless sensors and data collection be relatively less-expensive techniques. It must be pointed out that increasing the measurements does not increase the information from the building; the raw data must be collected from the right points and, it is very important, to filter and process, convert and analyse the collected data. By that way the stakeholders can have good and proper on-line information about the performance of the building. This will set some demands for reporting. This is forgotten many times; there is no use of raw data if it is not processed for the customer`s needs. The question is “manage by information”. The monitoring process and the solutions to verify the performance, as well as the final results must be seen as a one essential topic of the energy renovation. The decreasing of energy consumption level without compromising the indoor environment must be a final goal of the renovation. Also the increasing technical conditions of the building (i.e.: by repairing damages etc. and by rising the indoor air quality and the thermal comfort to the new level) are very important results even the energy consumption figures and performance are not being fully in theoretically planned level.

#### A.1.5 EXAMPLE OF ENERGY DEMAND REDUCTION ON THE OPAQUE ENVELOPE: ALIMOS CITY HALL, MUNICIPALITY OF ALIMOS, GREECE

The pilot building of Alimos City Hall is located close to the sea, in the South eastern part of Athens Metropolitan area. The building was built in 1986. The aim of the renovation design is to achieve nearly zero energy consumption ensuring thermal and visual comfort as well as impeccable functional conditions.

The envelope of the investigated building is composed of double brick walls and reinforced concrete for the load bearing structure. Walls are insulated with 4 cm of extruded polystyrene placed between the two brick layers. Roof slab are insulated with 4 cm of extruded polystyrene. There is a mineral fiber suspending ceiling on each floor.

The building envelope is in good condition but it has significant thermal bridges that increase the current overall U-value of the opaque part, by about 30%. This is due to the type of wall construction (insulation in

between the two brick layers) that makes the avoidance of thermal bridges difficult.

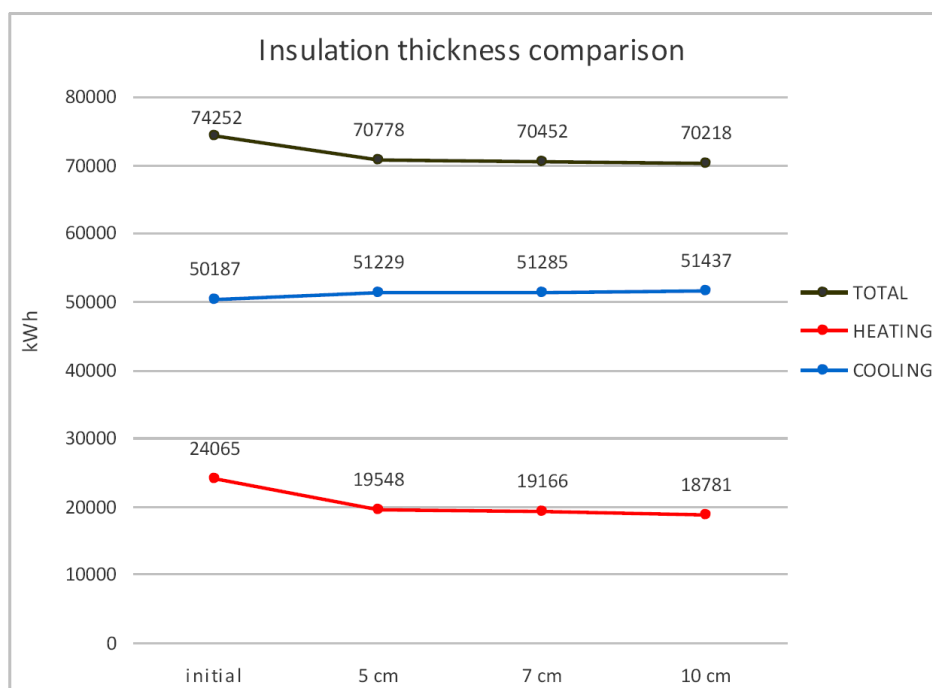
Therefore, the addition of external insulation was investigated as a means to improve the current conditions. Its impact on the year-round energy performance of the building was modelled by means of the simulation code. For modelling purposes, an insulating material with 0.032 W/mK thermal conductivity was considered.

Three different values of thickness, namely, 5 cm, 7 cm, and 10 cm were successively studied. As it can be seen below, by applying 5 cm of external insulation there is an annual decrease in heating of 4,517 kWh,. Any further increase of the insulation thickness does not significantly affect the energy consumption. Additionally, the installation of 10 cm would require not only an extra budget but extra structural works in order to be adequately supported. Thus, the most suitable option is the addition of 5 cm external insulation of 0.032 W/m<sup>2</sup>K. Any other equivalent combination is equally suitable. The situation is clearly depicted in the below figures concerning the insulation thicknesses comparison for the three buildings.

Furthermore, the addition of investigated external insulation reduces the U-value of the walls from 0.526W/m<sup>2</sup>K to 0.272 W/m<sup>2</sup>K and the U-value of the roof from 0.451 W/m<sup>2</sup>K to 0.250 W/m<sup>2</sup>K.



|                   | Before  | Retrofit | After Retrofit |         |
|-------------------|---------|----------|----------------|---------|
|                   | Heating | Cooling  | Heating        | Cooling |
| Consumption (kWh) | 24,065  | 50,184   | 19,548         | 51,229  |
| Savings (kWh)     | -       | -        | ↓ 4,517        | ↑ 1,045 |
| Savings (%)       | -       | -        | ↓ 19%          | ↑ 2%    |



ENERGY PERFORMANCE ACCORDING TO DIFFERENT WIDTH OF INSULATION

### A.1.6 REFERENCES

Stella Styliani Fanou, *Verso la sostenibilità degli edifici e delle città*, Aprile 2009, editor Regione Lazio.

Stella Styliani Fanou, Timo Kauppinen, Chiara Di Sarcina, Emanuela Martini, Angelo Tati, *Thermal scanning of renovated historical buildings*, Proceedings of 8<sup>th</sup> International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, 2010, Patras, Greece (also on line)

<http://monubasin8.ntua.gr/index.php/monubasin/8thMONUBASIN>

Timo Kauppinen, Markku Hienonen, *Monitoring Based Commissioning in Energy and Facility Management*, Proceedings of the Central European Symposium on Building Physics and BauSIM 2016, Dresden, Germany Stuttgart - Fraunhofer IRB, pp. 259-266

<http://www.autodesk.com/solutions/bim/why-bim-and-benefits#explore>

(S.F, E.M, A.G)

## A.2 THE USE OF ENERGY EFFICIENT HVAC-EQUIPMENT, LIGHTING SYSTEMS AND OTHER INNOVATIVE AND NEW TECHNOLOGIES FOR ENERGY EFFICIENCY

### A.2.1.1 HVAC

HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) is the technology of indoor and vehicular environmental comfort. Its three central functions (heating, ventilation, and air-conditioning) are interrelated, especially with the need to ensure thermal comfort and indoor air quality.

#### *Heating*

A heating system contains a boiler, furnace, or heat pump to heat water, steam, or air in a central location. Such heaters can use different types of fuel, including solid fuels, liquids, and gases. Another type of heat source is electricity, which was traditionally used to heat resistances, but also used in heat pumps that can extract heat from various sources, such as environmental air or from the ground.

Heat distribution can be made through water and steam or air. In the case of heated water and steam, piping is used to transport the heat to the rooms. Most modern hot water boiler heating systems have a circulator, which is a pump, to move hot water through the distribution system. The heat can be transferred to the surrounding air using radiators, hot water coils (hydro-air), or other heat exchangers. The heated water can also supply an auxiliary heat exchanger to supply hot water for bathing and washing.

#### *Ventilation*

Ventilation ensures the changing or replacing of air in any space to control temperature or to remove any combination of moisture, odour, smoke, heat, dust, airborne bacteria, or carbon dioxide, and to replenish oxygen. Such system is one of the most important factors for maintaining acceptable indoor air quality in buildings and it includes both the exchange of air with the outside, as well as circulation of air within the building.

Methods for ventilating a building may be divided into natural and mechanical or forced types:

- Natural ventilation - is the ventilation ensured with operable windows, louvers, or trickle vents when spaces are small and the architecture permits.
- Mechanical or forced ventilation - is provided by an air handler, fans or other mechanical systems and is used to control indoor air quality.

### *Air Conditioning*

A central air conditioning system provides cooling and humidity control for all or part of a building. Air conditioned buildings often have sealed windows, because open windows would work against the system intended to maintain constant indoor air conditions. Outside, fresh air is generally drawn into the system by a vent into the indoor heat exchanger section, creating positive air pressure.

There are two main types of air conditioning systems:

- Split systems are fixedly installed and consist of at least two units. The outdoor unit contains a compressor and condenser. The indoor unit contains the evaporator and can have different shapes and it can be placed on the ceiling, wall, floor or in a canal.
- Multi-split systems combine two or more indoor units with an outdoor unit. The indoor units can be placed in different rooms.

#### **A.2.1.2 Efficient Technologies**

In Europe, HVAC systems represent about 40% of the energy consumption in commercial and residential buildings<sup>4</sup>. Developing energy efficient HVAC systems is essential, both to protect consumers from surging power costs and to protect the environment from the adverse impacts of greenhouse gas emissions caused by the use of energy-inefficient electrical appliances. Therefore, a wide range of

<sup>4</sup> Constantinos A. Balaras, Gershon Grossman, Hans-Martin Henning, Carlos A. Infante Ferreira, Erich Podesser, Lei Wang, Edo Wiemken, Solar air conditioning in Europe—an overview, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 11, Issue 2, February 2007, Pages 299-314, ISSN 1364-0321, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2005.02.003>.

different technologies and strategies for HVAC energy savings have been developed.

Figure 10 presents the main strategies to improve the performance of HVAC systems in order to reduce energy consumption. As can be seen, such technologies can be divided in Vapour Compression Systems (including Air-Cooled, Water Cooled and Ground-Coupled systems), Evaporation Cooling Systems and other configurations.

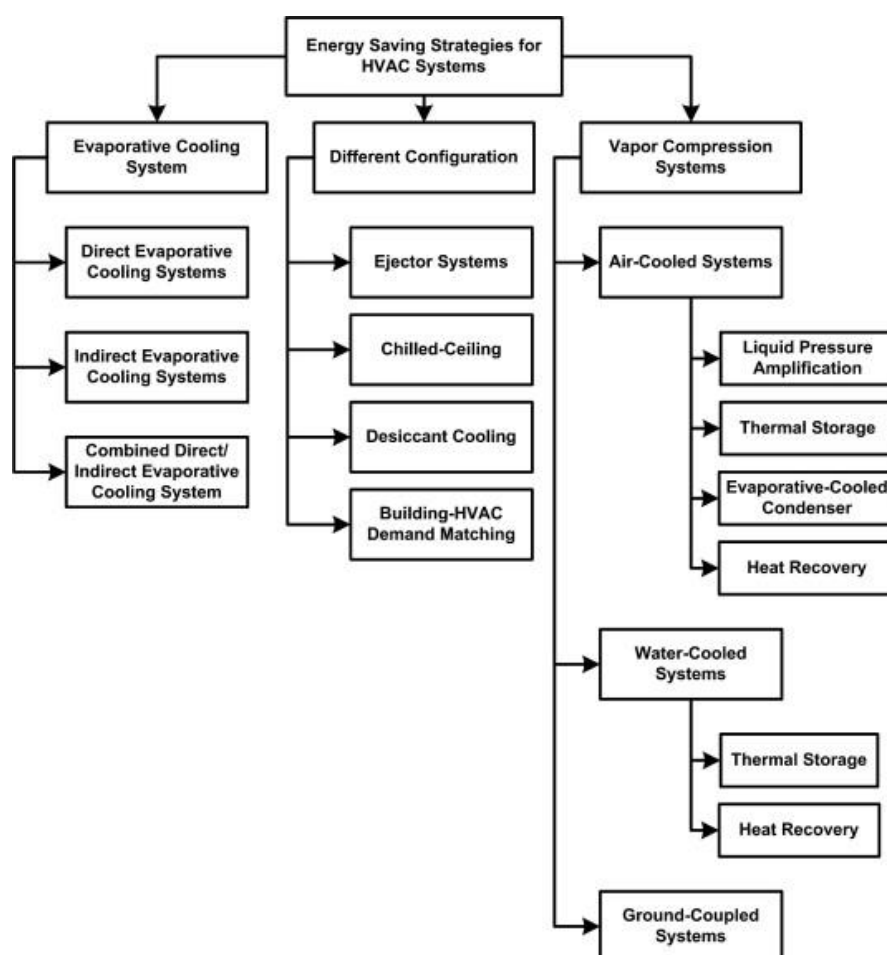


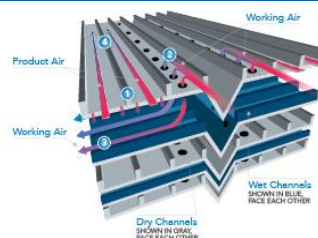
Figure 10: HVAC energy saving strategies<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Vahid Vakiloaraya, Bijan Samali, Ahmad Fakhar, Kambiz Pishghadam, A review of different strategies for HVAC energy saving, Energy Conversion and Management, Volume 77, January 2014, Pages 738-754, ISSN 0196-8904, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.10.023>.

Some of the best available technologies for cooling, heating and simultaneously heating and cooling are briefly presented in Table 1, Table 2 and Table 3, respectively.

### Evaporative Cooler Utilizing the Maisotsenko Cycle

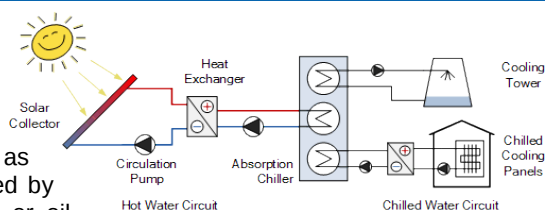
This cycle uses a novel geometry to maximize cooling efficiency and to achieve temperatures below wet bulb. The advantages of the Maisotsenko cycle against conventional evaporative cooling systems are the possibility of achieving lower temperatures (generally below the wet bulb temperature of the environment), greater efficiency, reduced water consumption and low pressure drops in the absence of porous medium.



### Solar Cooling System

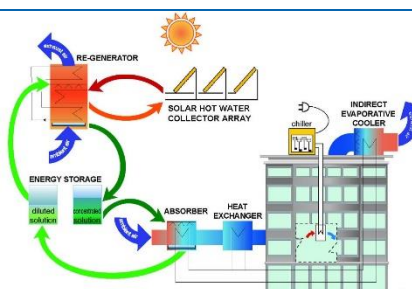
In such systems, solar collectors are specifically designed to provide pressurised hot water. The system uses either hot water or hot steam as an energy source, or can be powered by other fuels, such as gas, kerosene or oil.

The chiller's flexibility has the advantage to allow continuous operation of the system even during non-sunny hours. The system generates chilled water, which circulates through the installed fan coil units. The advantages of this system are the reduction of space needs by nearly 30% and increasing on cooling efficiency by 20 % compared to typical solar cooling systems.



### Open Absorption Cycle-Liquid Desiccant Cooling System

In this air conditioning system, the air is dehumidified and cooled by its direct contact with a liquid desiccant. In contrast to conventional air conditioning technologies, this system is heat driven. Because the heat required is of low temperature, the system can incorporate solar thermal collectors as heat source. The open cycle air conditioning with liquid desiccants is ideal for energy intensive buildings with high latent loads. The advantages of this system are the use of water as refrigerant, chemical storage of energy, reduction of CO<sub>2</sub> emissions, low operation costs, control of humidity and temperature levels, free thermal energy. Such system works under any condition, but its effectiveness is directly linked with the presence of sunshine (when solar-driven).



### CO<sub>2</sub> Refrigeration Systems

Concerns with hydrochlorofluorocarbons (HCFC) and organofluorines (HFC) refrigerants have led to interest in other chemicals that can be used as refrigerants, one of which is carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). The existing systems can be modified so as to utilize CO<sub>2</sub> as refrigerant. CO<sub>2</sub> heat pumps can be integrated with hot water systems. The advantages of this system are the high volumetric capacity, low refrigerant cost (CO<sub>2</sub> costs 90% less than HFC), reduced carbon, possibility to reuse existing pumps and piping for the brine/glycol closed loop, reliable and proven systems, increased energy efficiency and simple and compact and factory manufactured system.

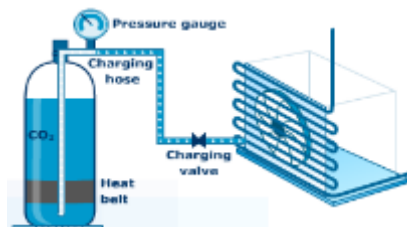
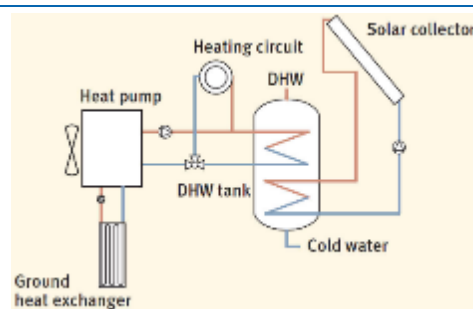


Table 1: Examples of efficient cooling technologies

### Solar Heat Pump – Closed Absorption Cycle

The solar air conditioner / solar heater is powered by solar energy collected in the evacuated tube solar thermal panels. The thermal energy collected is then delivered to the solar powered chiller using a Propylene Glycol (or other heat transfer solution) and a simple system. The collected thermal energy is used as energy source for the closed absorption cycle of the chiller/heat pump. The advantages of this system are the low operation costs, absence of CFC refrigerants, reduced moving parts, good performance and absence of compressor.



### Combined Solar Power and heat Generation

PV/T is a hybrid system which provides up to 300% more energy (in the form of solar electricity + solar heat) than a conventional solar PV system. The heat energy captured from the PV modules is ducted into the building's HVAC system where it is used to displace the conventional heating load. The secondary benefit is to provide PV cooling by reducing the operating temperature of the PV modules, which improves the electrical performance. The advantages of this system are the higher life cycle cost savings when compared to a convention PV system, Huge reduction in greenhouse gas emissions, reduction of both electricity and heating costs and allows for the production of two types of solar energy from one footprint.

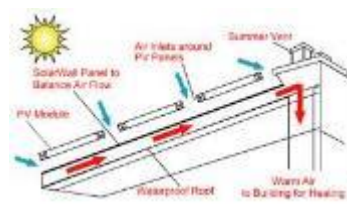
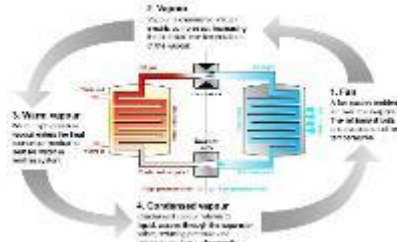


Table 2: Examples of efficient heating technologies

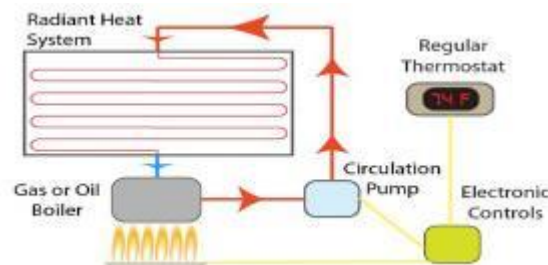
### Air to Water Heat Pumps

Air source heat pumps absorb heat from the outside air. This heat can then be used to heat radiators, underfloor heating systems, or warm air convectors and hot water in your home. Heat from the air is absorbed at low temperature into a fluid. This fluid then passes through a compressor where its temperature is increased, and transfers its higher temperature heat to the heating and hot water circuits of the building. An air-to-water system distributes heat via the wet central heating system. The advantages of this system are the reduced heating bills and maintenance costs, reduction of carbon footprint, simple to integrate into most heating systems and can be seen as an energy efficient alternative to oil, LPG and electric systems.



### Hydronic Radiant Systems

Modern radiant heating systems can be implemented with heated floors, to take advantage of convective air heating, as well as mean radiant temperature. Because hot air rises, a warmed floor will heat air that will rise and distribute itself through the space. Radiant cooling systems are generally chilled ceiling beams or panels, to take advantage of convective air cooling as well as mean radiant temperature. Because cool air sinks, a chilled ceiling beam will cool air that will sink and distribute itself through the space. The main advantage of this system is the higher efficiency when compared with baseboard heating and usually also more efficient than forced-air heating because it eliminates duct losses. Others advantages are the wide variety of energy sources to heat the liquid, the option to storage in thermal mass and absence of distribution of allergens.



### Geothermal Heat Pumps

Geothermal heat pumps (GHPs), sometimes referred to as GeoExchange, earth-coupled, ground-source, or water-source heat pumps use the constant temperature of the earth as the exchange medium, instead of the outside air temperature. What has boosted the usage of GHP during the recent years is the need of reducing energy cost. For this reason, new techniques of increasing the GHP EER were found. These systems reach fairly high efficiencies (300% to 600%) on the coldest winter nights, compared to 175% to 250% for air-source heat pumps on cool days. Therefore, its main advantage is the high efficiency and simultaneously it uses a clean, reliable, and renewable source of energy.

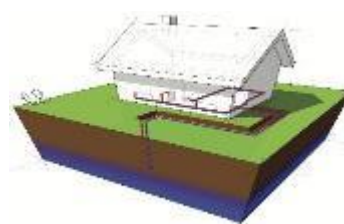
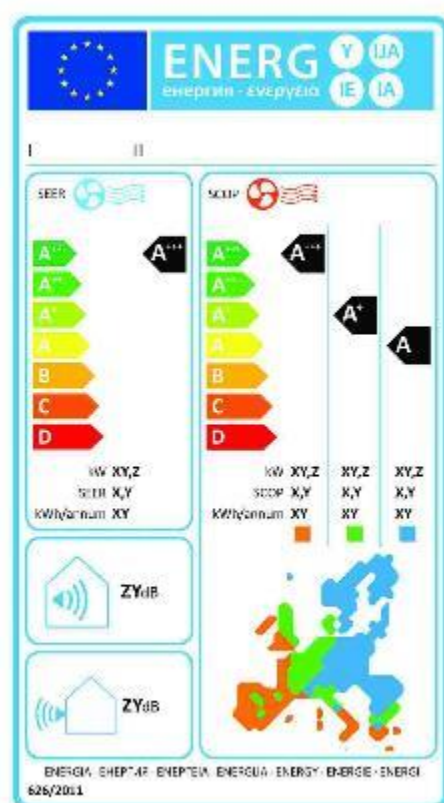


Table 3: Examples of efficient heating/cooling technologies

### A.2.1.3 Energy Labelling

Air conditioners meet different requirements regarding cooling and heating efficiency, based on the Labelling Regulation No. 626/2011<sup>6</sup>. The Energy Label (Figure 11) defines classes from A+++ to G. Split models with lower efficiency than class B (cooling)/ A (heating) are no longer permitted on the market since January 2014.



- I. Supplier's name or trade mark;
- II. Supplier's model identifier;
- III. 'SEER' and 'SCOP' for cooling and heating;
- IV. Energy efficiency class;
- V. For cooling mode: design load in kW;
- VI. For heating mode: design load in kW;
- VII. For cooling mode: SEER value;
- VIII. For heating mode: SCOP value;
- IX. Annual energy consumption in kWh per year;
- X. Sound power levels in dB(A);
- XI. European map with a display of three indicative heating seasons and corresponding colour squares.

Figure 11: Labelling for reversible air conditioners D

The labelling class is defined based on the cooling function efficiency and the heating function efficiency, according with Table 4. The Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) indicates the energy efficiency of the cooling function. It is calculated based on several part load measurements according to the Energy Labelling regulation and the higher the SEER, the more efficient is the product. The Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) indicates the energy efficiency of the

<sup>6</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:178:0001:0072:EN:PDF>

heating function. It is calculated analogically to the SEER and the higher the SCOP, the more efficient a product.

| Energy Efficiency Class | SEER                    | SCOP                    |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A+++                    | SEER $\geq$ 8,50        | SCOP $\geq$ 5,10        |
| A++                     | 6,10 $\leq$ SEER < 8,50 | 4,60 $\leq$ SCOP < 5,10 |
| A+                      | 5,60 $\leq$ SEER < 6,10 | 4,00 $\leq$ SCOP < 4,60 |
| A                       | 5,10 $\leq$ SEER < 5,60 | 3,40 $\leq$ SCOP < 4,00 |
| B                       | 4,60 $\leq$ SEER < 5,10 | 3,10 $\leq$ SCOP < 3,40 |
| C                       | 4,10 $\leq$ SEER < 4,60 | 2,80 $\leq$ SCOP < 3,10 |
| D                       | 3,60 $\leq$ SEER < 4,10 | 2,50 $\leq$ SCOP < 2,80 |
| E                       | 3,10 $\leq$ SEER < 3,60 | 2,20 $\leq$ SCOP < 2,50 |
| F                       | 2,60 $\leq$ SEER < 3,10 | 1,90 $\leq$ SCOP < 2,20 |
| G                       | SEER < 2,60             | SCOP < 1,90             |

Table 4: Energy efficiency classes for air conditioners, except double ducts and single ducts

#### A.2.1.4 Example of HVAC Renovation

##### *“Kapitain Etxea” Building – Errenteria (Spain)*

Nowadays, the building has forced air ventilation in the main room of the second floor, but the rest of the building does not have any climate control or forced ventilation. This forced ventilation is carried out by means of double aspiration electric centrifugal fans (with a total power of 6.5 kW), complemented with a heat recovery device that extracts heat from the heating system in order to warm the air that is being moved.

The heating system is designed to heat all the rooms of the building and is formed by 2 string system heat radiators that are warmed by hot water. The supply system is a natural gas-fired boiler placed in the City Hall, another municipal building placed at 350 m. This boiler (with a COP of 0.88 and total installed power of 232.6 kW) produces hot water depending on the needs of the City Hall and Kapitain Etxea. The hot water is distributed to the building by underground uninsulated pipes buried in the street. Once the pipes are inside the building, the net is ramified in collectors to reach the different heat radiators.

The boiler, placed in the City Hall, is controlled by an outdoor temperature sensor. This system is not very effective in terms of energy efficiency. The main control for the building under study depends on conditions in another building. Inside Kapitain Etxea, all the radiators are manually managed by valves that control the flow of hot water.

Existing elements related to HVAC systems will be replaced to avoid the use of heat radiators and the use of underfloor heating in the existing timber structure. With these conditions, the option of an Air Handled Unit (AHU) that comprehends all the HVAC systems was decided upon. This solution has advantages and disadvantages, the Air ducts will be larger and the AHU will have a bigger physical geometry. Nevertheless, only one system is necessary which is an advantage in this kind of buildings, where there is a lack of space. Nowadays, the presence of exposed air ducts in the occupied space is visually accepted if designed well and properly installed. Moreover, the maintenance will be easier due to the existence of a single system. The idea is to install an AHU with heat recovery at the exhaust side and by means of this device the efficiency of the system is enhanced. The two streams of air are passed through the core of the heat exchanger, where heat from the exhaust air is passed to the cooler incoming air. Hence, fresh air supplied to the building has already been pre-heated reducing the energy necessary to achieve the established conditions. The incoming air is then distributed evenly to all rooms and spaces by the duct work. A general scheme of the proposed system is represented in Figure 12.

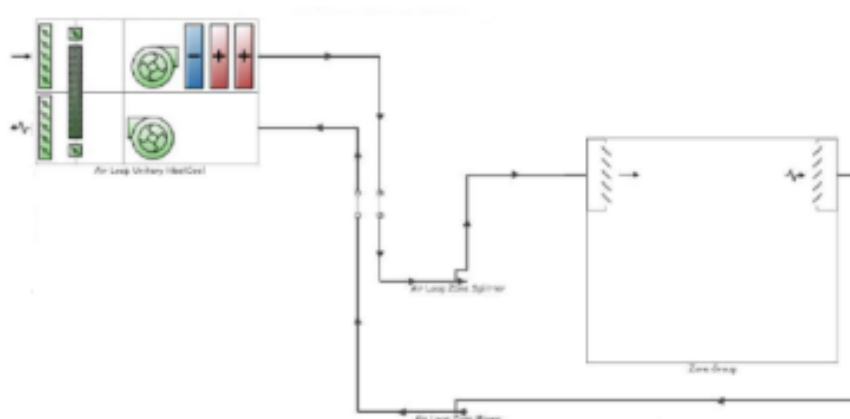


Figure 12: General Scheme of the Proposed HVAC System

The loads for the different zones are calculated with the software EnergyPlus considering the renovation of the building envelope accorded with the Municipality. Hence, the HVAC system will be designed in line with the energy demand reduction that will be achieved by means of these actions, requiring a total heating load of 23.47 kW and a total cooling load of 12.55 kW. According to these loads the systems was selected and modelled in the software.

Once the new HVAC system is defined it is possible to assess the total energy consumption of the renovated building (energy demand reduction + implementation of new HVAC system) considering the same parameters for the simulations. Table 5 reflects the final energy consumption of Kapitain Etxea once all the insulation measures and the new HVAC system are implemented, achieving 63.7% of savings on the final energy consumption.

|                      | <b>Baseline (kWh)</b> | <b>Renovation (kWh)</b> |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Pumps/Fans           | 287.68                | 3,058.28                |
| Heating              | 54,383.13             | 13,929.11               |
| Cooling              | 642.41                | 3,108.63                |
| <b>Total</b>         | <b>55,313.22</b>      | <b>20,096.02</b>        |
| <b>Savings (kWh)</b> |                       | <b>35217.2</b>          |
| <b>Savings (%)</b>   |                       | <b>63.7%</b>            |

Table 5: Energy consumption and savings of Kapitain Etxea HVAC system

### A.2.2 LIGHTING

Besides affecting the physical and emotional well-being of the building occupants, a building's interior lighting system is both a major source of internal heat and a dominant consumer of electrical energy, being the EU-27 office lighting consumption the biggest share of total electricity consumption in the tertiary sector with 21.57%<sup>7</sup>. Specifying a high quality energy efficient lighting system, that utilizes both natural and electric sources, as well as lighting controls can provide a comfortable yet visually interesting environment for the occupants of a space. Recently

<sup>7</sup> P. Van Tichelen, B. Jansen, T. Geerken, M. Vanden Bosch, V. Van Hoof, L., Vanhooydonck, A. Vercalsteren: Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs, Project Report, Lot 8: Office lighting, July 2007

developed energy efficient lighting equipment can be used to help cut lighting operational costs while enhancing lighting quality, reducing environmental impacts, and promoting health and work productivity<sup>8</sup>.

### A.2.2.1 Lamps

Halogen light bulbs, fluorescent, and LEDs have their own advantages and disadvantages and they could be a good option for different applications.

#### *Halogen Lamps*

Halogen lamps are, basically, advanced incandescent lamps, since its technology is also based on a heated filament that emits light. However, they contain a halogen gas inside under high pressure that allows a higher temperature. Also, by reacting with the vapours of the filament, its durability and hence the lamp lifetime is extended. Halogen lamps are the least efficient lighting technology available in the European market. Even though its (massive) use is not recommended, there are several types of halogen lamps used in public buildings.

- Bulb | used in direct retrofit of incandescent lamps;
- Spot | for high-voltage (GU10) and low-voltage (GU5.3) application;
- Linear | typically used in uplighters, usually with higher power.

Table 6 presents some specific characteristics and lamp types of halogen lamps.

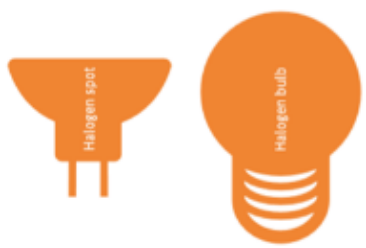
| Specific Characteristics                                 |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Colour Temperature</b><br>Only warm (“yellow colour”) |  |
| <b>Colour Rendering Index</b><br>Maximum (100)           |                                                                                      |
| <b>Energy Efficiency</b><br>At best can only be Class B  |                                                                                      |

Table 6: Specific characteristics and lamp types of halogen lamps

<sup>8</sup> <https://www.wbdg.org/resources/efficientlighting.php>

Table 7 presents the main advantages and disadvantages of halogen lamps.

| Advantages                                                                                                                                                                                                                      | Disadvantages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bright light</li> <li>• Excellent colour rendering</li> <li>• No warm-up time until maximum flux is reached</li> <li>• Dimmable lamps (from 0 to 100% of the lighting flux)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poor efficiency, hence high consumption (2 to 4 times higher than other technologies)</li> <li>• Small lifetime (normally between 2.000 to 3.000 hours)</li> <li>• High lamp surface temperature</li> <li>• Despite its smaller initial price, it will have a high cost throughout the lifetime</li> </ul> |

Table 7: Advantages and disadvantages of halogen lamps

### Fluorescent Lamps

Two different families of fluorescent lamps can be defined: linear and compact. Linear Fluorescent Lamps (LFL) have a tubular format and an external ballast (device used to control the lamp). Compact Fluorescents are not linear and can either have an external ballast and be pin-based, or they an integrated ballast and an Edison socket. In this case they are called Compact Fluorescent Lamp (CFL).

All types emit light according to the same principle. They have mercury inside and a fluorescent layer, with several types of phosphorous, on the inner side of the envelope. When a voltage is applied, the mercury vaporizes and emits ultraviolet radiation that will become white light as soon as it goes through the fluorescent layer. The lamp colour temperature will depend on the layer's composition. Linear Fluorescent Lamps are largely used in the service buildings. Given their indirect light distribution and high luminous flux, they are built in the ceilings, thus properly lighting a wide open area.

According to the tube's diameter they can be:

- T5 | 16 mm (most efficient);
- T8 | 26 mm;
- T10 | 33,5 mm (least efficient of last three);
- T12 | 38 mm (was banned from the market due its inefficiency)

Table 8 presents some specific characteristics and lamp types of linear fluorescent lamps.

| Specific Characteristics                                |  |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Colour Temperature</b><br>Mostly cold (“blue-white”) |                                                                                     |
| <b>Ballast</b><br>Always external to the lamp           |                                                                                     |
| <b>Light dispersion</b><br>Very wide                    |                                                                                     |
| <b>Luminous Flux</b><br>Normally high lumen values      |                                                                                     |

Table 8: Specific characteristics and lamp types of linear fluorescent lamps

Compact Fluorescent Lamps (CFLs) are a great solution when the objective is to achieve high efficiency at low cost, with a low lumen output, thus being applied where modest levels of lighting are acceptable. The electronic ballast is already incorporated in the lamp, making it a quick retrofit solution.

There are four common shapes of CFLs:

- Bulb;
- Stick;
- Spiral;
- Candle.

There is also a CFL with a reflector (PAR type) to concentrate the light flux, thus having a less diffuse light distribution. However, nowadays, with LEDs, this type of lamp is becoming obsolete as it is less efficient.

Table 9 presents some specific characteristics and lamp types of compact fluorescent lamps.

| Specific Characteristics                                |  |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Colour Temperature</b><br>Can go from yellow to blue |                                                                                    |
| <b>Ballast</b><br>Integrated in the lamp                |                                                                                    |
| <b>Socket</b><br>E family (e.g. E14, E27)               |                                                                                    |
| <b>Dimension</b><br>Smaller lamps                       |                                                                                    |

Table 9: Specific characteristics and lamp types of compact fluorescent lamps

Other Fluorescent Lamps are mainly used in office buildings. However, they are far less used than any other fluorescent lamps. These lamps are sold without the ballast in two separate pieces. This way, maintenance costs are reduced, since the ballast lifetime is up to five times higher than the lamp itself. This type of fluorescent lamp has the following shapes:

- Stick;
- Circular | the T9 (29 mm) is the most common example;
- Square.

Table 10 presents some specific characteristics and lamp types of other fluorescent lamps.

| Specific Characteristics                                      |  |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Socket</b><br>Pin based (normally 2 or 4)                  |                                                                                      |
| <b>Ballast</b><br>Always external to the lamp                 |                                                                                      |
| <b>Retrofit</b><br>Does not allow halogen lamps to replace it |                                                                                      |
| <b>Socket</b><br>Pin based (normally 2 or 4)                  |                                                                                      |

Table 10: Specific characteristics and lamp types of other fluorescent lamps

Table 7 presents the main advantages and disadvantages of fluorescent lamps.

| Advantages                                                                                                                                                                         | Disadvantages                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Greater lifetime than halogen lamps</li> <li>• Energy efficiency class A</li> <li>• Economic lamp at a cheaper price than LEDs</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contains mercury</li> <li>• Needs a warm-up time to get full brightness</li> <li>• Does not start immediately</li> <li>• Not the best colour rendering index (CRI)</li> <li>• Not the best technology for dimming purposes</li> </ul> |

Table 11: Advantages and disadvantages of fluorescent lamps

### LED Lamps

A Light Emitting Diode (LED), also referred to as SSL (Solid State Lighting), is an electronic device (chip) that produces light when an electrical current is passed through it (diode). A diode is a semi-conductor that will, once excited, allows electrons to move thus emitting UV radiation, which, in turn, will become visible light passing through the LED coating. LEDs are the most efficient lighting technology on the market. LEDs can also be integrated in luminaires and one particular design is the LED flat panel to be built in the ceiling.

Types of LED lamps:

- Bulb | For retrofit purposes of CFLs and halogen light bulbs;
- Spot | where its directionality property is best applied;
- Tube | for lighting wide open areas, replacing LFLs;
- Strip | taking advantage of LED's flexibility for aesthetic purposes.

Table 12 presents some specific characteristics and lamp types of other LED lamps.

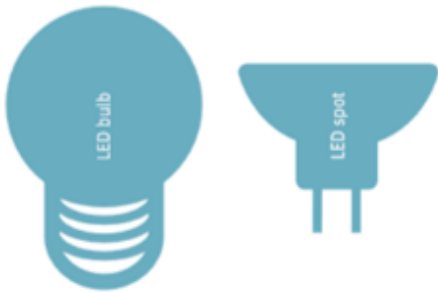
| Specific Characteristics                                              |  |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Colour</b><br>Can have any and can be changed using controls       |                                                                                    |
| <b>Colour Temperature</b><br>All, from warm to cold                   |                                                                                    |
| <b>Light output</b><br>Directional with several available beam angles |                                                                                    |
| <b>Dimming</b><br>Possible, but must pay attention to its driver      |                                                                                    |
| <b>Colour Rendering Index</b><br>Can be higher than 90                |                                                                                    |

Table 12: Specific characteristics and lamp types of LED lamps

Table 13 presents the main advantages and disadvantages of LED lamps.

| Advantages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Disadvantages                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Only technology that can, at least, have efficiency Class A+</li> <li>• LEDs have, by far, the longest lifetime of all lighting technologies</li> <li>• Lowest cost of ownership (cheaper than any other technology during the lifetime)</li> <li>• Extremely flexible technology for aesthetic and controlling purposes</li> <li>• Low temperature when functioning avoids any possibility of burning at touch</li> <li>• Regarding CFLs, LEDs withstand many more switching cycles and light up immediately</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Its initial cost is higher than other technologies (but the prices have been quickly decreasing).</li> <li>• LEDs are temperature sensitive. Efficacy and lifetime is strongly reduced if lamps are overheated</li> </ul> |

Table 13: Advantages and disadvantages of LED lamps

### A.2.2.2 Lamps Control

#### Ballasts

A ballast has two main functions: it starts the lamp and it controls lamp operation. However, depending on their characteristics they can also: transform the voltage, dimming the lamp and correct power factor.

All fluorescent lamps need a ballast to work and there are two types of ballasts:

- Magnetic ballasts are the older technology, with a core of steel plates wrapped in copper windings. Joule losses that occur on copper, and hysteresis losses in the nucleolus, reduce lamp input power between 5 and 25%. This value will depend on ballast dimension and construction. The most efficient magnetic ballasts are the low losses ones. These are also known as hybrid ballasts.
- Electronic ballasts use solid-state technology to operate at much higher frequency (thousands of Hz) resulting in energy conservation through lower power loss and higher lamp efficacy for fluorescent lights. Additionally, these ballasts can also improve the power factor.

Table 14 presents the classes of efficiency for ballasts.

|                 |                                         |
|-----------------|-----------------------------------------|
| <b>Class A1</b> | Dimmable electronic ballasts            |
| <b>Class A2</b> | Electronic ballasts with reduced losses |
| <b>Class A3</b> | Electronic ballasts                     |
| <b>Class B1</b> | Magnetic ballasts with very low losses  |
| <b>Class B2</b> | Magnetic ballasts with low losses       |

Table 14: Ballasts Classes of Efficiency

#### LED drivers

LED drivers are low-voltage devices that convert the line-voltage power to the low-voltage needed for the LEDs, coming in either constant current or constant voltage, depending on the LED load. LED drivers

bring additional benefits, such as operational flexibility, efficiency, reliability, controllability and intelligence to the system.

The selection of the most appropriate topology to drive LEDs depends on the application requirements (e.g., operation environment conditions, system input voltage, number of LEDs, etc.), standards and specifications. Electronic drivers are important components in most LED-based systems, since relatively small improvements on the driver efficiency often result in big improvements in the system's efficiency.

### A.2.2.3 Lamp Characteristic and Labelling

The power consumption of a lamp (in Watt) is not the only factor to the selection of a lamp. There are other important factors such as.

- CRI - The Colour Rendering Index is the ability of a light source to represent the various colours of lighted objects in a room.
- Bright - Lumens (lm) indicate how much light is made available by the lamp.
- Lifetime - Minimum operation time of a lamp measured as the time when at least 50% of those lamps still provide at least 70% of the initial lighting.
- Colour Temperature - 2600 - 3200 Kelvin is warm white (good for relaxation), 3200 - 4000 Kelvin is neutral white (best colour for working conditions), 4000 - 5000 Kelvin is cold white (provides the highest energy efficiency).
- Efficiency - The luminous efficiency of a light source is typically given as the rated lamp lumens divided by the nominal wattage of the lamp, abbreviated lm/W.

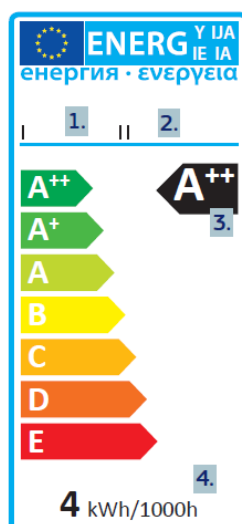
Table 15 presents the quality criteria for the characteristics of the main types of lamps.

| QUALITY CRITERIA  | CFL Bulb                                                                          | Fluorescent Linear                                                                | Halogen Spot                                                                       | LED Bulb                                                                            | LED Spot                                                                            |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |  |  |  |  |  |
| Efficiency Class  | A                                                                                 | A                                                                                 | C                                                                                  | A+                                                                                  | A                                                                                   |
| Colour Temp. (K)  | Warm / Neutral / Cold                                                             | Warm / Neutral                                                                    | Warm                                                                               | Warm / Neutral / Cold                                                               | Warm / Neutral / Cold                                                               |
| Colour Rendering  | > 80                                                                              | > 80                                                                              | 100                                                                                | > 90                                                                                | > 80                                                                                |
| Lamp Lifetime (h) | > 12.000                                                                          | > 20.000                                                                          | > 2.000                                                                            | > 25.000                                                                            | > 25.000                                                                            |
| Switching Cycles  | > 12.000 (500.000)*                                                               | > 20.000                                                                          | -                                                                                  | > 25.000                                                                            | > 25.000                                                                            |

\* for applications with frequent switching

Table 15: Quality criteria for lamps<sup>9</sup>

Lighting products are subject to EU energy labelling and ecodesign requirements, based on the Labelling Regulation No. 874/2012<sup>10</sup>. The Energy Label (Figure 13) defines classes from A++ to E.



1. The company that made or placed the lamp on the market

2. The lamp model

3. How energy efficient the lamp is

4. Energy consumption during 1 000 hours (typical energy consumption in a year)

Figure 13: Labelling for lamps

<sup>9</sup> <http://www.premiumlight.eu/>

<sup>10</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012R0874>

Additionally, a lamp's package also has other important characteristics, as presented in Figure 14



1. Energy label
2. Average lifetime of the lamp in hours
3. Colour of the light
4. CRI
5. Whether it is dimmable or not (if not, a cross appears over the symbol)
6. How many times the light can be switched on and off before it burns out
7. Bright in lumens

Figure 14: Lamp's package

#### A.2.2.4 Luminaires

A luminaire is a complete electric light fixture, including the lamp(s), mechanism for inserting or holding the lamp(s), wiring, socket, control systems (e.g. ballast) and reflector(s) to diffuse the light. The function of a luminaire is to direct light to desired locations, creating the required visual environment without causing glare or discomfort. Choosing luminaires that efficiently provide appropriate luminance patterns for the application is an important part of energy efficient lighting design.

There are many types of luminaires, opaque or translucent, and they can vary a lot concerning the type of light source. Figure 15 presents some examples of luminaires types.

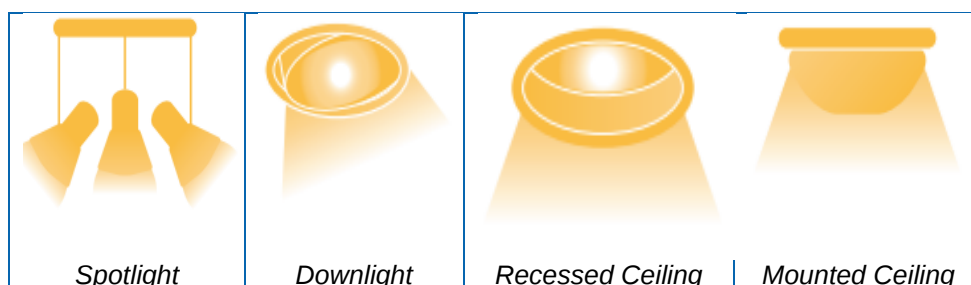


Figure 15: Examples of luminaires types

The following criteria should be considered for procurement of luminaires:

- high luminaire operating efficiency level (> 80%);
- optimal lamp reflector;
- highest direct ratio possible.

Lighting products are subject to EU energy labelling and ecodesign requirements, based on the Labelling Regulation No. 874/2012<sup>11</sup>. The Energy Label (Figure 13) defines classes from A++ to E.

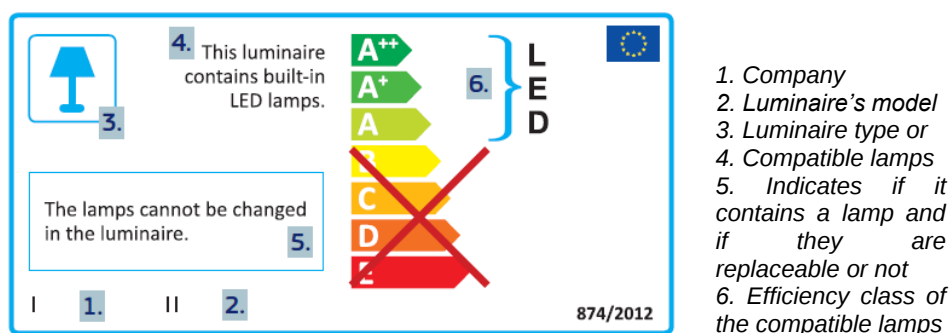


Figure 16: Labelling for luminaires

#### A.2.2.5 Example of Lighting Renovation

##### *Municipal House of Culture – Coimbra (Portugal)*

Nowadays, the lighting of the building is mainly ensured by T8 fluorescent lamps with ferromagnetic ballasts. The exception is just one circulation area where T5 lamps with electronic ballasts are already used. Some rooms with double height ceiling use incandescent and halogen lamps and the bathrooms had incandescent lamps. However, some lamps were already replaced by CFL and one bathroom, recently renovated, already have LED lamps. Table 16 presents the quantities and power of the actual lamps

<sup>11</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012R0874>

| Lamp Type                  | Quantity<br>n | Power<br>(W)  |
|----------------------------|---------------|---------------|
| Fluorescent Linear T8 F60  | 9             | 211           |
| Fluorescent Linear T8 F120 | 803           | 37,580        |
| Fluorescent Linear T8 F150 | 312           | 21,091        |
| Fluorescent Linear T5 F60  | 8             | 136           |
| Incandescent               | 23            | 1,380         |
| Halogen Projector          | 24            | 7,200         |
| Halogen Spot               | 5             | 250           |
| Compact Fluorescent        | 70            | 1,260         |
| LED Spot                   | 12            | 66            |
| <b>Total</b>               | <b>1,266</b>  | <b>69,174</b> |

Table 16: Types and quantities of the actual lamps

The retrofit of the lighting system was done by replacing all lamps by LEDs. In such scenario, 1,254 lamps have to be replaced. Table 17 show the new distribution of lamps. As can be seen, the total power decreases to 27,095 W (reduction of 61%).

| Lamp Type       | Quantity<br>n | Power<br>(W)  |
|-----------------|---------------|---------------|
| LED Linear F150 | 312           | 7,488.0       |
| LED Linear F120 | 803           | 16,060.0      |
| LED Linear F60  | 17            | 170.0         |
| LED Bulb        | 93            | 883.5         |
| LED Projector   | 24            | 2,400.0       |
| LED Spot        | 17            | 93.5          |
| <b>Total</b>    | <b>1,266</b>  | <b>27,095</b> |

Table 17: Types and quantities of lamps considered in the renovation

Table 18 presents the yearly consumption with lighting, as well as the percentage of achievable savings. Such energy consumptions were simulated considering the actual usage profile for each lamp type and

room of the building. As can be seen, the renovation ensures 61% of energy savings.

|                | Baseline | Renovation |
|----------------|----------|------------|
| Lighting (kWh) | 166,930  | 65,773     |
| Savings (kWh)  | -        | 101,157    |
| Savings (%)    | -        | 60.6%      |

Table 18: Yearly consumption with lighting

#### A.2.2.6 Monitoring and Control

Building Energy Management Systems (BEMS) are computer-based systems that help to manage, control and monitor heating, ventilation, air conditioning (HVAC Control), lighting and the energy consumption of devices used by the building. BEMS provides the essential instrumentation and control to analyse and monitor performance, allowing the facilities manager to adjust and optimise HVAC and illumination controls for optimum occupancy comfort and building efficiency.

The components of a BEMS are (1) outstations (Inputs, Outputs, Microprocessor, Memory, RAM, Eprom with Configurable Strategy, Modules, Time-clock, Power Supply, Local RS232 port for Supervisor; (2) BEMS network and communications hardware and (3) Computer with supervisory and control software. Figure 17 presents an example of a BEMS.

Such systems present as advantages the reduction of operational and energy costs, increase of productivity and fast and accurate decisions on energy strategy. However, they have high initial costs for design and installation and if the system settings and parameters are not properly monitored and maintained the building performance will begin to suffer, resulting in higher building operation costs and reduced occupant comfort.

Considering building automation, monitoring and control systems are used for:

- Ventilation, heating and cooling - A properly designed monitoring and control system should be capable of maintaining present environmental conditions in the building.
- Feeding - Boilers feeding control system requires some way of knowing when to turn feeders on and off. Feed monitoring systems are available to measure the amount of feed consumed by broilers.
- Lighting - A monitoring and control system should provide scheduling of lights that is easy to use. A system that can pre-program lighting schedules over the life of the flock is very useful for management. It is also important to provide the desired intensity of light.

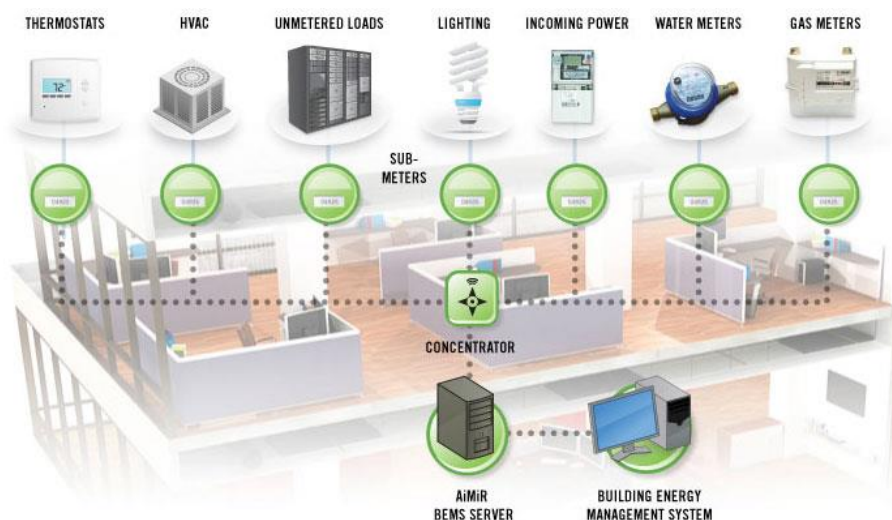


Figure 17: Building Energy Management System<sup>12</sup>

#### A.2.2.7 HVAC Control

The capacity of the HVAC system is typically designed for the extreme conditions. Most operation is part load/off design as variables such as solar loads, occupancy, ambient temperatures, equipment and lighting loads, etc. keep on changing throughout the day. Deviation from design shall result in drastic swings or imbalance since design capacity is greater than the actual load in most operating scenarios. Without control system, the system will become unstable and HVAC would overheat or

<sup>12</sup> <http://www.nuritelecom.com/products/aimir-building-energy-management-system-bems.html>

overcool space. Therefore, the control system is needed to regulate the operation of a heating and/or air conditioning system. Usually, a sensing device is used to compare the actual state (e.g. temperature) with a target state. Then, the control system draws a conclusion what action has to be taken (e.g. start the blower).

The most common used sensors are temperature, occupancy, pressure, humidity and carbon dioxide sensors.

#### *Temperature Sensors*

One of the most common properties measured in the HVAC control is temperature. The principle of measurement involves the thermal expansion of metal or gas and a calibrated change in electrical characteristics. The use of temperature sensors in different rooms enables the control of the required heating/cooling appliances temperature.

#### *Occupancy Sensors*

As part of an HVAC energy management system, occupancy sensors enable the management system to automatically control HVAC operation based on room occupancy. If the room is physically occupied, then the system will allow occupants to control the climate. Once a room is vacant, the system will automatically set back the HVAC equipment to reduce energy consumption.

#### *Pressure Sensors*

The ability to monitor volumetric flow rates and pressures in lines and rooms is decisive when it comes to operating HVAC systems efficiently and economically. Pressure sensors are a central element for controlling the systems. To ensure compliance with strict legal requirements and to minimize energy costs, ever-decreasing measuring ranges as well as greater measuring sensitivities, accuracies, and long-term stabilities of the sensors are required.

#### *Humidity Sensors*

A humidity sensor measures and regularly reports the relative humidity in the air. They are used to control and provide a good humidity level air for each use of building or room. An adequate air quality is needed for each building or room and relative humidity is a very important factor for

the comfort and some kind of object conservation. Ventilation rates can be measured and controlled to a specific (l/s)/person based on actual occupancy and use of the building or room. Building codes require that a minimum amount of fresh air be provided to ensure adequate air quality, but this way less air must be conditioned, resulting lower energy consumption and costs for the appropriate ventilation.

#### *Carbon Dioxide Sensors*

Measuring carbon dioxide is important in monitoring indoor air quality. Demand-controlled ventilation (DCV) using carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) sensing is a combination of two technologies: CO<sub>2</sub> sensors that monitor CO<sub>2</sub> levels in the air inside a building, and an air-handling system that uses data from the sensors to regulate the amount of ventilation air admitted.

#### **A.2.2.8 Lighting Control**

Lighting sensors help to achieve a high quality energy efficient lighting system. When electric lighting controls are used properly, energy will be saved and the life of lamps and ballasts can be extended.

Lighting controls will help to reduce energy by:

- Reducing the amount of power used during the peak demand period by automatically dimming lights or turning them off when not needed;
- Reducing the number of hours per year that the lights are on;
- Allowing occupants to use controls to lower light levels and save energy.

The ability of a lighting control system to match the lighting in use to the numbers of staff present is a very valuable input.

#### *Occupancy detectors*

Often referred to as ‘presence’ or ‘occupancy’ detection the current sensors on the market rely on one of three methods of movement detection:

- Passive Infra Red (PIR) - works based on heat movement detection. The device has a pyroelectric sensor calibrated to detect infrared radiation radiated by human body movement.

Based on the detection, the sensor operates and turns on the lighting systems connected to it.

- Ultrasonic - similar to a radar. An ultrasonic sensor sends high frequency sound waves in one area and checks for their reflected patterns. If the reflected pattern is changing continuously then it assumes that there is occupancy and the lighting load connected is turned on. If the reflected pattern is the same for a preset time then the sensor assumes there is no occupancy and the load is switched off.
- Microwave – Similar to the ultrasonic detector. A microwave sensor sends high frequency microwaves in an area and checks for their reflected patterns. If the reflected pattern is changing continuously then it assumes that there is occupancy. A microwave sensor has high sensitivity as well as detection range compared to other types of sensors.

#### *Daylight detectors*

Daylight controls are photoelectric devices provides efficient light control and optimum energy savings by reducing lighting levels based on available daylight. Smooth and continuous dimming is the preferred strategy for automated daylight controls. Its use in rooms and spaces with an optimum presence of natural daylighting can reduce the consume of artificial light. It can be combined with elements that provide or spread natural light into inner spaces, such as reflectors, sunpipes or light shelves.

#### *Time Control detectors*

Time clocks are devices that can be programmed to turn the lights on or off at designated times. These are a useful alternative to photoelectric sensors in applications with very predictable usage.

#### *Dimmers*

Dimmers are devices used to lower the brightness of a light. By changing the voltage waveform applied to the lamp, it is possible to lower the intensity of the light output. Dimmers are used to control the light output from resistive incandescent, halogen, CFLs and LEDs. In the professional lighting industry, changes in intensity are called “fades” and can be “fade up” or “fade down”. Dimmers with direct manual control had a limit on the speed they could be varied at, but this issue has been

largely eliminated with modern digital units (although very fast changes in brightness may still be avoided for other reasons like lamp life).

Modern dimmers are built from semiconductors instead of variable resistors, because they have higher efficiency. A variable resistor would dissipate power as heat and acts as a voltage divider. Since semiconductor or solid-state dimmers switch between a low resistance "on" state and a high resistance "off" state, they dissipate very little power compared with the controlled load.

Light sensors reduce energy consumption by reducing artificial light when there is adequate and suitable natural light, especially when no one is spotted to be in the area. Figure 18 presents the potential savings that different light sensors controls, working together, can achieve in a service building.



Figure 18: Potential savings of different dimming options

#### A.2.2.9 Example of Control Renovation

##### *City Hall – Alimos (Greece)*

In order to optimize the performance of the building's mechanical and electrical equipment such as, lighting, ventilation and HVAC system, an BEMS will be installed in the building. The BEMS consists of one Touch Controller (LCD touch screen), power meters, electrical wiring equipment and a software. The equipment which is connected to the BEMS is presented in Table 19.

| Equipment     | Units | Signal   |
|---------------|-------|----------|
| VRV Heat Pump | 3     | digital  |
| VRV Cassettes | 44    | digital  |
| HRV Units     | 2     | digital  |
| Air Dampers   | 10    | analogue |



Table 20 presents the achievable savings, with the BEMS integration. The use of the BEMS ensures the standard internal condition such as air temperature and lighting levels and prevents the excess use of energy.

|                      | Baseline (kWh) | Renovation (kWh) |
|----------------------|----------------|------------------|
| Heating              | 24,065         | 12,273           |
| Cooling              | 50,184         | 35,131           |
| Lighting             | 37,713         | 32.999           |
| <b>Total</b>         | <b>111,962</b> | <b>80,403</b>    |
| <b>Savings (kWh)</b> |                | <b>31,599</b>    |
| <b>Savings (%)</b>   |                | <b>28.2%</b>     |

Table 20: Energy Consumption and savings with the use of BEMS

In total the energy savings are up to 28%. The figure is higher than the usual savings obtained with the use of BEMS, since the internal conditions are fully controlled with little deviations from the set point. An additional benefit is that system's capacity to detect automatically the energy intensive units and produce energy saving scenarios with no need of human intervention. Finally, further cost reduction is achievable due to the lower cost of the maintenance of the VRV systems as BEMS displays the units with the lower refrigerant and prevents permanent damages on the HVAC.

### A.2.3 REFERENCES

Constantinos A. Balaras, Gershon Grossman, Hans-Martin Henning, Carlos A. Infante Ferreira, Erich Podesser, Lei Wang, Edo Wiemken, *Solar air conditioning in Europe—an overview*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 11, Issue 2, February 2007, Pages 299-314, ISSN 1364-0321,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2005.02.003>.

Vahid Vakiloroaya, Bijan Samali, Ahmad Fakhar, Kambiz Pishghadam, *A review of different strategies for HVAC energy saving*, *Energy Conversion and Management*, Volume 77, January 2014, Pages 738-754, ISSN 0196-8904.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.10.023>.

P. Van Tichelen, B. Jansen, T. Geerken, M. Vanden Bosch, V. Van Hoof, L. Vanhooydonck, A. Vercalsteren, *Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs*, Project Report, Lot 8: Office lighting, July 2007.

(P.M)

## A.3 THE RENEWABLE ENERGY SOURCES INTEGRATION

### A.3.1 INTRODUCTION

Renewable Energy Sources (RES) are forms of energy which resulted from various natural processes, such as wind, geothermal, water circulation and others. Specifically, according to Renewable Energy Directive 2009/28/EC of the European Parliament, as energy from renewable non-fossil sources considered that generated from wind, solar, aerothermal, geothermal, hydrothermal and ocean energy, hydropower, biomass, landfill gas, sewage treatment plant gas and biogases (European Union, 2009). In any case, RES have been studied as a solution to the expected depletion of (non-renewable) reserves of fossil fuels. Lately, the EU and many individual states adopted new policies for the use of RES such as 20% target for the overall share of energy from renewable sources in built environment and a 10% target for energy from renewable sources in transport.

There is also the Energy Performance of Buildings Directive 2010/31/EU of the European Parliament which set the following targets. All new buildings must be nearly zero energy buildings by 31 December 2020 and regarding the public buildings by 31 December 2018. Also, the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU set the 3% target for public buildings renovation in order to meet at least the minimum energy performance requirements. These directives show the trend during the next years regarding the energy performance of the public buildings. Undoubtedly, in the effort of transforming public buildings to nZEB the integration of RES will play an important role.

For these reasons, under CERTuS project a detailed investigation regarding the maturity, the performance, the integration ability and the cost of various RES systems was undertaken. The description of the preponderant RES systems, as well as the applicability and limitations of them are listed in this guide. There is an extensive reference to the PV systems due to their widespread use especially in Mediterranean countries which have high solar radiation. Finally, several examples and sizing rule of thumb are also described in order to give more specific information on the examined RES systems.

## A.3.2 PHOTOVOLTAICS

### A.3.2.1 Operation

A photovoltaic (PV) system converts solar radiation into electricity. It uses the most available and clean source of energy on the planet for producing electricity. PVs are ideal for producing electricity in an urban environment because they can be easily placed on building roofs. Moreover, they are noiseless, safe to use and they can fit any size or roof as their size can be small or big without any impact on their performance.

They comprise a photovoltaic array, to be installed on the building roof, and an electronic device, called inverter, which is used to convert the solar electricity and feed the electricity grid. Photovoltaic arrays consist of photovoltaic panels (or modules) which are electrically connected to form the array. Suitable inverters are selected to match the electrical characteristics of the photovoltaic array.

The above described systems do not store the electric energy. The produced electricity has to be directly consumed or be injected into the electricity grid. If the consumer wants to be independent from the electricity grid, the photovoltaic system has to include energy storage devices, such as batteries.

PVs will be the renewable power source to be installed in most public buildings in the upcoming decades. Due to high solar radiation in Mediterranean countries, they can produce electricity at lower cost than most other power sources, including nuclear. In some cases, they will be combined with energy storage so as to match the power profile of the produced electricity with the power profile of the electricity consumption of the building. However, this will depend on country specific electricity cost structures and restrictions for the connection of photovoltaics to the grid.

### A.3.2.2 Types of Solar cells

Solar cells consist of a semiconductor material which converts the sunenergy (sunlight) directly into electricity. The PV panels are made of several individual solar cells. Each one has a positive and negative semiconductor layer, creating an electric field which is used to convert the solar energy into electricity. Sunlight is energy in the form of

photons and when it strikes the surface of a solar cell a large amount of photons is absorbed by the solar cell, freeing up electrons in the semiconductor material and creating electric current. This phenomenon is called “photovoltaic effect”.

Solar cells convert only a percentage of solar energy into electricity. The value of this rate depends on the type of the solar cell. Today, the majority of market available photovoltaic modules have solar cells with efficiencies ranging from 14% to 18%.

Solar cell efficiency should not be the criterion for selecting a photovoltaic module for applications on public buildings. If the roof is limited, photovoltaic modules with higher efficiency are installed in order to fit more power on the roof.

The most used material for manufacturing PV solar cells is crystalline silicon (c-Si) which constitutes the raw material for 90% on the PV market. Solar cells made of single-crystal silicon are called monocrystalline and have efficiencies close to 19%. The polycrystalline cells made of multi-crystal silicon and have efficiencies close to 16%. The latter one is the most used material, since its efficiency is only a little lower than the single crystal cell efficiency but its cost is lower.

Different materials and manufacturing processes have been tried in order to decrease the manufacturing cost of solar cells. Many types of cells have been available in the market in the past. Most of them are not cost competitive today and they are not produced anymore. Among those which survive and still be commercially successful are the cadmium telluride (CdTe) cells which are the most commonly used thin-film and the amorphous silicon ( $\alpha$ -Si) cells. Thin-film solar cells use less material (layers of semiconductor materials only a few micrometres thick) and have faster manufacturing processes. The disadvantage of these cells is their relatively low efficiency, which make them undesirable when space is an issue.

Below are the types of the most commonly used solar cells in building applications.

| TYPE            |                                                                                     | Efficiency                                  | Area per kWp         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| Thin Film       |   | CdTe: 6-11%<br>CIGS: 12-14%<br>a-Si: 4.5-9% | 9-25 m <sup>2</sup>  |
| Polycrystalline |   | 11-16%                                      | 7-9 m <sup>2</sup>   |
| Monocrystalline |  | 11-19%                                      | 5,5-9 m <sup>2</sup> |

### A.3.2.3 Energy Performance

The optimum solution regarding the design of a building photovoltaic system depends on existing regulations and incentives, installation restrictions or aesthetics. The following cases describe 3 different typical examples.

1. When feed in tariffs (FIT) were available in Europe, photovoltaics on rooftops were a highly efficient investment and building owners were trying to use as much space available on the roof. In these cases, the objective was to have a system as large as possible and to inject all the generated energy into the grid.

2. Today, in many European countries there is net-metering or net-billing<sup>13</sup>. In these countries, the electricity produced in excess of the building consumption is fed to the utility grid for free or with a very low price. In these cases, users want to have a PV system that does not produce more electricity than the building consumption.
3. Many renowned architects have used photovoltaics to demonstrate the low impact of the building to the environment and to demonstrate the aesthetic integration of photovoltaics. In most of these cases the high energy production and cost effectiveness is not the main objective.

Today, net-metering regulations prevail in most European countries. Therefore, PV are sized to satisfy the building demand and not to exceed it. PV system energy performance and load profile have to be estimated in these cases. Design factors include the load size, the operation period (all year, summer only etc.) and the location of the system (solar radiation).

The electricity production from a PV system can be accurately predicted in most locations and specifically for Mediterranean countries varies from 1,250 to 1,650 kW/kWp. Below is a European map showing: a) The yearly sum of solar electricity generated by an optimal inclined 1 kWp PV system b) The yearly sum of global irradiation incident on optimal inclined south oriented PV modules. [source: Photovoltaic Geographical Information System<sup>14</sup> (PVGIS), It can be used to predict the performance of a photovoltaic system.

<sup>13</sup> It is a method of offsetting the energy production and consumption via the network from a PV system. The Net-metering systems belong to the interconnected photovoltaics as require a connection to the utility grid. The energy is offset annually by power consumption in kWh. Any excess energy at the end of the year is going into the grid without any compensation. The correct sizing of the PV system in order to produce, as much energy as it consumes for a year, minimizes the cost of energy consumed from the utility grid.

<sup>14</sup> Photovoltaic Geographical Information System<sup>14</sup> (PVGIS) : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>

### Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries

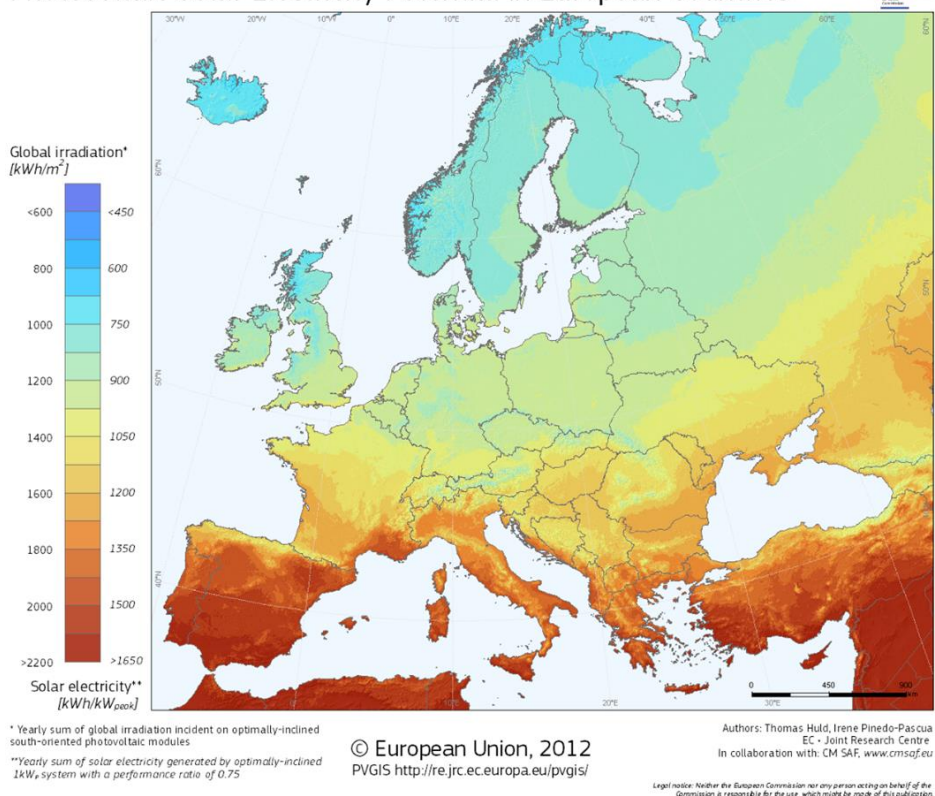


Figure 20: photovoltaic solar electricity potential in European countries

#### A.3.2.4 Different ways of integrating photovoltaics into buildings

Technical and aesthetic characteristics of the PV module must be considered in order to arrive at a satisfactory integration of PV into the building. A PV system can be integrated at the building's sloped or flat roof, into the building envelope or as a shading device. Crystal silicon solar cells need an area of 15 m<sup>2</sup>/kWp in a flat roof and 7-10 m<sup>2</sup>/kWp for a sloped roof (Friedrich Sick, 2007). Regarding the flat roof, more space is needed in order to avoid shadows, but it always depends on the latitude.

The various module types such as monocrystalline, polycrystalline and thin film have differing aesthetic considerations. This fact has to be taken into account mainly when PV modules are part of the building skin and are integrated on the façade of the building, the correct type of module has to be chosen in order to match with the aesthetic of the

building. This factor is even more important when PV systems must be integrated at listed buildings.

An example from CERTuS project is the Coimbra's City Hall building which is part of the property "University of Coimbra — Alta and Sofia" inscribed on the World Heritage List of UNESCO. As several restrictions are applied regarding the building's renovation, the use of PV tiles made from thin film is essential, as they do not cause high visual impact following the roof's inclination. The buildings' roofs where the PV system will be installed is presented below.



| Cell Type                | Thin film             |
|--------------------------|-----------------------|
| PV Power                 | 126,1 kWp             |
| Area per kWp             | 16,7 m <sup>2</sup>   |
| Roof Type                | Sloped 25°            |
| PV angle from horizontal | 25 °                  |
| Orientation              | South-North-East-West |
| PV Generation            | 143,311 kWh/year      |
| Annual Performance       | 1,136 kWh/ kWp        |

Figure 21: Coimbra City Hall with highlighted roof area for PV



Figure 22: Example of Solar tiles

Other examples of PV integration at CERTuS buildings, include the installation of monocrystalline panels on the sloped roof of the City Hall of Errenteria and the installation of polycrystalline panels on the flat roof of Alimos Environmental Office building.

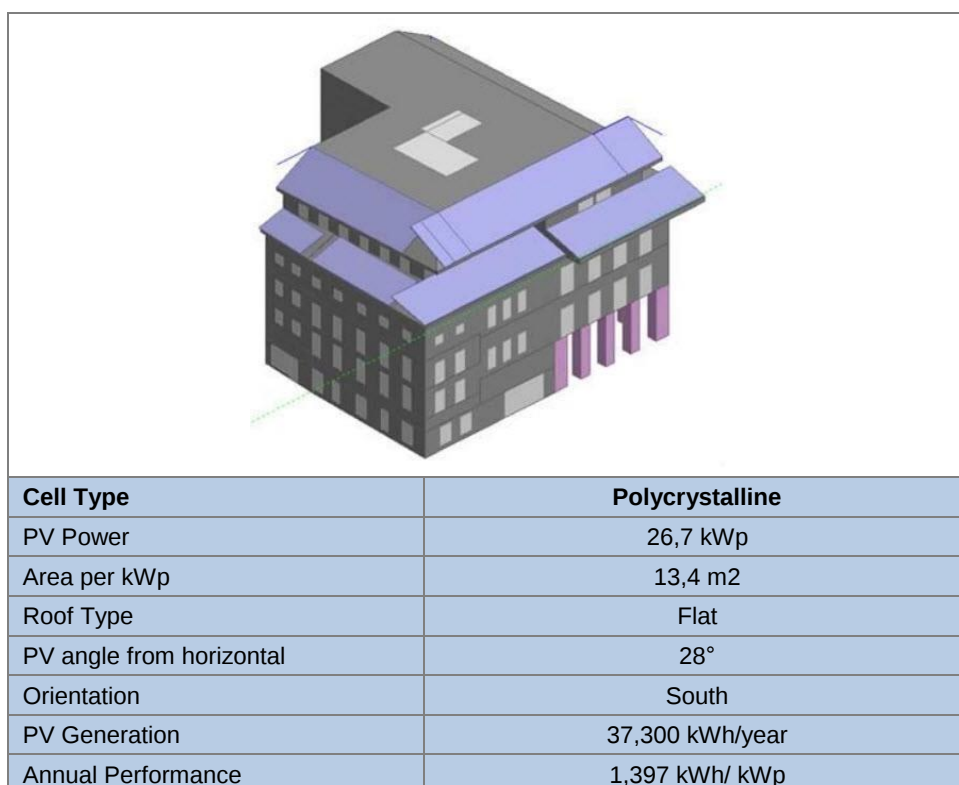


Figure 23: Errenteria's City hall sloped roof



|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| Cell Type                | <b>Polycrystalline</b> |
| PV Power                 | 26,7 kWp               |
| Area per kWp             | 13,4 m <sup>2</sup>    |
| Roof Type                | Flat                   |
| PV angle from horizontal | 28°                    |
| Orientation              | South                  |
| PV Generation            | 37,300 kWh/year        |
| Annual Performance       | 1,397 kWh/ kWp         |

Figure 24: Alimos Environmental Office with PV panels installed in flat roof

When integrating photovoltaics into buildings, the PV elements become part of the building, a collaboration between engineers and architects is essential from the aesthetic and technical perspective. Some general recommendations for buildings PV integration are given below.

- The visible parts of PVs such as surface texture and colour should be compatible with the other building skin materials and other façade elements in order to minimize visual impact
- The position and dimension of the PV modules have to be coherent with the architectural alignment of the building
- It is important to avoid shades by site obstructions, such as nearby buildings or trees, the system must be completely unshaded during the whole year for best performance
- It must be considered the impact that the climate and environment have on the PV performance as in cold and clear days the power production is maximised, while at hot and overcast days the PV system's output is reduced

- PVs in dusty environment and tilted angle close to horizontal must have easy access as they require washing to limit the efficiency losses

### A.3.2.5 Types of Photovoltaic systems

#### Off-Grid PV Systems

PV systems are very effective at remote sites especially in locations with no access to the utility grid. These systems require extra components such as a solar charge controller and a battery bank covering the entire energy needs of the building.

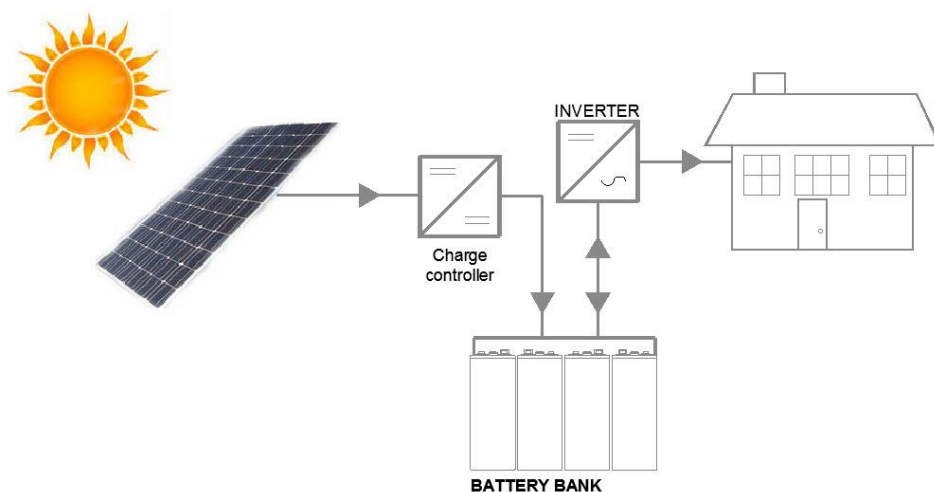


Figure 25: off-grid PV systems

#### On-Grid PV systems

PV systems may be connected to an electric distribution system (grid-connected). These systems require an inverter to transform the PV-generated DC electricity to the grid AC electricity. When the connection to the grid is according to net-metering, a two-way meter is used in order to offset the produced and consumed energy.

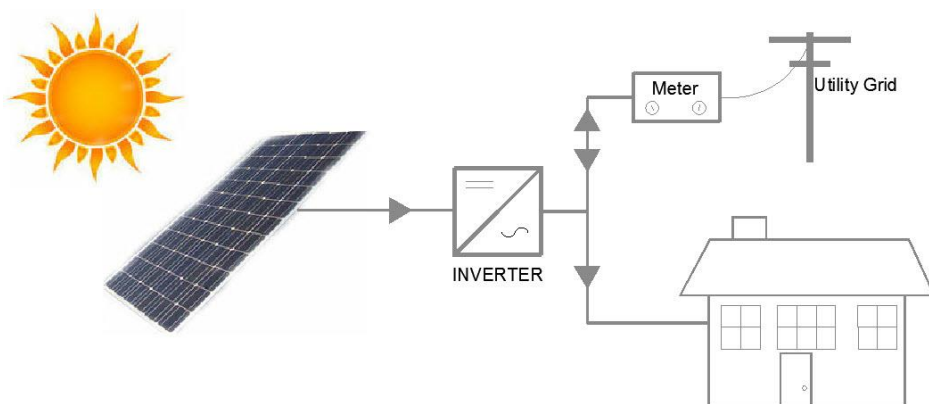


Figure 26: on-grid PV systems

### On-Grid with Storage PV systems

These systems use the utility grid as backup for electrical power and the battery bank for storage. Excess electricity produced from the PV system is not fed into the grid but it is stored at the battery bank and it can be used when there is no sunlight, maximising the rate of self-consumption. When these systems operate according to net-metering, the financial benefits are increased as less energy throughout the day has been consumed using the grid connection. The utility grid should only be used as the last energy resource.

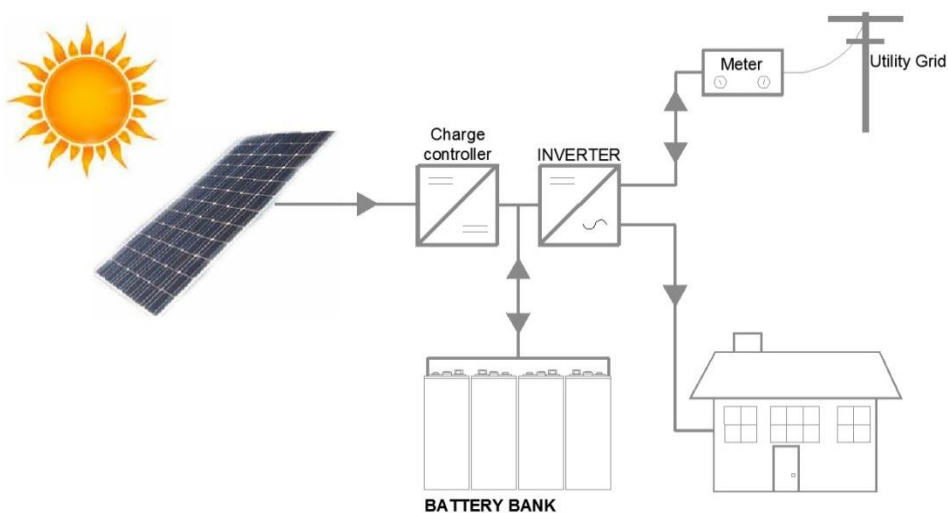


Figure 27: On-Grid with Storage PV systems

#### A.3.2.6 Applicability and Cost

Nowadays, the tariffs intend to promote the self-consumption of electricity, to avoid consumption from the electrical grid. When the energy is injected into the electrical grid the tariff is very low and reduces the cost-effectiveness of the generation facility. For this reason, the application of PV in public buildings (city halls, schools, etc.) is the most preferred one as these buildings operate during the daytime when the system produces energy. In addition, the energy needs from others technologies (e.g. VRF, AC, etc.), which are very efficient and at the same time they are widespread in the market, can be combined with PV. This fact makes this system the most cost efficient one as the cost for purchase, installation and maintenance is not high.

#### A.3.2.7 Limitations

PV present some limitations, such as:

- Produce energy only during daytime and have low performance on cloudy or rainy weather and at very high air temperatures
- Installation area must have sufficient free space, be free of shadows and have south orientation
- PV panels should be oriented to South (in the North hemisphere) and inclined with an angle that is slightly lower to the latitude of the location where it is installed.
- The optimum inclination (relative to the horizontal plane) for maximizing the performance of the photovoltaic during the whole year, is relative to the horizontal plane depending on the latitude of the geographical location. When the integration of PVs is on existing buildings is not always possible to install them with the optimum inclination.
- Even though PVs are widely used, their installation on buildings still requires special attention with respect to aesthetic integration in order to avoid visual impact.
- Integration in vertical facades will result in the reduction of the system efficiency producing much lower output (kWh) especially in southern countries.

#### A.3.3 SOLAR THERMAL

Nowadays, Solar Heating and Cooling (SHC) do not have much contribution to world energy demand. However, the SHC roadmap

envisages that if concerted action is taken by governments and industry, solar energy could annually produce more than 16% of total final energy use for low temperature heat and more than 17% of total final energy use for cooling (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), 2012).

#### A.3.3.1 Operation

Solar water heating systems are appropriate for covering buildings' need for domestic hot water, space heating and space cooling. Their operation based on the conversion of sunlight into usable energy form to heat up water by using solar thermal collectors.

The operation of this system during winter in order to cover the needs for heating is quite simple. The hot water which is produced from the collectors and is concentrated in the storage tank goes directly to the building. Then, it is used accordingly by the terminal units (fan coils, underfloor system, etc.) to heat up the spaces.

The operation of this system during summer, when cooling is needed, is different and more complex. The absorption chiller which is the most common system for solar cooling, use solar collectors to heat up water and a thermal-chemical absorption process to produce cold water without using electricity (Solar Energy Industries Association, 2016). The cold water is then led to the terminal units (fan coils, underfloor system, etc.) in order to cool the spaces. Each room can have a different temperature depending on the users' requirements.

It is also important to mention that from numerous solar-powered air conditioning projects with absorption systems was pointed out that the single-effect absorption systems<sup>15</sup> are limited in COP to about 0.7, and so they require large collector area to supply the solar heat needed for their operation (SOLAIR, 2009). There are also available on the market the double-effect systems<sup>16</sup>, with COP to about 1.0 - 1.2 and the triple-effect systems<sup>17</sup>, with COP of about 1.7.

<sup>15</sup> They have only one heating level of the working fluid (dilute solution).

<sup>16</sup> They have two stages of vapour generation to separate the refrigerant from the absorbent. The heat transfer occurs at a higher temperature compared to the single-effect cycle.

<sup>17</sup> Each unit of heat is used in three different desorber to generate vapour.

There are also the “combi-systems” which are solar heating systems for combined domestic hot water and space heating. These systems have the same type of solar collectors with the above described systems but they have a larger collector area and usually larger storage to meet the space heating needs and water heating demand. This system has potentials for widely used in countries that high level of sunshine, as for example in the Mediterranean countries.

### A.3.3.2 Applicability and Cost

These systems can be integrated both in existing and new buildings and can be combined with terminal units such as radiant floor, fan coil, etc. They can be used even with conventional radiators but only for heating. The most used collectors for space heating and cooling are the *Flat Collectors*, but the *Evacuated Tube Collectors* are suitable for these systems too.

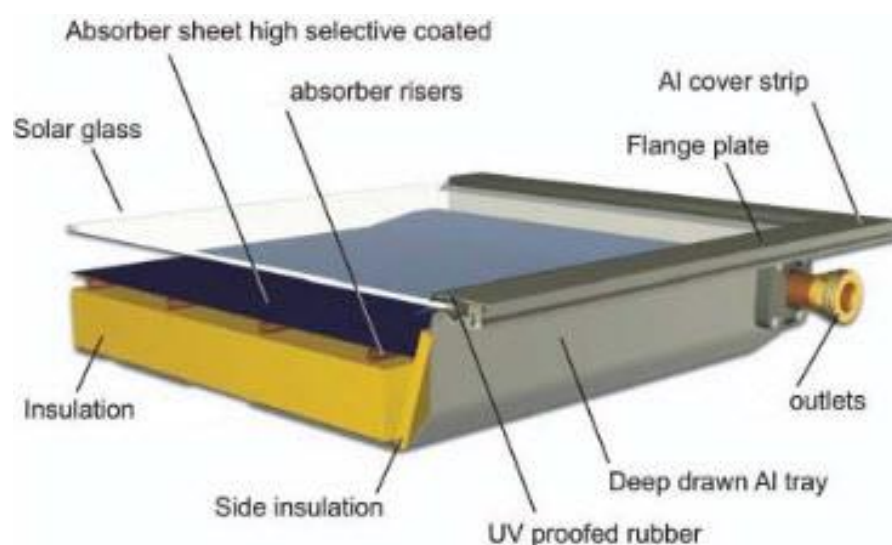


Figure 28: Parts of flat collectors

According to the water inlet temperature, solar collectors can be efficient and suitable for the radiant floor's requirements. More specific for the underfloor heating systems, the temperature of the circulated water (heating mode) needs to be around 45 °C, which is significantly lower than the one for radiators. As well, the temperature of circulated water for radiant floor or chilled ceiling (cooling mode) has to be around 18 °C. The under floor heating is more efficient when it is always ON as its

response is very slow, for these reason is more suitable for buildings which need heating or cooling the whole day. Regarding other terminal units, the absorption chiller has to cool down the water (cooling mode) at around 16 °C and 7 °C when the solar thermal system combined with supply air system and fan coils respectively. (TRANS-SOLAR, 2010)

Concerning the sizing of the system, in hot and sunny climates, the required collector area (rule of thumb) is approximately 2 m<sup>2</sup> per kW of cooling capacity and 4 m<sup>2</sup> per kW heating capacity (excluding storage). The needed area to install the required collectors is quite large, but this area could be reduced by employing systems with improved COP. These systems may be adapted to and employed in a solar-powered installation, with high temperature solar collectors (such as evacuated tube collectors).

Regarding the cost of the solar thermal systems, the cost of the equipment is still high so the fixed costs of these systems is much higher than conventional systems. On the other hand, the life-cycle cost of a solar water heater system is lower than this one of a conventional heating system and the operating costs is lower compared to the costs of buying fossil fuels (TRANS-SOLAR, 2010). Also, it is important to mention that solar water heating system are more cost effective the southern they are installed.

#### **A.3.3.3 Limitations**

The visual impact caused by these systems is the main problem (especially when the storage tank is coupled with the collectors). In buildings inside historic district the visual impact can also be an issue.

Solar heating and cooling is difficult to be integrated due to the limited sunlit space available for such installation within the dense built environment. Even though the building has the required space for this installation, this system is not the optimum choice as it has very low performance and covers only a part of the annual cooling-heating load of the building. For this reason, this system has to be combined with other systems in order to be secured the thermal comfort inside a building. More specific for the building of environmental services office in Alimos (case study of CERTuS), was investigated the option of using solar heating and cooling system. This building has an available roof of about 300 m<sup>2</sup> and total need for heating and cooling loads of 35,300 kWh.

Even though the proposed system could cover only 30% of the total loads for heating and cooling.

Furthermore, innovative technologies that could contribute in achieving nZEB levels are still new on the market and costly. An example of this situation is the high price of solar water heating system due to low market penetration. This system is expected to enter the market between 2015 and 2020.

#### A.3.4 GEOTHERMAL ENERGY

Geothermal energy is stored thermal energy beneath the earth's surface (underground, underground water, steam or hot air) with temperatures of 25 - 350 °C. As this is an inexhaustible and clean energy source utilized in power generation, agricultural and industrial applications, greenhouses, aquaculture, desalination of sea water, thermal baths and more.

Regarding the use of thermal energy in buildings, the term refers to the thermal energy from the ground with a temperature below 25 °C which results from the storage of incident solar radiation. In this case the exploitation depth is typically less than 150 m (shallow geothermal), and is mostly used to produce cooling and heating and hot water in domestic and other premises by using ground source heat pump. The shallow geothermal advantage is that it is available everywhere and is quite easy to exploit.

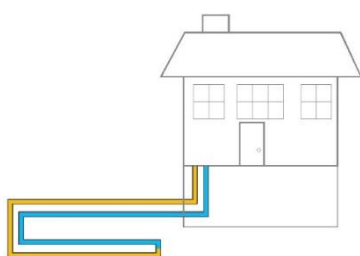
##### A.3.4.1 Operation

A ground source heat pump (GSHP) is a central heating and/or cooling system that transfers heat to or from the ground. This system can be used to provide home heating and domestic hot water heating. They can also provide cooling. Depending on latitude, the temperature beneath the upper 6 meters of ground maintains a nearly constant temperature around 18 °C. These systems use a heat pump to force the transfer of heat from the ground. GSHP's are mainly combined with low temperature distribution systems such as underfloor heating, the lower the temperature required by the distribution system in the building the more efficient the system will be.

### A.3.4.2 Geothermal Systems Integration

There are several types of geothermal systems. Three of these (horizontal, vertical, and pond/lake) are closed-loop systems and the fourth type is the water open-loop option. Their choice depends on the conditions available (climate, soil conditions, available land, and installation costs). All of these systems can be used both for residential and commercial building applications.

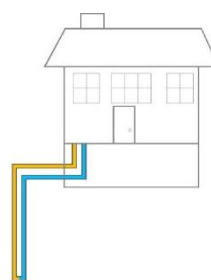
#### *Horizontal – Closed Loop System*



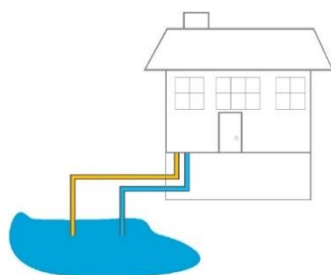
This system is suitable for constructions where adequate land is available around it. It needs trenches at least 1.2 meters deep. There are two common layouts, the first one uses two pipes, one buried at 1.8 meters and the other at 1.2 meters, and the second one uses two pipes placed side-by-side at 1.5 meters deep in a 0.6 meters wide trench. The Slinky™ method which uses looped pipe allows more pipes in a shorter trench. This fact reduces the installation costs and makes horizontal installation possible in smaller available areas. (ENERGY.GOV, 2016)

#### *Vertical – Closed Loop System*

This system is used mainly when the soil is too shallow for trenching and when the needs of a building are too high to be covered with horizontal loops. For a vertical system, holes (diameter around 10 cm) are drilled about 6 meters apart and 50 to 150 meters deep. These holes enclose two pipes which are connected at the bottom with a U-bend to create a loop. The vertical loops are connected with horizontal pipe which in turn is connected to the heat pump in the building. (ENERGY.GOV, 2016)



#### *Water – Open Loop System*



This system is used mainly when a well or surface body water exists. The water used as heat exchange fluid and circulates directly through the GHP system. After the end of the circulation the water returns to the ground. This system is suitable only if there is

sufficient supply of relatively clean water, and all local codes and regulations regarding groundwater discharge are satisfied. (ENERGY.GOV, 2016)

#### A.3.4.3 Applicability and Cost

The most important factor regarding the applicability of the system is to locate areas which prove to have temperature differentials that could justify GSHP implementation.

Geothermal heat pumps can be combined with low temperature heating and cooling systems (underfloor heating, fan coils, duct air, etc.) but also with conventional radiators. The combination with conventional radiators need the less possible interventions inside the building but is not very efficient.

A well performed combination for public buildings is the use of GSHP with VRF. This system combines the advantages of both technologies into one system, making it one of the most efficient HVAC systems available for many applications especially for buildings which host public services. By using ground water loops, multi-speed fans and variable speed compressors, ground-source VRF heat pump systems achieve higher savings than GSHP or VRF on their own.

For buildings with 24 or nearly 24 hour operation, another option is the use of GSHP with underfloor heating because GSHP is more efficient if combined with a large warm water circuit (like underfloor heating) rather than a small high temperature circuit (like conventional radiators). The efficiency of a heat pump when supplying a distribution system at 35°C will be approximately 25% higher than if it had to supply a distribution system at 45°C (Ground Source Heat Pump Association, 2007). Also, to maximize the efficiency of a heat pump when providing heating, it is important not only to have a low temperature distribution system in the building, but a large radiant surface too. More specific, a GSHP under these circumstances can achieve a COP around 4. Additionally, GSHPs are emission free at the site of use and need no flue or chimney.

As it was mentioned, the underfloor heating is not the optimum choice for public buildings which operate 8-10 hours per day. This system is more efficient when it is always ON as its response is very slow and energy consuming, therefore it is more suitable for buildings which need

heating the whole day. For this reason, the best choice for buildings like schools and city hall is a GSHP combined with VRF system.

Regarding the sizing of the system for space heating, the general rule of thumb is that for every 1 kW required, there is a requirement for 10 m of horizontal piping. For vertical bore-hole piping, every 100 meters delivers around 3 to 5 kWp of heat capacity, depending on the type of soil or rock and the ground temperature. Under the GROUND-MED project a study for Regional Administration building in Coimbra, Portugal was undertaken in order to install GSHP. The conditioned area of the building was 586 m<sup>2</sup> and the heating and cooling power demand was 34 kW and 48 kW respectively. In order the building's needs to be satisfied, seven vertical boreholes up to a depth of 125 m were drilled (A. Almeida, J. Fong, A. Quintino, A. Carvalho, 2014).

The maintenance cost is not too high as there is no need for safety checks for GSHP and regular maintenance requirements are very low. The maintenance procedure includes pre-heating season checks of the water pump, external pipes and fittings and electronics. Also, the life expectancy is very long, typically 20-25 years for the heat pump and over 50 years for the ground coil (Ground Source Heat Pump Association, 2007).

#### **A.3.4.4 Limitations**

Even though the geothermal heat pumps are very efficient there are few limitations which prevent their widespread use. The main constraints are the following:

- Most of the buildings may have problems concerning the surrounding areas making the installations of such systems not viable.
- The geothermal heat pump, although very efficient, is difficult to be installed in a dense built environment because of lack of space to accommodate the drilling rig.
- Creating passage for these pipes and other components makes the installation in historic areas/buildings rather difficult.
- The main constraints are still the initial investment in the system and the associated costs (e.g. the need to perform the necessary geological surveys).

### A.3.5 BIOMASS

The term biomass mean any material derived from living organisms (such as wood and other forest products, crop residues, animal wastes, waste from food industries, etc.) and can be used as fuel for energy production. Burning biomass releases as much CO<sub>2</sub> as it was absorbed during the plants' life so it has no impact on the environment. Biomass can be used to produce heat or electricity through the corresponding procedures, but at building integration scale only the first use is described.



Figure 29. Types of biomass

#### A.3.5.1 Operation

The most common biomass-based systems for buildings such as city halls, schools, etc, are the biomass boilers. This kind of boilers work in a very similar way to conventional oil or gas boilers, combusting the fuel to produce heat that is then used to heat water. The boilers using wood chips are high-tech devices with automatic fuel feeding. They are operating at high temperatures and their efficiency is greater than 90% (similar to efficiency of oil-based boiler).

The use of biomass for the building heating has no major legal restrictions. Regarding the fuels, they have to be certified and the heating systems have to satisfy all the provisions of law in order to ensure the proper operation.

The increasing interest in biomass energy and biofuels has been the result of the following associated benefits (Biomass Energy Center , 2011):

- “carbon free” fuel as the carbon emissions are negligible compared to fossil fuels
- can be sourced locally contributing to security of supply
- support the rural economy
- the establishment of local networks of production and usage, this fact minimise the transportation costs
- the use of biomass fuel provides an economic incentive to manage woodland which improves biodiversity
- current biomass combustion systems are modern with high quality, offering high combustion efficiency comparable with the conventional boilers
- biomass residues, co-products and waste are not toxic

#### **A.3.5.2 Applicability and Cost**

For the buildings with central heating system based on oil-burning boiler the use of biomass needs the less possible changes on the heating system. For this reason, the use of pellet is the most feasible one. In this case the integration of the boiler is not challenging as it can replace the conventional one. Also, the biomass-burning boiler can be combined efficiently with other systems such as water-to-air Air Handling Units (AHUs) in order to cover the heating loads. The difficult part of the integration is the large space which is needed for the installation of the automatic feeding system and pellet storage. More specific, for annual heating energy demand 140 MWh the recommended system size is 100 kW. In order for these needs to be satisfied the volume of the required wood pellets at 10% moisture content (MC) is 44 m<sup>3</sup> (with density 670 kg/m<sup>3</sup>) (Biomass Energy Center , 2011).

The maintenance cost is not high as the system needs 4 times a year hob cleaning and 1 time per year chimney, exchange surfaces and fan cleaning.

In conclusion, the biomass-burning boiler is a technologically mature system, which can be easily integrated and with high COP. Once there is adequate space for automatic feeding system and pellet storage it is a reliable solution. For this reason, in two of the CERTuS buildings, Lekuona in Errenteria and Municipal Library in Alimos, biomass-burning boiler will be installed. Specifically, in order to cover the heating needs for Lekuona, a 201 kW boiler combined with AHUs is proposed. Furthermore, for the Municipal Library, the proposal foresees a 75 kW boiler combined with radiators.

#### A.3.5.3 Limitations

As it was mentioned the conversion of conventional boiler to biomass one is the easiest way to integrate RES in building. However, there are few limitations which are:

- It needs to be feed of fuel even if it has automatic feeding system.
- It is important to mention that solid fuels have ash content at least 1%, this means that for each ton of pellet which is burnt 10 kg remains in the form of ash in the boiler. For this reason, in order to ensure an efficient operation, the system has to be cleaned regularly.
- Require an adequate storage space for the fuel, since each ton of pellet needs almost 1.5 m<sup>3</sup> of storage space.
- Biomass boiler has integration potential but its use would require extra equipment in the building just for heating.

#### A.3.6 WIND TURBINES

Wind energy is the energy that results from the conversion of the kinetic energy of wind into electrical energy using a wind turbine.

##### A.3.6.1 Operation

The size of the system depends on building's energy needs and the annual average wind speed of the site. In a typical residential application, wind turbine of 4-10 kW can meet the energy needs. A well performed small wind turbines usually has efficiency of 30-35%.

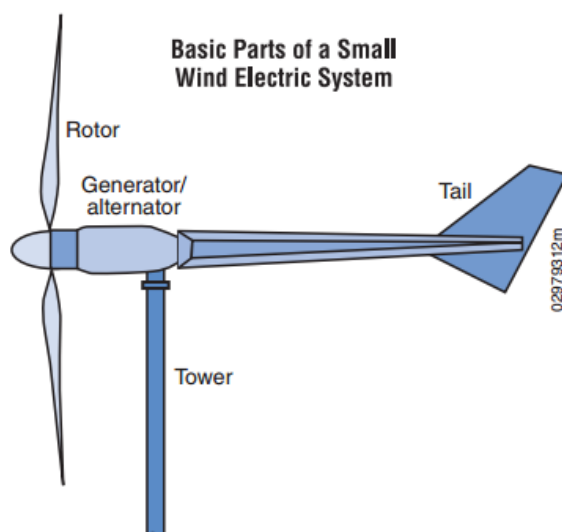


Figure 30: basic parts of small horizontal axis turbine (U.S. Department of Energy, 2016)

Wind turbines are divided into two main types: vertical axis turbines and horizontal axis turbines. On the world market the horizontal axis wind turbines have gained market share in about 90%. It is also important to mention that the noise level of most modern small turbines is about 52-55 decibels.

Apart of the wind potential of the site another main factor which affects the wind turbines performance is the size of the blades. The larger the blades, the greater its energy production. Doubling the length of the blades, increases four times the power for constant speed. Also, doubling the wind speed, increases eight times the produced energy for constant size. Most manufacturers' specifications refer to wind speed of 12 m/s but common wind speed varies from 5 to 6 m/s. However, wind at roof top levels is rarely this high for any extended period of time, especially in an urban environment.

#### A.3.6.2 Wind Turbine Integration

Wind turbines do not start reaching a steady energy producing level until they are about 9 metres higher than the highest tree or building in the area and at least 90 meters away from any obstructions. This would necessitate a pole mounted turbine on at least 4000 m<sup>2</sup> of free land, which is almost impossible to achieve in a city. (U.S. Department of Energy, 2007)

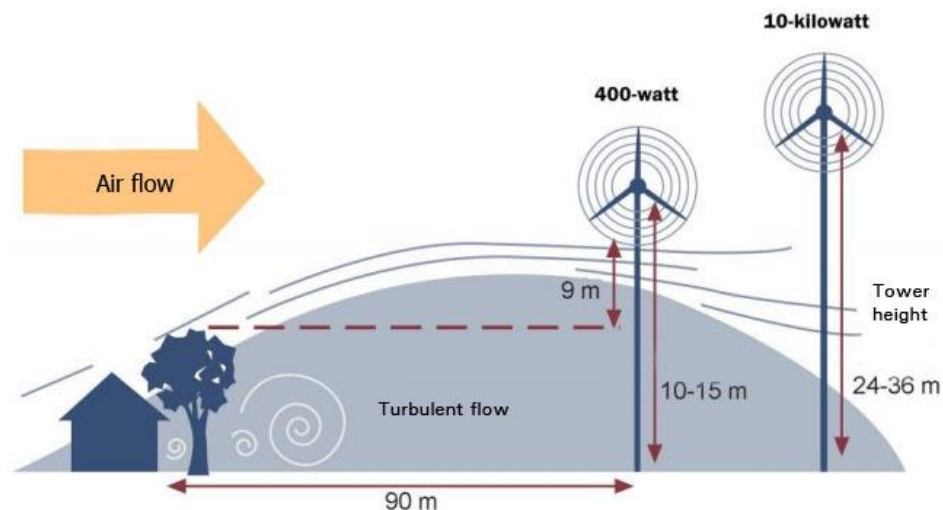


Figure 31: parameters for small wind turbine installation (U.S. Department of Energy, 2016)

### Horizontal Axis Turbines

Horizontal axis means the rotating axis of the wind turbine is parallel with the ground. The main advantage of horizontal wind is that it has better performance compared to other type of wind turbines. The disadvantage of horizontal axis is that it is heavier system, it does not perform well in turbulent winds and it causes high visual impact on the surroundings buildings.



### Vertical Axis Turbines

Vertical axis means the rotating axis of the wind turbine is vertical with the ground. Vertical axis turbines are primarily used in small wind projects where the energy needs are not very high and at the same time the wind direction is highly variable.



### *Applicability and Cost*

In wind farm applications, horizontal axis wind turbines are almost the only ones used. However, regarding the small and residential wind turbines applications, vertical axis turbines have share of the market.

Prerequisite for any next step is to measure the wind potential at least for six months at exact position and height of the wind turbine. In order the installation to be economically feasible it is required a medium level wind 5 m/s (rule of thumb). This is difficult, but not impossible within the urban environment.

It also important to mention that the vertical axis wind turbines are the optimum choice where the turbines cannot be extended too much above the building and so they cannot take advantage from steady wind.

Regarding the size of the system, turbines used in residential applications can range in size from 400 watts to 20 kW (100 kW for very large loads). More specific a 1.5 kW wind turbine will meet the needs of a building requiring 300 kWh per month in a location with a 6.26 m/s annual average wind speed. (U.S. Department of Energy, 2016)

Although small wind turbines are very durable machines, they do require some annual maintenance which is not expensive. After 10 years, the blades or bearings may need replacement, but if the installation and maintenance is the required one, the turbine should last up to 20 years or longer (U.S. Department of Energy, 2016).

### A.3.6.3 Limitations

In general, mounting turbines on rooftops is not recommended. All wind turbines vibrate and this vibration is transmitted to the construction on which they are mounted. This can lead not only to noise but to structural problems too. Also, the vibration can cause excessive turbulence that can shorten the life of the turbine (U.S. Department of Energy, 2007).

Furthermore, there are the following constraints:

- Visual impact specially in historic areas;
- Moving shadows cast by the blades on windows can affect visual comfort inside neighbouring buildings;
- To make wind power cost-effective, turbines need access to strong and sustained winds, which are not available on rooftops.

### A.3.7 REFERENCES

(2016). Retrieved from Office of Energy Efficiency & Renewable Energy: <http://www.eere.energy.gov/>

A. Almeida, J. Fong, A. Quintino, A. Carvalho. (2014, October 31). GROUND-MED, *Demonstration of Ground Source Heat Pumps in Mediterranean Climate*. Retrieved October 20, 2016, from [http://groundmed.eu/demonstration\\_projects/ground\\_med\\_project\\_3/](http://groundmed.eu/demonstration_projects/ground_med_project_3/)

Biomass Energy Center . (2011). *BIOMASS Energy Center* . Retrieved September 15, 2016, from <http://www.biomassenergycentre.org.uk/>

CRES. (2005). Centre for Renewable Energy Sources and Saving (CRES). Retrieved September 15, 2016, from <http://www.cres.gr/climasol>

ENERGY.GOV. (2016). ENERGY.GOV - *GEOTHERMAL HEAT PUMP*. Retrieved September 15, 2016, from <http://energy.gov/energysaver/geothermal-heat-pumps>

European Union. (2009, April 23). EUR-Lex, Access to European Union law. Retrieved September 19, 2016, from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=en>

Friedrich Sick, T. E. (2007, January 1). *Solar Heating and Cooling Programme (SHC)*. Retrieved 2016, from <https://www.iea-shc.org/>

Ground Source Heat Pump Association. (2007). Ground Source Heat Pump Association. Retrieved September 15, 2016, from <http://www.gshp.org.uk/>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). (2012). *Technology Roadmap: Solar Heating and Cooling*. Retrieved September 15, 2016, from <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-solar-heating-and-cooling.html>

SOLAIR. (2009). SOLAIR. Retrieved SEPTEMBER 15, 2016, from <http://www.solair-project.eu/218.0.html>

Solar Energy Industries Association. (2016). Solar Energy Industries Association. Retrieved September 15, 2016, from <http://www.seia.org/issues-policies-solar-technology-solar-heating-cooling/solar-cooling>

TRANS-SOLAR. (2010). *Transfer of experience for the development of solar thermal products*. TRANS-SOLAR.

U.S. Department of Energy. (2007, August). ENERGY.GOV. Retrieved September 19, 2015, from <http://energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>

U.S. Department of Energy. (2016). *Installing and Maintaining a Small Wind Electric System*. Washington: U.S. Department of Energy.

**(E.G, B.N)**

## A.4 HISTORIC BUILDINGS DEEP RESTORATION

### *Background and General Knowledge*

50 million buildings throughout Europe are 50 years old or more and, although a small share is officially listed, many of them present some historic, architectural, artistic and social value. Historic buildings are often left apart from sustainable and technological development because of their complex legislative framework, which also led to their exclusion from national obligations towards the reduction of energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. Consequently, energy related interventions, and, even more the application of the nZEB concept on historic buildings can be very difficult. However, their potential for energy savings is significant and the implementation of energy related techniques adapted to their specific characteristics it is not impossible.

The objective of retrofitting historic buildings should be focused on the following aspects:

- Improving comfort and indoor environmental quality
- Improving durability of the building as a conservation measure by improving its thermal performances thus ensuring its use and maintenance
- Reducing energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions

Historic buildings were built to respond to specific climatic conditions while securing the optimal environment for living. Nevertheless, comfort levels as well as climate have changed over time. In order to ensure liveability of these buildings and adapt them to modern lifestyle, sustainability is a key issue, which should be tackled by introducing solutions and interventions able to respect and maintain their values. Therefore, the actual knowledge of the historic building and its energy behaviour is essential for the preservation of its values before making any intervention in order to avoid invasive operations. At the same time it is very difficult to acquire an appropriate level of knowledge when operating on historic constructions; in fact, often it is not possible to determine the thermal and physical behaviour of materials and their current and/or potential performance. Conversely than in modern and contemporary buildings, the thermal behaviour of the historic ones comes from thermal inertia of the walls, of which, very often, the

stratigraphy and construction techniques are unknown. Moreover, historic buildings are often not heated or equipped with heating systems, able to guarantee a constant comfort of indoor air quality.

Nowadays the evaluation and modelling of the energy behaviour of the historic buildings is carried out with the same tools and methods used for contemporary constructions, which do not take into consideration problems and specificities of historic buildings. The majority of available tools are designed for contemporary constructions, whose materials characteristics and technological systems are well known. These evaluation systems are also adopted for historic buildings, even if they present considerable differences in morphology, technology and materials compared to modern ones, showing several limitations of application and suitability of results. Very often these kind of evaluations induce to radical interventions or replacement of building elements (i.e. windows frames) without any real benefit from the overall energy efficiency point of view and exacerbating the breathability of the structure.

An overview of the problematic of the historic buildings (not only from an energy point of view) helps to calibrate the possible solutions and alternatives of the intervention, considering also the future management of them. The choice of intervention can be related to the following topics:

- the building envelope;
- the building equipment;
- lighting, including the use of both artificial light sources, as well as natural illumination;
- passive solutions;
- introduction of systems for the production of renewable energy.

### *Building envelope*

Historic buildings are working in a very different way with respect to the modern and contemporary ones and they are, oftentimes, thermally less efficient than those built according to recent and current building codes. The walls of the ancient buildings have a high degree of thermal inertia, ensuring constant thermal and lenses exchanges with the external environment, according to the daily and seasonal temperature range. Furthermore, thermal losses -through the vertical envelope- are not very common, except at certain points in which there is a reduced thickness

or a discontinuity of the masonry. Intervening by insulating the envelope (through outer coat) to those types of buildings is often harmful and useless. The risk is to cause condensation phenomena, decreasing the permeability of the different layers, by altering the porosity of existing materials. Moreover, the interaction between 'new' and 'old' parts should be carefully assessed, not only from the aesthetic point of view, but mostly by the chemical, physical and mechanical compatibility, to avoid further deterioration. For this reason the thermal insulation must comply with the permeability and breathability of the existing wall system, or must be balanced by alternative measures for the dissipation of moisture in excess, such as an increase of natural ventilation, which increases the thermal dispersions.

Among the insulating materials available on the market, the ones which are usually particularly suitable for historic buildings are the natural fibrous materials, both organic and inorganic, able to reduce heat transmission by convection and radiation. Furthermore, their structure makes them breathable and hygroscopic, thus compatible with the thermo-hygrometric characteristics of traditional masonry. Concerning inner insulation, the reduction of useful surface should be considered. In this case, materials with high performances and reduced thickness should be preferred, such as radiant barriers or vacuum insulation.

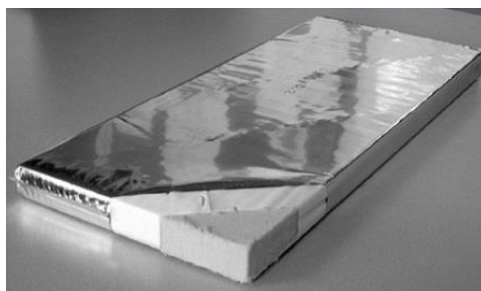


Figure 32: Vacuum insulated panel



Figure 33: Radiant barriers

A deeper comparison between ancient and modern building indicates that modern and recent constructions (mainly of the tertiary sector) are commonly designed and conceived as sealed units, with low or non-existent natural ventilation, which frequently requires for mechanical ventilation systems. Historic buildings have, instead, a natural envelope 'breathability', depending on the porosity of materials, construction systems and natural ventilation of the whole structure. Traditional and

historic buildings are built with materials having a high degree of vapour permeability, which, in the presence of high relative humidity values, respond differently than the hard and waterproof materials used in modern constructions. It is important to recall that the presence of moisture in historic walls constitutes a further risk both from a mechanical and deterioration point of view.

Roofs represent the portion of the envelope which is more subject to chemical, mechanical and physical stress due to atmospheric agents. Where possible, interventions should be focussed on the improvement of the passive systems of the buildings, such as the realization of skylights, ventilation chimneys or the integration of active systems for energy production.

In the energy balance of the envelope, windows and frames represent a critical point of the design project due to its characteristics (heat loss through glazing and joints/seals) and its functional characteristics (air exchange and ventilation). It is important to consider that interventions on windows alter the original aspect of the building but, at the same time, managing the relationship between new and old parts is a priority. This should be especially considered on buildings with high thermal mass, as its energetic behaviour can change due to introduction of new elements that regulate ventilation.

Traditional glasses generally don't have good properties of heat transmission resistance. Its replacement by glazing with higher heat resistance improve the envelope performances by reducing energy losses.

### *Building equipment*

The improvement of energy efficiency of a building should foresee intervention on the equipment, especially regarding the production of thermal energy, necessary for heating and hot water. There are many solutions available on the market and modern boilers have very high performances compared to traditional ones.

The inclusion on the equipment should comply with standards calibrated on the historic buildings and not yield to the temptation to the automation at any cost. Should be preferred the quality and simplicity, both in the insertion of the equipment, as well during management and

maintenance. These phases should be very smooth and never entail destructive operations.

In the design and management of air conditioning systems, it is advisable to diversify the heating / cooling systems for the different parts of the building, according to the specific characteristics, orientation, total structural mass, provision of the structural elements and the use of the different areas. The installation of new air-conditioning systems helps to maintain optimal conditions for the preservation of the historic buildings. It is necessary to carefully evaluate all the variations induced from the ignition of the systems which may affect the thermo-hygrometric values of the building areas. The systems should be brought to full operation in a long time, checking regularly the humidity values within the different areas of the building.

Improving the energy efficiency and the amount of energy used for the building air conditioning, depends on a number of factors related to the indoor and outdoor climate conditions: (i) the 'passive solutions' of the building (technological and constructive characteristics which take advantage of the outdoor climate), (ii) the 'active' solutions of the building (equipment that can control and modify indoor climatic conditions) and (iii) the type of systems for energy generation.

### *Lighting*

In reference to the guiding principles of restoration, also in this case, the compatibility between old and new should be sought. This results in the search of old plants and pipes and their adaptation, considering the possibility of a partial re-use and the selection of tailored solutions and materials which are minimally invasive and compatible with the old structures. On an aesthetic level, it implies the specific choices regarding the visual and spatial impact. Reversibility should also be taken into account, thus it is preferable to select exposed system or existing cavities, rather than the creation of walls ducts. These criteria are pushing industries and professionals to analyse and propose new solutions and products in response to this specific market demand.

### *Passive strategies*

Traditional buildings can hardly comply with the current requirements for thermal comfort in buildings. However, they employ a range of passive strategies of climate control that can be utilized in combination with

active systems in order to reduce the energy demand. While retrofitting for energy efficiency, people often forget to take into consideration how their building worked when it was constructed. A common scenario is choosing a type of insulation to increase airtightness to prevent the heat loss, resulting in a decrease of natural ventilation, increase of moisture content in the structure which often leads to the appearance of mould.

Even if impact should be evaluated on each individual building, enhancing the passive principles and educating users can add to significant savings in energy use. Using shading devices, proper ventilation of spaces and nurturing vegetation in surrounding areas, save heat in cold season and provide coolness during warm season.

### *Renewable energies*

One of the major barriers in the implementation of solar energy in historic buildings is the impact on the appearance of the volume, the materials and the surfaces of the structure. The importance of planning interventions which are based on the reversibility and on the non-invasive use of technologies has to be therefore considered, taking into account the heritage significance of the building. Solutions should be addressed in each case, according to the possible available technologies.

The most common system of Renewable Energies is still represented by the photovoltaic (PV). Concerning photovoltaic it has to be considered that through a continuous surface of panels better performances are achieved with respect to the use of small elements. Performance depends on the size of surface, orientation as well as gradient of the panels. In historic buildings, the implementation of PV panels on the roof, while respecting orientation and gradient, presents difficulties to achieve optimal benefits from an energy point of view. In order to obtain optimal cost-benefit ratio, it is usually recommended, especially if buildings are located in historic centres, to allocate the production systems in an exterior area, on parking or industrial spaces. The most used systems is the inclusion of PV panels of different sizes on architectural elements. Nevertheless, there are other PV elements available on the market, which are usually smaller than traditional panels and integrated in constructive elements. These can be more suitable for historic buildings, such as PV tiles, the PV film that can be applied on windows or glass plates integrating PV cells.

Same considerations apply to the use of solar thermal systems. In historic buildings it is usually recommended to adopt system with internal tank. The installation of panels should be analysed in order not to modify the architectural perception of the building and solutions with chromatic mimicry should be preferred.

Examples of the use of heat pumps, biomass and geothermal are in historic buildings or centres are still less known. Passive systems and strategies are usually preferred, such as buffer spaces, light pipes or ventilation pipes.

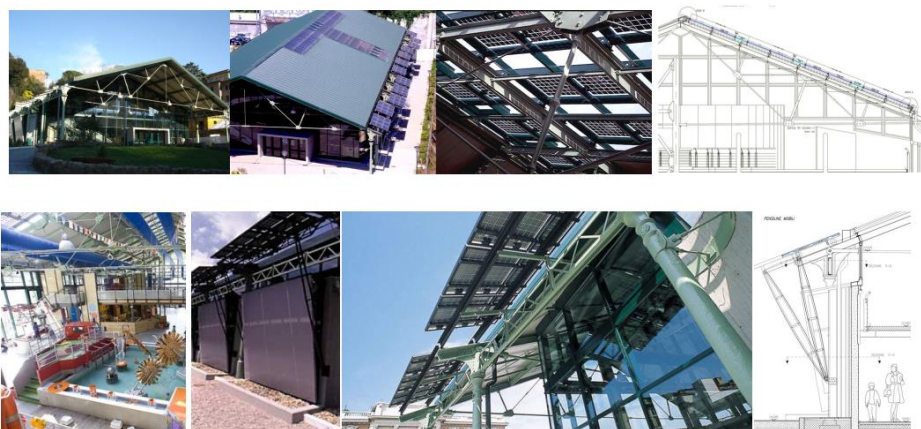


Figure 34: Rome, Italy. The building of Childrens museum, Museo dei Bambini, is a set of historic building arose between 1870 and 1920. The buildings and spaces have been restaured and adapted to the exhibition function. The PV has been integrated in two steps:

The first PV system of 15.2 kWp was installed in 2001 on the skylight on the south side of a pavilion. It has 12 mobile shelters that allow a variation of the façade shading according to the seasons. The panels installed are in total 180 of which 72 on the skylight and 108 on the side shelters. This system produces the energy required to operate all of the museum computer, many games and exhibits and has been installed with the support of INNOPEX project (THERMIE- Energy)

The second PV system of 18 kWp, installed in 2007, is located in the area of parking lot. It is an installation of shelter for cars with 100 solar panels and produces the energy necessary for the consumption of the Administrative offices, the shop and the ticket office and has been installed through the incentive of the Italian "Conto Energia".

Sources: <https://www.mdb.it/visita-il-museo/il-museo/>  
[http://ptp.irb.hr/upload/mape/kuca/01\\_Jens\\_Ole\\_Hansen\\_INNOPEX\\_Innovative\\_architectural\\_integrati.pdf](http://ptp.irb.hr/upload/mape/kuca/01_Jens_Ole_Hansen_INNOPEX_Innovative_architectural_integrati.pdf)



Figure 35: Paris, France. Designed originally as a machine, the building of the Compagnie Parisienne Distribution Electricite, completed in 1929 extends its vocation through a photovoltaic equipment (2007), a device unpublished in Paris and still very marginal in France. The electrical production tool therefore still remains in an experimental form.

Compagnie Parisienne Distribution Electricite, Paris, France Source: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Compagnie\\_Parisienne\\_Distribution\\_Electricite.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Compagnie_Parisienne_Distribution_Electricite.jpg)



Figure 36: "Sala Nervi", Vatican City, Rome Italy. An interesting example of RES application in sensitive contexts is represented from the courtroom of Pope Paul VI (Sala Nervi), as it plugs into a work of one of the most important actors of the Italian modern architecture.

The project (2007) involved the replacement of the facing south tiles with photovoltaic panels, while the northern part of the roof replaced with high-tech material, whose peculiarity is to reflect part of the solar radiation, thereby increasing the productivity of the system. In 2008 comes into operation 2,400 photovoltaic panels installed on the roof, able to cover at least a quarter of the energy needs of the courtroom Nervi and the neighboring buildings. This is the first photovoltaic system of Vatican City and can rely on 221.59 kW, able to annually generate about 315,000 kWh/a, reducing the consumption of 70 TOE and saving the emission of a quantity exceeding 200 tons of CO<sub>2</sub>.

Source: <http://www.architetto.info/news/energia/il-fotovoltaico-installato-a-citta-del-vaticano/>

One of the major barriers concerning historic buildings is often associated to financial mechanisms, as the use of specific or limited solutions make the interventions more expensive compared to newer buildings. It is therefore necessary to approach historic buildings considering a wider and holistic perspective. Many of these buildings are located in historic centers and constitute the core of a community structure. The sustainability and efficacy of interventions might be improved if several buildings are tackled together at the same time, relieving historic buildings from any pressure to implement inappropriate and heterogeneous retrofitting measures which could damage their value.

#### A.4.1 REFERENCES

Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, *Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel Patrimonio Culturale - architettura, centri e nuclei storici ed urbani*, 2015, (also on line):

[http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/MibacUnif/Comunicati/visualizza\\_asset.html\\_345420287.html](http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/MibacUnif/Comunicati/visualizza_asset.html_345420287.html)

Emanuela Martini, *Advanced draft of PhD thesis on Conservation of Historic Buildings*,

Francesco Cerroni, *Progettare il costruito: tecnologie per la riqualificazione sostenibile dei siti ad elevata qualità storica e ambientale*, Roma, Gangemi, 2010.

Jens Ole Hansen, Jan-Cees Jol, Cinzia Abbate, *INNOPEX - Innovative architectural integration of Photovoltaic energy in existing buildings in DK, NL, IT*. (on line)

[http://ptp.irb.hr/upload/mape/kuca/01\\_Jens\\_Ole\\_Hansen\\_INNOPEX\\_Innovative\\_architectural\\_integrati.pdf](http://ptp.irb.hr/upload/mape/kuca/01_Jens_Ole_Hansen_INNOPEX_Innovative_architectural_integrati.pdf)

Explora, Il museo dei bambini a Roma, <https://www.mdbr.it/>

Valentina Dessì, *Il fotovoltaico installato a Città del Vaticano*, luglio 2015, Architetto. Info/Energia (on line)  
<http://www.architetto.info/news/energia/il-fotovoltaico-installato-a-citta->

Lorenzo Margiotta, *Impianti solari anche in vaticano-Contenimento dei consumi e produzione di energia pulita*, Edilizia 2000, (on line)  
[http://www.edilia2000.it/Impianti-solari-anche-in-vaticano\\_5-2-4022.html](http://www.edilia2000.it/Impianti-solari-anche-in-vaticano_5-2-4022.html)

CASA&CLIMA, *Efficienza energetica, "Energia solare per il Vaticano*, (on line)  
[http://www.regione.vda.it/energia/notiziario\\_ultime/allegati/allegato1363ita.pdf](http://www.regione.vda.it/energia/notiziario_ultime/allegati/allegato1363ita.pdf)

(A.G, E.M, S.F)

## A.5 DEEP RENOVATION STRATEGY AND CO-BENEFITS OF ENERGY RELATED BUILDING RENOVATIONS

### *Deep renovation - Planning and designing strategy*

High performance buildings have to be optimized in many different areas starting with the building design (architecture) which certainly can be influenced less strongly during the renovation of an existing building. Next step is looking at the thermal quality of the building envelope and detailed solutions for avoiding thermal bridges and ensuring airtightness to the choice and quality of the building services systems for heating, cooling (if needed), ventilation, lighting and building automation. Energy efficient public buildings equipment has to be chosen and energy has to be generated from renewable energy sources to compensate for the energy use.

It is essential to consider sustainability and energy efficiency at the very start, to establish the key targets. Ambitions and intentions should be stated in the building programme, containing a finite number of clear and manageable high level objectives. Objectives regarding building suitability, energy demand and building materials should be emphasised and put into specific terms. If goals are not set at an early stage, they tend to either be forgotten or be left out due to pressures from budget or work schedule.

The professional knowledge of architects and engineers is to be combined in the design phase, estimating how different building structures and envelope designs influence the indoor climate and energy use for heating, cooling, ventilation and lighting. Climatic analysis will reveal the potential for utilising available solar, light and wind resources. Concepts should be tested by means of sketch models to assess the design and adjust it to the situation, before gradually developing the final design.

Previously, environmental simulation of building performance was only done by engineers at the end of the design process. Any weak points in the performance of the design could then be 'fixed' by adding heating, cooling, shades, vents, fans, panels, etc. However, at the end of the design process it is too late to incorporate various passive techniques,

which should be considered in the early, most conceptual stages of the building design process.

Essentially, an interdisciplinary planning process is based on the idea of optimised team work, which should start in the pre-project stage to make a clear definition of goals. Furthermore, there should be a qualified design process management, and tools for analyses and assessments should be applied, taking into account a variety of options from the very start. The knowledge of different specialists should be introduced at an early stage.

Cx (Building Commissioning) procedure can combine all the objectives introduced in the previous chapters. It is important that the design intent is clearly set and the performance goals – the various factors which effect on the performance in various stages of the building project - will be checked during each step of the project. New concepts and new technology applications are challenging for building owners, architects and consultants. If the design team lacks knowledge of environmental issues or if the performance goals are especially challenging, an external process facilitator should be added to the team. The facilitator will have the task to raise performance issues throughout the process and bring specialised knowledge to the design team. The facilitator can be a Commissioning Agent.

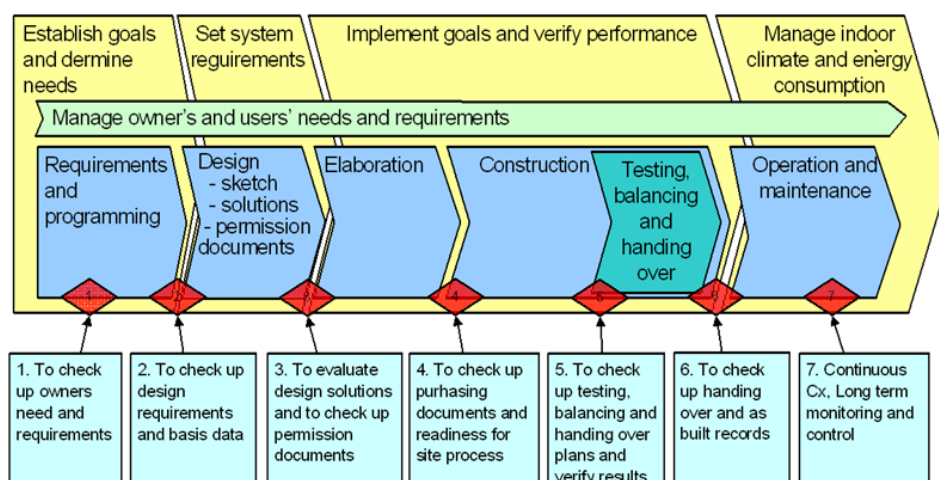


Figure 37: The commissioning procedure

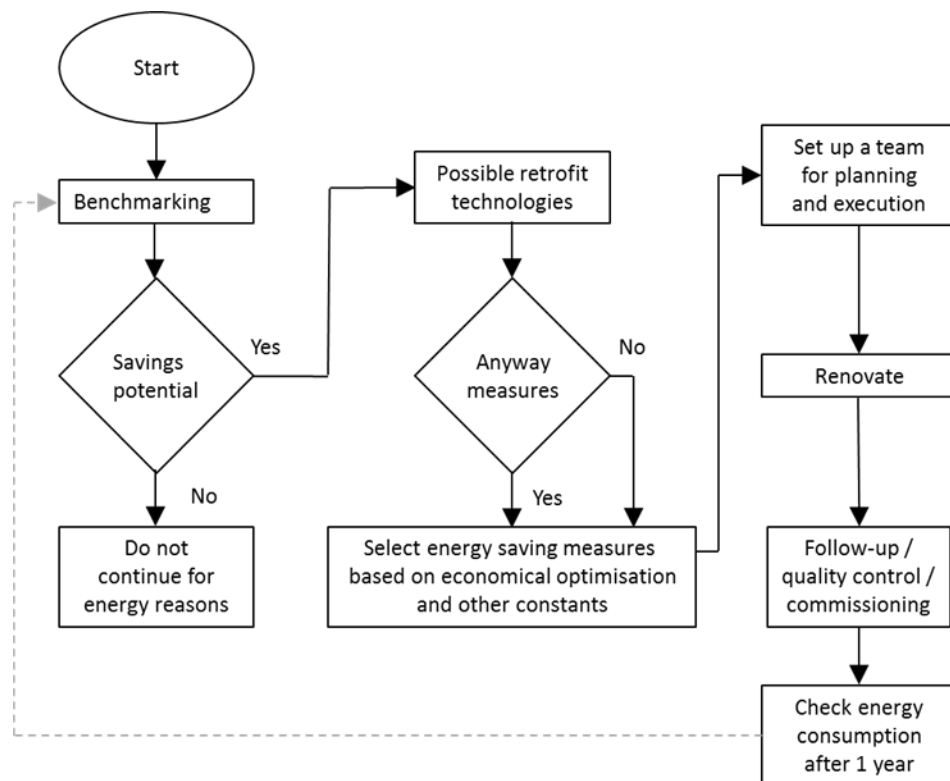


Figure 38: Energy renovation process

In aiming to reduce the energy consumption, a five step strategy is recommendable:

1. Reducing heat losses and cooling demand
2. Reducing electricity consumption
3. Utilising passive solar gain
4. Controlling and displaying energy use
5. Selecting energy sources, preferably renewables to a large extent.

In other words: the starting point is application of energy efficient measures to reduce energy demand, and then supply the remaining demand utilising renewable energy sources.

Designers should repeatedly estimate how different plan lay-out, structure and envelope design influence the indoor climate and energy

use. A major challenge is handling goal conflicts. Measures must be balanced to reach several goals, e.g.:

- Exploitation of daylight will benefit users' contentment and well-being. At the same time exploitation of daylight will reduce the consumption of electric power for artificial lighting. On the other hand, an extended use of glazing may cause a higher demand for heating and possibly cooling energy.
- Air quality and comfort temperature will benefit users' contentment and well-being. A high performance ventilation system is thus required. On the other hand, energy consumption for the system should be kept as low as possible.
- Adequate acoustics will benefit users' contentment and well-being. The desired reverberation time will vary according to functions, and it may be contradictory considerations to take into account regarding multi-functional space. The placement of absorbers must be considered in relation to the benefit of thermal mass stabilising internal temperatures.

Different solutions have different strengths and weaknesses, and the project team has to optimise the solution as a whole, and not on a component-by-component basis. From the assessment of different solutions the project team identifies parameters that make a difference, and gain an increasing awareness of the environmental impacts of the design. The success criteria should be related to achieving the objectives and intentions stated in the program.

### ***Co-benefits of energy related building renovation***

Reducing energy demand and providing good indoor climate is fundamental when retrofitting public buildings. For any building renovation project a holistic point of view should be taken. This includes considering which part of the renovation should to be carried out for other reasons than energy savings, wear and tear (deterioration) as the most likely reason. The need for renovation anyway greatly influences the costs which should be assigned to the energy-related retrofit and thus the Net Present Value and simple financial payback of the investments. Therefore one of the first activities in any renovation project is to identify anyway measures.

Secondly, as early in the renovation process as possible, co-benefits such as a significant improvement of the indoor should be identified and kept in focus to make sure that these co-benefits are becoming results of the renovation. It may even be possible to assign an economic value to them.

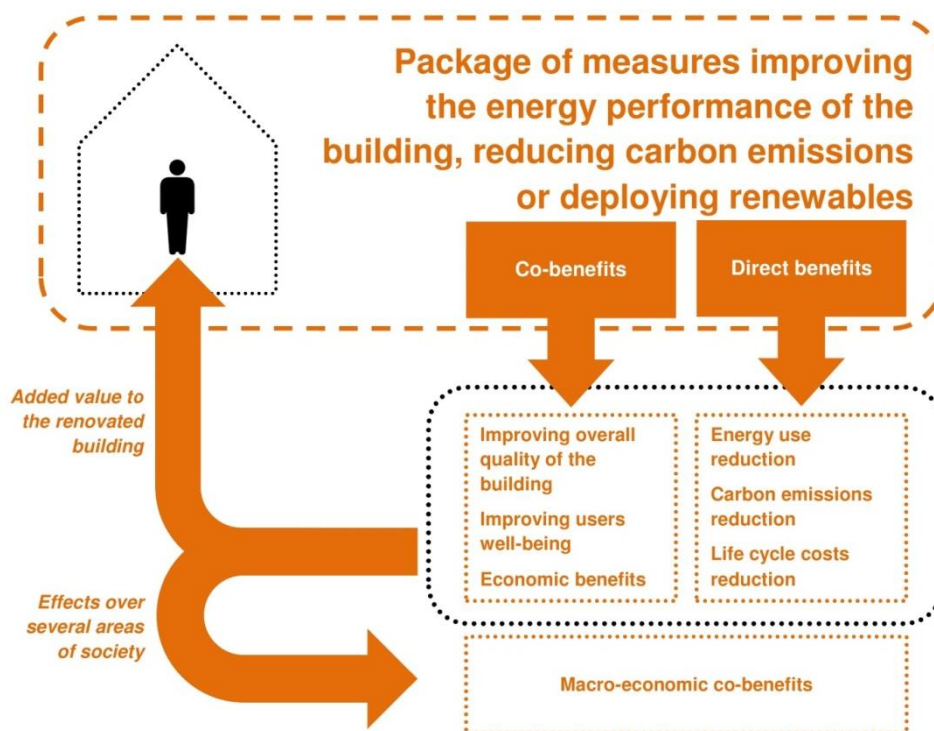


Figure 39. Direct benefits and co-benefits from cost effective energy and carbon emissions related building renovation<sup>18</sup>

Several terms are used in the literature for side-effects that arise from building renovation such as co-benefits, non-energy benefits (NEBs) and multiple benefits. The term co-benefits is used here to include all effects of energy related renovation measures besides reduction of energy, CO<sub>2</sub> emissions and costs. These co-benefits can have a significantly value and are most often disregarded and that is why the full value of renovation work is often underestimated.

<sup>18</sup> Co-benefits of energy related building renovation, Annex 56, Marco Ferreira, University of Minho – Civil Engineering Department, Guimarães, Portugal et al.)

These benefits can be felt at the building level (like increased user comfort, fewer problems with building physics, improved aesthetics, see Table 1), but also at the societal or macroeconomic level (like health benefits, job creation, energy security, impact on climate change, see Table 2).<sup>19</sup>

*Table 21 Typology of private benefits of cost effective energy related renovation measures*

| Category | Co-benefit                                    | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Building physics                              | Less condensation, humidity and mould problems                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|          | Ease of use and control by user               | Ease of use and control of the renovated building by the users (automatic thermostat controls, easier filter changes, faster hot water delivery, etc.)                                                                                                                                                             |
|          | Aesthetics and architectural integration      | Aesthetic improvement of the renovated building (often depending on the building identity) as one of the main reasons for building renovation                                                                                                                                                                      |
|          | Useful building areas                         | Increase of the useful area (taking advantage of the balconies by glazing or enlarging the existing ones) or decrease of useful area (like the case of applying interior insulation or new BITS). This can also occur as a result of removal of cold surfaces, making it more comfortable to be nearer to windows. |
|          | Safety (intrusion and accidents)              | Replacement of building elements with new elements at the latest standards, providing fewer risks such as accidents, fire or intrusion.                                                                                                                                                                            |
|          | Reduced exposure to energy price fluctuations | Reduced exposure to energy price fluctuations gives the user a feeling of control and increased certainty to be able to maintain the desired level of comfort.                                                                                                                                                     |
|          | Thermal comfort                               | Higher thermal comfort due to better control of room temperatures, higher radiant temperature, lesser temperature differences, air drafts and air humidity.                                                                                                                                                        |
|          | Natural lighting and contact with the outside | More day lighting, involving visual contact with the outside living environment (improved mood, morale, lower fatigue, reduced eyestrain).                                                                                                                                                                         |
|          | Indoor Air quality                            | Better indoor air quality (less gases, particulates, microbial contaminants that can induce adverse health conditions) better health and higher comfort                                                                                                                                                            |
|          | Internal and external noise                   | Insulation against outside noise but increased risk of higher level of annoyance due to internal noise after the reduction of external noise level                                                                                                                                                                 |
|          | Pride, prestige, reputation                   | Enhanced pride and prestige, an improved sense of environmental responsibility or enhanced peace of mind due to energy related measures                                                                                                                                                                            |

<sup>19</sup> Co-benefits of energy related building renovation, Annex 56, Marco Ferreira, University of Minho – Civil Engineering Department, Guimarães, Portugal et al.

| Category | Co-benefit                                 | Description                                                                                                             |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Ease of installation and reduced annoyance | Ease of installation can be used as a parameter to find the package of measures that aggregates the maximum of benefits |

Table 22 Typology of macroeconomic benefits of cost effective energy related renovation measures

| Category      | Subcategory                                 | Description                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Environmental | Reduction of air pollution                  | Outdoor air pollution is reduced through reduced fossil fuel burning and the minimization of the heat island effect in warm periods. Less air pollution has positive impacts on environment, health impacts and building damages. |
|               | Construction and demolition waste reduction | Building renovation leads to reduction, reuse and recycling of waste, especially if compared to the replacement of existing buildings by new ones.                                                                                |
| Economic      | Lower energy prices                         | Decrease in energy prices due to reduced energy demand                                                                                                                                                                            |
|               | New business opportunities                  | New market niches for new companies (like ESCOs <sup>20</sup> ) possible resulting in higher GDP <sup>21</sup> growth when there is a net effect between the new companies and those that are pushed out of the market.           |
|               | Job creation                                | Reduced unemployment by labour intensive energy efficiency measures                                                                                                                                                               |
|               | Rate subsidies avoided                      | Decrease of the amount of subsidized energy sold (in many countries energy for the population in heavily subsidized).                                                                                                             |
|               | Improved productivity                       | GDP/income/profit generated as a consequence of new business opportunities and job creation                                                                                                                                       |
| Social        | Improved social welfare, less fuel poverty  | Reduced expenditures on fuel and electricity; less affected persons by low energy service level, less exposure to energy price fluctuations                                                                                       |
|               | Increased comfort                           | Normalizing humidity and temperature indicators; less air drafts, more air purity; reduced heat stress through reduced heat islands.                                                                                              |
|               | Reduced mortality and morbidity             | Reduced mortality due to less indoor and outdoor air pollution and reduced thermal stress in buildings. Reduced morbidity due to better lighting and mould                                                                        |

<sup>20</sup> An energy service company or energy savings company (ESCO or ESCo) is a commercial or non-profit business providing a broad range of energy solutions including designs and implementation of energy savings projects, retrofitting, energy conservation, energy infrastructure outsourcing, power generation and energy supply, and risk management.

<sup>21</sup> Gross domestic product (GDP) is a measure of the size of an economy.

| Category | Subcategory                   | Description                                                                                                                                         |
|----------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                               | abatement.                                                                                                                                          |
|          | Reduced physiological effects | Learning and productivity benefits due to better concentration, savings/higher productivity due to avoided "sick building syndrome" <sup>22</sup> . |
|          | Energy security               | Reduced dependence on imported energy.                                                                                                              |

Cost optimal packages of renovation measures only considering investment and operational costs are often not sufficiently ambitious regarding the building energy performance. It is relevant to identify and evaluate all the effects that arise from different renovation measures. These benefits are often difficult and nearly impossible to quantify and measure accurately, which makes it much more difficult to add their contribution into a traditional cost-benefit analysis. Some of the co-benefits occur as a consequence of reduction of energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and costs respectively while others occur as a side effect of the renovation measures (e.g. less noise significant integration efforts). Depending on the climate severity, period/quality of construction and many other factors the buildings behave differently, create different baselines and require different intervention strategies.

(K.T.)

#### A.5.1 REFERENCES

Marco Ferreira, et al, .*Co-benefits of energy related building renovation*, Annex 56.

<sup>22</sup> The term "sick building syndrome" is used to describe situations in which building occupants experience acute health and comfort effects that appear to be linked to time spent in a building, but no specific illness or cause can be identified.

## A.6 CONCLUDING REMARKS

This Guiding principle for nZEB renovation – Energy Efficiency and use of Renewable Energy Systems has provided to identify the factors affecting the performance of the building which depend on:

- the performance of the building envelope
- the performance of heating system
- the performance of cooling system
- the functioning of ventilation and air conditioning system
- the functioning of BAS (building automation system)
- the location of the building, surroundings and microclimate around it (e.g. weather effects, traffic etc)
- the internal loads
- the use and users of the building

The total performance depends on how well these systems are integrated to operate together. For example, in the case of renewables it is very essential that the various parts of distributed energy sources work together by optimum way; also the compatibility and simultaneous use of various systems must be ensured – too often the integration will be disregarded and the intended benefits will not be achieved. The performance of renovated building is unfortunately tested only during the testing and balancing (TAB) period just when the implementation works are completed or even when a part of a building is under renovation. This checking period is often planned too short. Some failures will occur just after the renovation during the use stage, when repairs are too expensive to realize. That is why must be pointed out the significance of good planning and careful measures during the project also after the renovation works; this requires a good and competent management. Also the financial instruments must be under control. The essential topic is that the building owner and various stakeholders will have a holistic view for the renovation process and the goal and design intent are clearly defined.

Generally, the renovations are carried out also based on other reasons than only energy-related topics. If there are structural damages, the change of use or indoor environment reasons demands renovation, it is possible to combine energy-efficiency related repairs with other

measures. Energy renovations are mostly supported by various incentives and financial instruments. It is extremely important that renovation process is well planned and organized.

- **TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF BUILDING ENVELOPE:**

- by additional insulation
- tightening the envelope to avoid uncontrolled air flows and infiltration by increasing airtightness
- by changing windows and using shading systems

- **TO DECREASE THE USE OF ELECTRICITY**

- By changing lighting systems to more energy efficient lighting (e.g. LEDs)
- By improving the efficiency of devices (e.g. using devices with low stand-by consumption)
- By efficient use of daylighting
- By using the various control options (occupancy sensors, smart lighting etc.)
- By submetering for recognize the consumption distribution

- **TO USE THE POSSIBILITIES OF ICT-TECHNOLOGY:**

- By additional wireless sensors,
- By improving monitoring and control
- By effective use of Building automation system (BAS) and
- By Building Energy Management System (BEMS)

- **TO SELECT THE RENEWABLES SOURCES ACCORDING TO THE AVAILABLE NATURAL RESOURCES AND OPPORTUNITIES**

It must point out, as, above-mentioned, that the renovation measures can be divided into a longer period, if needed. Even the order of the renovation is very important – what must be done at the first stage and what later. The performance of building is depending on many

interrelated factors. If the renovation measures are not properly allocated, there will be a possibility to cause more damages than saving energy –one example is that by tightening only building envelope in case of natural ventilation may cause indoor quality problems.

The single renovation and repair measures can not be differed from each other, because they are effecting (in most cases) on each other. If the effects of the measures are in conflict with each other, the objectives can not be attained. This can happen .e.g if the buidling has natural ventilation and by tightening (e.g. when the windows have been changed) can lead to deterioration of operating conditions.

**(S.F)**



PARTE

B

## GUIDA PER IL FINANZIAMENTO DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE NZEB





### PREMESSE

La guida si propone di fornire informazioni complete e pratiche sulle opportunità finanziarie disponibili per sostenere la riqualificazione energetica degli edifici comunali esistenti al fine di renderli nZEB.

E' chiaro che non tutte le soluzioni sono appropriate per tutti i progetti e che l'efficienza finanziaria del progetto dipende fortemente dalle caratteristiche degli strumenti finanziari e dalla loro costruzione. Pertanto, a seguito sono riportati i principali strumenti finanziari e le loro caratteristiche.

It must be underlined that the analysis does not intend to be exhaustive and it is referred to the development period of the CERTuS' project.

Va sottolineato che l'analisi non intende essere esaustiva ed è riferita al periodo di sviluppo del progetto del CERTuS.

Al fine di verificare la disponibilità delle risorse è possibile pensare di dover rispondere alle seguenti domande rilevanti:

- Chi sono i soggetti che gestiscono le risorse? Quali sono le modalità per contattarli?
- Quali sono le procedure per attivare le risorse specifiche? La procedura è semplice o meno? E' necessario chiedere l'attivazione di assistenza tecnica?
- Quando sarà realizzato il progetto? Le risorse o lo strumento finanziario sono disponibili durante il periodo di sviluppo del progetto?
- Chi sono i beneficiari? Sono in grado di garantire il pagamento delle risorse per l'intervento?
- Quali sono le principali caratteristiche che deve possedere un progetto per chiedere la candidature ai fondi ?
- Quali sono gli investimenti eleggibili? E quali sono le percentuali di finanziamento ammesse?
- Quali sono i documenti da produrre al fine di chiedere le risorse finanziarie?

- Quali sono le regole per l'utilizzo dei fondi e per la loro rendicontazione? Sono coerenti con i regolamenti interni relative alle procedure, budgeting e monitoraggio?

Nei paragrafi che seguono sono fornite alcune informazioni di dettaglio su specifici strumenti finanziari:

- Equity
  - Real Estate e Fondi Infrastrutturali
  - Energy Efficiency Investment Funds
  - Crowd funding
- Fondi sussidiati e dedicati
  - Principali Fondi Europei sussidiati
- Fondo Perduto
  - Principali sovvenzioni comunitarie
  - Principali sovvenzioni nazionali e regionali
- Incentivi Fiscali ed altri incentivi
  - Tassazione agevolata
  - Tariffe incentivanti
  - Scambio sul posto
  - Certificati Bianchi
  - Meccanismo di ripagamento in bolletta

## B.1 EQUITY

### B.1.1 DESCRIZIONE GENERALE

L'Equity può essere fornito con un grande spettro di possibili aspettative, a seconda della fonte monetaria e delle autorità di gestione. Così, per esempio il capitale può essere fornito da un ente pubblico o da un fondo privato e lo scopo del fondo potrebbe essere l'investimento in progetti riguardanti edifici energeticamente efficienti o, in generale, nel settore immobiliare/altri settori. Considerando il settore dell'efficienza energetica, le aspettative di qualsiasi potenziale investitore azionario per l'attuazione di un intervento di riqualificazione energetica negli edifici pubblici, sono presentate nella tabella seguente.

| Origine                    | Scopo                                                                               | Potenziali aspettative                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Fondo pubblico</b>      | Miglioramento efficienza energetica                                                 | 3% degli edifici riqualificati ogni anno (per la UE)           |
|                            | Riqualificazione nZEB                                                               | Tutti gli edifici riqualificati devono essere nZEB             |
| <b>Singolo investitore</b> | Rinnovamento e profonda riqualificazione energetica di edifici                      | Aumentare il valore dell'immobile e l'attrattività sul mercato |
| <b>Fondo privato</b>       | Investimento immobiliare che può includere un profonda riqualificazione energetica. | Aumentare il valore dell'edificio e l'attrattività sul mercato |

### B.1.2 BREVE DESCRIZIONE DELLE DIVERSE FORME DI CAPITALE PROPRIO

Il capitale proprio può essere fornito ad un progetto attraverso un soggetto gestore, che potrebbe raccogliere il denaro sia da pochi grandi investitori o da un numero molto grande di piccoli investitori. Di solito c'è un importo minimo ed uno massimo possibile di denaro che gli investitori possono versare al fondo. Gli investitori potrebbero essere individui privati, aziende private o pubbliche o anche organizzazioni.

Alcune principali forme di finanziamento attraverso equity dedicate all'efficienza energetica potrebbero essere le seguenti:

- I fondi immobiliari e infrastrutturali
- Fondi di investimento per l'efficienza energetica
- Crowd funding

### B.1.2.1 I fondi immobiliari e delle infrastrutture

Secondo Energy Efficiency Financial Institution Group (EEFIG), *“i fondi immobiliari ed infrastrutture offrono una grande quantità di investimenti di efficienza energetica nel settore dell'edilizia. Gli' investimenti si svolgono durante il ciclo di vita degli investimenti di un fondo esono parte degli investimenti immobiliari convenzionali”*<sup>23</sup>. Per questo, i fondi di investimento immobiliare sono i principali stakeholder interessati e sono in grado di finanziare misure di efficienza energetica negli edifici, attraverso maggiori investimenti di equity e una maggiore attività del fondo. Inoltre, un recente studio indica che *“l'emergere di nuovi fondi immobiliari dedicati all'edilizia sostenibile la cui rigorosa applicazione dei criteri di investimento socialmente responsabile e il potenziale focus su edifici con ottime performance di efficienza energetica, possono supportare la trasformazione del mercato.”* Ma secondo lo stesso studio, la dimensione di questi fondi tende ad essere piccola e gli stessi tendono a concentrarsi su nuovi edifici.

D'altra parte, le società immobiliari sembrano avere un aumento di interesse per gli edifici con migliori profili di sostenibilità, in quanto traggono beneficio per l' aumento del valore di mercato a favore sia degli inquilini che degli investitori<sup>24</sup>. Secondo uno studio del Centro per l'analisi servizi finanziari di Deloitte riguardo all'ammodernamento di uffici esistenti con misure di edilizia sostenibile, compresa l'efficienza energetica ed idrica oltre la riduzione dei rifiuti , si rivela un tasso interno di rendimento più elevato (IRR) dell'investimento di circa 155 punti base (bps), in media, sul l'investimento complessivo dell'edificio<sup>25</sup>.

<sup>23</sup>“Energy Efficiency – the first fuel for the EU Economy: How to drive new finance for energy efficiency investments”, page 98, Energy Efficiency Financial Institution Group (EEFIG)

<sup>24</sup>“[2015 Commercial Real Estate Outlook Enhance Technology, Enable Innovation](#)”, Deloitte.

<sup>25</sup>“Breakthrough for sustainability in commercial real estate”, Deloitte

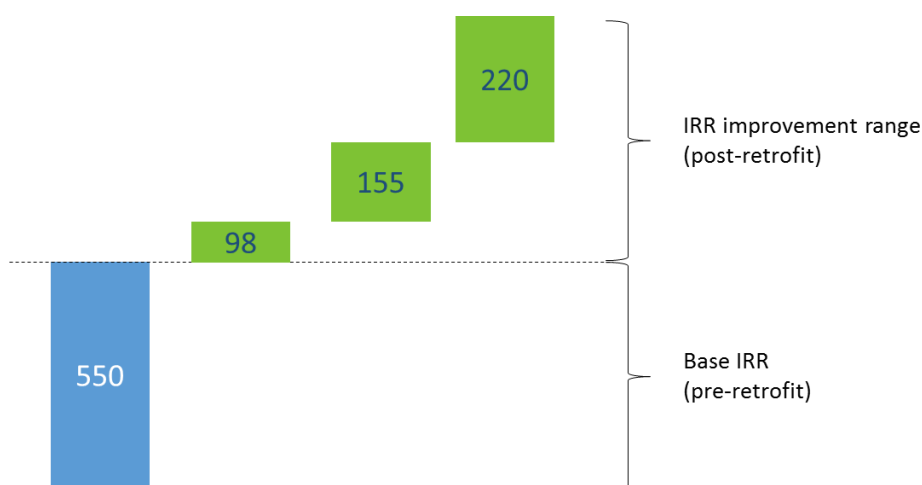


Figura 40. Aumento dell'IRR in punti base dopo l'ammodernamento (Simulazione risultati dall'analisi del Centro per i servizi finanziari di Deloitte)

Infine, il 70% dei gestori di fondi immobiliari stanno integrando nel loro portafoglio in gestione, i sistemi di gestione ambientale e stanno inserendo gli aspetti di rendimento energetico nella valutazione degli edifici. questi investitori porteranno ad inserire il rendimento energetico nella valutazione degli edifici commerciali<sup>4</sup>.

#### B.1.2.2 Fondi di investimento per l'efficientamento energetico

I fondi di investimento per l'efficienza energetica hanno come scopo principale l'investimento in progetti di efficienza energetica mirati agli edifici e all'industria, alla ricerca di un ritorno basato, almeno in parte, sui risparmi conseguiti. Secondo il rapporto EEFIG<sup>5</sup>, tali fondi hanno come target investitori socialmente responsabili (SRI) e le istituzioni finanziarie pubbliche per la propria raccolta di fondi <sup>4</sup>.

I fondi per l'efficientamento energetico di solito hanno aspettative di rendimenti elevati e quindi sono favorevoli a progetti che hanno periodi di ammortamento brevi o medi. Così, anche se i fondi di investimento per l'efficienza energetica possono prendere in considerazione di investire nella riqualificazione profonda energetica degli edifici comunali, sembra difficile che questo costituisca il target principale di investimento.

Alcuni dei fondi pubblici e privati più conosciuti per l'efficientamento energetico in Europa sono:

- **European Energy Efficiency Fund** (<http://www.eeef.eu/>)

- **Fondo Italiano per l'Efficienza Energetica** (<http://www.fitef.com/>)
- **Global Energy Efficiency and Renewable EnergyFund** (<http://geeref.com/>)
- **Sustainable Development Capital Limited** (<http://www.ggf.lu>)
- **Sustainable Development Capital LLP** (<http://www.sdcl-ib.com>)
- **SUSI partners** (<http://www.susi-partners.ch>)
- **The London Energy Efficiency Fund** (<http://www.leef.co.uk/>)
- **UK Energy Efficiency Investments Fund** ([www.sdcl-ee.com](http://www.sdcl-ee.com))

### B.1.2.3 Crowd funding

Il crowd funding è la pratica di finanziamento di un progetto attingendo al contributo di un gran numero di investitori<sup>26</sup>. Si tratta di una forma di finanziamento alternativo, che è emerso al di fuori del sistema finanziario tradizionale.

Il modello di crowdfunding<sup>27</sup> si basa su tre tipi di attori: il promotore del progetto che propone l'idea o il progetto da finanziare; gli investitori che sostengono l'idea; e la "piattaforma" che mette in contatto le varie parti per lanciare l'idea.

Nel 2013, l'industria del crowdfunding ha raccolto più di \$ 6.1 miliardi di dollari, ha raggiunto \$ 16.2 miliardi di dollari nel 2014 e raddoppiato ancora una volta nel 2015 raggiungendo circa \$ il 34,4 miliardi di dollari.

#### *Tipi di crowd funding*

1. Crowdfunding con premi: gli imprenditori pre-vendono un prodotto o servizio per lanciare un concetto di business senza chiedere prestiti o capitale proprio/azioni;
2. Crowdfunding in equity: gli investitori ricevono delle quote della società, di solito nella fase iniziale, in cambio di del versamento del denaro;
3. Investimento in Crowdfunding: gli investitori hanno la possibilità di ricevere un tasso di interesse fisso concordato;

<sup>26</sup>[http://cdn2.hubspot.net/hub/343005/file-2612198431-pdf/2015-Whitepaper\\_files-Retail/PENSCO\\_2015CrowdfundingReport\\_0315.pdf](http://cdn2.hubspot.net/hub/343005/file-2612198431-pdf/2015-Whitepaper_files-Retail/PENSCO_2015CrowdfundingReport_0315.pdf)

<sup>27</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Equity\\_crowdfunding](https://en.wikipedia.org/wiki/Equity_crowdfunding)

4. Progetti di beneficenza: i sostenitori-partecipanti si impegnano a partecipare a sostegno di un'iniziativa locale o di un progetto di beneficenza senza richiedere alcuna remunerazione monetaria

Il crowd funding con premi è stato utilizzato per una vasta gamma di scopi, tra cui la promozione nel settore musicale e della cinematografia, lo sviluppo di software libero, lo sviluppo invenzioni, la ricerca scientifica e progetti civici, ma non ancora per iniziative nel settore immobiliare. Le altre tre tipologie di crowd funding sono già state utilizzate per il finanziamento di progetti immobiliari.

#### *Crowd funding per progetti immobiliari*

I tipi più comunemente utilizzati sono l'equity e l'investment crowd funding. In entrambi i casi, l'azienda di crowdfunding fa una due diligence ed una valutazione dei progetti di costruzione, ma ogni società può avere criteri di investimento specifici. Ad esempio, alcune aziende si concentrano su investimenti in una determinata area geografica, in una tipologia specifica di edifici o in investimenti che presentano degli obiettivi finanziari minimi accettabili. Le aziende di crowdfunding richiedono anche un ammontare di investimento minimo, che può partire da una cifra significativa, quale ad. Esempio 10 euro, anche se di solito è maggiore di 1.000 euro.

Nel momento in cui un progetto soddisfa i criteri di investimento predefiniti dalla piattaforma, viene lanciato un bando di finanziamento (lancio di crowdfunding), sia per soggetti pubblici o esclusivamente per i membri della piattaforma. I contributi degli investitori (sia per l'equity che per l'investment crowd funding) sono garantiti da una ipoteca di primo grado sulla proprietà o terreno.

La società di crowdfunding richiede al soggetto che prende in prestito una commissione una tantum e all'investitore una commissione annuale - fino alla fine degli investimenti - per la gestione del progetto.

Il crowd funding per i progetti immobiliari è una tecnica di finanziamento non molto diffusa negli Stati membri del sud-europea che partecipano al progetto CERtuS. Si noti che la maggior parte dei progetti immobiliari, finanziati con il crowd funding sono stati registrati in Italia e in Spagna. In Portogallo e in Grecia non si sono riscontrati finanziamenti di progetti immobiliari attraverso il crowd funding. In particolare in Grecia, vi è una sola piattaforma attiva e funzionante, lanciata ufficialmente nel mese di

febbraio 2016 e fino ad oggi (settembre 2016) finanzia solo con il modello di donazione/beneficienza<sup>28</sup>.

### B.1.3 VANTAGGI, SVANTAGGI ED ALTRE CONSIDERAZIONI

La fornitura di capitale nella struttura del project financing è un parametro critico che indica l'interesse degli investitori e la competitività del progetto in condizioni di mercato. Di solito, i progetti sono finanziati attraverso debito e equity, con una leva di 60/40 tra debito e equity, anche se non è sempre questo il caso. Il debito ed il capitale dovrebbero essere ripagati dal flusso di cassa generato dal progetto<sup>29</sup>. Nel caso di riduzione dell'energia, il flusso di cassa è generato dalla riduzione dei costi di esercizio, principalmente a causa del minor consumo di energia degli edifici.

E' importante notare che il finanziamento azionario è distinto dal finanziamento attraverso debito, in quanto con il finanziamento attraverso risorse proprie gli investitori acquisiscono una parte dell'impresa, sotto forma di azioni per un certo arco temporale prefissato oppure a tempo indeterminato. Una struttura di finanziamento semplificata relativa alla realizzazione di un progetto viene illustrata nella figura seguente:<sup>30</sup>.

---

<sup>28</sup><https://www.nbg.gr/act4greece/act4greece-2/>

<sup>29</sup>"Key Differences Between Project Finance and Venture Finance", In<sup>3</sup> Finance (<http://www.in3finance.com/project-vs-venture-finance-for-startups>)

<sup>30</sup>Public-Private-Partnership in Infrastructure Resource Center (<http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/about-pppic>)

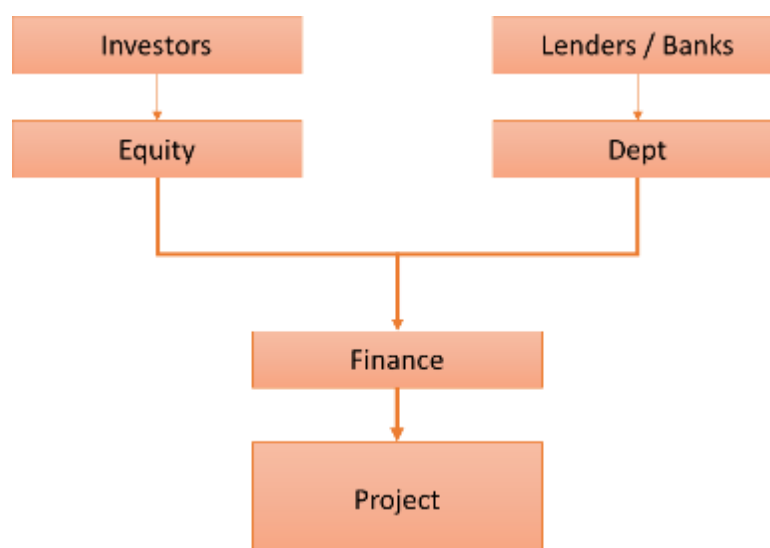


Figura 41. Tipica struttura finanziaria semplificata di un progetto di costruzione

Gli svantaggi di finanziare un progetto con equity sono conseguenza del fatto che gli investitori diventano azionisti del progetto per cui:

- Gli investitori potrebbero dover partecipare alla gestione del progetto t,
- Si aspettano ottime performance economiche,
- Sono interessati a grandi progetti,
- Lo schema di project finance richiede la strutturazione di una SPV (Special Purpose Vehicle) che può avere maggiori spese operative rispetto ad un prestito.

D'altra parte, il project financing con equity è un modo molto efficiente per finanziare la costruzione e gestione di progetti, in quanto prevede il raggiungimento di un flusso di cassa positivo derivante dall'intervento a garanzia del rimborso dei creditori e degli investitori.. Alcuni vantaggi di questo tipo di finanziamento sono

- Apporto della liquidità necessaria per contribuire a rendere il progetto bancabile,
- Richiesta di una dettagliata due diligence prima del finanziamento a supporto delle decisioni degli investitori;
- E' previsto lo sviluppo di un business plan dettagliato e completo che può essere utile per la pianificazione e controllo oltre che per il risk management ,

- E' un chiaro indicatore che il progetto è interessante per il mercato e che può attrarre altri investitori.

Nel caso del crowdfunding, questi vantaggi e svantaggi sopra delineati possono avere delle diverse accezioni: rendere il business plan dovrebbe pubblico potrebbe comportare uno svantaggio in quanto verrebbero rese note informazioni ai concorrenti; la frammentazione degli investitori (ad esempio un grande numero di piccoli investitori) potrebbe essere un aspetto positivo in quanto nessun azionista avrebbe una posizione di socio principale tanto da dover essere coinvolto negli aspetti di gestione.

## B.2 FONDI SUSSIDIATI E DEDICATI

### B.2.1 DESCRIZIONE GENERALE

Le sovvenzioni ed i fondi dedicati sono strumenti finanziari creati per finanziare progetti con ritorni finanziari positivi ma inferiori agli “standard di mercato”, in termini di:

- Ritorni finanziari (minori rispetto alle richieste di mercato);
- Periodo di Pay back (più lungo rispetto alle richieste di mercato);
- Security package (non coerente con le richieste di mercato);
- Standard finanziari (minore delle richieste di mercato).

Al fine di **colmare il gap di mercato** e allo stesso tempo ridurre l'uso di risorse a fondo perduto, sono stati creati alcuni strumenti finanziari innovativi, che sostengono i progetti per migliorarne la “qualità finanziaria” rendendoli quindi interessanti per il mercato.

I fondi agevolati sono di solito:

- Creati e finanziati da istituzioni pubbliche (europee, nazionali, Enti Locali) e/o da enti filantropici (ad esempio Fondazioni, organizzazioni di beneficenza, organizzazioni non governative, ecc) al fine di raggiungere gli obiettivi sociali e ambientali;
- Gestiti da enti specializzati (ad esempio banche, fondi di private equity, banche di sviluppo, etc.) che in alcuni casi co-finanziano questi fondi.

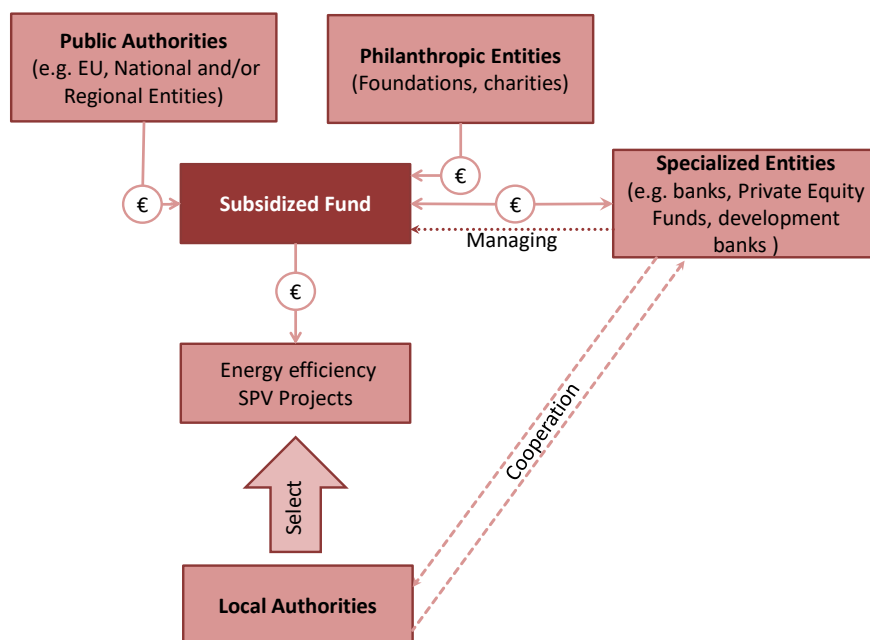


Figura 42. Processo dei fondi sussidiari

Non è possibile trovare una definizione omogenea dei fondi agevolati, a causa delle loro grandi differenze spiegate nei seguenti punti; con un livello relativamente elevato di generalizzazione, si cercherà di definire le caratteristiche principali.

**Target** – I fondi agevolati in diversi casi svolgono un ruolo centrale nella strutturazione finanziaria delle iniziative di efficienza energetica, poiché vanno a colmare il divario che esiste tra le risorse a fondo perduto ed il finanziamento di mercato, permettendo quindi a molte iniziative di essere finanziate. Pertanto, gli scopi tipici di fondi agevolati sono:

- di ridurre l'uso di risorse a fondo perduto tramite strumenti rotativi (ad esempio garanzie, prestiti, capitale) con aspettative di ritorno finanziario positive ma minori rispetto a strumenti di mercato;
- Di aumentare la cooperazione tra istituzioni pubbliche e private, con una condivisione delle conoscenze tra le due parti;
- Di attrarre risorse private per cofinanziare (I fund managers potrebbero co-finanziare il progetto con le loro proprie risorse).

**Investitori** – I fondi agevolati sono per lo più sostenuti da entità pubbliche o filantropiche come: le autorità di gestione dei fondi UE (ad

esempio ERDF, ESF, EARD, etc.), Agenzie di sviluppo nazionale, Istituzioni di sviluppo internazionali, Fondazioni, etc.

Queste entità tipicamente:

- Operano sulla base di piani di investimento che promuovono condizioni sociali/ambientali in un certo territorio (ad esempio Programmi Operativi, Piani di Sviluppo, ecc);
- Finanziano molteplici progetti target e recipienti finali (ad esempio promuovono l'efficienza energetica in edifici pubblici tramite partenariati pubblici tipo ESCOs);
- Utilizzano la maggior parte delle loro risorse (ad esempio, FESR, FSE, LIFE, ecc) a fondo perduto e alcune delle rimanenze come fondi agevolati (ad esempio prestito soft, azionari agevolati, ecc) attraverso intermediari (ad esempio quelli bancari, garanzie assicuratori, privato Fondi azionari, etc.).

**Gestori dei Fondi** – I fondi agevolati di solito hanno bisogno di gestori dei fondi con specifiche competenze (ad esempio banche, fondi di private equity, istituzioni finanziarie, ecc.) per essere operativi. Questo è dovuto a:

- Restrizioni legali, in molti Stati le autorità pubbliche (ad esempio l'Autorità di gestione) non possono operare come prestatori o investitori di capitale proprio;
- Restrizioni tecniche, le entità pubbliche che hanno a che fare con le risorse a fondo perduto solitamente non hanno esperienza nella strutturazione e selezione di progetti finanziariamente sostenibili e nei contratti di investimento;
- Risk management, gli enti pubblici possono trasferire il rischio di progetto ai gestori dei fondi che solitamente sono maggiormente in grado di gestire i fondi nella loro gestione.

**Prodotti finanziari** – come anticipato nei precedenti paragrafi, i fondi agevolati utilizzano un ampio range di prodotti finanziari brevemente elencati di seguito:

- Equity (capitale di rischio) è il prodotto finanziario più rischioso poiché è 'l'ultima risorsa finanziaria' ad essere ripagata e per questo è un asset molto scarso, specialmente nel settore dell'efficientamento energetico, caratterizzato da bassi ritorni e molte ESCO sottocapitalizzate;

- Mezzanino è una forma ibrida di finanziamento (ad esempio finanziamento soci, bond convertibili, ecc). Nelle iniziative di efficienza energetica viene offerta dagli azionisti, col fine di mitigare il rischio del loro investimento;
- Project loans, solitamente i fondi sussidiati richiedono meno requisiti rispetto a quelli bancari in termini di: tasso d'interesse, durata, pacchetto di garanzie;
- Garanzie e controgaranzie, questi strumenti riducono il rischio delle iniziative garantendo il settore finanziario,
- Altri strumenti finanziari che possono essere più vicini alle risorse a fondo perduto vengono dal crowdfunding o ad esempio risorse a fondo perduto a copertura degli interessi di finanziamenti di mercato, ecc.

**Beneficiari finali e procedure di selezione dei progetti** - come riportato nei paragrafi precedenti, gli enti pubblici che sostengono i finanziamenti agevolati operano sulla base di schemi di investimento che si prefiggono di promuovere migliori condizioni sociali/ambientali. Questi piani di finanziamento di solito hanno procedure rigide e molto strutturate per la selezione dei progetti e dei beneficiari finali (ad esempio bandi pubblici, candidature aperte, ecc). diversi sono i criteri di selezione per la selezione dei progetti e dei beneficiari, sicuramente le caratteristiche principali da tenere in considerazione sono:

- Sostenibilità finanziaria del progetto
- Tempo di ritorno degli investimenti del progetto
- Rischio della controparte

**Procedure di monitoraggio e di controllo** - come scritto nel paragrafo precedente, gli enti pubblici che sostengono i “finanziamenti agevolati” hanno delle procedure di monitoraggio e controllo rigide e strutturate che si adattano alle esigenze dei finanziamenti agevolati.

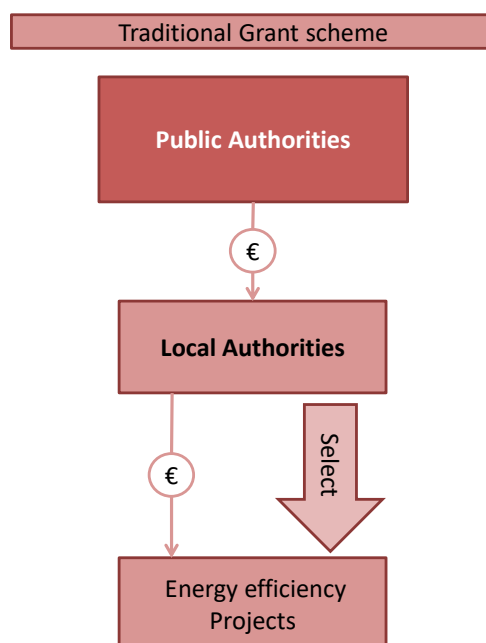


Figura 43. Schema Fondo Perduto tradizionale

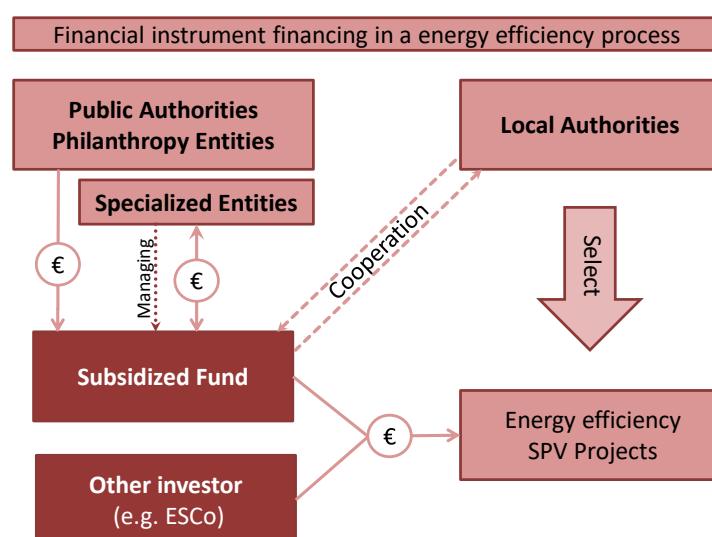


Figura 44. Esempio di processo di finanziamento per l'efficientamento energetico

## B.2.2 PRINCIPALI FINANZIAMENTI AGEVOLATI EUROPEI

I maggiori finanziamenti agevolati europei e le loro principali caratteristiche sono elencati nella seguente tabella.

| Nome del fondo                                 | Promotore | Beneficiari                  | Stati                           | Budget                                                             | Grandezza dell'investimento     | Adatto a nZEB |
|------------------------------------------------|-----------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Private Finance For Energy Efficiency (PF4EE)  | BEI, LIFE | Autorità locali, SMEs, ESCOs | ES, CZ, FR                      | € 480 mln                                                          | < €5 mln                        | Alta          |
| ESIF Financial Instruments (ex-JESSICA)        | BEI       | Settore pubblico             | Dipende dal programma operativo | Dipende dal programma operativo                                    | Dipende dal programma operativo | Alta          |
| EIB Intermediate Loans                         | BEI       | Settore pubblico e privato   | EU                              |                                                                    |                                 | media         |
| European Fund for Strategic Investments (EFSI) | BEI       | Settore pubblico e privato   | EU 28                           | € 16 mln come garanzia<br>€ 5 mld come co-investimento in capitale | Nessuna restrizione             | bassa         |

Tabella 23. Principali finanziamenti agevolati europei

## B.2.2.1 Private Finance For Energy Efficiency (PF4EE)

Il fondo **'Private Finance for Energy Efficiency' (PF4EE)** è un accordo congiunto tra la BEI e la Commissione europea che si propone di affrontare il limitato accesso a finanziamenti adeguati e convenienti per gli investimenti di efficienza energetica. Lo strumento si rivolge a progetti che sostengono l'attuazione dei Piani Nazionali di Azione per l'Efficienza Energetica o di altri programmi di efficienza energetica degli Stati membri dell'UE.

I due obiettivi fondamentali dello strumento PF4EE sono:

- rendere i prestiti all'efficienza energetica un'attività più sostenibile all'interno delle istituzioni finanziarie europee, considerando il settore dell'efficienza energetica come un segmento di mercato distinto;
- aumentare la disponibilità di prestiti finanziari per gli investimenti in efficienza energetica ammissibili

Lo strumento è gestito dalla BEI e finanziato dal Programma per l'ambiente e l'azione per il clima (programma LIFE). Il programma LIFE ha impegnato 80 milioni di euro per finanziare la copertura del rischio di credito ed i servizi di assistenza degli esperti. Il finanziamento BEI avrà un effetto leva su questa somma, rendendo disponibili in finanziamento a lungo termine almeno 480 milioni.

Lo strumento, dove è già stato attivato, è implementato da un **intermediario finanziario**. L'Intermediario Finanziario è un istituto finanziario che è stato selezionato per partecipare all'attuazione dello strumento PF4EE in conformità con i termini delle “procedura di richiesta di offerta”<sup>31</sup> e con i quali la BEI ha stipulato uno o più accordi giuridicamente vincolanti.

I **destinatari finali** che beneficiano dello strumento PF4EE dovrebbero essere definiti nel contesto dei Piani Nazionali di Azione per l'Efficienza Energetica in maniera pertinente ai paesi partecipanti. Questi possono includere persone, imprese, istituzioni pubbliche e tutti gli altri enti che effettuano gli investimenti di efficienza energetica selezionati<sup>32</sup>.

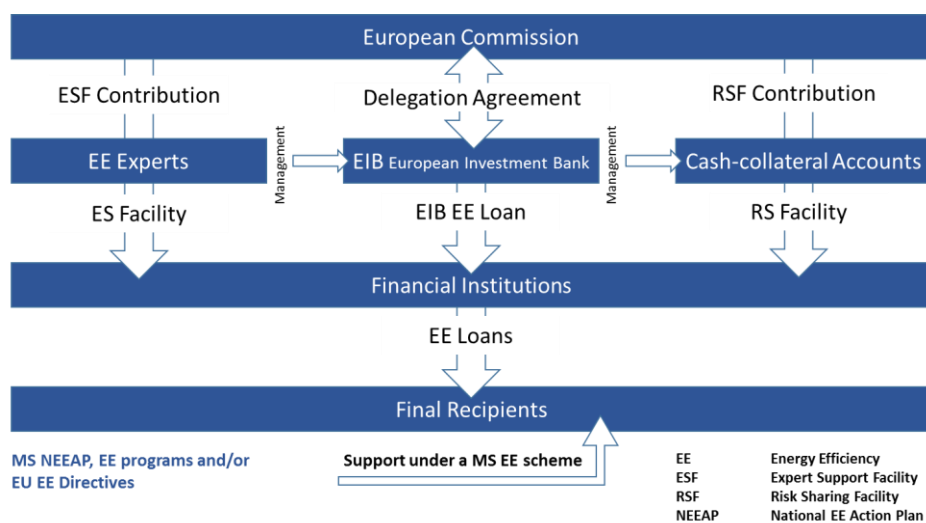


Figura 45. PF4EE funzionamento<sup>33</sup>

<sup>31</sup> “”Richiesta di proposte per diventare un Intermediario Finanziario per PF4EE” - [http://www.eib.org/attachments/documents/pf4ee\\_request\\_for\\_proposals\\_en.pdf](http://www.eib.org/attachments/documents/pf4ee_request_for_proposals_en.pdf)

<sup>32</sup>Vedi pag. 24 del document “Request for proposals in order to become a Financial Intermediary under the PF4EE”

<sup>33</sup>Fonte: Banca Europea per gli Investimenti

Lo strumento PF4EE fornisce:

- una copertura dal rischio di credito del portafoglio fornito per mezzo di cash-collateral (Risk Sharing Facility - RSF)
- finanziamento a lungo termine da parte della BEI (BEI - prestiti per l'efficienza energetica) a tassi competitivi
- servizi di assistenza da parte di esperti per gli intermediari finanziari (dotazione di supporto esperti - FSE)

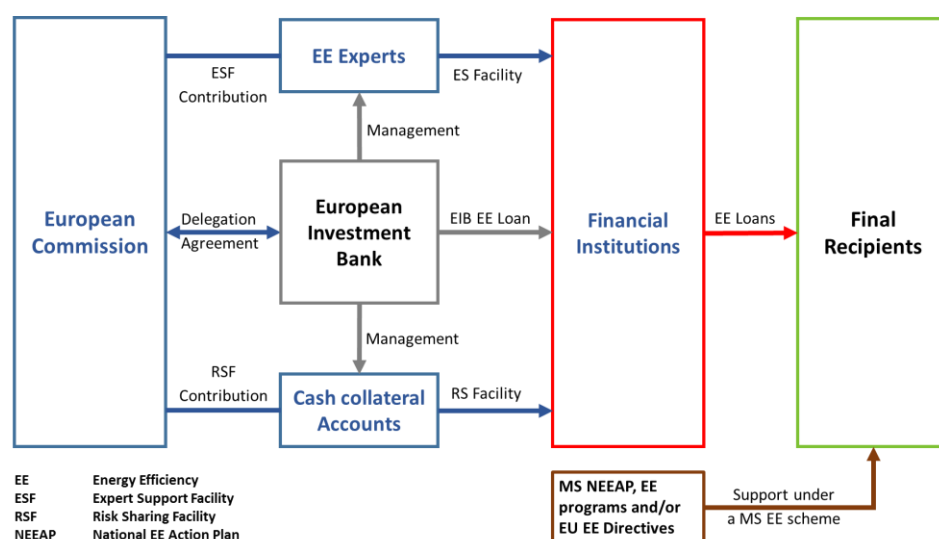
Al 31 Dicembre 2015, lo strumento ha supportato tre intermediari finanziari con meccanismi di condivisione dei rischi e supporto di esperti per un importo complessivo di € 14 mln.

Il fondo PF4EE è attualmente disponibile solo in Spagna, Repubblica Ceca e Francia.

L'esperienza spagnola<sup>34</sup> per quanto riguarda l'efficientamento energetico nel settore alberghiero ha dimostrato come questo strumento combini efficacemente i tre elementi seguenti:

- Il primo concerne il prestito della BEI che ha il fine di migliorare le condizioni di finanziamento degli investimenti di efficienza energetica finanziati da Santander.
- il secondo elemento riguarda la parziale copertura di perdite potenziali di Santander che possono risultare dai succitati prestiti per l'efficienza energetica.
- Il terzo elemento rafforza la capacità di prestito per investimenti di efficienza energetica di Santander utilizzando l'esperienza tecnica e finanziaria acquisita in progetti simili realizzati altrove in Europa.

<sup>34</sup> La Banca europea per gli investimenti e Banco Santander hanno firmato un accordo del valore di 50 milioni di euro nell'ambito del 'Private Finance for Energy Efficiency initiative', un nuovo schema europeo per aumentare e migliorare le condizioni di finanziamento per gli investimenti del settore privato nella riduzione del consumo di energia in Spagna <http://www.eib.org/infocentre/press/releases/all/2015/2015-300-eib-banco-santander-agreement-to-finance-investments-in-energy-efficiency-in-the-hotel-sector.htm>

Figura 46. PF4EE<sup>35</sup>

Se un Comune o un destinatario finale dovesse considerare questo programma, deve verificare se:

- il PF4EE è stato attivato nel paese di riferimento?
- chi è l'intermediario finanziario preposto all'attuazione dello strumento?
- il progetto candidato può risultare tra i beneficiari?
- quali sono i passaggi definiti dagli Intermediari Finanziari per avviare la procedura di selezione?

| TIPO                           | BENEFICIARI                             | STATI <sup>36</sup> | BUDGET    |
|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|-----------|
| Prestiti favorevoli e garanzie | Autorità Locali, SMEs, ESCOs, Utilities | ES, CZ, FR          | € 480 mln |

Tabella 24. Principali caratteristiche del PF4EE

<sup>35</sup>Proposta di richiesta per diventare un intermediario finanziario con PF4EE – documento pubblicato il 19/01/2015

<sup>36</sup>E' possibile attivare il PF4EE in ogni paese partecipante (Paesi Membri UE)

### B.2.2.2 Fondi strutturali e di investimento europei (ESIF) – ex JESSICA (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas)

Gli strumenti finanziari trasformano le risorse comunitarie dei fondi strutturali e di investimento europei (SIE) in prodotti finanziari quali prestiti, garanzie, partecipazioni e altri meccanismi a rischio. Questi vengono poi utilizzati per sostenere progetti economicamente validi che promuovono gli obiettivi politici della UE. Lo scopo degli strumenti finanziari è di rendere efficiente l'uso dei fondi UE, assicurando che le sovvenzioni siano integrate da altri prodotti finanziari in modo che gli stessi finanziamenti UE possano essere utilizzati più volte per via anche dell'effetto rotativo. Gli strumenti finanziari possono inoltre essere combinati con risorse per assistenza tecnica e/o garanzie/sussidi sui tassi di interesse.

Un esempio del tipo di strumento finanziario che potrebbe essere sviluppato è il Fondo di Sviluppo Urbano (FSU). Il FSU può investire nei partenariati pubblico-privato e in altri progetti integrati di sviluppo urbano sostenibile. Nel periodo di programmazione 2007-2013, molti progetti sono stati finanziati da FSU nell'ambito del programma JESSICA. I principali vantaggi derivanti da JESSICA sono stati quelli di:

- Rendere i Fondi strutturali più efficienti ed efficaci utilizzando strumenti finanziari non a fondo perduto, creando così maggiori incentivi per un'attuazione di successo dei progetti;
- Mobilitare risorse finanziarie aggiuntive per i partenariati pubblico-privati ed altri progetti di sviluppo urbano, con un focus sulla sostenibilità / riciclabilità;
- Utilizzare competenze finanziarie e gestionali delle istituzioni finanziarie internazionali come la BEI;  
Incoraggiare lo sviluppo dei progetti attraverso il supporto dell'istituto finanziario dedicato alla realizzazione dello strumento.

| TIPO                                                    | BENEFICIARI                       | STATI                           | BUDGET                          |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Principalmente prestiti ma anche semi-equity e garanzie | Principalmente autorità pubbliche | Dipende dal programma operativo | Dipende dal programma operativo |

Tabella 25. Principali caratteristiche ESIF

### B.2.2.3 Banca europea per gli investimenti (BEI): Prestiti intermediati

I prestiti intermediati sono forniti dalla Banca europea per gli investimenti alle banche locali. Questi prestiti possono essere forniti solo per determinati scopi. Il miglioramento della sostenibilità ambientale delle piccole e medie imprese rientra ad esempio tra queste condizioni, che comprendono anche il sostegno all'approvvigionamento energetico competitivo e sicuro. In generale, tutti i prestiti intermediati devono perseguire almeno uno dei seguenti obiettivi di politica pubblica:

- Aumento del potenziale di crescita e dell'occupazione anche per le PMI e le aziende a media capitalizzazione
- La coesione economica e sociale affrontando gli squilibri economici e sociali, promuovendo l'economia della conoscenza, le competenze, l'innovazione e il collegamento delle infrastrutture di trasporto regionale e nazionale
- Sostenibilità ambientale - tra cui il sostegno all'approvvigionamento energetico in maniera competitiva e sicura
- Azioni per la crescita resiliente ai cambiamenti climatici

I beneficiari finali possono essere:

- Le piccole-e-medie imprese
- Le imprese a media capitalizzazione
- Le imprese di grandi dimensioni
- Le autorità locali
- Le amministrazioni nazionali
- Gli enti pubblici

L'Intermediario deve trasferire un vantaggio finanziario che rifletta l'impatto dei fondi BEI, mentre le condizioni di prestito possono essere flessibili in termini di dimensione, durata, struttura, ecc.

| TIPO                | BENEFICIARI | STATI     | BUDGET   |
|---------------------|-------------|-----------|----------|
| Prestiti favorevoli | Enti Locali | Membri EU | Continuo |

Tabella 26. Principali caratteristiche dei prestiti intermediati della Banca Europea degli Investimenti (BEI) European Fund For Strategic Investment (EFSI)

#### B.2.2.4 Fondo europeo per gli investimenti strategici (EFSI)

EFSI è un'iniziativa lanciata congiuntamente dalla BEI - Banca Europea degli Investimenti e dalla Commissione europea - per contribuire a superare la differenza in termini di investimenti tra le varie regioni d'Europa, mobilitando finanziamenti privati per gli investimenti strategici.

Il fondo EFSI è composto da una garanzia di 16 miliardi che viene direttamente dal bilancio dell'UE, completato da una dotazione di capitale proprio della BEI di 5 miliardi di euro.

Con il supporto EFSI, il Gruppo BEI finanzia progetti economicamente validi dove si crea valore aggiunto, tra questi vi sono progetti con un profilo di rischio più elevato rispetto alle attività ordinarie della BEI. Gli investimenti si focalizzano in settori di grande importanza, in cui il Gruppo BEI ha dimostrato competenza e capacità di fornire un impatto positivo sull'economia europea, tra questi vi sono:

- Infrastrutture strategiche comprese quelli digitali, trasporti ed energia
- Formazione, ricerca, sviluppo e innovazione
- Aumento delle energie rinnovabili e dell'efficientamento energetico
- Supporto per le piccole-medie imprese e le aziende a media capitalizzazione

Al 16 giugno 2016, EFSI approvato 266 operazioni per un totale di € 17,7 miliardi, di cui il 22% nel settore energetico.

| TIPO                           | BENEFICIARI                | COUNTRIES | BUDGET                                                 |
|--------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------------------------------------------|
| Prestiti favorevoli e garanzie | Settore pubblico e privato | EU 28     | € 16 miliardi di garanzia e € 5 miliardi come capitale |

Tabella 27. Caratteristiche principali del Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici (EFSI)

### B.2.3 VANTAGGI, SVANTAGGI E ALTRE CONSIDERAZIONI RIGUARDO A QUESTI STRUMENTI FINANZIARI

I progetti nZEB hanno di solito tempi lunghi per il recupero dell'investimento e bassa sostenibilità finanziaria. Inoltre, gli enti locali spesso non sono in grado di garantire al progetto l'importo dei finanziamenti necessario, le ESCo non sono quindi interessate a tali progetti, proprio perché non offrono un rendimento adeguato agli investimenti. Così, la disponibilità di fondi agevolati potrebbe aiutare i Comuni o le ESCo a ridurre il costo del capitale e a migliorare la sostenibilità del progetto.

I fondi agevolati, erogati sotto forma di prestiti con interessi bassi o pari a zero possono essere uno strumento finanziario molto utile per i progetti nZEB. Come dimostrato dal progetto Certus, la maggior parte dei progetti nZEB ha infatti bisogno di un supporto finanziario per diventare attrattivo per le ESCo e per attivare altri investimenti privati.

Le istituzioni europee, nazionali e regionali sono consapevoli di ciò e, quindi, mettono a disposizione del mercato strumenti finanziari adeguati. Ad esempio molti progetti nel settore dell'efficienza energetica sono stati finanziati dal programma JESSICA con prestiti a basso tasso di interesse. Pertanto questo strumento, che prevede l'utilizzo di risorse del settore privato/bancario con le risorse JESSICA può essere uno strumento adeguato per aumentare l'attuabilità dei progetti nZEB. Inoltre, in modo diverso dalle sovvenzioni, la natura rotativa di questi strumenti permette al finanziatore di recuperare le risorse finanziarie investite per reinvestirle in nuovi progetti.

In conclusione, I fondi agevolati sono utili perché:

- Forniscono ai Comuni la liquidità per effettuare gli investimenti;
- Aiutano le ESCo a ridurre il costo del capitale, riducendo così il tempo di recupero dell'investimento ed aumentando il ritorno per gli investimenti;
- Possono attivare il co-finanziamento e gli investimenti privati;
- La loro natura rotativa consente ai promotori di reinvestire le risorse finanziarie in nuovi progetti.
- Premesso che vi siano le giuste condizioni, questi meccanismi non sono particolarmente difficili da gestire.

D'altra parte, i fondi agevolati possono recare qualche svantaggio, in quanto:

- Possono non essere sufficienti per garantire la sostenibilità finanziaria a progetti;

## B.3 I PROGETTI POSSONO DOVER ESSERE CONFORMI A CARATTERISTICHE RIGOROSE PER POTER RIENTRARE TRA I BENEFICIARI RISORSE A FONDO PERDUTO

### B.3.1 DESCRIZIONE GENERALE

Le risorse a fondo perduto<sup>37</sup> sono dei tipici aiuti finanziari che non devono essere ripagati. Generalmente, le risorse a fondo perduto vengono erogate ai progetti che non sono a mercato, quindi a progetti difficilmente finanziabili in normali condizioni di mercato, quali ad esempio i prestiti bancari.

La procedura prevede che il gestore del fondo perduto pubblica un invito a presentare proposte indicando gli specifici obiettivi del bando ed requisiti richiesti. I potenziali beneficiari di queste risorse strutturano un progetto in linea con i requisiti previsti nel bando. Successivamente, il gestore delle risorse a fondo perduto esamina ed analizza le varie proposte scegliendo quelle che rispondono alle sue aspettative.

I gestori delle risorse a fondo perduto per finanziare gli interventi di riqualificazione energetica negli edifici in ottica nZEB sono di norma i governi nazionali, autorità rappresentanti l'Unione Europea o altre organizzazioni. Gli Enti Locali sono un esempio di possibili beneficiari delle risorse a fondo perduto per l'ammodernamento a edifici nZEB.

### B.3.2 PRINCIPALI RISORSE A FONDO PERDUTO EUROPEE

Le principali risorse a fondo perduto Europee che possono essere utilizzate per finanziare la costruzione, il rinnovamento energetico, gli studi di progettazione ed anche le attività di comunicazione e diffusione sono presentate nella seguente tabella. Il prossimo paragrafo tratterà una breve descrizione di questi fondi.

<sup>37</sup> Definizione di fondo perduto: "contributi diretti, tramite donazione, dal budget destinati al finanziamento sia di azioni che intendono realizzare programmi di interesse per la politica EU sia di organizzazioni che perseguono uno scopo di generale interesse europeo"  
Glossario della Commissione Europea sulla programmazione finanziaria e budget  
[http://ec.europa.eu/budget/explained/glossary/glossary\\_en.cfm#g](http://ec.europa.eu/budget/explained/glossary/glossary_en.cfm#g)

## GUIDA PER IL FINANZIAMENTO DI PROGETTI nZEB

| Nome del Fondo                          | Promotore                        | Manager                                  | Paesi                             | Budget  | Idoneità a nZeb            |
|-----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------------|
| <b>ELENA</b><br>(assistenza tecnica)    | EE                               | EIB                                      | ES, GR, IT, PT, (*) <sup>38</sup> |         | Bassa (assistenza tecnica) |
| <b>IEE</b>                              | EE                               |                                          | ES, GR, IT, PT,                   |         | Media                      |
| <b>INTERREG (2014 -2020)</b>            | EE                               | ERDF                                     | ES, GR, IT, PT,                   | m€359   | Media                      |
| <b>HORIZON 2020 (capacity building)</b> | EE                               | EASME                                    | ES, GR, IT, PT,                   | m€70    | Bassa                      |
| <b>Urbact III (comunicazione)</b>       | EE                               | ERDF Stati Membri Città e Regioni membre | ES, GR, IT, PT,                   | m€96.3  | Bassa                      |
| <b>UIA</b>                              | EE                               |                                          | ES, GR, IT, PT,                   | m€372   | Forte                      |
| <b>LIFE+</b>                            | EE                               |                                          | ES, GR, IT, PT, (*) <sup>39</sup> | m€3,460 | Bassa                      |
| <b>Fondi EEA + Fondi Norvegesi</b>      | Islanda, Lichtenstein e Norvegia | EEA                                      | ES, GR, PT                        | m€856   | Media                      |

## B.3.3 BREVE DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI FONDI AGEVOLATI

## B.3.3.1 European Local Energy Assistance (ELENA)

ELENA<sup>40</sup> (European Local Energy Assistance) copre fino al 90% dei costi per assistenza tecnica che servono per strutturare, implementare e finanziare l'investimento. Questi costi possono includere studi di fattibilità e di mercato, strutturazione dei progetti, audit energetici ma non i costi di costruzione. Una solida e ben strutturata analisi tecnica ed economica, aiuta il progetto anche nell'attrarre finanziamenti da parte delle banche o di altre istituzioni finanziari, quali ad esempio Banca Europea degli Investimenti..

<sup>38</sup> (\*) Stati Membri della UE, Norvegia, Islanda, Lichtenstein, Croazia e Macedonia

<sup>39</sup> (\*) Stati Membri della UE, Norvegia, Islanda, Lichtenstein, Croazia e Macedonia

<sup>40</sup> [http://www.eib.org/attachments/thematic/elena\\_en.pdf](http://www.eib.org/attachments/thematic/elena_en.pdf)

Attraverso i fondi ELENA, pertanto le autorità locali possono essere supportate nella attuazione di progetti di riqualificazione energetica degli edifici,, di edilizia sostenibile, di efficientamento energetico, di trasporto eco-compatibile, etc.

### B.3.3.2 Horizon 2020

Horizon 2020<sup>41</sup> è uno strumento a supporto della implementazione della “*Innovation Union*”, una iniziativa importante nell’ambito dell’Europa 2020 che mira ad aumentare la competitività globale europea. Una delle sfide che Horizon 2020 affronterà sarà quella della “Energia Efficiente, Sicura e Pulita”.

Horizon 2020, nell’ambito del settore dell’efficienza energetica, fornisce, attraverso i suoi bandi, supporto finanziario per attività inerenti l’efficientamento energetico di edifici, dell’industria, dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento, dei prodotti e servizi delle piccole e medie imprese nel settore energetico, contribuendo ad aumentare l’attrattività degli investimenti in questo settore.

### B.3.3.3 Intelligent Energy Europe (IEE)

Il programma Intelligent Energy Europe<sup>42</sup> non è più disponibile, anche se alla data attuale (Settembre 2016) vi sono ancora alcuni progetti attivi<sup>43</sup> come ad esempio CERTuS. I programmi IEE servono ad aiutare le organizzazioni che intendono migliorare la sostenibilità ambientale provvedendo al finanziamento di studi e/o azioni dimostrative. Il programma è partito nel 2003 lanciato dalla Commissione Europea ed è parte integrante di un ampio progetto per creare un “futuro energetico-intelligente”. Il progetto ha supportato le politiche di efficientamento energetico ed delle energie rinnovabili proposte dalla UE, col presupposto di raggiungere gli obiettivi di EU2020 (20% in meno di gas serra, 20% aumento dell’efficienza energetica, 20% in più di consumo energetico da fonti rinnovabili). Gli enti locali erano inclusi tra i beneficiari potenziali.

Attualmente quindi il programma UE Horizon 2020 supporta la ricerca, le dimostrazioni e la diffusione sul mercato di tecnologie energeticamente efficienti.

<sup>41</sup>[http://ec.europa.eu/newsroom/horizon2020/document.cfm?doc\\_id=4752](http://ec.europa.eu/newsroom/horizon2020/document.cfm?doc_id=4752)

<sup>42</sup><http://ec.europa.eu/energy/intelligent/>

<sup>43</sup><http://ec.europa.eu/easme/en/intelligent-energy-europe>

#### B.3.3.4 Interreg (2014 -2020)

Il programma UE “INTERREG EUROPE Programme” aiuta le regioni d’Europa a lavorare assieme e a condividere le proprie conoscenze ed esperienze<sup>44</sup>.

INTERREG mira a supportare lo sviluppo economico globale e a ridurre le differenze tra regioni in termini di ricchezza, redditi e opportunità. Concretamente il programma si focalizza nel miglioramento delle politiche regionali nelle seguenti aree tematiche:

- Innovazione ed economia della conoscenza
- Ambiente e prevenzione dei rischi

#### B.3.3.5 LIFE+ Programme

“LIFE è lo strumento finanziario della UE che supporta i progetti relativi alle tematiche ambiente, conservazione naturale e climatica in tutto il territorio della UE. Sin dal 1992 LIFE ha cofinanziato 4306 progetti. Per il periodo 2014-2020 LIFE contribuirà approssimativamente con 3.4 miliardi di euro alle tematiche di protezione ambientale e climatica.<sup>45</sup>”.

Il programma LIFE copre tre aree prioritarie: ambiente ed efficienza energetica, natura e biodiversità, governance ambientale e informazione. Il programma supporta anche progetti finanziati da più entità che operano su una vasta area territoriale. Questi progetti mirano ad implementare politiche ambientali e climatiche e a meglio integrare queste politiche in altre aree di intervento.

#### B.3.3.6 Urbact

La missione di URBACT è di far lavorare assieme diverse città al fine di sviluppare soluzioni urbane integrate e condivise imparando dalle diverse esperienze ed identificando le buone pratiche per sviluppare delle migliori politiche urbane. E’ uno strumento della ‘Politica di Coesione’, co-finanziata dal Fondo di Sviluppo Regionale Europeo, dai 28 Stati Membri, dalla Norvegia e dalla Svizzera.

<sup>44</sup>[http://www.interreg4c.eu/fileadmin/User\\_Upload/PDFs/INTERREG\\_EUROPE\\_01.pdf](http://www.interreg4c.eu/fileadmin/User_Upload/PDFs/INTERREG_EUROPE_01.pdf)

<sup>45</sup><http://ec.europa.eu/environment/life/about/index.htm#life2014>

Anche se il programma non è molto appropriato per finanziare l'ammodernamento di edifici di per sé, è comunque possibile usarlo per finanziare azioni rilevanti.

### **B.3.3.7 Urban Innovative Actions (UIA)**

*“Urban Innovative Actions (UIA) è un’iniziativa della Commissione Europea che assegna risorse alle aree urbane europee per testare nuove ed innovative soluzioni alle sfide dell’urbanizzazione. Sulla base dell’articolo 8 dell’ ERDF, l’iniziativa ha un budget totale di 378 milioni per il periodo 2014-2020. Il principale obiettivo è testare come queste soluzioni innovative possano rispondere alle complessità esistenti nella realtà<sup>46</sup>”*.

### **B.3.3.8 Fondi norvegesi ed EEA**

Le risorse a fondo perduto EEA e del governo Norvegese rappresentano i contributi presenti in Islanda, Lichtenstein e Norvegia destinati alla riduzione delle disparità economiche e sociali e servono a rinforzare i rapporti bilaterali con 16 paesi UE del Centro/Sud Europa e della zona del Baltico. “Ogni paese beneficiario si accorda su di una serie di progetti con il paese donatore, basandosi sui bisogni e sulle priorità nazionali e sullo scopo della cooperazione con il paese donatore. Tutti i progetti devono aderire a degli standard qualitativi in termini di diritti umani, buona governance, crescita sostenibile e pari opportunità<sup>47</sup>”. L'Italia non è tra i paesi beneficiari<sup>48</sup>.

<sup>46</sup><http://www.uia-initiative.eu/en/about-us/what-urban-innovative-actions>

<sup>47</sup><http://eeagrants.org/Who-we-are>

<sup>48</sup><http://eeagrants.org/Where-we-work>

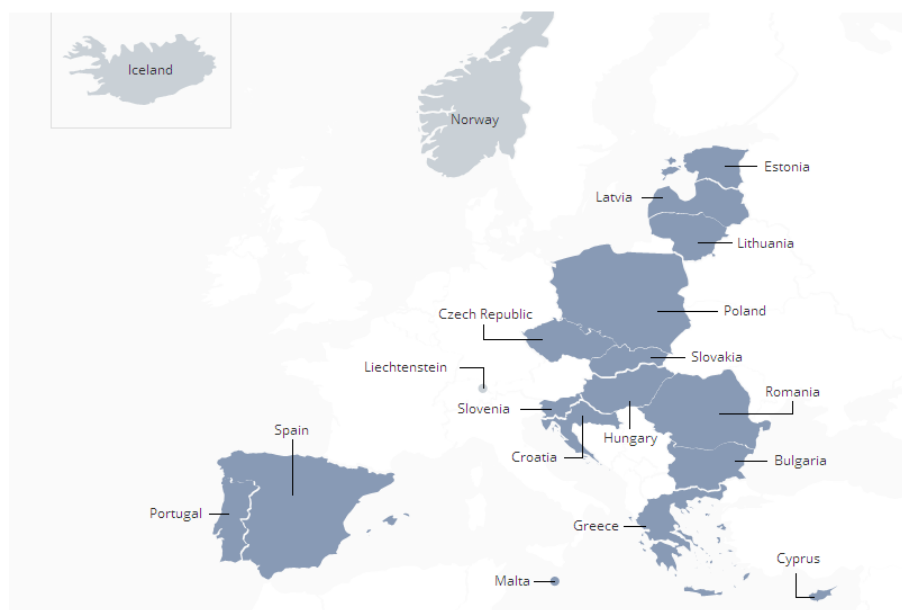


Figura 47. Paesi beneficiari (Source: <http://eeagrants.org/>)

#### B.3.4 PRINCIPALI RISORSE A FONDO PERDUTO NAZIONALI E REGIONALI

| Stato/Regione            | Promotore                                   | Manager                       | Beneficiario                                | Budget         | Investimento | Rilevanza per nZeb |
|--------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|----------------|--------------|--------------------|
| <b>Spagna</b>            | Ministero industria ed Energia              | IDAE                          | Proprietari di immobili                     | €200 milioni   |              | Medio              |
| <b>Spagna</b>            | Action Plan on Energy Efficiency and Saving | IDAE                          | Centri che consumano energia                | €2,350 milioni |              | Basso              |
| <b>Italia / Campania</b> | Regione Campania                            | Regione Campania              | Comuni, ospedali, autorità di sanità locali | €115 milioni   |              | Basso              |
| <b>Italia / Lazio</b>    | Regione Lazio                               | Regione Lazio                 | Edifici Pubblici                            | €25 milioni    |              | Medio              |
| <b>Italia / Bolzano</b>  | Provincia Autonoma di Bolzano               | Provincia Autonoma di Bolzano | Edifici residenziali                        |                | > € 4000     | Basso              |
| <b>Italia / Piemonte</b> | Regione Piemonte                            | Regione Piemonte              | Edifici residenziali e pubblici             | €5 milioni     |              | Basso              |

| Stato/Regione   | Promotore                              | Manager        | Beneficiario                     | Budget                     | Investment<br>o | Rilevanza<br>per nZeb |
|-----------------|----------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Italia / Umbria | Regione Umbria                         | Regione Umbria | "Edifici di interesse regionale" | €2 milioni                 |                 | Medio                 |
| Greece          | Ministry of Environment and Energy     | EPPERAA        | Scuole pubbliche                 | €40 milioni                |                 | Medio                 |
| Grecia          | Ministero dell'ambiente e dell'energia | EPPERAA        | Edifici pubblici                 | €175 milioni <sup>49</sup> |                 | Medio                 |

### B.3.5 VANTAGGI, SVANTAGGI ED ALTRE CONSIDERAZIONI

Come già fatto notare, le risorse a fondo perduto risultano molto desiderabili dalla prospettiva di chi deve fare l'intervento sull'edificio in quanto aiutano la sostenibilità finanziaria di un progetto, tuttavia, queste risorse sono scarse e non presentano un effetto rotativo. Nonostante ciò, laddove disponibili le risorse a fondo perduto sono molto utili per rendere alcuni progetti fattibili da parte del mercato. Nel caso di progetti per l'efficientamento energetico, le risorse 'Actions Grants' sono usate per *"finanziare azioni che possano aiutare a raggiungere un obiettivo che è parte di una politica dell'Unione Europea"*<sup>50</sup>. Le risorse a fondo perduto possono essere molto utili anche per finanziare progetti che incorporano tecnologie non ancora in commercio o che si trovano nei primi step di messa in commercio oppure tecnologie che possono risultare altrimenti eccessivamente dispendiose<sup>51</sup>.

I vantaggi di usare risorse a fondo perduto sono:

- I progetti possono potenzialmente aumentare la loro attrattività sul mercato,
- La combinazione di risorse a fondo perduto con altri strumenti<sup>52</sup>, come i prestiti bancari, possono portare a migliori soluzioni di finanziamento;

<sup>49</sup><http://www.pireasnet.gr/LinkClick.aspx?fileticket=TL8X0PiEt9w%3D&tabid=1283>

<sup>50</sup>"Financial Instruments 2014-2020 under European Structural and Investment Funds (ESIF)", Symela Tsakiri, Brussels, 19-20 January 2015

<sup>51</sup>[http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/financing\\_energy\\_renovation.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/financing_energy_renovation.pdf)

<sup>52</sup>"Grants and financial instruments working together", FI-COMPASS (<https://www.fi-compass.eu>)

- Possono risultare particolarmente utili per aree economicamente depresse o finanziariamente immature,
- Possono aiutare a dimostrare l'utilità di un progetto incoraggiando così l'attività economica.

Gli svantaggi delle risorse a fondo perduto sono:

- Offrono una minor replicabilità in quanto le risorse a Fondo Perduto sono limitate,
- hanno un effetto rotativo nullo, nel senso che una volta spese le risorse a fondo perduto non tornano al donatore per essere reinvestite in altri progetti,
- normalmente vengono assegnati dopo procedure che richiedono un certo arco temporale, capacità tecniche e costi.

In conclusione, dev'essere enfatizzato che le risorse a fondo perduto sono molto importanti per supportare attività che non sono finanziariamente sostenibili a normali condizioni di mercato e che quando tali risorse vengono utilizzate in combinazione con altri strumenti finanziari possono agevolare la diffusione di tali interventi sul mercato.

## B.4 INCENTIVI FISCALI ED ALTRI INCENTIVI

### B.4.1 DESCRIZIONE GENERALE

Gli incentivi fiscali<sup>53</sup> sono solitamente misure di tassazione create per supportare ed incoraggiare determinate azioni. Le autorità nazionali e regioni adottano misure su tasse, sanzioni ed altri incentivi fiscali (riduzione di tasse, crediti, riduzione IVA, certificate bianchi, ecc.) al fine di supportare tutte quelle azioni volte all'efficientamento energetico degli edifici. Le misure fiscali sotto forma di tasse addizionali o sanzioni possono più precisamente essere chiamate disincentivi fiscali. Un esempio di queste può essere la relazione tra la tassa di proprietà ed il consumo energetico di un edificio. Allo stesso modo, gli incentivi possono essere dati ad interventi di ristrutturazione che presentano maggiore efficienza energetica. Ad esempio nei contratti Energy Performance Contract, le autorità pubbliche controparti della ESCo possono creare dei meccanismi di controllo ed imporre sanzioni nel momento in cui non vengono raggiunti gli obiettivi di risparmio energetico previsti. Mentre alcuni tipi di incentivi vengono utilizzati frequentemente, come le riduzioni fiscali, altri sono specifici solo per alcuni paesi. E' molto importante capire i pro ed i contro di questi incentivi in modo tale da tenerli in considerazione per finanziare progetti con obiettivi nZEB.

### B.4.2 BREVE DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI FORME DI INCENTIVO FISCALE

#### B.4.2.1 Incentivi fiscali (Fina-Ret)

Un incentivo fiscale è "una qualsiasi misura che prevede un trattamento fiscale più favorevole per certe attività o per certi settori rispetto a quanto è previsto nel settore in generale" oppure una *"riduzione nelle tasse che incoraggia aziende o persone a fare qualcosa che aiuterà l'economia nazionale"*<sup>54</sup>. Gli incentivi fiscali sono una forma di investimento molto diffuso grazie al fatto che sono meno dispendiosi per il governo rispetto a sussidi o risorse a fondo perduto. Possono presentarsi in diverse

<sup>53</sup>A fiscal incentive is a "monetary benefit offered to consumers, employees and organizations to encourage behavior or actions which otherwise would not take place. A financial incentive motivates actions which otherwise might not occur without the monetary benefit"

Online Business Dictionary (<http://www.businessdictionary.com/definition/financial-incentive.html>)

<sup>54</sup>Cambridge Dictionary (<http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/tax-incentive>)

forme come ad esempio le esenzioni fiscali o riduzioni sulle tasse sui redditi o riduzione dell'IVA. I governi nazionali adottano queste misure che sono contenute in apposite leggi che specificano nel dettaglio i criteri di eleggibilità e l'ammontare delle agevolazioni (solitamente una percentuale dell'investimento).

#### B.4.2.2 Tariffe incentivanti

Nell'ambito del settore fotovoltaico ad esempio la tariffa incentivante consiste in un contributo finanziario sul prezzo dell'energia pagato dalle autorità nazionali quando comprano l'energia prodotta da individui private tramite un impianto fotovoltaico. Ciascun paese presenterà degli specifici sistemi incentivanti che vengono regolati da normative e regolamenti, che possono variare in base alle politiche incentivanti prefissate e agli obiettivi raggiunti.

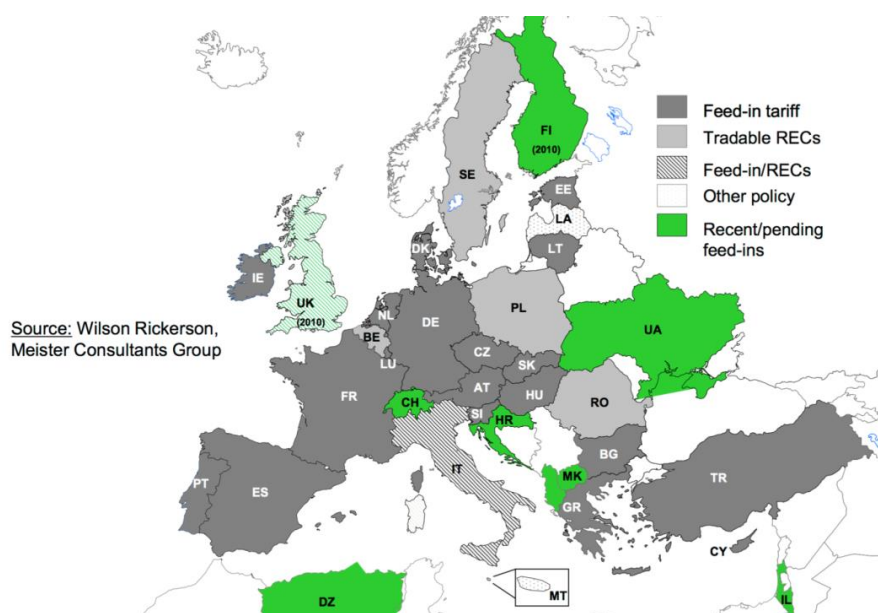


Figura 48. . Forma Politica: Applicazione in Europa (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, 2016)<sup>55</sup>

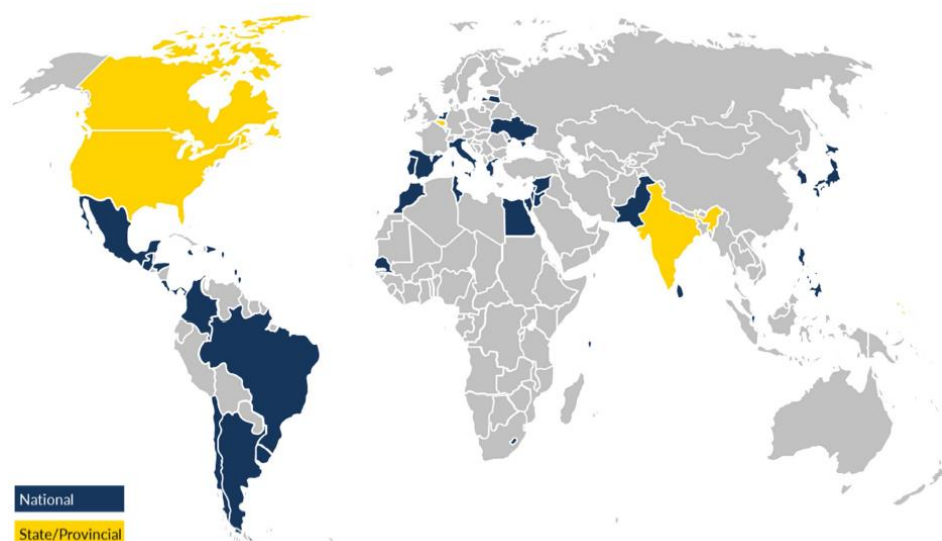
#### B.4.2.3 Scambio sul posto

Lo scambio sul posto consente ad individui ed imprese che producono elettricità da impianti che sfruttano energia rinnovabile (ad esempio da

<sup>55</sup> [http://www1.eere.energy.gov/wip/solutioncenter/pdfs/tap\\_webinar\\_20091028.pdf](http://www1.eere.energy.gov/wip/solutioncenter/pdfs/tap_webinar_20091028.pdf)

pannelli solari) di immettere, l'elettricità che non usano, nella rete elettrica e valorizzare la stessa al prezzo dell'energia elettrica. In alcuni casi, i produttori vendono l'energia in eccesso che producono al loro fornitore di energia. La connessione alla rete elettrica è in ogni caso necessaria per l'edificio al fine di garantire l'energia anche quando le fonti rinnovabili non sono disponibili o per coprire i picchi di richiesta energetica.

L'esito delle analisi condotte nell'ambito del progetto CERTuS sui dodici edifici ha dimostrato che l'installazione di pannelli fotovoltaici è utile ai fini del raggiungimento delle prestazioni energetiche dell'edificio in ottica nZEB. Finanziariamente, lo scambio sul posto può essere un importante incentivo economico ed è disponibile in tutti e quattro i paesi del sud Europa (Grecia, Italia, Portogallo e Spagna).



#### B.4.2.4 Certificati bianchi

I certificati bianchi, anche chiamati Energy Savings Certificate (ESC), Energy Efficiency Credit (EEC), , sono uno strumento emanato da uno specifico ente autorizzato e garantiscono che un ammontare specifico di risparmio energetico è stato raggiunto. Ogni certificato è un bene unico e tracciabile che prevede un diritto di proprietà su di un ammontare

addizionale di risparmio energetico e garantisce che il beneficio non sia già stato contabilizzato altrove<sup>56</sup>.

#### B.4.2.5 Meccanismo di ripagamento in bolletta

Il meccanismo di ripagamento in bolletta consente di rimborsare i corrispettivi per l'efficienza energetica raggiunta attraverso i meccanismi di tassazione o in bolletta, come indicato nei paragrafi precedenti. Finché l'Ente Locale, o ogni altro cliente, ha una buona storia creditizia dei pagamenti per costi di energia, gas e altre bollette si può avere con buona approssimazione una indicazione di un basso rischio di default e quindi gli investimenti collegati ad essi sono più attrattivi per gli investitori. Da prassi di mercato, questo meccanismo è più diffuso per gli investimenti nell'edilizia popolare. .

#### B.4.3 VANTAGGI, SVANTAGGI ED ALTRE CONSIDERAZIONI

Gli incentivi fiscali e gli altri incentivi hanno il valore di risorse a fondo perduto nel lungo periodo, poiché non supportano la costruzione o installazione di un'infrastruttura ma piuttosto il suo utilizzo. Dal punto di vista finanziario gli incentivi non sono erogati sotto forma di percentuale del costo del capitale necessario all'inizio di un progetto ma sono legati all'uso ed al beneficio ambientale conseguente alla realizzazione del progetto.

In questo senso il maggior svantaggio degli incentivi fiscali è che questi non contribuiscono ai costi del progetto in conto capitale. D'altra parte, i maggiori vantaggi legati all'utilizzo di incentivi fiscali sono:

- Solitamente supportano l'utilizzo dell'infrastruttura e non la costruzione/installazione della stessa,
- Con lo stesso budget annuale, possono supportare più progetti rispetto alle risorse a fondo perduto,
- Non richiedono ai beneficiari lunghe procedure come accade invece per ottenere delle risorse a fondo perduto,
- Possono attrarre risorse di mercato, attivando un potenziale effetto rotativo

<sup>56</sup> [http://wupperinst.org/uploads/tx\\_wupperinst/Pavan\\_BMU\\_10122009.pdf](http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Pavan_BMU_10122009.pdf)

In conclusione, l'utilizzo di incentivi fiscali è uno degli strumenti a supporto dei progetti che non sono sostenibili a normali condizioni di mercato in quanto può consentire il miglioramento della loro sostenibilità finanziaria.

## B.5 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Le riqualificazioni energetiche consistenti (dove vi è un risparmio energetico di almeno il 60% rispetto al consumo pre-intervento) ed ancora di più nel caso di riqualificazioni finalizzate a rendere gli edifici nZEB, rappresentano degli interventi sfidanti sia a livello tecnico che a livello finanziario. I principali aspetti critici riguardano infatti:

- Aspetti tecnici relativi alla stabilità degli edifici;
- Aspetti estetici, particolarmente importanti per i monumenti vincolati;
- Il mantenimento dell'operatività degli edifici;
- Potenziali procedure lunghe e complicate per organizzare il bando di gara;
- Possibile burocrazia;
- Potenziali problematiche legate al finanziamento

I risultati del progetto CERTuS dimostrano come tutte queste questioni possono essere gestite e sia possibile ottenere i risultati di riqualificazione energetica in ottica nZEB. Si evince inoltre che per l'efficientamento energetico esistono vari sistemi di finanziamento che possono essere usati è stato dimostrato come l'uso di un singolo strumento finanziario non sempre corrispondesse ai bisogni di ammodernamento edilizio o viceversa che i progetti di riqualificazione edilizia non erano adatti ai requisiti per ottenere i finanziamenti. Per questo motivo, una combinazione di diversi strumenti di finanziamento risulta essere necessaria per la realizzazione e la fattibilità di un progetto di questo tipo.

In linea con la metodologia di valutazione dei progetti proposta, , anche se i finanziamenti a fondo perduto sono gli strumenti finanziari più desiderati, solitamente queste risorse sono limitate e quindi poco efficienti per implementare progetti su larga scala. Infatti, dal punto di vista degli enti locali, le risorse a fondo perduto sono desiderabili ma le risorse non sono abbastanza cospicue da permettere profonde innovazioni energetiche negli edifici. Inoltre l'erogazione di risorse a fondo perduto deve seguire la regolamentazione apposita anche in termini di ammontare massimo di risorse a valere su un progetto.. Inoltre, le risorse a fondo perduto possono essere accettabili per alcuni tipi di progetto, ma siccome non hanno effetto rotativo (non rientrano

quindi al soggetto erogante) risultano essere una soluzione meno appetibile.

Uno schema di finanziamento misto, che include finanziamenti diretti ed indiretti, sembra essere il più appropriato per finanziare interventi di efficienza energetica in ottica nZEB - 'Nearly Zero Energy Buildings'. Analisi economiche e finanziarie sono pertanto indispensabili per capire la sostenibilità e l'attrattiva sui mercati dei diversi progetti. Durante la fase di sviluppo del progetto, dovrebbe essere già avviata una analisi dei potenziali strumenti di finanziamento disponibili e potenzialmente combinabili al fine di attivare le procedure per l'ottenimento delle risorse specifiche. Il risultato finale di questa combinazione di risorse dovrebbe essere la massimizzazione degli investimenti potenziali e dei risparmi energetici, l'uso efficiente delle risorse a fondo perduto a favore di investimenti con lunghi periodi di rientro.

Per i progetti su larga scala possono essere ottenuti i seguenti vantaggi: le autorità locali dovrebbero essere in grado di negoziare migliori contratti EPC e O&M, potrebbero essere ottenuti dei sussidi, il coinvolgimento delle Esco potrebbe garantire maggiori risultati in termini di efficientamento energetico.

Bisogna in ogni caso considerare che questi schemi di finanziamento e di gestione del progetto attraverso ESCo potrebbero comportare dei costi di strutturazione che diventano compatibili e più appropriati per investimenti di maggiori dimensioni. Per questo motivo le risorse legate all'assistenza tecnica sono fondamentali per aiutare le autorità locali a preparare progetti che puntano anche ad una certa massa critica, che siano attrattivi ed efficienti. In questo modo, gli enti locali hanno la possibilità di ragionare su un rinnovamento di un numero di edifici maggiori piuttosto che su un singolo edificio (Figura 50).

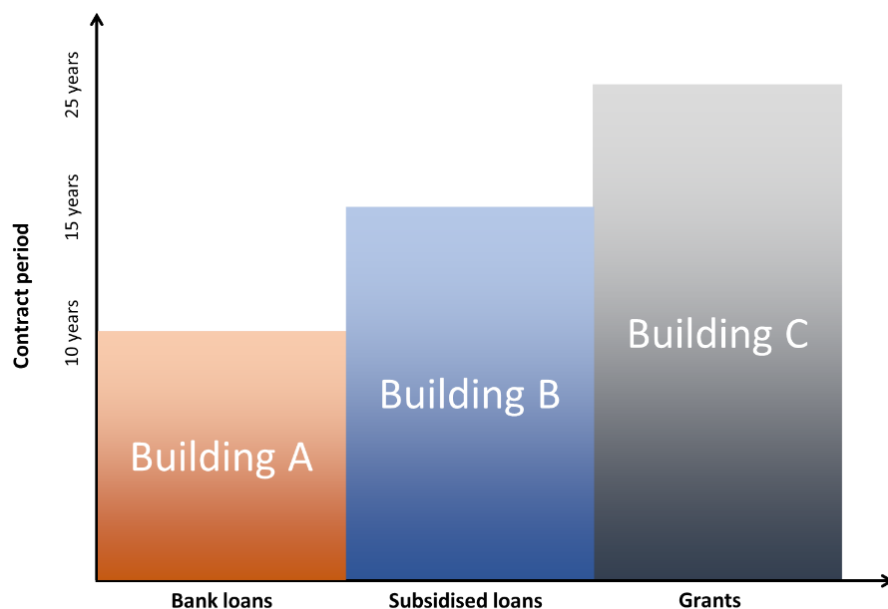


Figura 49. Approccio convenzionale di finanziamento

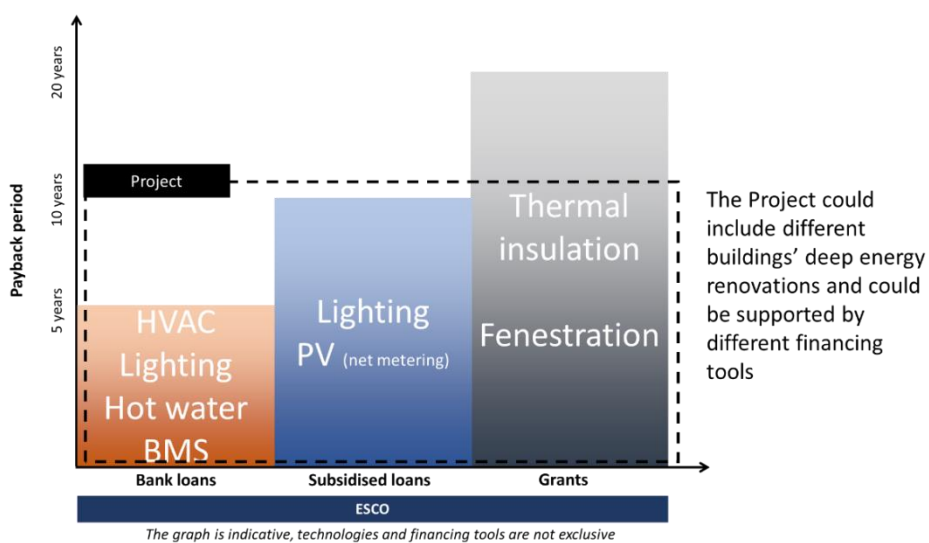


Figura 50. Potenziale schema di finanziamento alternativo

(V.R.)

## B.6 FONTI

- Deloitte. (2014). “Breakthrough for sustainability in commercial real estate”. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-breakthrough-for-sustainability-in-real-estate-051414.pdf>
- Deloitte. (2016). “2015 Commercial Real Estate Outlook Enhance Technology, Enable Innovation”
- EEA GRANTS and NORWAY GRANTS. (2016). Retrieved from <http://eeagrants.org/>
- Energy Efficiency Financial Institution Group (EEFIG). (2015). “Energy Efficiency – the first fuel for the EU Economy: How to drive new finance for energy efficiency investments”
- European Commission. (2016). Environment: LIFE Programme. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/life/about/>
- European Commission. (2016). European Structural and Investment Funds. Retrieved from [http://ec.europa.eu/contracts\\_grants/funds\\_en.htm](http://ec.europa.eu/contracts_grants/funds_en.htm)
- European Commission. (2016). Horizon 2020. Retrieved from <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>
- European Commission. (2016). Intelligent Energy Europe (IEE). Retrieved from <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/>
- European Commission. (2016). LIFE Programme. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/life/>
- European Energy Efficiency Fund. (2016). Retrieved from <http://www.eeef.eu/>
- European Investment Bank. (2016). European Fund For Strategic Investment (EFSI). Retrieved from <http://www.eib.org/efsi/>
- European Investment Bank. (2016). European Local Energy Assistance (ELENA). Retrieved from <http://www.eib.org/products/advising/elena/index.htm>
- European Investment Bank. (2016). European Structural And Investment Funds (ESIF) – Former Jessica. Retrieved from <http://www.eib.org/products/blending/esif/index.htm>
- European Investment Bank. (2016). Private Finance For Energy Efficiency (PF4EE). Retrieved from <http://www.eib.org/pf4ee>
- European Investment Bank. (2016). Retrieved from <http://www.eib.org/>
- FI-COMPASS. (2016). Retrieved from <https://www.fi-compass.eu/>
- Fondo Italiano per l’Efficienza Energetica. (2016). Retrieved from <http://www.fitef.com/>
- Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund. (2016). Retrieved from <http://geeref.com/>
- Green for Growth Fund. (2016). Retrieved from <http://www.ggf.lu>

- Interreg Europe. (2016). INTERREG IVC. Retrieved from <http://www.interregeurope.eu/>
- Paul Schultz. (2012). “*The market for new issues of municipal bonds: The roles of transparency and limited access to retail investors*”, Journal of Financial Economics, Volume 106, Issue 3, December 2012, Pages 492-512, ISSN 0304-405X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfineco.2012.07.004>.
- Pinna, Massimo. (2015). “*The Municipal Bond Market in Italy: an empirical analysis of the determinants of yields and credit ratings*”. Retrieved from <http://veprints.unica.it/1173/>
- Sandra Cohen, Michael Doumpos, Evi Neofytou, Constantin Zopounidis. (2012). “*Assessing financial distress where bankruptcy is not an option: An alternative approach for local municipalities*”, European Journal of Operational Research, Volume 218, Issue 1, 1 April 2012, Pages 270-279, ISSN 0377-2217, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.10.021>.
- SUSI partners. (2016). Retrieved from <http://www.susi-partners.ch>
- Sustainable Development Capital LLP. (2016). Retrieved from <http://www.sdcl-ib.com>
- Sustainable Development Capital LLP. (2016). UK Energy Efficiency Investments Fund. Retrieved from [www.sdcl-ee.com](http://www.sdcl-ee.com)
- The London Energy Efficiency Fund. (2016). Retrieved from <http://www.leef.co.uk/>
- U.S. Department of Energy. (2016). Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. Retrieved from <http://www.eere.energy.gov/>
- U.S. Environmental Protection Agency. Environmental Financial Advisory Board. (2014). “*Municipal Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions Reduction: Financing and Implementing Energy Efficiency Retrofits in City-Owned Facilities*”. Retrieved from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/efab\\_report\\_municipal\\_energy\\_efficiency\\_ghg\\_emissions\\_reduction.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/efab_report_municipal_energy_efficiency_ghg_emissions_reduction.pdf)
- URBACT programme. (2016). Retrieved from <http://urbact.eu/>
- Urban Innovative Actions (UIA). (2016). Retrieved from <http://www.uia-initiative.eu/>
- World Bank Group. (2016). Public-Private-Partnership in Infrastructure Resource Center. Retrieved from <http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/about-pppirc>

PARTE

C

## GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO ENERGIA



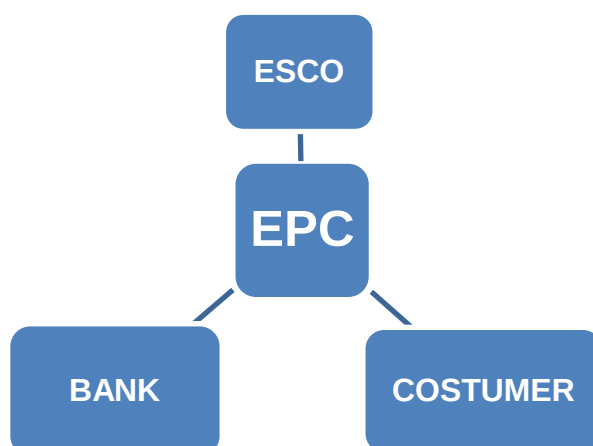


## C.1 LA SCELTA DELLE TIPOLOGIE CONTRATTUALI

Il progetto CERTuS prevede che le pubbliche amministrazioni, per la riqualificazione energetica dei propri edifici in nZEB, utilizzino lo strumento del contratto EPC e del Finanziamento Tramite Terzi.

Un contratto EPC, secondo la **Directive 2012/27/EU** viene definito:

**‘energy performance contracting’**: a contractual arrangement between the beneficiary and the provider of an energy efficiency improvement measure, verified and monitored during the whole term of the contract, where investments (work, supply or service) in that measure are paid for in relation to a contractually agreed level of energy efficiency improvement or other agreed energy performance criterion, such as financial savings.



Quindi le parti coinvolte nel contratto EPC sono normalmente due: il committente e la ESCo che spesso sono affiancati da un soggetto finanziatore terzo.

Quindi la municipalità deve identificare tra le tipologie contrattuali quella che soddisfa le sue necessità e che possa comunque accogliere i favori del mercato. Infatti EPC è un contratto tra due parti che devono entrambe trovare le proprie convenienze nella stipula dello stesso. Più il contratto è equilibrato più la buona riuscita dello stesso è assicurata.

Esistono più tipologie contrattuali che soddisfano la definizione precedente e si differenziano le une dalle altre essenzialmente per alcuni aspetti peculiari: il soggetto

## GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO ENERGIA

che finanzia gli investimenti, la durata del contratto, la condivisione o meno dei risparmi, ecc.

È bene precisare che spesso il contratto che verrà stipulato non sarà esattamente uguale ad una di queste tipologie ma, al fine di renderlo più aderente ai bisogni delle parti, risulterà un mix di più tipologie contrattuali.

Pertanto, occorre che vengano presi in considerazione i diversi aspetti che consentono di identificare lo “scenario di riferimento”.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa della Tipologie contrattuali maggiormente utilizzate e i ruoli svolti da ciascun soggetto nell’ambito della singola tipologia contrattuale.

| CONTRATO TIPO    | CLIENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    | ESCO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | BANCA                                                                                                 |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FIRST IN</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente paga un canone fisso che garantisce un risparmio minimo garantito dei consumi storici di energia.</li> <li>• Se il risparmio è maggiore del minimo fissato il cliente ha una rettifica positiva a fine anno</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESCO finanzia interventi con fondi propri o attraverso finanziamento tramite terzi (“rischio di credito”)</li> <li>• La ESCO fa gli interventi di risparmio energetico e gestisce gli impianti, di cui manterrà la proprietà fino alla fine del Contratto (rischio tecnico)</li> <li>• La ESCO ha il 100% dei risparmi previsti nel contratto; se il risparmio è maggiore, la differenza è condiviso con il cliente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La banca finanzia la ESCo se questa non ha equity</li> </ul> |
| <b>FIRST OUT</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Per tutta la durata del contratto, il cliente continua a spendere</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESCO finanzia gli interventi con capitale proprio o tramite</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La banca finanzia la ESCo se</li> </ul>                      |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                          |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | <p>come prima della riqualificazione energetica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al termine del contratto, il cliente beneficia dei risparmi derivanti dalle misure di risparmio energetico.</li> </ul>                                                                                                                     | <p>finanziamento da parte di terzi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Per tutta la durata del contratto, riceve il 100% dei risparmi conseguiti da misure di risparmio energetico con il quale può recuperare il credito, i costi e il profitto</li> </ul>                      | <p>questa non ha equity</p>                                                                              |
| <b>GUARANTEED SAVINGS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente finanzia gli interventi con capitale proprio o tramite finanziamento di terzi accettando il “rischio di credito”</li> <li>• Per tutta la durata del contratto, riceve il 100% dei risparmi conseguiti</li> <li>• Il cliente paga una quota fissa per i servizi della ESCO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO trova e organizza il finanziamento</li> <li>• La ESCO garantisce un risparmio energetico minimo concordato con il cliente e accetta solo il “rischio tecnico”</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La banca finanzia la ESCO se questa non ha equity</li> </ul>    |
| <b>SHARED SAVINGS</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il risparmio energetico è divisa tra ESCO e il cliente</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO finanzia gli interventi con capitale proprio o tramite finanziamento tramite terzi</li> <li>• La ESCO accetta il “rischio tecnico” e il “rischio di credito”</li> <li>• Il risparmio energetico è diviso tra ESCO e il cliente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La banca finanzia la ESCO se questa non ha equity</li> </ul>    |
| <b>PAY FROM SAVINGS</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente finanzia gli interventi attraverso finanziamento tramite terzi</li> <li>• Il cliente restituisce il</li> </ul>                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trova e organizza il finanziamento</li> <li>• La ESCO garantisce un risparmio energetico minimo</li> </ul>                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Banca partecipa al progetto e finanzia il cliente</li> </ul> |

## GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO ENERGIA

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <p>debito in misura proporzionale ai risparmi ottenuti (il finanziatore valuta il progetto tecnico)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente accetta il “rischio di credito”</li> <li>• Per tutta la durata del contratto, riceve il 100% dei risparmi conseguiti</li> <li>• Il cliente paga una quota fissa per i servizi della ESCO</li> </ul> | <p>concordato con il cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accetta solo il “rischio tecnico”</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>accettando un rischio finanziario</p>                                                              |
| <b>FOUR STEPS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente paga una quota fissa per i servizi della ESCo</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO finanzia gli interventi secondo il seguente meccanismo:</li> <li>• Step 1: ottimizzazione dell'operazione e Manutenzione (no investimenti)</li> <li>• Step 2: il risparmio ottenuto dallo Step 1 finanzia misure di risparmio energetico semplici e a basso costo</li> <li>• Step 3: il risparmio ottenuto dallo Step 1 e Step 2 finanzia misure di risparmio energetico di media dimensione</li> <li>• Step 4: il risparmio ottenuto dagli step precedenti finanzia misure di risparmio energetico di maggiori dimensioni e con tempi di ritorno più lunghi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non c'è finanziamento da parte di una terza Parte</li> </ul> |

|                                                 |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Build-Own-Operate &amp; Transfer (BOOT);</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente paga la bolletta energetica e il Servizio della ESCO</li> <li>• Alla fine del contratto, il cliente ha la proprietà del bene</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ESCO progetta, costruisce, finanzia, gestisce i nuovi impianti e mantiene la proprietà per un periodo di tempo definito (generalmente con Società di scopo); quando il periodo di tempo stabilito è finito, trasferisce la proprietà al cliente (rischio tecnico e finanziario)</li> <li>• Per la durata del contratto, riceve il 100% dei risparmi ottenuti</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La banca finanzia la ESCo</li> </ul>                  |
| <b>CHAUFFAGE</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il cliente affida la gestione dei suoi impianti alla ESCO e paga un canone pari alla spesa storica o inferiore</li> <li>•</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESCO paga le bollette energetiche e le bollette di combustibile per tutta la durata del contratto (rischio tecnico)</li> <li>• ESCO finanzia gli interventi di manutenzione / ristrutturazione / riqualificazione tecnologica degli impianti esistenti</li> <li>• Per tutta la durata del contratto, riceve il 100% dei risparmi conseguiti</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La banca finanzia la ESCo se non ha equity</li> </ul> |

Tabella 28. Tipologie contratti EPC

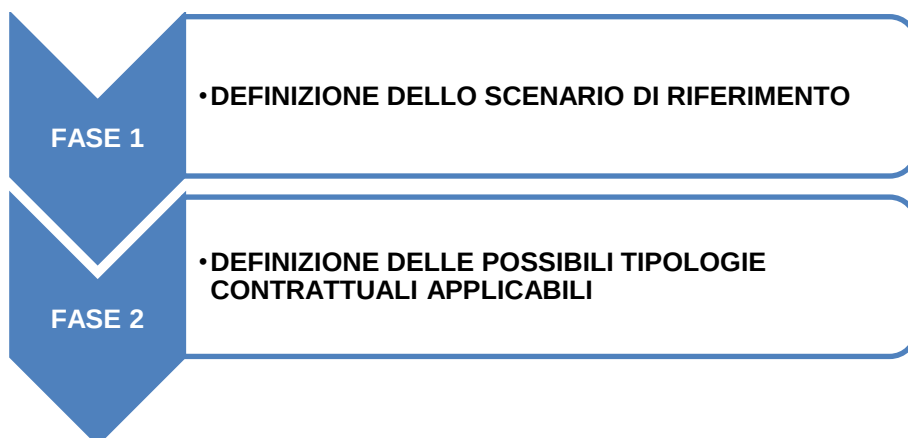
## C.2 METODOLOGIA

Per poter procedere ad una scelta del Tipo di contratto EPC più idoneo ed applicabile ad una determinata situazione è necessario adottare una metodologia che consenta di identificare i reali bisogni, individuare tutti i possibili ostacoli esistenti e non tralasciare possibili situazioni contingenti che potrebbero incidere sulla buona riuscita dell'operazione.

Di seguito viene descritto un metodo, applicato nell'ambito del progetto CERTuS, che ha dato buoni risultati ed è facilmente adattabile alle necessità di ogni Municipalità.

È bene precisare che tale metodo non contempla i criteri con cui le Municipalità possono arrivare alla scelta dei fabbricati da rendere nZEB ed indica esclusivamente il percorso da seguire per individuare il Tipo di Contratto EPC più adatto allo specifico edificio scelto.

Il metodo di lavoro di seguito indicato si basa su due fasi: nella prima si individuano le condizioni di fattibilità dell'iniziativa e nella seconda si definisce il tipo di contratto da proporre.



Di seguito si descrivono, per ciascuna fase, i passi che devono essere percorsi e le motivazioni ad essi collegate.

### C.2.1 FASE 1 - “DEFINIZIONE DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO”

L'obiettivo di questa prima fase è verificare l'esistenza delle condizioni minime perché, per i progetti presentati, possa esserci una partnership con soggetti privati attraverso gli strumenti del contratto EPC e del FTT,

secondo le condizioni standard di mercato; laddove ciò non si verificasse si individuano i modi e/o si indicano gli strumenti per creare tali condizioni. Infatti se si vuole coinvolgere un partner esterno per la realizzazione degli interventi di efficientamento, ESCo o Finanziatore, bisogna far sì che il progetto possa produrre utili per queste due nuove soggetti e quindi bisogna che il progetto possa assicurare dei margini e degli indici che variano azienda per azienda e mercato per mercato ma che normalmente sono rappresentati dal valore dell'IRR e dal cash flow. Questi indici sono chiaramente influenzati dal costo del denaro che deve sostenere l'azienda per eseguire le opere, sia che acceda a finanziamenti esterni o che finanzi con capitale proprio. Se il progetto tecnico non consente che gli indici medi di mercato siano rispettati.

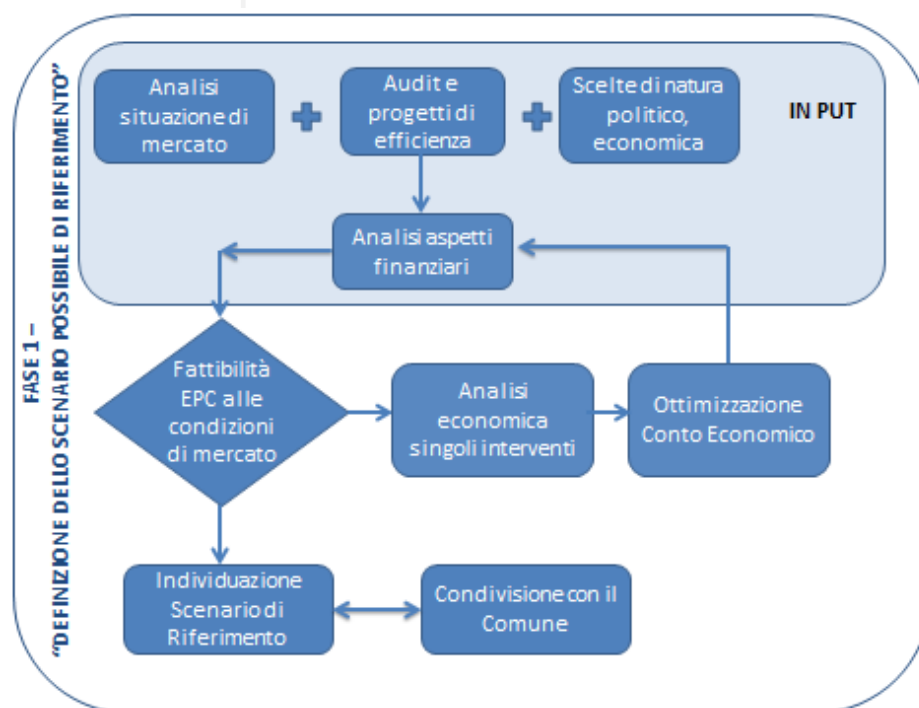


Figura 51 Flow chart della fase 1 della metodologia

Pertanto in questa Fase si cominciano ad acquisire i dati relativi al comune, alla situazione legislativa e politica in vigore, alle condizioni economiche, alle possibili fonti di finanziamento ed infine alle caratteristiche tecnico-finanziarie degli interventi di efficientamento energetico precedentemente individuati a seguito di audit. Si raccolgono pertanto tutti quegli elementi che possono influire sul progetto in quanto

## GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO ENERGIA

sono legati anche a situazioni al contorno e possono influenzare fortemente la scelta della tipologia contrattuale.

In particolare è necessario reperire una serie di **dati di In-Put** necessari alla costruzione di un contratto EPC:

- Dati relativi alla situazione economica del Comune ed al contesto nazionale,
- La presenza di eventuale vincoli legislativi,
- Le scelte di natura politico-economica e le strategie del Comune relativi alle azioni di efficienza energetica,
- Le iniziative di sostegno agli interventi di riqualificazione energetica applicabili (incentivi, fondi agevolati, defiscalizzazioni, ecc),
- La situazione di mercato in cui l'iniziativa verrà a svilupparsi (costo del denaro, costo dei vettori energetici, tasse, ....),
- I dati di progetto relativi all'efficienza energetica ottenibile (risparmi di energia, ricorso a fonti alternative, ecc) e le indicazioni di carattere tecnico-economico (costi degli interventi, risparmi economici dei vettori, possibili, ecc),
- I dati che scaturiscono da una prima analisi dei progetti relativamente agli aspetti finanziari al fine di valutare la possibilità di proporre al mercato delle ESCo un contratto alle condizioni standard di mercato.

Un volta acquisiti tali dati ed eseguita questa prima valutazione, se sussistono le condizioni di fattibilità economica alle condizioni standard del mercato, si può procedere col definire lo “Scenario di Riferimento”; se questa condizione non è soddisfatta si prendono in considerazione degli interventi di carattere prettamente economico, quale riduzione degli investimenti, ricorso a capitale diretto del Comune, intervento di incentivi se esistenti, ricorso a fondi agevolati, ecc, al fine di individuare una fattibilità di massima. Questo processo è iterativo e verrà ripetuto più volte fino a individuare la condizione ottimale da proporre al mercato.

Questo processo porta alla **definizione dello “Scenario di Riferimento”** cioè delle condizioni tecniche ed economiche, proprie del progetto, e di quelle al contorno in cui il Comune si troverà ad operare per scegliere prima la tipologia contrattuale da applicare e quindi il partner con cui realizzare il progetto di efficientamento energetico atto a realizzare un edificio nZEB.

Qui si conclude la prima Fase della metodologia proposta che è una fase propedeutica discretamente lunga perché comprende l'interazione con soggetti diversi quali progettisti, amministratori, legali, ecc.

### C.2.2 FASE 2-"DEFINIZIONE DELLE POSSIBILI TIPLOGIE CONTRATTUALI APPLICABILI"

Obiettivo della seconda fase è l'individuazione della Tipologia del contratto EPC da applicare in base allo Scenario di Riferimento precedentemente individuato ed in base alle caratteristiche di ciascun progetto elaborato.

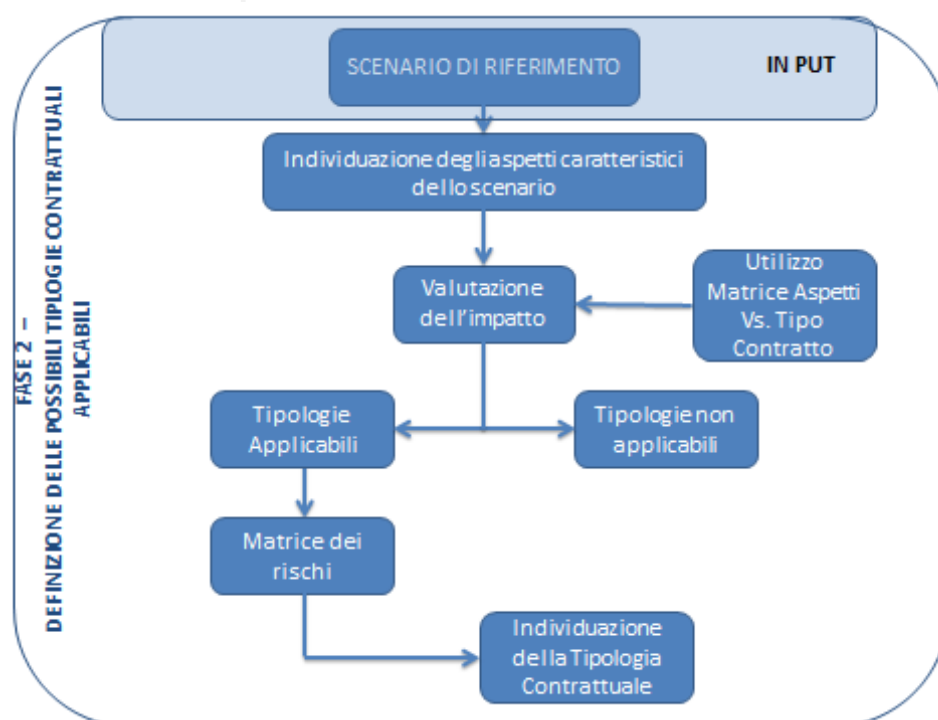


Figure 52 Flow chart della fase 2 della metodologia

Nella seconda fase partiamo con uno scenario di riferimento ben definito: ossia con un elenco di bisogni, vincoli, condizioni al contorno che il contratto tipo deve rispettare.

Siccome non tutti questi fattori influenzano la scelta di un Tipo di contratto rispetto ad un altro, si procede per prima cosa ad una

identificazioni degli aspetti significativi e vincolanti di ogni scenario:

**Aspetti Chiave.**

Per fare ciò è stata costruita una tabella, come illustrato nel paragrafo successivo, in cui sono sintetizzati i vari aspetti che sicuramente dovranno essere messi in evidenza in ogni scenario di riferimento, al fine di analizzare e individuare tutti gli aspetti chiave.

Successivamente si procede ad una valutazione puntuale dell'impatto che ciascun Aspetto Chiave ha sulla singola tipologia contrattuale (ad esempio l'impossibilità di un Comune a finanziare direttamente i lavori di riqualificazione energetica esclude a priori tutte quelle tipologie contrattuali che prevedono un investimento diretto anche con l'ausilio dello strumento del FTT). Per tale valutazione si utilizza la Matrice Aspetti Chiave Vs. Tipo Contratto, come di seguito illustrato, che consente di dare una valutazione numerica dell'impatto, positivo o negativo, di ciascun aspetto chiave per ogni tipo di contratto.

Da tale valutazione vengono individuati solo i Tipi di contratto che non hanno un impatto negativo, riducendo quindi la scelta ad un numero più limitato di contratti.

I contratti così individuati sono di fatto tutti applicabili e pertanto si passa a confrontarli tra loro attraverso l'ausilio della Matrice dei Rischi di seguito definita.

In tal modo è possibile individuare i rischi e fare una prima valutazione circa l'entità degli stessi che ciascuna tipologia contrattuale assegna al Comune ed alla ESCO, per valutarli e prepararsi a sostenerli ponendo da subito una particolare attenzione a quelli più critici.

Quest'ultima valutazione, propria del Comune, porta a definire la tipologia contrattuale da utilizzare o, come molto spesso accade, un mix tra le tipologie selezionate al fine di adattare al meglio il contratto da stipulare alle esigenze dei progetti e delle due Parti contraenti.

### C.3 LO SCENARIO DI RIFERIMENTO

Ogni amministrazione che si trova a dover scegliere in quale modo procedere per implementare un progetto e definire quali strumenti contrattuali utilizzare, si trova a dover valutare innumerevoli aspetti: aspetti di natura tecnica, aspetti finanziari ed economici, che in questo periodo di crisi economica assumono un peso rilevante, aspetti normativi e legislativi, aspetti amministrativi e politici, ecc.

Lo scenario di riferimento rappresenta proprio tutto questo insieme di informazioni di cui tenere conto.

Lo Scenario di Riferimento può essere pertanto definito come l'insieme dei bisogni, vincoli, aspettative, proprie e di contorno, di un progetto di riqualificazione che ne indirizzano la fattibilità.

#### C.3.1 ASPETTI CHIAVE

Ogni scenario di riferimento contiene molti aspetti di cui bisogna tener conto: alcuni sono importanti nella scelta della tipologia contrattuale ed altri invece non sono rilevanti.

Gli Aspetti Chiave sono proprio quelli che hanno un forte impatto nella scelta della tipologia contrattuale.

Per identificarli è utile servirsi di una Tabella come quella di seguito riportata nella quale, oltre ad elencare i singoli aspetti chiave e la loro origine, è necessario indicare per ognuno degli aspetti chiave i dati quantitativi e/o qualitativi relativi allo specifico progetto che possono aiutare a definire l'idoneità della singola Tipologia contrattuale.

| SCENARIO DI RIFERIMENTO |                                     |                    |           |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|
| ORIGINE                 | ASPETTI CHIAVE                      | VALUTAZIONE        | NOTE      |
| Progettuali             | Valore totale degli investimenti    | "Alto/Medio/Basso" | "Valore"  |
|                         | Tempo di ritorno degli investimenti | "Alto/Medio/Basso" | 9-10 anni |
| Amministrativi          | Vincoli sulle durate contrattuali   | "SI/NO"            | "max "    |
|                         | Possibilità del Comune              | "SI/NO"            |           |

|                  |                                                                                                                   |                    |                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|
|                  | di contrarre debiti                                                                                               |                    |                |
| <b>Economici</b> | Capacità del Comune di finanziare tutti gli interventi                                                            | "Alto/Medio/Basso" | "Valore"       |
|                  | Capacità del Comune di finanziare parte degli interventi                                                          | "Alto/Medio/Basso" | "Valore"       |
| <b>Politici</b>  | Necessità di ottenere un immediato risparmio economico                                                            | "SI/NO"            | " %"           |
|                  | Possibilità di differire i risparmi dopo il rientro degli investimenti                                            | "SI/NO"            |                |
|                  | Ulteriori risparmi economici indotti                                                                              | "SI/NO"            | "Stima Valore" |
|                  | Vincoli su i tempi di realizzazione degli interventi                                                              | "SI/NO"            | "Valore"       |
|                  | Inserimento dell'acquisto dei vettori energetici nel contratto EPC                                                | "SI/NO"            |                |
| <b>Legali</b>    | Esistenza di incentivi, fondi agevolati, defiscalizzazione                                                        | "SI/NO"            | "Quali ?"      |
|                  | Possibilità di accesso agli incentivi da parte della ESCO                                                         | "SI/NO"            |                |
|                  | Possibilità/volontà del Comune di utilizzare eventuale incentivi per rimborsare parte degli investimenti di Terzi | "SI/NO"            |                |
| <b>Interni</b>   | La conoscenza degli strumenti (contratto EPC, FTT)                                                                | "SI/NO"            |                |

Tabella 29. Aspetti chiave dello scenario di riferimento

È evidente che la tabella riporta solo alcuni dei possibili Aspetti Chiave e potrà essere personalizzata ed implementata secondo le necessità.

Tale implementazione deve essere fatta tenendo in mente le caratteristiche di ciascuna delle tipologie contrattuali indicate nel capitolo precedente.

Gli Aspetti Chiave rappresentano tutte quelle condizioni fisse ed irrinunciabili nella costruzione di un contratto che hanno impatto sulla scelta della tipologia dello stesso.

### C.3.2 MATRICE ASPETTI CHIAVE VS. TIPO CONTRATTI

Per valutare l'impatto che le condizioni fissate (Aspetti Chiave) hanno sull'applicabilità delle varie tipologie contrattuali è stata ideata una metodologia che cerca di trasformare valutazione oggettive in valori numerici.

L'applicazione di tale metodo prevede di assegnare, per ogni singolo aspetto chiave dello Scenario di Riferimento e per ogni tipo di contratto, un valore secondo i pesi riportati nella tabella seguente. Tale peso esprime l'impatto che il singolo aspetto ha nei confronti della tipologia di contratto presa in considerazione.

| IMPATTO SUL TIPO DI CONTRATTO | VALORE |
|-------------------------------|--------|
| Applicabile                   | 1      |
| Indifferente                  | 0      |
| Poco applicabile              | -1     |
| Non applicabile               | -2     |

Tabella 30. Legenda dei valori corrispondenti a ciascuno degli aspetti chiave dello scenario di riferimento

Una volta eseguita l'analisi di tutti gli aspetti chiave si esegue la somma dei valori ottenuti per tipologia di contratto e quindi si scartano tutte le tipologie contrattuali che hanno ottenuto un valore complessivo negativo in quanto risultano poco applicabili o non applicabili nello scenario di riferimento preso in esame.

In tal modo si riducono le tipologie contrattuali da prendere in considerazione e da valutare. Solo queste saranno confrontate attraverso l'applicazione della Matrice dei Rischi come descritto nel Capitolo precedente.

## C.4 LA MATRICE DEI RISCHI

Come indicato nel Capitolo C.2, dopo aver individuato un certo numero di Tipologie di Contratto applicabili per lo specifico progetto attraverso l'uso della “Matrice Aspetti Chiave Vs. Tipologie Contratti”, è necessario confrontare tali contratti tra loro per cercare di individuare quello che risponde meglio alle specifiche esigenze.

Per fare ciò è stata creata, quale possibile supporto decisionale, la “Matrice dei Rischi” che si basa sul seguente principio: ogni contratto presenta dei rischi per ciascuna delle parti contraenti.

Questo è vero in modo particolare per il contratto EPC che presenta aspetti tecnici, gestionali, economici e finanziari.

Per poter prevenire tali rischi ed affrontarli, è necessario per prima cosa individuarli e successivamente valutare a quale delle parti contraenti il rischio compete.

Secondo la letteratura e per prassi consolidata, l'analisi del rischio di solito riguarda le seguenti macro-categorie di rischio:

- Governance: mancanza di controllo, cambio di controllo, ecc ...
- Politico / Sociale: rischio di fronte a cambiamenti nei regolamenti o complicazione delle procedure di autorizzazione, perdita di reputazione / credibilità
- Economico / finanziari: rischio di subire variazioni dei prezzi di mercato dell'energia elettrica, materie prime, ecc ...
- ambientale: il rischio di incorrere in una limitata disponibilità di risorse naturali, eventuali danni alla fauna, la flora, la Terra, acqua, aria, ecc ...
- Tecnico / Edilizia: difetti di costruzione, il cambiamento della tecnologia, ecc ..
- Commerciale / Operativo: domanda, offerta, ecc ...

Questi rischi possono sorgere durante le diverse fasi del progetto di efficienza energetica gestita attraverso un contratto EPC; poi, per ogni fase, la seguente tabella descrive tutti i possibili rischi ed i loro driver.

| FASI PROGETTUALI           | TIPOLOGIA DI RISCHIO                          | DRIVER DI RISCHIO                                                                                                  |
|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIAGNOSI ENERGETICA        | Rischio di diagnosi                           | Errata o non idonea diagnosi                                                                                       |
|                            |                                               | Mancata rilevazione/stima dei costi di manutenzione ordinaria e straordinaria                                      |
|                            |                                               | Mancata rilevazione/stima di eventuali adeguamenti normativi                                                       |
| PROGETTAZIONE              | Rischio di progettazione                      | Errata o non idonea progettazione                                                                                  |
|                            |                                               | Incremento dei costi per progettazione                                                                             |
| AUTORIZZAZIONE             | Rischi autorizzativi e normativi              | Assenza e/o instabilità di riferimenti normativi<br>Ritardi/difficoltà ottenimento delle autorizzazioni e permessi |
|                            | Rischi politico sociali                       | Instabilità socio - politica                                                                                       |
| REPERIMENTO FINANZIAMENTI  | Rischi finanziari                             | Reperimento risorse finanziarie                                                                                    |
|                            |                                               | Fluttuazione dei tassi di interesse                                                                                |
| AVVIO LAVORI E COSTRUZIONE | Rischi ambientali e delle condizioni del sito | Impatto ambientale dell'intervento (es. rumore)                                                                    |
|                            |                                               | Condizioni geologiche e statiche del sito                                                                          |
|                            |                                               | Ritrovamento reperti storico/archeologici                                                                          |
|                            | Rischi di costruzione                         | Mancata conformità dell'opera al progetto                                                                          |
|                            |                                               | Ritardo nella consegna o impossibilità di completamento delle opere                                                |
|                            |                                               | Aumento dei costi di costruzione                                                                                   |
|                            |                                               | Possibile default del subcontractors                                                                               |
| GESTIONE                   | Rischio di mercato                            | Aumento dei costi di gestione (manutenzione, ecc.)                                                                 |
|                            |                                               | Variazione di destinazione d'uso, occupazione, modalità di utilizzo dell'edificio                                  |
|                            |                                               | Aumenti dei costi dei vettori energetici                                                                           |
|                            |                                               | Modifiche della normativa connessa agli interventi                                                                 |
|                            |                                               | Variazione del sistema incentivante                                                                                |

| FASI PROGETTUALI | TIPOLOGIA DI RISCHIO                      | DRIVER DI RISCHIO                                                                |
|------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                           | Variazione delle imposte (imposte e IVA)                                         |
|                  |                                           | Incremento dei costi assicurativi                                                |
|                  |                                           | Cambiamenti nelle dinamiche degli indici revisionali dei canoni                  |
|                  |                                           | Variazione del tasso di inflazione                                               |
|                  | <b>Rischio di controparte</b>             | Rating EELL                                                                      |
|                  |                                           | Rating ESCo                                                                      |
|                  |                                           | Rischio di default della ESCo                                                    |
|                  |                                           | Affidabilità finanziaria e tecnica dei Fornitori di energia termica ed elettrica |
|                  |                                           | Enti erogatori incentivi                                                         |
|                  | <b>Rischio Tecnologico</b>                | Under performance delle tecnologie/impianto                                      |
|                  |                                           | Fermo impianto/rottura impianto                                                  |
|                  |                                           | Incremento degli interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria/imprevisti   |
|                  |                                           | Danni per incidenti o erranea gestione                                           |
|                  |                                           | Rischio derivante da tecnologie innovative                                       |
|                  | <b>Rischi esterni e di forza maggiore</b> | Manifestarsi di cause di forza maggiore                                          |
|                  |                                           | Rischio climatico                                                                |
|                  |                                           | Danni di terzi                                                                   |

Tabella 31 Tipi di rischi durante il processo di efficienza energetica gestito attraverso un contratto EPC

Definiti i possibili rischi (è evidente che tale tabella può essere implementata secondo le necessità di ognuno) si può passare ora, prendendo in considerazione ciascuna Tipologia di contratto EPC, a darne una valutazione numerica riferita a ciascuna delle parti.

Al fine di indicare come ciascun rischio è ripartito tra la ESCO e la Municipalità in ciascun contratto, si assegnano i seguenti pesi:

| IMPATTO SUL TIPO CONTRATTO | VALORE |
|----------------------------|--------|
| Indifferente               | 0      |
| Applicabile                | 1      |
| Poco applicabile           | -1     |
| Non applicabile            | -2     |

*Tabella 32 Legenda dei pesi assegnati nella matrice dei rischi*

Pertanto, considerando il tipo di rischio e assegnando i suddetti valori, è possibile ottenere la seguente tabella che mostra, per ogni contratto EPC, se un certo driver di rischio è in carico alla ESCO o alla Municipalità.

## GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO ENERGIA

| FASE                       | Tipologia di rischio |      | Soggetto |      |      |      |           |      |                    |      |                |      |                  |      |            |      |                              |      | CHAUFFAGE |      |
|----------------------------|----------------------|------|----------|------|------|------|-----------|------|--------------------|------|----------------|------|------------------|------|------------|------|------------------------------|------|-----------|------|
|                            |                      |      | FIRST IN |      |      |      | FIRST OUT |      | GUARANTEED SAVINGS |      | SHARED SAVINGS |      | PAY FROM SAVINGS |      | FOUR STEPS |      | BUILD OWN OPERATE & TRANSFER |      |           |      |
|                            | ESCO                 | FELL | ESCO     | FELL | ESCO | FELL | ESCO      | FELL | ESCO               | FELL | ESCO           | FELL | ESCO             | FELL | ESCO       | FELL | ESCO                         | FELL | ESCO      | FELL |
| DIAGNOSI ENERGETICA        |                      |      |          |      |      |      |           |      |                    |      |                |      |                  |      |            |      |                              |      |           |      |
|                            |                      |      |          |      |      |      |           |      |                    |      |                |      |                  |      |            |      |                              |      |           |      |
|                            |                      |      |          |      |      |      |           |      |                    |      |                |      |                  |      |            |      |                              |      |           |      |
|                            |                      |      |          |      |      |      |           |      |                    |      |                |      |                  |      |            |      |                              |      |           |      |
| PROGETTAZIONE              | 100%                 | 0%   | 100%     | 0%   | 100% | 0%   | 100%      | 0%   | 100%               | 0%   | 100%           | 0%   | 100%             | 0%   | 100%       | 0%   | 100%                         | 0%   | 100%      | 0%   |
| AUTORIZZAZIONE             | 83%                  | 17%  | 83%      | 17%  | 58%  | 42%  | 83%       | 17%  | 58%                | 42%  | 83%            | 17%  | 58%              | 42%  | 83%        | 17%  | 58%                          | 42%  | 83%       | 17%  |
| REPERIMENTO FINANZA        | 100%                 | 0%   | 100%     | 0%   | 100% | 0%   | 100%      | 0%   | 100%               | 0%   | 100%           | 0%   | 100%             | 0%   | 100%       | 0%   | 100%                         | 0%   | 100%      | 0%   |
| AVVIO LAVORI E COSTRUZIONE | 58%                  | 42%  | 58%      | 42%  | 58%  | 42%  | 58%       | 42%  | 58%                | 42%  | 58%            | 42%  | 58%              | 42%  | 58%        | 42%  | 58%                          | 42%  | 58%       | 42%  |
| AVVIO LAVORI E COSTRUZIONE | 100%                 | 0%   | 100%     | 0%   | 100% | 0%   | 100%      | 0%   | 100%               | 0%   | 100%           | 0%   | 100%             | 0%   | 100%       | 0%   | 100%                         | 0%   | 100%      | 0%   |
| GESTIONE                   | 67%                  | 33%  | 81%      | 19%  | 56%  | 44%  | 57%       | 43%  | 56%                | 44%  | 57%            | 43%  | 56%              | 44%  | 56%        | 44%  | 56%                          | 44%  | 56%       | 44%  |
| GESTIONE                   | 52%                  | 48%  | 60%      | 40%  | 15%  | 85%  | 80%       | 20%  | 15%                | 85%  | 80%            | 20%  | 15%              | 85%  | 80%        | 20%  | 15%                          | 85%  | 80%       | 20%  |
| GESTIONE                   | 85%                  | 15%  | 80%      | 20%  | 80%  | 20%  | 85%       | 15%  | 80%                | 20%  | 85%            | 15%  | 80%              | 20%  | 80%        | 20%  | 80%                          | 20%  | 80%       | 20%  |
| GESTIONE                   | 33%                  | 67%  | 33%      | 67%  | 8%   | 92%  | 17%       | 83%  | 8%                 | 92%  | 17%            | 83%  | 8%               | 92%  | 17%        | 83%  | 8%                           | 92%  | 17%       | 83%  |
|                            | 75%                  | 25%  | 78%      | 22%  | 58%  | 42%  | 75%       | 25%  | 58%                | 42%  | 75%            | 25%  | 58%              | 42%  | 75%        | 25%  | 58%                          | 42%  | 75%       | 25%  |
|                            |                      |      |          |      |      |      |           |      |                    |      |                |      |                  |      |            |      |                              |      |           |      |

La seguente figura mostra la collocazione dei rischi tra ESCO e Municipalità nei diversi contratti EPC.

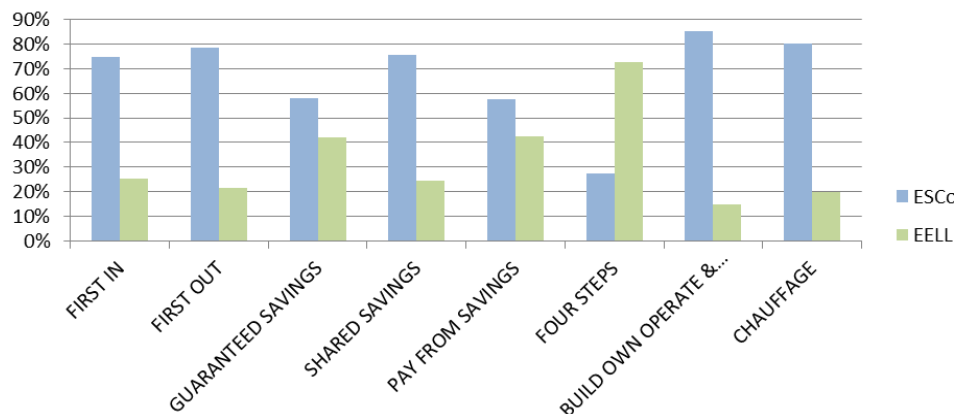


Figura 53 -Allocazione dei rischi nel contratto EPC

In tal modo è stato possibile valutare, per ciascuna tipologia contrattuale, la percentuale di rischio e la tipologia ascrivibile alla ESCO e quella che rimane in carico alla Municipalità.

È evidente che già nella definizione di ESCO è insito il dover assumere dei rischi; l'entità di tali rischi confrontata con gli utili individua l'attrattività o meno dell'iniziativa. Il giusto equilibrio della ripartizione dei rischi e risparmi economici tra le parti sancisce la riuscita di un'iniziativa di efficientamento energetico basata su un contratto EPC.

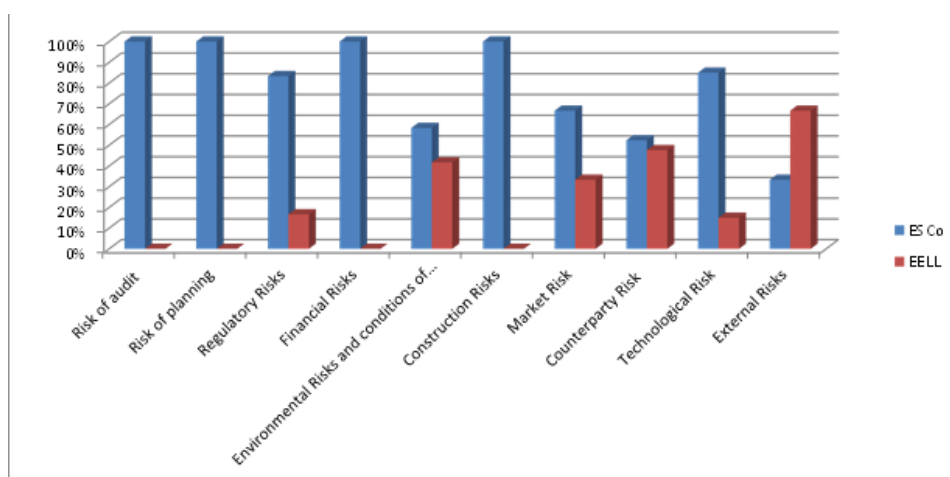
I grafici seguenti mostrano come i rischi sono condivisi tra la ESCO ed il Comune in vari tipi di contratto EPC.

## GUIDA ALLA SCELTA DI UN MODELLO DI SERVIZIO ENERGIA

The following graphics show as the risks are shared between the ESCO and the Municipality in the different type of the EPC contract.

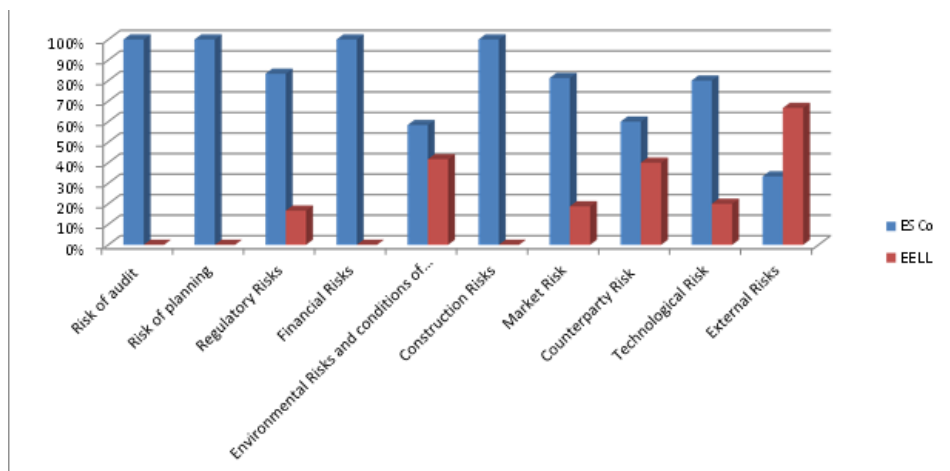
### FIRST IN

Solo i rischi esterni pesano in misura maggiore sull'amministrazione pubblica (PA), tutti gli altri rischi analizzati sono completamente carico della ESCO o con una percentuale che non è mai inferiore al 50%. Complessivamente la ESCO assume il 75% dei rischi.



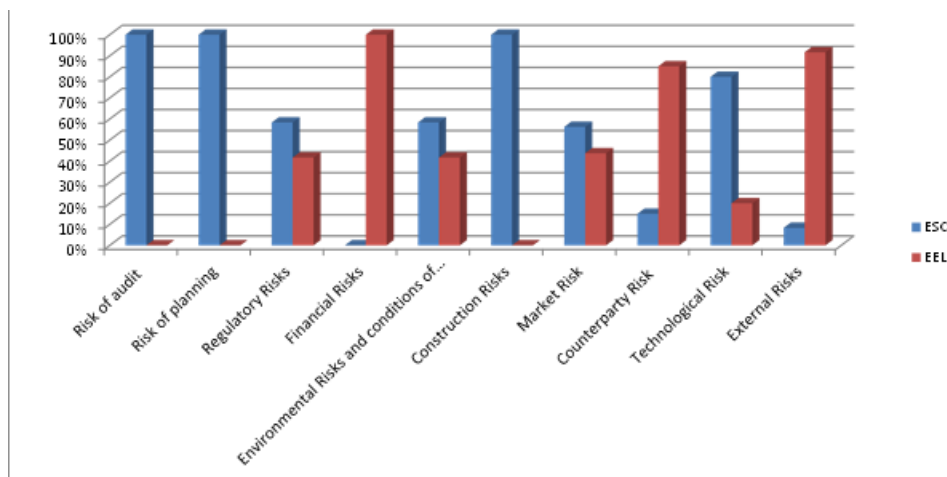
### FIRST OUT

Solo i rischi esterni pesano in misura maggiore sull'amministrazione pubblica (PA), tutti gli altri rischi analizzati sono completamente carico della ESCO o con una percentuale che non è mai inferiore al 58%.

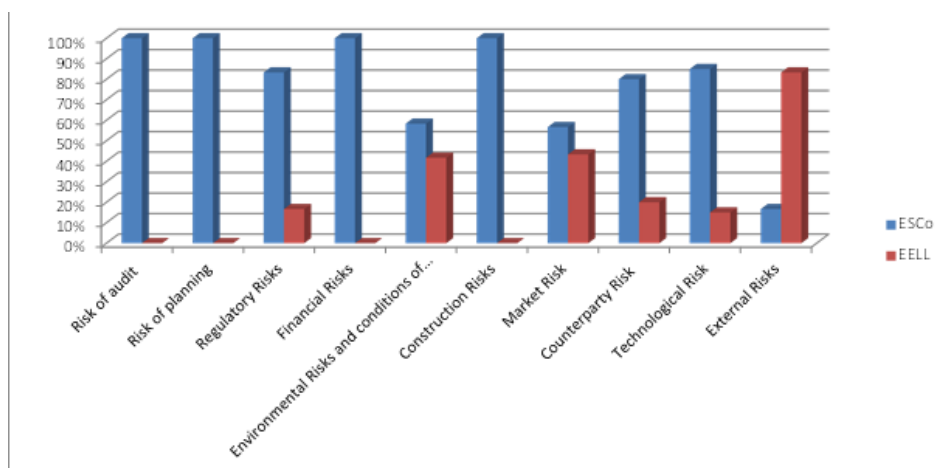


**GUARANTEED SAVINGS**

In questo caso, una percentuale elevata di rischio che riguarda principalmente rischi finanziari, di controparte ed esterni rimane a carico della pubblica amministrazione; solo il rischio di Audit, progettazione e costruzione rimangono totalmente in carico alla ESCO, mentre i restanti rischi sono bilanciati con un vantaggio per la PA. Nel complesso, la ESCO si assume il 58% dei rischi.

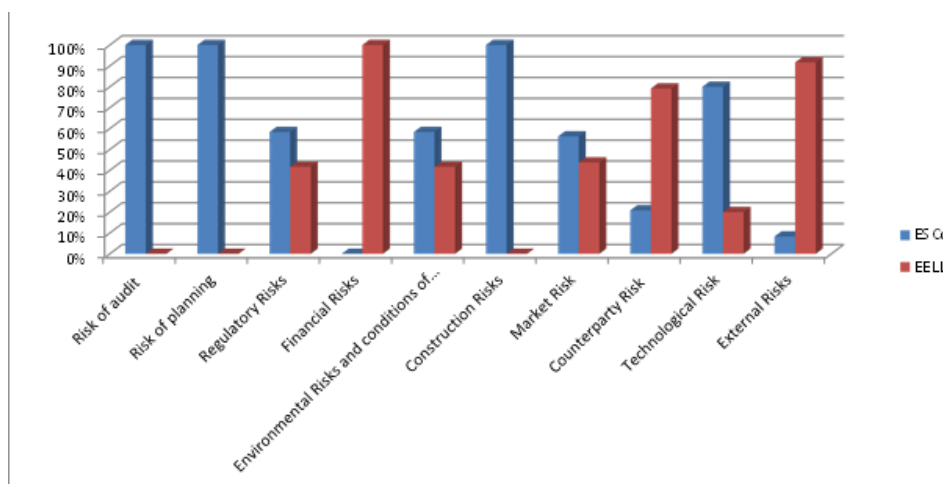
**SHARED SAVINGS**

Solo i rischi esterni rimangono per una buona percentuale in carico alla PA, mentre tutti gli altri rimangono in carico ESCO per percentuali che non sono mai inferiori al 57%. Complessivamente la ESCO assume il 75% dei rischi.



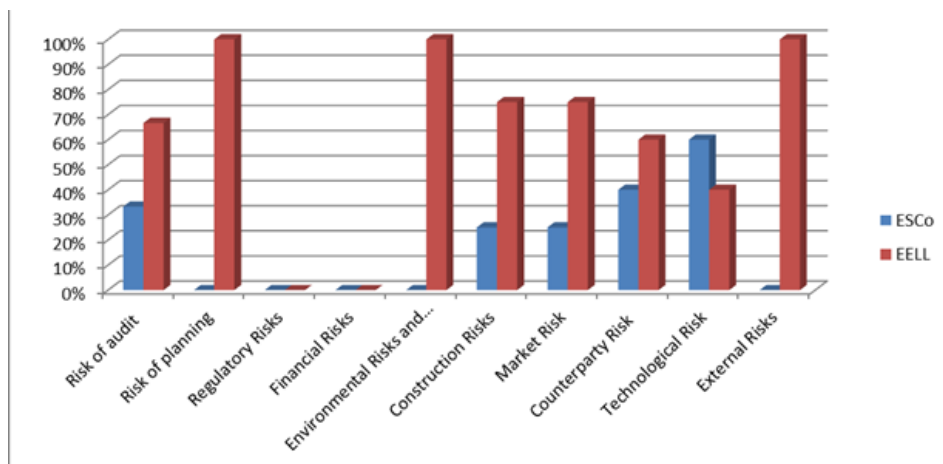
### PAY FROM SAVINGS

In questo caso rimane in carico alla pubblica amministrazione un'alta percentuale di rischio per quanto riguarda il rischio finanziario, di controparte ed esterno; Solo i rischi di audit, progettazione e costruzione rimangono totalmente a carico della ESCO, mentre i restanti rischi sono bilanciati con un vantaggio per la PA che non supera mai il 42%. Nel complesso, la ESCO si assume il 58% dei rischi.



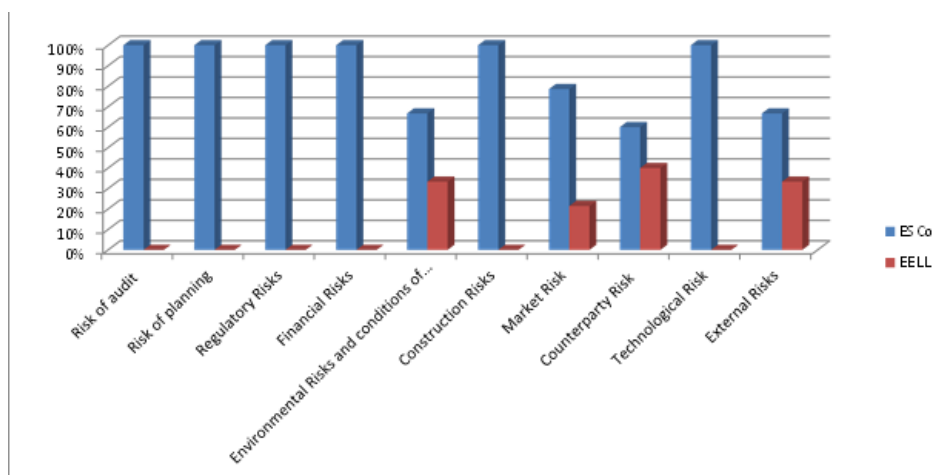
### FOUR STEPS

In generale è un contratto a basso rischio dove la totalità dei rischi rimane in carico alla PA salvo per quanto riguarda il rischio tecnologico che è della ESCO per il 60%. Nel complesso, la ESCO assume il 27% dei rischi.

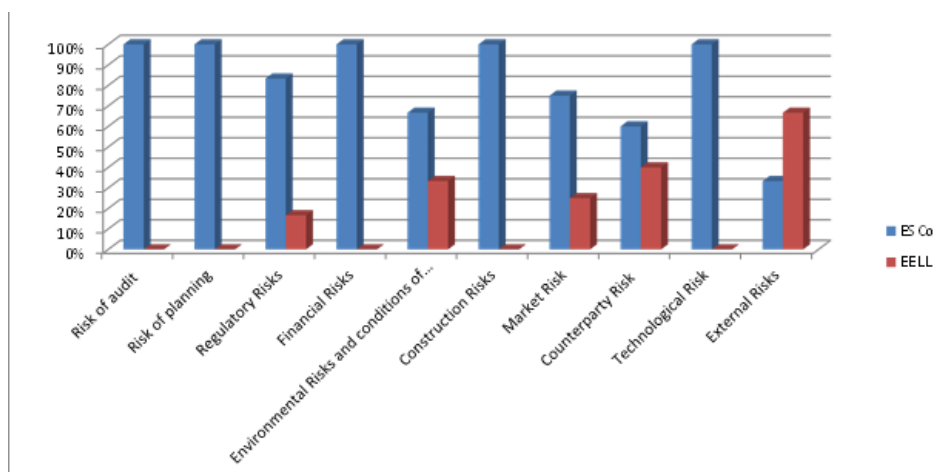


**BOOT**

La ESCO assume l'85% dei rischi, molti rischi specifici non cadono sulla PA e comunque non superano il 40%.

**CHAUFFAGE**

Solo i rischi esterni rimangono per il 67% a carico della PA, altri rischi specifici non sono validi o non superano il 40%. Nel complesso, la ESCO assume l'80% dei rischi.



Al termine dell'analisi delle matrici dei rischi riferite alle tipologie di contratto considerate sarà più semplice fare le necessarie valutazioni per definire la tipologia di contratto che meglio si adatta alle esigenze dello specifico progetto. Con la stessa matrice è possibile valutare come costruire un contratto personalizzato che riprende le caratteristiche di più contratti e meglio si adatta alle esigenze specifiche.

## C.5 CONCLUSIONI

In questo breve capitolo si è volute suggerire una metodologia che le PA possono usare per addivenire alla definizione di un contratto EPC che sia ben bilanciato tra le parti e accolga le esigenze della Municipalità.

Tale metodologia vuole essere solamente un percorso logico che può essere adattato e modificato a seconda delle necessità e delle esigenze.

Nello scrivere la Guida abbiamo cercato di tener sempre presente il mercato delle ESCO perché se l'obiettivo dei Comuni è quello di trasformare gli edifici di loro proprietà in nZEB è necessaria una reale partnership pubblico/privata che passa attraverso un contratto appetibile al mercato.

*(M.M, A.M.)*

PARTE

# D | LEZIONI ACQUISITE E RACCOMANDAZIONI





## D.1 LEZIONI ACQUISITE

*Lo scopo di questa sezione è quello di riunire tutte le esperienze e le conoscenze acquisite per la realizzazione delle attività CERTuS.*

### D.1.1 PROGETTO, CONSUMI E PRESTAZIONI: LEZIONI APPRESE

**Le opzioni di ristrutturazione per gli edifici esistenti devono essere attuate attraverso soluzioni progettuali scelte in base agli studi preliminari, alle valutazioni del loro impatto finale e alle analisi fatte, invece che sulla base di singole soluzioni già definite in altri casi. Queste scelte di ristrutturazione dovrebbero contemplare ed includere sia le operazioni tecniche sia quelle finanziarie.**

Ad esempio, la sostituzione delle finestre richiede delle azioni successive indispensabili (ad es. la verniciatura), che interessano l'involucro edilizio, le quali sono correlate all'isolamento supplementare della parete. Inoltre, tali interventi tecnici hanno lo scopo di ridurre le perdite di calore e di migliorare le condizioni di comfort interno. L'isolamento supplementare della parete:

- ❖ non è così efficace per la riduzione delle perdite di calore senza la sostituzione delle finestre (in alcuni casi);
- ❖ rende la sostituzione delle finestre una soluzione non finanziabile quanto queste dovessero essere installate in seguito. In questo caso, la riduzione dei consumi energetici sarà stimata secondo uno scenario di base inferiore (si fa riferimento al consumo energetico stimato successivamente all'installazione dell'isolamento).

Così, le soluzioni di ristrutturazione devono essere impostate su un approccio, sia progettuale sia di valutazione, accuratamente studiato. L'effetto complessivo delle soluzioni pianificate deve essere definito su un **approccio sistematico**.

**Un'opzione di ristrutturazione dovrebbe essere totalmente vantaggiosa. In caso contrario, si potrebbe attuare nei progetti per i quali è possibile raggiungere altri benefici.**

Il tempo di recupero della ristrutturazione energetica è un fattore di controllo, in alcuni casi un lungo tempo di recupero può essere

accettato, se ciò evita rischi o danni materiali e/o difetti strutturali evidenti, che potrebbero richiedere maggiori investimenti nel futuro. Ovviamente, il valore del risparmio energetico di una particolare soluzione progettuale, con un tempo di recupero ragionevole, può essere combinato con quello di un'altra soluzione con un tempo di recupero più lungo, naturalmente se tale combinazione è tecnicamente ed economicamente valida ed interessante.

---

**Così, la realizzazione di progetti di efficienza energetica deve essere affrontato attraverso alcune operazioni, dando priorità:**

- ❖ alle misure che devono essere effettuate a causa dei rischi e dei danni evidenti riscontrati durante la fase di progettazione (in seguito questa operazione può essere molto costosa);
- ❖ alle misure di risparmio energetico che richiedono investimenti a costo zero e/o a basso costo, che hanno un breve periodo di ammortamento (ad esempio il miglioramento della permeabilità all'aria degli infissi o la regolamentazione del tempo di esercizio degli impianti di HVAC e di illuminazione);
- ❖ alle misure di risparmio energetico con tempo di ammortamento ragionevoli;
- ❖ al miglioramento dell'efficienza energetica con le installazioni efficienti a lungo termine, come ad esempio le FER e i sistemi passivi e/o ibridi in sostituzione dei combustibili fossili.

Questo approccio e procedura richiede un piano di manutenzione a breve e lungo termine ed disponibilità di risorse, in un modo tale che il ciclo di vita dell'edificio possa essere ottimizzato.

---

**E' molto difficile raggiungere la soglia nZEB attraverso lo sviluppo di progetti in partenariato pubblico-privato a condizioni di mercato che coinvolgano una EScO.**

Gli investimenti sugli edifici esistenti tendono a concentrarsi su misure con periodo di ammortamento a breve e medio che di solito generano circa il 30% - 40% di risparmio energetico. Questa è l'attuale soglia ottenibile dal mercato, varia a seconda dei paesi coinvolti e per le

diverse tipologie edilizie. Aumentando gli investimenti è possibile ottenere ulteriori risparmi energetici, ma non sempre i progetti di ristrutturazione nZEB sono economicamente convenienti a condizioni di mercato e di solito hanno bisogno di essere finanziati con specifici strumenti finanziari e/o attraverso contributi statali.

---

**Al fine di rendere gli investimenti più accettabili per una ESCo, i progetti di ristrutturazione, quando è possibile, potrebbero prendere in considerazione soluzioni alternative rispetto al contratto EPC standard.**

Ad esempio, attivando altri tipi di contratti, un servizio globale o un appalto diretto da parte del Comune.

---

**I progetti di efficienza energetica di piccole dimensioni non sono rari nel settore pubblico dei paesi dell'Europa meridionale. Potrebbe essere una buona soluzione aggregare più di un'iniziativa poiché, in genere, i progetti di efficienza energetica più grandi tendono ad essere maggiormente appetibili, sia dal punto di vista finanziario sia per i benefici che ne derivano.**

Questa aggregazione di più progetti potrebbe essere utile per ottenere economicità, per aumentare i ricavi e le sinergie.

---

**Le barriere finanziarie sono considerate dalle parti interessate (stakeholders) come i principali ostacoli per le ristrutturazioni nZEB.**

Questo è aggravato, in alcuni casi, dalla diminuzione di interesse, dalle decisioni politiche e dalla carenza di fondi pubblici. La promulgazione di piani energetici ambiziosi, accompagnati da una politica fiscale adeguata e da incentivi, è considerata necessaria per aumentare i progetti di riqualificazione energetica, non solo nella maggior parte dei paesi coinvolti nel progetto CERTuS, ma anche in altri paesi del Sud e dell'Est Europa.

## LEZIONI ACQUISITE E RACCOMANDAZIONI

Sono state identificate come i principali ostacoli agli interventi, dal punto di vista tecnico, la poca conoscenza delle tecnologie di retrofit, in particolare quelli innovative, e la limitata chiarezza delle politiche energetiche.

Questa mancanza di conoscenza dipende anche dall'assenza di dati credibili di risparmi energetici, dall'incertezza dei costi di manutenzione e dalla complessità degli impianti.

**Le opzioni di ristrutturazione, non finanziariamente sostenibili, dipendono generalmente da diversi fattori, come:**

- ❖ le soluzioni tecnologiche, attualmente disponibili sul mercato, sono piuttosto costose se paragonate al risparmio economico ottenuto. Questo ha un impatto negativo sulla fattibilità economica e finanziaria dei progetti;
- ❖ alcune misure specifiche portano ad un medio e lungo periodo di recupero dell'investimento;
- ❖ interventi o impianti speciali richiedono costi supplementari rispetto a operazioni convenzionali, soprattutto per gli edifici vincolati,
- ❖ gli interventi di efficienza energetica possono migliorare le capacità delle autorità pubbliche di riconoscere l'importanza di un'adeguata frequenza della manutenzione, rispetto alle condizioni prima della ristrutturazione. Di solito questo aumenta i costi della manutenzione annuale, (costi interamente sostenuti dalla ESCo). Questo aspetto - anche se aumenta inizialmente la spesa pubblica - è fondamentale per la corretta manutenzione dei nuovi sistemi.

### D.1.2 RACCOMANDAZIONI

Al fine di incoraggiare gli interventi nZEB e finanziarli a condizioni di mercato, occorre prendere in considerazione alcune azioni. Quelle non necessarie derivano dalle indagini e da altre analisi effettuate nel progetto CERTuS. Si propone, come stimolo, per quanto riguarda la fattibilità e la sostenibilità degli interventi del nZEB:

- ❖ Aumentare l'utilizzo degli edifici pubblici durante il giorno con attività aggiuntive, quando ciò è possibile (ad es. con attività

sportive e sociali durante la sera / la notte, attività di ufficio durante il giorno). Se l'uso di un edificio può essere esteso rispetto a quello normale e convenzionale, si avranno dei benefici derivanti dall'ottimizzazione della fruibilità dell'edificio e la redditività.

- ❖ Aumentare i servizi ESCo che, oltre alla gestione delle strutture (ad es. servizi meccanici, incendi e elettrici), potrebbe avere la possibilità di attuare servizi ausiliari, quali la gestione di strutture (ad esempio servizi di pulizia, assistenza ecologica, ricezione). Ciò fornirà ulteriori entrate alla ESCo, rendendo la sua partecipazione alla ristrutturazione più attraente finanziariamente.
- ❖ Un'ulteriore opportunità per attuare interventi di efficienza energetica potrebbe essere sfruttata anche dopo dell'attuazione dei lavori di ristrutturazione e quando l'edificio ha raggiunto i requisiti e gli standard definiti e/o quando è pienamente operativo. Ciò coinvolge la partecipazione di istituzioni finanziarie (ad esempio investitori istituzionali, fondi, ecc.) che impegnano denaro nella ESCo. Di conseguenza, la ESCo potrebbe portare maggiori risorse per realizzare interventi extra. **Questa soluzione può risolvere la sottocapitalizzazione della ESCo e diminuire la necessità di risorse finanziarie.**

**Il progetto CERTuS promuove l'implementazione dell'efficienza energetica e incoraggia le parti interessate a creare contesti commerciali favorevoli agli investimenti.**

CERTuS ha adattato i modelli e le procedure esistenti per i servizi energetici e ha individuato schemi di finanziamento idonei per i progetti di ristrutturazione e le esigenze specifiche di ciascun comune.

- ❖ Il progetto CERTuS è riuscito a dimostrare che il consumo di energia per il riscaldamento, il raffreddamento, la ventilazione e l'illuminazione può essere significativamente ridotto attraverso l'uso di energie rinnovabili. Lo stesso principio è realizzabile nei molti casi di edifici storici, quando un approccio interdisciplinare, sia teorico che tecnologico, garantisce l'attuazione di interventi di qualità, conformi alle caratteristiche specifiche degli edifici storici.
- ❖ Il progetto di ristrutturazione di CERTuS, anche se innovativo, non è deliberatamente all'avanguardia. Questa scelta riflette le

## LEZIONI ACQUISITE E RACCOMANDAZIONI

---

condizioni di mercato, in quanto genera meno rischio ed è più vicino alle esigenze degli investitori per opzioni di investimento sicuro.

- ❖ CERTuS ha sviluppato una metodologia e uno strumento di valutazione economica semplificato, che mira a fornire un supporto alle municipalità per preparare e valutare le soluzioni di miglioramento di efficienza energetica e di ristrutturazione, che possono essere finanziate con un contratto di servizi energetici.
- ❖ CERTuS ha sviluppato una metodologia che valuta i rischi e i requisiti specifici per ogni comune al fine di identificare i modelli e le procedure di servizio energetico esistenti e il mix più appropriato di finanziamento e fondi di sovvenzione, necessari per attuare gli interventi di ristrutturazione e di efficienza energetica nZEB.

La replica dei risultati di CERTuS è facilitata da alcuni strumenti sviluppati attraverso il progetto: Linee guida, materiale formativo (che possa potenziare e sviluppare le capacità del personale all'interno dei comuni), workshop e strumenti web.

# ALLEGATO | ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS





## IL PROGETTO CERTuS

REALIZZAZIONE DI EDIFICI PUBBLICI nZEB NEI PAESI DEL SUD EUROPA

L'ESPERIENZA DI PROGETTO CERTuS

Messina, ITALIA



Palazzo Zanca Palace – Municipio

Alimos, GRECIA



Municipio



Palazzo della Cultura  
“Antonello da Messina”



Biblioteca comunale



Palazzo Satellite



Uffici comunali

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

### REALIZZAZIONE DI EDIFICI PUBBLICI nZEB NEI PAESI DEL SUD EUROPA L'ESPERIENZA DI PROGETTO CERTuS

Coimbra, PORTOGALLO



Municipio

Erreterria, SPAGNA



Municipio



Casa della Cultura municipale



Kapitain Etxea



Scuola elementare di Solum



Lekuona

## MESSINA, ITALIA

### Palazzo Zanca

#### PALAZZO ZANCA - MESSINA ITALIA

##### STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI

Palazzo Zanca è un edificio a corte, che si sviluppa in una pianta articolata attraverso cinque padiglioni. La struttura dell'edificio è stata costruita secondo il sistema "Hennebique" in cemento armato (cemento Portland). Tre su cinque padiglioni hanno un sistema continuo in setti in cemento armato, viceversa, gli altri due padiglioni hanno un sistema a telaio in c.a. tamponato in mattoni. La parte esterna dell'involucro è in "finta pietra". Tutte le finestre hanno una singola lastra di vetro e telai in legno. La struttura delle porte è uguale alle finestre, ad eccezione di 3 porte al piano terra, che sono in vetro e metallo. Tutte le finestre sono dotate di persiane. L'edificio è ombreggiato a nord da un edificio vicino e a sud da alberi sempre verdi. La facciata principale, orientata a Est, non è soggetta ad alcuna ombreggiatura. Un'indagine termica, realizzata nell'edificio, mostra che le pareti presentano, generalmente, una buona prestazione termica. Al contrario, le finestre, con vetro singolo e telai di legno, hanno problemi d'isolamento, aggravati dall'invecchiamento. Alcune caratteristiche dell'edificio contribuiscono alla scarsa prestazione termica. L'edificio presenta molte patologie, quali condense e muffe. Il HVAC è assicurato attraverso alcune pompe di calore. Le unità split hanno più di quindici anni e la loro efficienza è ridotta. La circolazione e il ricambio d'aria sono assicurati in maniera naturale, non ci sono sistemi di ventilazione forzata. L'illuminazione è fornita principalmente da lampade ad incandescenza e lampade fluorescenti.

##### VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI

###### Rischi Economici/Finanziari

Gli interventi di ristrutturazione profonda (deep renovation) sono ancora considerati troppo rischiosi e non attirano gli operatori del mercato locale. Ci sono quindi difficoltà oggettive per attuare miglioramenti energetici all'edificio. L'amministrazione sta cercando di raccogliere fondi da programmi di finanziamento nazionali e regionali.

###### Ostacoli Legislativi

Restaurare gli edifici storici per gli standard di oggi attraverso l'utilizzo di tecnologie di energia rinnovabile e con operazioni di "deep renovation" è un argomento difficile. L'obiettivo principale, in questi casi, è quello di trovare modi intelligenti per conciliare la tematica della conservazione dell'edificio storico e quella dell'efficienza energetica, senza causare alcun alterazione visiva o modificare l'integrità dei tessuti storici.

##### PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE

###### Involucro edilizio

**Involucro opaco:** è previsto l'inserimento di un intonaco ad alte prestazioni per migliorare le performance dell'involucro. **Finestrature:** i vetri e i telai esistenti con valore totale U di 5,80 W/m<sup>2</sup>K saranno sostituiti da vetri selettivi e telai a taglio termico in acciaio corten con valore totale U 1,6 W/m<sup>2</sup>K, fattore solare totale del 42,1 %, trasmissione luminosa di 0,682.

**HVAC:** I sistemi HVAC proposti sono a VRV (cassette a soffitto) con COP di 3,91 e EER di 3,46, secondo le indicazioni delle norme vigenti.

**Illuminazione:** Tutte le lampade saranno sostituite con nuove lampade a LED. Inoltre, saranno installati sulle lampade dei sensori per l'illuminazione per regolare accensione / spegnimento. Un sensore di presenza sarà collegato al sensore luce diurna affinché le luci possano essere attivate o disattivate in base ai livelli di illuminamento e di rilevazione di occupazione.

**FER:** Un impianto fotovoltaico di 126 kWp sarà installato sul tetto dell'edificio. Questo valore garantisce poco più del 25% del consumo di corrente elettrica.

**Sistema di gestione dell'energia:** Un sistema di automazione e controllo dell'edificio (BACS) (BACS) sarà installato per ottimizzare l'uso delle apparecchiature meccaniche ed elettriche.

**Guadagni solari passivi:** adeguate aperture saranno situate sia alle finestre delle scale monumentali e dell'atrio principale, in modo da garantire un adeguato scambio di aria e una costante ventilazione.

**Attrezzature:** I consumi sono stati valutati separatamente per le apparecchiature d'ufficio e il CED. Gli interventi previsti sono suddivisi in tre categorie: (i) la formazione del personale per un uso razionale delle apparecchiature d'ufficio; (ii) i singoli acquisti saranno regolati dal Green Public Procurement (GPP modello), prevedendo chiari criteri ambientali per i prodotti e i servizi e dando una valutazione favorevole ai prodotti con una migliore classe energetica; (iii) i sistemi di controllo che gestiscono, comandano e regolano il comportamento dei dispositivi o di altri sistemi.



##### DESCRIZIONE BREVE

Palazzo Zanca si trova sul lungomare, nello stesso luogo del municipio storico, che è stato distrutto due volte dal terremoto del 1783 e poi definitivamente da quello del 1908. L'edificio è stato ricostruito dopo il terremoto del 1908 e la sua costruzione si deve ai piani di ricostruzione della città. I lavori di ricostruzione iniziarono nel dicembre 1914 ed sono stati completati nel 1924. Lo stile dell'edificio è neoclassico ed è costituito da due piani fuori terra. Le sue dimensioni sono uguali per ogni piano. Tutte le stanze sono utilizzate come uffici comunali. L'edificio è di solito usato tra 0.00 e 24.00, dal Lunedì alla Domenica, ma i dipendenti degli uffici comunali sono disponibili e presenti solo tra le 7.30 e le 19.30. L'edificio ospita circa 750 dipendenti ed è frequentato da un gran numero di visitatori.

##### INFORMAZIONI GENERALI

###### Anno di costruzione:

1914

###### Area/Volume:

13.500 m<sup>2</sup> (circa 7.000 m<sup>2</sup> per piano) / 95.000 m<sup>3</sup>.

###### Destinazione d'uso dell'edificio :

Municipio / molteplici funzioni di pubblica utilità

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| PALAZZO ZANCA - MESSINA ITALIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|
| VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |       |
| <b>Risparmio energetico</b><br>Il consumo di energia prima della ristrutturazione è pari a 1.306.563 kWh/anno e il consumo di energia a metro quadrato è pari a 97 kWh/m <sup>2</sup> . Il risparmio del consumo energetico è pari a 774.308 kWh/anno, portando a un risparmio economico di 139.375 euro/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |       |
| <b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b><br>I risparmi di CO <sub>2</sub> sono pari a 277.098 tonnellate/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |       |
| <b>Integrazione FER</b><br>Si prevede l'istallazione di un sistema fotovoltaico di 126kWp per la produzione di energia, esso produrrà circa 176.400 kWh / anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |       |
| VALUTAZIONE ECONOMICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |       |
| <b>Costo totale di ristrutturazione</b><br>Il costo totale del progetto è pari a 2.309.752 euro, che significa un costo di investimento per metro quadrato di 171,09 Euro/m <sup>2</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |       |
| <b>Risparmio economico</b><br>Il risparmio di consumo energetico è di 139.375 euro/anno. La spesa per la manutenzione dopo l'intervento di ristrutturazione è inferiore rispetto a prima di 77.620 Euro/anno. Questa situazione influisce positivamente, a livello economico, sul totale dei risparmi conseguenti all'intervento, infatti il risparmio economico, sia energetico sia per la manutenzione, è di circa 216.995 Euro/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |       |
| <b>Periodo di rimborso</b><br>Il periodo di rimborso del progetto è di 11 anni, considerando anche i risparmi per la manutenzione, ma i flussi di cassa non sono sufficienti a realizzare una struttura finanziaria a condizioni di mercato.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |       |
| PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |       |
| <b>Energy Performance Contract</b><br>La strategia del Comune di Messina è quella di promuovere il concetto nZEB, nonostante l'impossibilità di utilizzare i finanziamenti necessari alle riqualificazioni per le stringenti condizioni economiche attuali. Nell'affrontare la costosa ristrutturazione di Palazzo Zanca il più adatto regime finanziario corrisponde ad una soluzione che combina l'uso di tre tipi di contratti EPC con partnership pubblico / privato, con la previsione di specifiche condizioni, al fine di rendere il progetto interessante al mercato ESCo. Per rendere più appetibili i progetti al mercato e consentire il rispetto della clausola contrattuale di rimborso in nove anni è necessario: (i) ridurre il valore dell'investimento rinviando interventi che portano vantaggi energetici inferiori (vedi tabella a fianco); (ii) un contributo del Comune agli investimenti del 30%; (iii) il ricorso al finanziamento di fondi agevolati o di incentivi del Conto Energia. In questo modo, l'investimento si riduce di circa € 800.000, il recupero dell'investimento del progetto è notevolmente ridotto per la ESCo. |                                    |       |
| <b>Durata del contratto EPC</b><br>In conformità con la misura degli investimenti separati, la durata del contratto è di 9 anni, con un IRR per ESCO anno pari a 5.5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |       |
| <b>Fonti finanziarie</b><br>Il Comune può finanziare direttamente una parte degli interventi di ristrutturazione attraverso il Programma Operativo Nazionale (PON) sulla città metropolitane italiane per un importo di 450 k€ che corrispondono a circa 30% degli investimenti previsti per le ristrutturazioni edilizie. La parte restante sarà finanziata dalla ESCO attraverso il Conto Termico 2 e con risorse proprie, nonché da fondi agevolati e dedicati (nazionali ed europei).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |       |
| <b>Altre considerazioni</b><br>L'investimento complessivo del comune per i tre progetti ammonterebbe a circa 2.000 k €, interamente coperti dal Programma Operativo Nazionale sulle Città Metropolitane italiane, altri fondi disponibili permetterebbero di realizzare le opere per ora accantonate.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |       |
| PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |       |
| Costo totale ristutt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2.309.752 €                        |       |
| Risparmio di energia primaria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 774.308 kWh/anno<br>139.375 €/anno |       |
| Risparmio di CO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 277.098 tonnell.<br>/anno          |       |
| Risparmio per la manutenzione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 77.620 €/anno                      |       |
| Risparmio economico (energia + manutenzione)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 216.995 €/anno                     |       |
| Periodo di Payback                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 11 anni                            |       |
| INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |       |
| INVESTIMENTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | €                                  |       |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 700.000                            |       |
| Controsoffitti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 244.352                            |       |
| Sistema di illuminazione (esterna + interna)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 321.000                            |       |
| Energia rinnovabile (FV)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 226.800                            |       |
| Finestre – vetri basso emissivi telaio a taglio termico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 817.600                            |       |
| Investimento per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.309.752                          |       |
| INVESTIMENTI ESCLUSI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |       |
| Finestre – vetri basso emissivi telaio a taglio termico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 817.600                            | 5.980 |

## Palazzo della Cultura “Antonello da Messina”

### PALAZZO DELLA CULTURA “ANTONELLO DA MESSINA” - MESSINA ITALIA

#### STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI

Il Palacultura è un grande edificio isolato. La forma dell'edificio, molto articolata sia in pianta che in elevazione, è composta da un parallelepipedo su una base rettangolare, sul quale si eleva la struttura della piramide rovescia. L'asse di sviluppo principale dell'edificio è quello nord-sud. L'involucro è costituito da diversi materiali, principalmente acciaio e cemento. La superficie vetrata della struttura a piramide rovesciata copre una parte considerevole del palazzo, circa il 40%. Tutte le finestre hanno vetri singoli con telai in alluminio e semplici persiane. Le facciate non sono soggette ad alcuna ombreggiatura. L'edificio nel suo insieme ha un basso rendimento energetico. L'involucro opaco possiede una bassa inerzia termica e molti ponti termici dovuti alla tipologia costruttiva della parete. Inoltre, le finestre hanno una tenuta d'aria molto bassa. Le porte presentano rilevanti perdite di calore. Il comfort interno non è ottimale in inverno ed in estate. L'HVAC è garantito da diversi split a soffitto utili alla ventilazione forzata e al sistema di condizionamento. La ventilazione è garantita in maniera naturale ma anche attraverso un sistema meccanico, infatti, la ventilazione forzata è assicurata in ogni stanza. L'illuminazione è fornita principalmente da lampade fluorescenti e non è presente alcun meccanismo per il controllo dell'illuminazione, gli impianti sono datati e obsoleti. I principali fabbisogni energetici dell'edificio sono coperti dall'energia elettrica, sono presenti anche dei piccoli impianti per il riscaldamento che utilizzano gas naturale.



#### VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI

**Rischi Economici/Finanziari:** Il principale ostacolo economico per la realizzazione della ristrutturazione è il budget ristretto del Comune, che non è in grado di coprire l'elevato investimento complessivo previsto. Il Comune si sta attivando per raccogliere fondi da programmi di finanziamento nazionali e regionali. Un altro limite è il mercato ESCo, poco sviluppato nella regione Sicilia, e la mancanza di strumenti finanziari a lungo termine adeguati a coprire l'elevato investimento complessivo stimato.

**Ostacoli Legislativi:** Non ci sono particolari ostacoli normativi al progetto di ristrutturazione. Tuttavia occorre evidenziare che il Piano Paesaggistico Regionale della Provincia di Messina impone vincoli su tutto il centro della città. Comunque, per l'edificio oggetto di studio è possibile prevedere la sostituzione della vetratura esistente o, in alternativa, l'apposizione di film fotovoltaici.

#### PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE

**Involucro edilizio :** Involucro opaco: I lavori di ristrutturazione dell'edificio includono l'aggiunta di un'isolamento interno ai tre piani superiori. Il cappotto interno sarà realizzato con un nuovo strato ad alto potere isolante. L'inserimento di una coibentazione interna ridurrà la metratura dell'edificio ma è l'unica soluzione possibile nel caso di un prospetto con la geometria esterna complessa come quella del Palacultura. Saranno utilizzati pannelli di sughero e pannelli in cartongesso con uno spessore fino a 4 cm. Finestrature: le finestre esistenti saranno sostituite con finestre con vetri selettivi e telai a taglio termico in PVC.

**HVAC:** Il sistema VRV si è dimostrato la soluzione più adatta dopo aver valutato l'uso di diversi sistemi HVAC ecocompatibili. Infatti, i sistemi a Volume Refrigerante Variabile (VRV) offrono elevati livelli di efficienza energetica e flessibilità. Funzionano in maniera silenziosa e forniscono all'utente il pieno controllo delle temperature degli ambienti.

**Illuminazione:** Si prevede di sostituire l'illuminazione esistente con l'introduzione di lampade a LED e, dove è possibile, di inserire un sistema intelligente on / off, con la possibilità di controllare e adattare l'intensità in funzione della luce solare.

**RES:** Sul tetto dell'edificio sarà installato un impianto fotovoltaico di 28 kWp: le dimensioni dell'impianto assicurano poco più del 18% del consumo di corrente elettrica

**Guadagni solari passivi:** si realizzerà un tetto verde in copertura che darà due grandi vantaggi: diminuirà le perdite di calore durante la stagione invernale, lavorando come isolante termico, e ostacolerà l'apporto termico durante la stagione estiva, costituendo un sistema in grado di ostacolare la luce solare.

**Attrezzature:** I consumi sono stati valutati separatamente per le apparecchiature d'ufficio e il CED. Gli interventi previsti sono suddivisi in tre categorie: (i) la formazione del personale per un uso razionale delle apparecchiature d'ufficio; (ii) i singoli acquisti saranno regolati dal Green Public Procurement (GPP modello), prevedendo chiari criteri ambientali per i prodotti e i servizi e dando una valutazione favorevole ai prodotti con una migliore classe energetica; (iii) i sistemi di controllo che gestiscono, comandano e regolano il comportamento dei dispositivi o di altri sistemi.

#### DESCRIZIONE BREVE

Il Palacultura è un grandioso edificio della città di Messina, situato vicino al porto turistico. Si compone di tre zone, utilizzate anche per le attività culturali. Esso ha molteplici dotazioni, come: la biblioteca pubblica, un museo, un teatro con 850 posti, un anfiteatro all'aperto, tra i più grandi e moderni in Italia ed, infine, uno spazio espositivo situato sulla terrazza.

La struttura sovrastante a piramide rovescia è stata realizzata sfruttando la notevole flessibilità dei materiali quali il cemento e l'acciaio, tenendo in considerazione anche il fatto che Messina è una zona a rischio sismico.

L'edificio progettato nel 1975, dopo alterne vicende, è stato completato solo alla fine del 2000. Esso è composto da sei piani fuori terra. Le dimensioni, l'altezza e la forma sono molto diversi a ogni piano. Le attività culturali sono ospitate nei primi tre livelli, mentre gli altri tre (quelli con l'involucro opaco) sono occupati da uffici. L'edificio è principalmente utilizzato come sede di uffici comunali e, in alcune occasioni, ospita mostre, esposizioni museali, o spettacoli teatrali. I servizi comunali sono aperti al pubblico dalle 7.30 e alle 19.30, cinque giorni a settimana. L'edificio ospita circa 200 dipendenti e il numero di visitatori può variare in funzione delle attività che vi si svolgono.

#### INFORMAZIONI GENERALI

##### Anno di costruzione:

1975 / 2009

##### Area/Volume:

10.300 m<sup>2</sup>

##### Destinazione d'uso dell'edificio :

Centro polifunzionale

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| SCUOLA ELEMENTARE DI SOLUM - COIMBRA PORTOGALLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|--------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|--------------------------------------|--------|----|-------------------------------------|--------|----|--------|-------|----|--------------------------|--------|-----|
| VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Risparmio energetico</b><br>Il consumo di energia prima della ristrutturazione è pari a 39,291 kWh/anno (energia elettrica e gas naturale) e il consumo di energia per metro quadro è pari a 23.74 kWh/m <sup>2</sup> . Dopo la ristrutturazione il consumo energetico scende a 928 kWh/anno (solo energia elettrica, il gas non viene utilizzato dopo la ristrutturazione) e il consumo di energia per metro quadrato è pari a 0,56 kWh/m <sup>2</sup> . Il che significa un risparmio di spesa energetica di 5.082 euro/anno. La ristrutturazione dell'edificio porterà al 97,6% di risparmio. |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b><br>I risparmi di CO <sub>2</sub> , derivanti dall'espansione del sistema fotovoltaico, dalla sostituzione delle lampade con alimentatore elettronico e la sostituzione della caldaia a gas, sono pari a 5,54 tonnellate/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Integrazione delle FER</b><br>Nella valutazione della generazione fotovoltaica si è considerato un autoconsumo del 90% dell'energia. Le FER assicureranno il 96,2% del consumo totale di energia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| VALUTAZIONE ECONOMICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Periodo di rimborso</b><br>Il periodo di rimborso del progetto è 6.19 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Costo totale</b><br>Il costo totale dell'investimento è pari a 31.469 euro, ciò significa che i costi di investimento per metro quadrato sono pari a 19,12 Euro/m <sup>2</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Risparmio economico</b><br>Il risparmio di spesa energetica è di 5.082 euro/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Energy Performance Contract</b><br>Sulla base del Deliverable D3.5 è stato scelto l'attuazione del contratto EPC " shared savings" (considerato il più diffuso tra i quattro paesi CERTuS). La ESCo dovrebbe investire attraverso uno Special Purpose Vehicle (SPV).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Durata del contratto EPC</b><br>La durata dell'EPC è di 15 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Fonti finanziarie</b><br>Dato il piano di ristrutturazione selezionato e le caratteristiche del progetto, è possibile coinvolgere una ESCo a condizioni di mercato, ma c'è bisogno di un mix di fonti di finanziamento, in particolare l'uso di fondi agevolati:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>il capitale proprio (patrimonio netto) è circa il 33% delle risorse finanziarie;</li><li>il debito bancario è circa il 22% delle risorse finanziarie;</li><li>i fondi agevolati 31%</li><li>le agevolazioni IVA di circa il 14%.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Periodo di Rimborso</b><br>Il periodo di rimborso del patrimonio netto è di 14 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| <b>Altre considerazioni</b><br>Con questo piano finanziario è possibile l'intervento della ESCo e la remunerazione del capitale investito, inoltre il Tasso Interno di Rendimento (TIR o IRR) dovrebbe essere adeguato a questo tipo di progetti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <b>PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <table><tr><td>Risparmio di energia</td><td>32.191 kWh</td></tr><tr><td>Costi</td><td>31.469 €</td></tr><tr><td>Risparmi</td><td>5.082 €/anno</td></tr><tr><td>Payback semplice</td><td>6,19 anni</td></tr><tr><td>Risparmio di CO2</td><td>5,54 tonnell./anno</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                          | Risparmio di energia          | 32.191 kWh | Costi              | 31.469 €                  | Risparmi                           | 5.082 €/anno | Payback semplice                | 6,19 anni | Risparmio di CO2   | 5,54 tonnell./anno |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Risparmio di energia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 32.191 kWh         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Costi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 31.469 €           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Risparmi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.082 €/anno       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Payback semplice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,19 anni          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Risparmio di CO2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5,54 tonnell./anno |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <b>INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <table><tr><th>INVESTIMENTI</th><th>€</th></tr><tr><td>HVAC</td><td>6.556</td></tr><tr><td>Sistemi di illuminazione (interni)</td><td>2.920</td></tr><tr><td>Energie rinnovabili</td><td>21.993</td></tr><tr><td>Involucro edilizio</td><td>0</td></tr><tr><td>Sistemi di controllo</td><td>0</td></tr><tr><td>Investimenti per la ristrutturazione</td><td>31.649</td></tr></table>                                                                                                                                      | INVESTIMENTI                  | €          | HVAC               | 6.556                     | Sistemi di illuminazione (interni) | 2.920        | Energie rinnovabili             | 21.993    | Involucro edilizio | 0                  | Sistemi di controllo | 0      | Investimenti per la ristrutturazione | 31.649 |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| INVESTIMENTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | €                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6.556              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Sistemi di illuminazione (interni)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.920              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Energie rinnovabili                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 21.993             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Involucro edilizio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Sistemi di controllo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Investimenti per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 31.649             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <b>INVESTIMENTI (ESCOs)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <table><tr><th>Investment per la ristruttur.</th><th>€</th></tr><tr><td>Liquidità iniziale</td><td>0</td></tr><tr><td>Interessi e commissioni bancarie</td><td>384</td></tr><tr><td>Investimenti totali exc. I.V.A.</td><td>27.551</td></tr><tr><td>I.V.A.</td><td>4.302</td></tr><tr><td>INVESTIMENTI TOTALI</td><td>31.853</td></tr></table>                                                                                                                                                                            | Investment per la ristruttur. | €          | Liquidità iniziale | 0                         | Interessi e commissioni bancarie   | 384          | Investimenti totali exc. I.V.A. | 27.551    | I.V.A.             | 4.302              | INVESTIMENTI TOTALI  | 31.853 |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Investment per la ristruttur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | €                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Liquidità iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Interessi e commissioni bancarie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 384                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Investimenti totali exc. I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 27.551             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4.302              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| INVESTIMENTI TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 31.853             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <b>FONTI DI FINANZIAMENTO (ESCOs)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    | <table><tr><th></th><th>€</th><th>%</th></tr><tr><td>Equity o patrimonio netto</td><td>10.447</td><td>33</td></tr><tr><td>Debito Senior o privilegiato</td><td>6.964</td><td>22</td></tr><tr><td>Sovvenzioni</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>finanziamenti agevolati</td><td>9.900</td><td>31</td></tr><tr><td>Total Financial Sources exc. I.V.A.</td><td>27.311</td><td>86</td></tr><tr><td>I.V.A.</td><td>4.302</td><td>14</td></tr><tr><td>Totale Fonti finanziarie</td><td>31.613</td><td>100</td></tr></table> |                               | €          | %                  | Equity o patrimonio netto | 10.447                             | 33           | Debito Senior o privilegiato    | 6.964     | 22                 | Sovvenzioni        | 0                    | 0      | finanziamenti agevolati              | 9.900  | 31 | Total Financial Sources exc. I.V.A. | 27.311 | 86 | I.V.A. | 4.302 | 14 | Totale Fonti finanziarie | 31.613 | 100 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | €                  | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Equity o patrimonio netto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10.447             | 33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Debito Senior o privilegiato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6.964              | 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Sovvenzioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                  | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| finanziamenti agevolati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9.900              | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Total Financial Sources exc. I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 27.311             | 86                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4.302              | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |
| Totale Fonti finanziarie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 31.613             | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |            |                    |                           |                                    |              |                                 |           |                    |                    |                      |        |                                      |        |    |                                     |        |    |        |       |    |                          |        |     |

## Palazzo Satellite

### PALAZZO SATELLITE - MESSINA ITALIA

#### STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI

L'edificio è stato costruito ad uso residenziale e ogni piano ospitava diverse unità residenziali / appartamenti. L'immobile è stato adibito successivamente ad uso uffici e spazi pubblici, modificando la destinazione originaria, senza però alcun progetto unitario. La costruzione, anche se è gestita da un unico proprietario, il Comune, risulta suddivisa in gruppi di uffici (che rispecchiano la suddivisione delle originarie unità residenziali). Questi spazi hanno tipologie e dimensioni diverse e sono adibiti allo svolgimento delle funzioni dei vari servizi comunali. Queste differenze tipologiche e di utilizzo si rispecchiano anche sul comfort interno degli ambienti, influenzato anche dalla conformazione e dalle prestazioni complessive dell'edificio. Inoltre, alcune caratteristiche e parametri tecnici dei materiali utilizzati contribuiscono alla sua scarsa prestazione termica. L'orientamento del fabbricato non è favorevole al risparmio energetico, richiede, infatti, un elevato consumo di energia sia per il riscaldamento nel periodo invernale (soprattutto per la parte esposta a nord) sia per il raffrescamento, durante l'estate. Le facciate dell'edificio non hanno alcun sistema di protezione alla radiazione solare. Le pareti esterne presentano un'inerzia termica media, durante l'estate gli alti soffitti degli uffici contribuiscono al benessere interno degli ambienti, ma provocano inconvenienti durante l'inverno. Le finestre sono costituite da telai in alluminio e vetri singoli, presentano quindi ponti termici e basso isolamento termico. L'edificio presenta in generale molte patologie di degrado, quali condensa e muffa.



#### VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI

**Rischi Economici/Finanziari:** Il comune non ha finanziamenti per attuare interventi di riqualificazione degli edifici pubblici, sussistono quindi gravi difficoltà per intraprendere interventi di miglioramento energetico. L'Amministrazione comunale sta cercando di raccogliere fondi da programmi di finanziamento nazionali e regionali.

**Ostacoli Legislativi:** Non ci sono ostacoli legislativi alla ristrutturazione di questo edificio.

#### PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE

**Involucro edilizio:** Involucro opaco: tra le opere previste, vi è la ristrutturazione delle facciate, si prevede di mettere in sicurezza le parti ritenute pericolose anche attraverso importanti opere di ristrutturazione. Inoltre, si sostituirà l'intonaco esistente delle facciate con un intonaco termoisolante. Si prevede anche la posa, sotto il pavimento in copertura, di una membrana bituminosa rinforzata con fibre, andando a impermeabilizzare il tetto. Finestrature: si sostituiranno le finestre esistenti con nuove finestre con vetri selettivi e telai a taglio termico in PVC. I vetri sono doppi vetri selettivi con camera d'aria 6/13 mm.

**HVAC:** Quasi tutti gli ambienti di lavoro hanno sistemi di condizionamento ad aria. Si prevede di inserire un controsoffitto in tutte le aree di distribuzione (corridoi) e, ove possibile, in tutte le stanze del fabbricato. In tal modo diminuisce l'altezza netta del soffitto negli ambienti da scaldare (riducendo quindi il volume) e allo stesso tempo si crea un utile spazio per il passaggio degli impianti di riscaldamento e di illuminazione.

**Illuminazione:** Si prevede di sostituire l'illuminazione esistente con l'introduzione di lampade a LED e, dove è possibile, inserire un sistema intelligente dimmerabile.

**FER:** Si installerà un sistema fotovoltaico della potenza totale di 120 kWp. Questa soluzione assicurerà circa l'84% del consumo di corrente elettrica dopo la ristrutturazione.

**Guadagni solari passivi:** si realizzerà un tetto verde in copertura che darà due grandi vantaggi, diminuirà le perdite di calore durante la stagione invernale, lavorando come isolante termico, e ostacolerà l'apporto termico durante la stagione estiva, costituendo un sistema in grado di ostacolare la luce solare.

**Sistema di gestione dell'energia:** un sistema centralizzato per il controllo e l'automazione dell'edificio (BACS) controllerà il riscaldamento, il raffreddamento e la ventilazione dell'edificio, l'illuminazione ed altri sistemi. Questo sistema distribuito include i computer in rete, tutti i dispositivi elettronici utili a controllare la sicurezza, l'illuminazione generale e delle luci di emergenza, l'umidità e la temperatura degli ambienti.

**Attrezzature:** I consumi sono stati valutati separatamente per le apparecchiature d'ufficio e il CED. Gli interventi previsti sono suddivisi in tre categorie: (i) la formazione del personale per un uso razionale delle apparecchiature d'ufficio; (ii) i singoli acquisti saranno regolati dal Green Public Procurement (GPP modello), prevedendo chiari criteri ambientali per i prodotti e i servizi e dando un valutazione favorevole ai prodotti con una migliore classe energetica; (iii) i sistemi di controllo che gestiscono, comandano e regolano il comportamento dei dispositivi o di altri sistemi.

#### DESCRIZIONE BREVE

Palazzo Satellite è uno degli edifici comunali della città di Messina. L'edificio è situato nel centro storico della città, vicino alla stazione centrale. Esso ospita molte attività comunali, tra cui l'Unità Sanitaria Locale, la Polizia municipale e diversi dipartimenti municipali. È un edificio di stile moderno; la cui struttura portante è costituita da un telaio in cemento armato. Le tamponature delle pareti sono realizzate in muratura ed i solai sono in latero cemento. L'edificio è formato da 5 piani fuori terra, ogni piano per dimensioni è uguale all'altro. L'edificio è utilizzato di solito tra le 0.00 e le 24.00, dal lunedì alla domenica, solo per le funzioni che competono alla polizia municipale. Le attività pubbliche attinenti agli uffici comunali si svolgono invece tra le 7.30 e le 19.30. L'edificio ospita circa 200 dipendenti ed è frequentato da un numero indeterminato di persone.

#### INFORMAZIONI GENERALI

##### Anno di costruzione:

1970

##### Area/Volume:

6.870 m<sup>2</sup> (circa 1.350 m<sup>2</sup> per piano) / 18.550 m<sup>3</sup>

##### Destinazione d'uso dell'edificio :

Uffici comunali / municipio

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| PALAZZO SATELLITE - MESSINA ITALIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|-----------------------------------------------|---------|-------------|--------------------------------------------------------------|-------------|-------|-------------------------------|------------------|---------------|------------------------------------|--------------|---------|-------------------------------|--------------|--|----------------------------------------------|---------------|--|-----------------------------|---------|--|--------------------------------------|-----------|--|
| VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| <p><b>Risparmio energetico</b></p> <p>Il consumo di energia prima della ristrutturazione è pari a 340.626 kWh/anno e il consumo di energia a metro quadro è pari a 50 kWh/m<sup>2</sup> all'anno.</p> <p>Il risparmio di consumo energetico successivo all'intervento è pari a 308.557 kWh/anno, portando un risparmio economico per la spesa energetica di 55.540 euro/anno.</p> <p><b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b></p> <p>I risparmi di CO<sub>2</sub> sono di 98.545 tonnellate/anno.</p> <p><b>Integrazione RES</b></p> <p>Dopo attenta valutazione delle vari opzioni si è scelto di installare degli impianti fotovoltaici sul tetto e sulle pareti dell'edificio con una potenza complessiva di 120 kWp, risparmiando attraverso il FV e secondo le stime fatte, 168.000 kWh.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| VALUTAZIONE ECONOMICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| <p><b>Costo di ristrutturazione</b></p> <p>Il costo totale della ristrutturazione dell'edificio è pari a 1.629.738 euro (IVA esclusa), il che significa un costo di investimento a metro quadrato di 237,2 euro/m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Risparmio economico</b></p> <p>Il risparmio per la spesa dell'energia è 55.540 euro/anno. Le spese di manutenzione post intervento sono più alte rispetto alla situazione ante operam di 598 euro/anno. Ciò influisce negativamente, a livello economico, sul totale risparmio ottenibile dall'intervento e sul periodo di ammortamento. Infatti il risparmio , sia energetico sia per la manutenzione, è di 54.942 euro/anno.</p> <p><b>Periodo di rimborso</b></p> <p>Il periodo di rimborso economico del progetto è di 29 anni, considerando anche i risparmi per la manutenzione. I flussi di cassa non sono sufficienti a realizzare una struttura finanziaria a condizioni di mercato.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| <p><b>Energy Performance Contract</b></p> <p>La strategia del Comune di Messina è quella di promuovere il concetto nZEB, nonostante l'impossibilità di utilizzare i finanziamenti necessari alle riqualificazioni per le stringenti condizioni economiche attuali. Nell'affrontare la costosa ristrutturazione di Palazzo Satellite il più adatto regime finanziario corrisponde ad una soluzione che combina l'uso di tre tipi di contratti EPC con partnership pubblico / privato, con la previsione di specifiche condizioni, al fine di rendere il progetto interessante al mercato ESCo. Per rendere più appetibili i progetti al mercato e consentire il rispetto della clausola contrattuale di rimborso in nove anni è necessario: (i) ridurre il valore dell'investimento rinviando interventi che portano vantaggi energetici inferiori (vedi tabella a fianco); (ii) un contributo del Comune agli investimenti ; (iii) il ricorso al finanziamento di fondi agevolati o di incentivi del Conto Energia. In questo modo, l'investimento si riduce e il recupero dell'investimento del progetto è notevolmente ridotto per la ESCO.</p> <p><b>Durata del contratto EPC</b></p> <p>In conformità con la misura degli investimenti separati, la durata del contratto è di 15 anni.</p> <p><b>Fonti finanziarie</b></p> <p>Il Comune può finanziare direttamente una parte degli interventi di ristrutturazione attraverso il Programma Operativo Nazionale (PON) sulla città metropolitane italiane per un importo di 1.400 k€ che corrispondono a circa 100% degli investimenti previsti per le ristrutturazioni edilizie. La parte restante sarà finanziata dalla ESCO attraverso il Conto Termico 2 e con risorse proprie, nonché da fondi agevolati e dedicati (nazionali ed europei).</p> <p><b>Altre considerazioni</b></p> <p>L'investimento complessivo del comune per i tre progetti ammonterebbe a circa 2.000 k €, interamente coperti dal Programma Operativo Nazionale sulle Città Metropolitane italiane, altri fondi disponibili permetterebbero di realizzare le opere per ora accantonate.</p> |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| <table><tr><th colspan="3">PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</th></tr><tr><td>Costo totale ristutt.</td><td colspan="2">1.629.738 €</td></tr><tr><td>Risparmio di energia primaria</td><td>308.557 kWh/anno</td><td>55.540 €/anno</td></tr><tr><td>Risparmio di CO<sub>2</sub></td><td>98.545 /anno</td><td>tonnel.</td></tr><tr><td>Risparmio per la manutenzione</td><td colspan="2">- 598 €/anno</td></tr><tr><td>Risparmio economico (energia + manutenzione)</td><td colspan="2">54.942 €/anno</td></tr><tr><td>Periodo di Payback</td><td colspan="2">29 anni</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |               | PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI     |         |             | Costo totale ristutt.                                        | 1.629.738 € |       | Risparmio di energia primaria | 308.557 kWh/anno | 55.540 €/anno | Risparmio di CO <sub>2</sub>       | 98.545 /anno | tonnel. | Risparmio per la manutenzione | - 598 €/anno |  | Risparmio economico (energia + manutenzione) | 54.942 €/anno |  | Periodo di Payback          | 29 anni |  |                                      |           |  |
| PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Costo totale ristutt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.629.738 €      |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Risparmio di energia primaria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 308.557 kWh/anno | 55.540 €/anno |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Risparmio di CO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 98.545 /anno     | tonnel.       |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Risparmio per la manutenzione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - 598 €/anno     |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Risparmio economico (energia + manutenzione)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 54.942 €/anno    |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Periodo di Payback                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 29 anni          |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| <table><tr><th colspan="3">INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</th></tr><tr><th>INVESTMENTS</th><th colspan="2">€</th></tr><tr><td>HVAC</td><td colspan="2">500.000</td></tr><tr><td>Sistema di illuminazione (interna)</td><td colspan="2">101.000</td></tr><tr><td>Energia rinnovabile (FV)</td><td colspan="2">216.000</td></tr><tr><td>Involucro edilizio</td><td colspan="2">792.538</td></tr><tr><td>Sistema di controllo (BACS)</td><td colspan="2">20.000</td></tr><tr><td>Investimento per la ristrutturazione</td><td colspan="2">1.629.738</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |               | INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI |         |             | INVESTMENTS                                                  | €           |       | HVAC                          | 500.000          |               | Sistema di illuminazione (interna) | 101.000      |         | Energia rinnovabile (FV)      | 216.000      |  | Involucro edilizio                           | 792.538       |  | Sistema di controllo (BACS) | 20.000  |  | Investimento per la ristrutturazione | 1.629.738 |  |
| INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| INVESTMENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | €                |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 500.000          |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Sistema di illuminazione (interna)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 101.000          |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Energia rinnovabile (FV)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 216.000          |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Involucro edilizio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 792.538          |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Sistema di controllo (BACS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 20.000           |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Investimento per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.629.738        |               |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| <table><tr><th>INVESTIMENTI ESCLUSI</th><th>COSTO €</th><th>RISPARMIO €</th></tr><tr><td>Impermeabilizzazione e recupero strutturale delle fondazioni</td><td>237.168</td><td>3.205</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |               | INVESTIMENTI ESCLUSI                          | COSTO € | RISPARMIO € | Impermeabilizzazione e recupero strutturale delle fondazioni | 237.168     | 3.205 |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| INVESTIMENTI ESCLUSI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | COSTO €          | RISPARMIO €   |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |
| Impermeabilizzazione e recupero strutturale delle fondazioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 237.168          | 3.205         |                                               |         |             |                                                              |             |       |                               |                  |               |                                    |              |         |                               |              |  |                                              |               |  |                             |         |  |                                      |           |  |

## ALIMOS, GRECIA

### Municipio

| MINICIPIO – ALIMOS GRECIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b></p> <p>Il municipio è un edificio indipendente. Solo il lato ovest del corpo scala è in contatto con alcune aree riscaldate della casa attigua. Ogni piano è diviso in due zone; gli uffici e la hall d'ingresso sono separati con pareti coibentate, la hall è una zona non riscaldata. Le pareti sono isolate con 4 cm di polistirene estruso collocato tra i due strati di mattoni e le finestre hanno doppi vetri con telaio in alluminio. In generale, l'involucro edilizio non presenta alcun problema di tenuta all'aria.</p> <p>Per quanto riguarda il sistema HVAC ci sono due tipi di impianti di climatizzazione: a) piccoli sistemi split b) unità a soffitto e a pavimento con bocchette di ingresso e uscita, che forniscono riscaldamento e raffreddamento, utilizzando energia elettrica.</p> <p>L'illuminazione è fornita principalmente da lampade fluorescenti T8 con alimentatore magnetico.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b></p> <p><b>Rischi Economici/Finanziari</b></p> <p>Questo edificio ospita numerosi servizi e dipendenti, il suo uso attuale può essere modificato secondo le esigenze del Comune. Naturalmente un potenziale aumento del numero di servizi o dei dipendenti del Comune incrementerà il consumo di energia e, di conseguenza, anche il periodo di recupero dell'investimento. L'investimento richiesto per la contemporanea attuazione di tutte le misure di intervento previste per il miglioramento dell'efficienza energetica è grande e ciò comporta alcune difficoltà per il Comune. E' necessario, quindi, ci sia un afflusso di capitali tramite Terzi affinché il Comune proceda con il piano di ristrutturazione.</p> <p><b>Ostacoli Legislativi</b></p> <p>Non sono stati individuati ostacoli normativi al progetto di ristrutturazione. In Grecia la legislazione che definisce i livelli di nZEB e il contributo atteso delle FER è in fase di sviluppo. Quindi, è importante definire nel modo più flessibile possibile le "aree vicine (nearby)", come indicato dalla Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD), al fine di facilitare l'integrazione delle fonti rinnovabili e rendere i livelli nZEB realizzabili.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>DESCRIZIONE BREVE</b></p> <p>Il municipio di Alimos si trova vicino alla costa e gode di una bella vista mare dai piani superiori. Si compone di cinque piani e un seminterrato. I primi due livelli e il seminterrato sono stati costruiti nel 1986, mentre gli altri 3 sono stati aggiunti nel 1996.</p> <p>La forma dell'edificio, inizialmente di due piani, è stata allungata lungo l'asse N-S. E' stato aggiunto un fabbricato di 5 piani, sul lato posteriore, ed oggi l'edificio comunale è costituito da due blocchi adiacenti, a forma rettangolare. L'orientamento di tutto il complesso è ruotato di 30° da sud verso ovest.</p> <p>L'utilizzo di tutti i piani è previsto dalle 7:30 alle 15:30 nei giorni feriali, tranne il 4° piano (ufficio del sindaco), che viene utilizzato dalle 7:30 alle 17:30. I dipendenti del municipio sono 78 ed i visitatori sono circa 130 al giorno.</p> |
| <p><b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b></p> <p><b>Involucro edilizio</b></p> <p><u>Involucro opaco:</u> L'opzione progettuale più idonea è l'aggiunta di 5 centimetri di isolamento esterno di 0,032 W/mK. <u>Finestrature:</u> La scelta ottimale deve avere vetri coibizzati e basso emissivi e finestre con valori medi di trasmittanza termica (U) pari a 1,80 W / m²K. <u>Sistemi ombreggianti:</u> si propongono come dispositivi di ombreggiatura delle alette retraibili esterne per tutte le facciate tranne quella nord. Le alette sono dimensionate per garantire la piena ombreggiatura in estate. <u>Ventilazione Naturale / Notturna:</u> Saranno installate delle prese d'aria dotate di smorzatori sulla facciata nord e sud dell'edificio, in modo da ottenere una ventilazione trasversale su ogni piano. <u>Sistemi solari passivi:</u> Per evitare il surriscaldamento degli uffici posti a Sud, saranno inserite delle appropriate aperture per consentire la circolazione degli accumuli termici.</p> <p><b>HVAC</b></p> <p>Il nuovo sistema HVAC sarà un sistema multi-zona VRV che comprende tre unità esterne e quarantaquattro unità interne. Inoltre, il sistema di ventilazione a recupero di calore (HRV), modula la temperatura e l'umidità di aria fresca in ingresso sulla base alle condizioni interne.</p> <p><b>Illuminazione</b></p> <p>Tutte le lampade del palazzo saranno sostituite con le nuove lampade a LED. Inoltre, saranno installati dei sensori di luminosità sugli apparecchi situati vicino alle finestre.</p> <p><b>FER</b></p> <p>Sarà installato un sistema fotovoltaico di 15,26 kW sul tetto dell'edificio e la produzione di energia annuale sarà 20.900 kWh.</p> <p><b>Sistema di gestione energetico dell'edificio</b></p> <p>Il sistema di gestione energetico potrà controllare, monitorare e registrare dati come la temperatura dell'aria, le ore di funzionamento e il consumo di energia di ogni unità VRV. Inoltre, potrà controllare, monitorare e registrare il consumo di energia per l'illuminazione di ogni piano in maniera separata ed il funzionamento di ciascun sensore Lux. In tutte le finestre e le porte saranno collocati interruttori on / off, collegati al funzionamento di ogni unità VRV.</p> | <p><b>INFORMAZIONI GENERALI</b></p> <p><b>Anno di costruzione:</b></p> <p>1986</p> <p><b>Area/Volume:</b></p> <p>1.302 m² / 3.612 m³</p> <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio:</b></p> <p>Municipio</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

### MINICIPIO – ALIMOS GRECIA

#### VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE

Si sono studiate tre soluzioni alternative di ristrutturazione, con l'obiettivo di raggiungere il tempo di recupero dell'investimento più basso e di aumentare il potenziale per attrarre finanziamenti privati. La soluzione A esclude solo l'isolamento esterno, la soluzione B esclude solo la sostituzione dei vetri e la soluzione C esclude entrambi gli interventi. La più interessante finanziariamente si è rivelata l'opzione C.

Come è emerso dall'analisi, i risparmi sono comparabili tra le due opzioni, ma il costo e il periodo di ammortamento differiscono in modo sostanziale. Per questo motivo l'opzione C è stata ritenuta la più idonea ad essere attuata.

#### Risparmio energetico

Il consumo di energia (per il riscaldamento, raffreddamento e illuminazione) prima della ristrutturazione è pari a 111.965 kWh/anno e il consumo di energia per metro quadrato è pari a 102 kWh/m<sup>2</sup>. Dopo la ristrutturazione (opzione C) il consumo si riduce a 8.795 kWh/anno o 8 kWh/m<sup>2</sup>.

In particolare, gli interventi di efficienza energetica, escludendo l'energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico, riducono il consumo di energia di 27 kWh/m<sup>2</sup> creando un risparmio pari a 82.270 kWh/anno. Questi risparmi rappresentano il 73% del consumo di energia prima della ristrutturazione. La domanda di energia rimanente è coperta fino al 70% dal sistema fotovoltaico che produce 20.900 kWh/anno.

#### Risparmio di CO<sub>2</sub>

Il risparmio di CO<sub>2</sub> derivanti dall'Opzione C è pari a 102.02 tonnellate/anno.

#### VALUTAZIONE ECONOMICA

##### Costi di ristrutturazione

Il costo degli interventi esclusi nell'opzione C è di 83.505 € per l'isolamento esterno e di 55.350 € per le finestre.

##### Risparmio economico

Il risparmio economico totale annuo è pari a 17.790 €, esso dipende dai risparmi di spesa per l'energia e la manutenzione, che sono rispettivamente di 14.354 € e di 3.436 €.

#### PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO

Il Comune di Alimos, per le difficili condizioni economiche attuali, ha limitate risorse finanziarie per attuare gli interventi di retrofit energetico degli edifici analizzati. Il modello di finanziamento più adatto consiste nell'affidare il progetto a una Energy Service Company (ESCO). La ESCo è responsabile di garantire il costo totale dell'investimento, la realizzazione del progetto, la manutenzione durante il periodo contrattuale e, di assicurare la prestazione energetica delle soluzioni concordate. I risparmi di denaro, corrispondenti ai risparmi energetici, saranno condivisi tra la ESCo e il Comune, secondo il modello di contratto "Shared Savings".

##### Struttura finanziaria del progetto

La più efficiente fonte di finanziamento sul mercato per la realizzazione del progetto è il mercato monetario (private equity, prestito bancario), seguito da prestiti agevolati. Quelli meno favorevoli sono le sovvenzioni (ossia finanziamenti a fondo perduto), poiché hanno una partita di giro nulla. Anche così, in molti lavori di ristrutturazione nZEB, le sovvenzioni sono necessarie per rendere un progetto interessante e commerciabile sul mercato. La struttura finanziaria ottimale dovrebbe comportare l'erogazione di prestiti agevolati sufficienti poiché questo migliora l'attrattività del progetto e lo rende commerciabile.

La struttura finanziaria ottimale consiste di:

- Capitali ESCo - 24%
- Prestiti agevolati - 65%
- Agevolazioni IVA - 11%

Il periodo di recupero del progetto previsto è di circa 10 anni, mentre la durata dell'EPC è di 15 anni, durata che lo rende ancora commercialmente accettabile.

##### Altre considerazioni

L'EPC stabilisce che i rilevanti risparmi di denaro sono destinati al rimborso dell'investimento, e concede al Comune, che non ha contribuito al costo dell'investimento, il 5% annuo derivante dal risparmio di denaro. Una volta che l'EPC si concluderà, tutti i risparmi di denaro saranno usufruiti interamente dal Comune.

#### PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

|                                                   | TUTTI GLI<br>INTRVENTI | OPZIONE C |
|---------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Risparmio di<br>energia primaria<br>kWh / anno    | 104.537                | 103.170   |
| Costi €                                           | 310.943                | 172.088   |
| Risparmi € / anno                                 | 17.988                 | 17.790    |
| Payback semplice                                  | 17,2                   | 9,7       |
| Risparmio di CO <sub>2</sub><br>tonnellate / anno | 103,37                 | 102,02    |

#### INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

| INVESTIMENTI                      | €       |
|-----------------------------------|---------|
| HVAC                              | 80.336  |
| Sistema di illuminazione          | 18.905  |
| Energia rinnovabile               | 25.707  |
| Sistemi di schermatura            | 25.000  |
| Solare termico                    | 1.230   |
| Sistema di controllo              | 20.910  |
| Investimenti per ristrutturazione | 172.088 |

## Biblioteca comunale

### BIBLIOTECA COMUNALE- ALIMOS GRECIA

#### STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI

È un edificio indipendente ed è una costruzione tipica del periodo (anni '80) e della regione. Le pareti sono costituite da una doppia fila di mattoni e la struttura portante è in cemento armato. Le pareti sono isolate con 5 cm di polistirene estruso, collocato tra i due strati di mattoni, e anche il solaio di copertura è isolato con 8 cm di polistirene estruso. Le finestre sono dotate di doppi vetri con un telaio in alluminio.

L'involucro esterno ha molti ponti termici dovuti al tipo di struttura a telaio in c.a. - tamponature esterne in mattoni, questi problemi non sono stati affrontati in modo adeguato in fase di progettazione con un'analisi termica. L'involucro edilizio non presenta alcun problema rispetto la tenuta all'aria.

Inoltre, i sistemi di climatizzazione tipo "splits" e "floor standing" sono utilizzati per il riscaldamento e il raffreddamento dell'edificio, utilizzando energia elettrica. Il piano terra e il primo piano usano anche radiatori ad olio per il riscaldamento. L'illuminazione è fornita principalmente da lampade fluorescenti T8 con alimentatore magnetico.

#### VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI

##### Rischi Economici/Finanziari

Ci sono dei rischi economici dovuti al fatto che il Comune affitta questo edificio e che il trasferimento della biblioteca potrebbe avvenire prima della fine del periodo di ammortamento. Tuttavia, questo è considerato un rischio di livello medio-basso. Il costo totale dei consumi di energia è basso, questo influisce sul periodo di recupero finale dell'investimento che è abbastanza lungo in alcuni interventi. Questo avviene perché l'utilizzo quotidiano è breve e la domanda di energia per i servizi / attività che si svolgono in questo edificio è modesta.

##### Ostacoli legislativi

In una costruzione che ha sistema di riscaldamento centralizzato non è sempre facile eliminare questo sistema e/o sostituire con quelli più flessibili. Quest'ostacolo si presenta quando ci sono più proprietari e non tutti sono d'accordo con questa modifica. In questo caso il regolamento per i multi-proprietari applica e richiede o un voto unanime o un voto a maggioranza. Per questo motivo la scelta più fattibile è quella di migliorare il sistema di riscaldamento esistente. Alla stessa maniera, deve essere approvata da tutti i proprietari del palazzo, l'installazione di FV sul tetto.

#### PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE

##### Involucro edilizio

**Involucro opaco:** L'opzione più adatta è l'aggiunta di 5 centimetri isolamento esterno di 0,032 W/mK. **Finestre:** La scelta ottimale è un vetro basso emissivo e coatizzato; finestre con trasmittanza termica U media U 1,80 W/m²K. **Ventilazione Naturale / Notturna** Saranno installate delle prese d'aria dotate di smorzatori sulla facciata nord e sud dell'edificio, in modo da ottenere una ventilazione trasversale su ogni piano.

##### HVAC

I sistemi esistenti verranno sostituiti con nuovi sistemi A/C più efficienti [EER 3- 4.4] e saranno utilizzati solo per il raffreddamento. Per quanto riguarda il riscaldamento dell'edificio, la soluzione ottimale è la conversione della vecchia caldaia ad una nuova caldaia a pellet, più rispettosa dell'ambiente. Anche le tubazioni dell'impianto di riscaldamento saranno isolate e la pompa dell'acqua di riscaldamento sarà sostituita con una nuova tecnologia inverter per ridurre il consumo di energia elettrica.

##### Illuminazione

Tutte le lampade del palazzo saranno sostituite con nuove lampade a LED. Inoltre, saranno installati sugli apparecchi situati vicino alle finestre dei sensori di luminosità.

##### FER

Un impianto fotovoltaico di 5,73 kWp sarà installato sul tetto dell'edificio e la produzione annuale di energia si prevede sarà 8.040 kWh.

##### Termostati e misuratore di potenza

L'uso di un termostato in ogni stanza dell'edificio farà in modo che la temperatura ottimale dell'aria interna sarà stabile e impedirà l'uso eccessivo di energia. Inoltre, saranno installati misuratori di potenza al quadro elettrico di ogni piano al fine di registrare e archiviare i consumi energetici delle unità A/C, dell'illuminazione e dei pc, in modo da rilevare le unità ad alta intensità energetica.



#### DESCRIZIONE BREVE

L'edificio della biblioteca comunale è stato costruito nel 1984. Si compone di cinque piani e un seminterrato. Il Comune ha in affitto i primi tre piani e il piano interrato. Esso ospita la Biblioteca Comunale, gli uffici, le attività scolastiche e corsi di ballo. Il resto dell'edificio è adibito a residenze.

La forma dell'edificio si allunga principalmente lungo l'asse N-S. L'orientamento di tutto il complesso devia 53° da sud verso ovest.

Gli uffici sono aperti dalle 7.30 alle 15.30 nei giorni feriali. I dipendenti della biblioteca comunale sono 13 ed i visitatori sono circa 70 al giorno.

#### INFORMAZIONI GENERALI

##### Anno di costruzione:

1984

##### Area/Volume:

611 m² / 2.185 m³

##### Destinazione d'uso dell'edificio:

Library-Offices

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

### BIBLIOTECA COMUNALE- ALIMOS GRECIA

#### VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE

Si sono valutate tre opzioni alternative di ristrutturazione che non prevedono il miglioramento dell'involucro edilizio, con l'obiettivo di raggiungere il tempo di recupero dell'investimento più breve e di attrarre finanziamenti privati. L'opzione A esclude solo l'isolamento esterno, l'opzione B esclude solo la sostituzione dei vetri e l'opzione C esclude entrambi gli interventi. Tra le opzioni solo quella iniziale soddisfa gli obiettivi CERTuS, ma l'opzione C è quella finanziariamente più interessante. Dagli studi fatti emerge che i risparmi sono comparabili tra le due opzioni, ma il costo e il periodo di ammortamento sono diversi in modo sostanziale. Per questo motivo l'opzione C è quella più idonea ad essere attuata.

##### Risparmio energetico

Il consumo di energia primaria (per il riscaldamento, il raffreddamento e l'illuminazione) prima della ristrutturazione è pari a 122.195 kWh/anno e il consumo di energia primaria per metro quadro è di 241 kWh/m<sup>2</sup>. Dopo la ristrutturazione (opzione C) il consumo si riduce a 15.148 kWh/anno o 29,9 kWh/m<sup>2</sup>. In particolare, gli interventi di efficienza energetica, escludendo l'energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico, riducono il consumo di energia primaria di 75,8 kWh/m<sup>2</sup>, generando un risparmio pari a 83,728 kWh/anno. Questi risparmi rappresentano il 68,5% del consumo di energia ante operam. La restante domanda di energia elettrica è coperta fino al 63% dal sistema fotovoltaico che produce 8.041 kWh/anno. Inoltre, il consumo di energia per il riscaldamento è coperto da biomassa, ciò significa che in totale il 90% del fabbisogno energetico dell'edificio è coperto da fonti rinnovabili.

##### Risparmio di CO<sub>2</sub>

Il risparmio di CO<sub>2</sub> dell'opzione C è di 39,73 tonnellate/anno.

#### VALUTAZIONE ECONOMICA

##### Costo di ristrutturazione

Il costo degli interventi esclusi è di 38.007 € per l'isolamento esterno e di 50.000 € per le finestre.

##### Risparmio economico

Il risparmio economico totale annuo è pari a 4.667 €. I risparmi di spesa energetica sono di 6.167€, ma la manutenzione post intervento riduce tali risparmi di 1.500 €/anno.

#### PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO

Il Comune di Alimos, per le difficili condizioni economiche attuali, ha limitate risorse finanziarie per l'attuazione di interventi di retrofit energetico degli edifici analizzati. Il modello di finanziamento più adatto consiste nell'assegnare il progetto ad una Energy Service Company (ESCO). La ESCo è responsabile di garantire il costo totale dell'investimento, la realizzazione del progetto, la manutenzione durante il periodo contrattuale e di assicurare la prestazione energetica delle soluzioni concordate. I risparmi di denaro, corrispondenti ai risparmi energetici, saranno condivisi tra la ESCo e il Comune, secondo il modello di contratto "Shared Savings".

##### Struttura finanziaria del progetto

La più efficiente fonte di finanziamento sul mercato per la realizzazione del progetto è il mercato monetario (private equity, prestito bancario), seguito da prestiti agevolati. Quelli meno favorevoli sono le sovvenzioni (ossia finanziamenti a fondo perduto), poiché hanno una partita di giro nulla. Anche così, in molti lavori di ristrutturazione nZEB, le sovvenzioni sono necessarie per rendere un progetto interessante e commerciabile sul mercato. La struttura finanziaria ottimale dovrebbe comportare l'erogazione di prestiti agevolati sufficienti poiché questo migliora l'attrattività del progetto e lo rende commerciabile.

La struttura finanziaria ottimale consiste di:

- Capitali ESCo - 24%
- Prestiti agevolati - 65%
- Agevolazioni IVA - 11%

Il periodo di recupero del progetto previsto è di circa 15 anni, mentre la durata dell'EPC è di 15 anni, durata che lo rende ancora commercialmente accettabile.

##### Altre considerazioni

L'EPC stabilisce che i rilevanti risparmi di denaro sono destinati al rimborso dell'investimento, e concede al Comune, che non ha contribuito al costo dell'investimento, il 10% annuo derivante dal risparmio di denaro. Una volta che l'EPC si concluderà, tutti i risparmi di denaro saranno usufruiti interamente dal Comune.

#### PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

|                                                   | TUTTI GLI<br>INTRVENTI | OPZIONE C |
|---------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Risparmio di<br>energia primaria<br>kWh / anno    | 108.614                | 107.047   |
| Costi €                                           | 127.994                | 39.988    |
| Risparmi € / anno                                 | 4.764                  | 4.667     |
| Payback semplice                                  | 26,9                   | 8,6       |
| Risparmio di CO <sub>2</sub><br>tonnellate / anno | 40,31                  | 39,73     |

#### INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

| INVESTIMENTI                      | €      |
|-----------------------------------|--------|
| HVAC                              | 18.881 |
| Sistema di illuminazione          | 2.645  |
| Energia rinnovabile               | 9.840  |
| Ventilazione notturna             | 4.920  |
| Sistema di controllo              | 3.702  |
| Investimenti per ristrutturazione | 39.988 |

## Uffici comunali

| UFFICI COMUNALI – ALIMOS GRECIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b></p> <p>È un edificio indipendente ed è una costruzione tipica del periodo (anni '80) e della regione. Le pareti sono isolate con 5 cm di polistirene estruso collocato tra due strati di mattoni. Il solaio di copertura è isolato con 6 cm in polistirene estruso, mentre il controsoffitto è in fibra minerale negli ambienti adibiti a uffici. Le finestre sono dotate di doppi vetri con telaio in alluminio.</p> <p>L'involucro esterno presenta ponti termici derivanti dal tipo di costruzione con struttura a telaio in c.a. - tamponature esterne in mattoni. Per quanto riguarda il sistema HVAC, gli impianti di aria condizionata tipo split sono utilizzati sia per il riscaldamento sia per il raffreddamento. Il sistema d'illuminazione è costituito principalmente da lampade fluorescenti T8 con alimentatore magnetico.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b></p> <p><b>Rischi Economici/Finanziari</b></p> <p>Poiché l'edificio funziona solo durante il giorno, il consumo energetico è basso rispetto ad edifici con funzionamento di 24h. Questo influisce sul periodo di ammortamento finale dell'investimento, che è abbastanza lungo, raggiungendo 23 anni per alcuni interventi quali l'isolamento termico e la sostituzione delle finestre.</p> <p>Il costo dei sistemi più innovativi (raffreddamento solare, geotermica, ecc) è considerevolmente alto e così la loro integrazione nell'edificio non è una soluzione attuabile a meno che non si possa beneficiare di sovvenzioni da parte dello Stato o di altre fonti.</p> <p><b>Ostacoli legislativi</b></p> <p>C'è una limitazione per quanto riguarda la potenza totale del FV che può essere installato in edifici pubblici. Per questi edifici la potenza installata può essere fino al 100% della capacità massima concordata con il fornitore. Questo limita la dimensione del sistema fotovoltaico proposto, sarebbe possibile installare un impianto più grande per lo spazio disponibile.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p><b>DESCRIZIONE BREVE</b></p> <p>L'edificio ospita i servizi per l'ambiente e l'igiene del Comune. Si tratta di un edificio composto da un unico livello, il piano terra, circondato da un grande spazio aperto con un parcheggio e una struttura per la riparazione/ manutenzione dei veicoli. La costruzione del fabbricato è stata completata nel 1986.</p> <p>L'edificio è isolato, i fabbricati limitrofi non creano un sostanziale ombreggiamento e pertanto esso ha un buon soleggiamento.</p> <p>L'edificio ha una forma rettangolare, con un sviluppo principale lungo l'asse E-W ed è orientato di 33° da Nord verso est.</p> <p>Gli uffici sono aperti dalle 7.30 alle 15.30 nei giorni feriali. I dipendenti sono 20 ed i visitatori sono circa 10 al giorno.</p> |
| <p><b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b></p> <p><b>Involucro edilizio</b></p> <p><u>Involucro opaco:</u> L'opzione più adatta prevede l'aggiunta di 5 centimetri isolamento esterno di 0,032 W/mK. <u>Finestrature:</u> La scelta ottimale è un vetro basso emissivo e coatizzato; finestre con trasmittanza termica U media U 1,80 W / m<sup>2</sup>K. <u>Ventilazione Naturale / Notturna:</u> Saranno installate delle prese d'aria dotate di smorzatori sulla facciata nord e sud dell'edificio, in modo da ottenere una ventilazione trasversale su ogni piano.</p> <p><b>HVAC</b></p> <p>Il nuovo sistema HVAC sarà un sistema multi-zona VRV che comprende tre unità esterne e quarantaquattro unità interne. Inoltre, il sistema di ventilazione a recupero di calore (HRV), modula la temperatura e l'umidità di aria fresca in arrivo in base alle condizioni interne.</p> <p><b>Illuminazione</b></p> <p>Tutte le lampade del palazzo saranno sostituite con nuove lampade a LED. Inoltre, saranno installati sugli apparecchi dei sensori di luminosità situati vicino alle finestre.</p> <p><b>FER</b></p> <p>Un sistema fotovoltaico di 26,7 kW sarà installato sul tetto dell'edificio e la produzione di energia annuale sarà pari a 20.900 kWh.</p> <p><b>Sistema di gestione energetico dell'edificio</b></p> <p>Il sistema di gestione energetico potrà controllare, monitorare e registrare dati come la temperatura dell'aria, le ore di funzionamento e il consumo di energia di ogni unità VRV. Inoltre potrà controllare, monitorare e registrare il consumo di energia dell'illuminazione di ogni piano in maniera separata ed il funzionamento di ciascun sensore Lux. In tutte le finestre e le porte saranno collocati interruttori on / off, collegati al funzionamento di ogni unità VRV.</p> | <p><b>INFORMAZIONI GENERALI</b></p> <p><b>Anno di costruzione:</b></p> <p>1986</p> <p><b>Area/Volume:</b></p> <p>446 m<sup>2</sup> / 1.518 m<sup>3</sup></p> <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio :</b></p> <p>Uffici</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

### UFFICI COMUNALI – ALIMOS GRECIA

#### VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE

Si sono valutate tre opzioni alternative di ristrutturazione che non prevedono il miglioramento dell'involucro edilizio, con l'obiettivo di raggiungere il tempo di recupero dell'investimento più breve e di attrarre finanziamenti privati. L'opzione A esclude solo l'isolamento esterno, l'opzione B esclude solo la sostituzione dei vetri e l'opzione C esclude entrambi gli interventi. Tra le varie soluzioni, l'opzione C è quella finanziariamente più interessante. Dalle analisi fatte emerge che i risparmi sono comparabili tra le due opzioni, ma il costo e il periodo di ammortamento differiscono in modo sostanziale. Per questo motivo l'opzione C è stata ritenuta la più idonea ad essere attuata.

##### Risparmio energetico

Il consumo di energia (per il riscaldamento, il raffreddamento e l'illuminazione) prima della ristrutturazione è pari a 30.160 kWh/anno e il consumo di energia per metro quadrato è pari a 97 kWh/m<sup>2</sup>. Dopo la ristrutturazione (opzione C) il consumo si riduce a 0 kWh / anno. In particolare, gli interventi di efficienza energetica, escludendo l'energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico, riducono il consumo di energia di 25 kWh / m<sup>2</sup>, generando un risparmio pari a 21.278 kWh/anno. Questi risparmi rappresentano il 71% del consumo di energia prima della ristrutturazione. La domanda di energia rimanente è coperta fino al 100% da parte del sistema fotovoltaico, che produce 37.300 kWh/anno. L'energia surplus di 28.428 kWh/anno sarà utilizzata per altri usi.

##### Risparmio di CO<sub>2</sub>

Il risparmio di CO<sub>2</sub> derivanti dall'Opzione C sono pari a 57,9 tonnellate / anno.

#### VALUTAZIONE ECONOMICA

##### Costi di ristrutturazione

Il costo degli interventi esclusi è di 25.830 € per l'isolamento esterno e di 12.300 € per le finestre.

##### Risparmio economico

Il risparmio economico annuale è pari a 7.205 €. I risparmi di spesa energetica sono pari a 4.031€, ma la manutenzione post intervento riduce tali risparmi di 970 €/anno. Pertanto il risparmio economico totale, sia energetico sia manutentivo, è di 3.061 €/anno. Inoltre, le spese energetiche dell'edificio sono ridotte per la produzione di energia da FV in eccedenza (4.144 € / anno).

#### PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO

Il Comune di Alimos, per le difficili condizioni economiche attuali, ha limitate risorse finanziarie per l'attuazione di interventi di retrofit energetico degli edifici analizzati. Il modello di finanziamento più adatto consiste nell'assegnare il progetto a una Energy Service Company (ESCO). La ESCo è responsabile di garantire il costo totale dell'investimento, la realizzazione del progetto, la manutenzione durante il periodo contrattuale e, di assicurare la prestazione energetica delle soluzioni concordate. I risparmi di denaro, corrispondenti ai risparmi energetici, saranno condivisi tra la ESCo e il Comune, con il contratto "Shared Savings".

##### Struttura finanziaria del progetto

La più efficiente fonte di finanziamento sul mercato per la realizzazione del progetto è il mercato monetario (private equity, prestito bancario), seguito da prestiti agevolati. Quelli meno favorevoli sono le sovvenzioni (ossia finanziamenti a fondo perduto), poiché hanno una partita di giro nulla. Anche così, in molti lavori di ristrutturazione nZEB, le sovvenzioni sono necessarie per rendere un progetto interessante e commerciabile sul mercato. La struttura finanziaria ottimale dovrebbe comportare l'erogazione di prestiti agevolati sufficienti poiché questo migliora l'attrattiva del progetto e lo rende commerciabile.

La struttura finanziaria ottimale consiste di:

- Capitali ESCOs - 14%
- Prestiti agevolati - 75%
- Agevolazioni IVA - 11%

Il periodo di recupero finanziario del progetto previsto è di circa 13 anni, mentre la durata dell'EPC è di 15 anni, durata che lo rende ancora commercialmente accettabile.

##### Altre considerazioni

L'EPC stabilisce che i rilevanti risparmi di denaro sono destinati al rimborso dell'investimento, e concede al Comune, che non ha contribuito al costo dell'investimento, il 5% annuo derivante dal risparmio di denaro. Una volta che l'EPC si concluderà, tutti i risparmi di denaro saranno usufruiti interamente dal Comune.

#### PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

|                                                   | TUTTI GLI<br>INTRVENTI | OPZIONE C |
|---------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Risparmio di<br>energia primaria<br>kWh / anno    | 59.543                 | 58.578    |
| Costi €                                           | 124.396                | 86.266    |
| Risparmi € / anno                                 | 7.454                  | 7.205     |
| Payback semplice                                  | 16,7                   | 12,0      |
| Risparmio di CO <sub>2</sub><br>tonnellate / anno | 58,9                   | 57,9      |

#### INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

| INVESTIMENTI                      | €      |
|-----------------------------------|--------|
| HVAC                              | 21.550 |
| Sistema di illuminazione          | 4.041  |
| Energia rinnovabile               | 45.977 |
| Ventilazione notturna             | 3.874  |
| Sistema di controllo              | 10.824 |
| Investimenti per ristrutturazione | 86.266 |

## COIMBRA, PORTOGALLO

### Municipio

| MUNICIPIO - COIMBRA PORTOGALLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b></p> <p>L'edificio è composto di 3 piani fuori terra e 2 piani intermedi ed è orientato con un asse di 10°, con la facciata principale orientata a ovest.</p> <p>Le pareti esterne sono in muratura portante in pietra ed hanno uno spessore tra i 90 e i 145 cm. Tutte le finestre e porte-finestre hanno vetri a lastra singola e telai in legno. Un'analisi termica realizzata nel palazzo ha dimostrato che le pareti presentano una buona prestazione termica ma le finestre, con vetri singoli con telai in legno, presentano problemi di isolamento, aggravati dall'invecchiamento, contribuendo, quindi, a generare elevate perdite di calore durante l'inverno.</p> <p>L'edificio non presenta patologie di degrado importanti, come condensazioni o la crescita di muffe.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b></p> <p><b>Rischi economici/finanziari</b></p> <p>Il Comune non ha un piano finanziario per restaurare questo specifico edificio, ad eccezione della copertura, il cui intervento è già stato programmato. Il Comune sta cercando di raccogliere fondi da programmi di finanziamento nazionali ed europei.</p> <p><b>Ostacoli legislativi</b></p> <p>Parte del centro storico della città di Coimbra, gli edifici universitari più antichi e altre strutture urbane sono iscritte nella Lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO dal 22 giugno 2013. Il municipio di Coimbra è incluso nell'area tutelata dell'Università di Coimbra - Alta e Sofia (<a href="http://worldheritage.uc.pt/">http://worldheritage.uc.pt/</a>) ed esistono forti vincoli e restrizioni alla ristrutturazione di tale edificio a causa delle leggi di tutela. Pertanto, non è possibile realizzare modifiche all'involucro edilizio che possano produrre impatti visivi.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b></p> <p><b>Involucro edilizio</b></p> <p>Per quanto riguarda l'isolamento, le pareti presentano una buona prestazione termica. Il tetto sarà presto sottoposto all'intervento di manutenzione già pianificato. Il miglioramento dell'involucro, quindi, non è stato considerato nella ristrutturazione. Le finestre presentano elevate perdite di calore. Tuttavia, poiché l'edificio è in parte degli immobili dell'Università di Coimbra - Alta e Sofia, iscritto nella lista del "Patrimonio dell'Umanità" dell'UNESCO, esistono numerose e stringenti restrizioni alla ristrutturazione di questo fabbricato, a causa delle norme di protezione, e non è possibile aggiungere qualsiasi modifica edilizia che produca un impatto visivo. Pertanto, non è possibile sostituire le lastre delle finestre con doppi vetri, utilizzando soluzioni standard, poiché il telaio originale deve essere mantenuto.</p> <p><b>HVAC</b></p> <p>Il sistema HVAC è costituito da 8 unità multi-split e 21 unità mono-split, con una potenza frigorifera totale di 273,02 kW. La maggior parte dei sistemi sono datati e hanno bassi livelli di efficienza. Non è stata esaminata la soluzione che preveda la sostituzione dei sistemi mono-split con sistemi multi-split e la concentrazione di sistemi multi-split in meno unità, in quanto l'impatto del procedimento della loro installazione sull'edificio sarebbe molto elevato. Pertanto, è prevista la loro sostituzione con sistemi dello stesso tipo, ma con maggiore efficienza, mantenendo la stessa potenza totale.</p> <p><b>Illuminazione</b></p> <p>L'attuale sistema di illuminazione è costituito da diversi tipi di lampade e apparecchi di illuminazione, tra cui T8 fluorescenti lineari e lampade T5, diversi tipi di lampade fluorescenti compatte, lampade ad incandescenza, faretti alogeni e proiettori e lampade ad alogenuro metallici. L'azione prevista è di sostituire tutte le lampade con LED.</p> <p><b>FER</b></p> <p>L'edificio è tutelato, in parte di proprietà dell'Università di Coimbra - Alta e Sofia, è iscritto nella lista del "Patrimonio dell'Umanità" dell'UNESCO, quindi esistono numerosi vincoli agli interventi che possono essere eseguiti. Pertanto, l'uso di pannelli fotovoltaici tradizionali non è stato preso in considerazione per elevato impatto visivo che avrebbe prodotto. Pertanto, dopo attenta valutazione si sono utilizzate delle tegole solari a sostituzione di quelle esistenti. È stata prevista l'installazione di 2.102 m<sup>2</sup> di pannelli fotovoltaici a film sottile (secondo le diverse direzioni del tetto), assicurando una potenza installata di 126,1 kWp. Ciò garantirà una generazione di 143,3 MWh/anno di energia elettrica.</p> | <p><b>DESCRIZIONE BREVE</b></p> <p>L'edificio è situato nel centro della città di Coimbra ed è stato costruito dopo la demolizione di una parte del vecchio monastero di Santa Cruz. Le opere per la demolizione e la costruzione sono state effettuate principalmente tra il 1876 e il 1879, ma alcuni lavori di costruzione sono stati svolti progressivamente fino all'inizio del 20° secolo.</p> <p>L'edificio è utilizzato come municipio di Coimbra, è principalmente costituito da uffici e aree di stoccaggio.</p> <p>Breve presentazione video:<br/><a href="https://www.youtube.com/watch?v=IrsS9Scpta4">https://www.youtube.com/watch?v=IrsS9Scpta4</a></p> <p>L'edificio è occupato tra le 7.30 e le 19.30 (da Lunedì a Venerdì). Tuttavia, il pubblico ha accesso solo tra le 9.00 e le 17.00. L'edificio accoglie 220 dipendenti ed è visitato da più di 25.000 utenti / anno.</p> |
| <p><b>INFORMAZIONI GENERALI</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Anno di costruzione:</b></p> <p>1876-1879</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Area/Volume:</b></p> <p>5.880 m<sup>2</sup> / 40.575 m<sup>3</sup></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio :</b></p> <p>Municipio e gli uffici comunali / funzioni di pubblica utilità</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

### MUNICIPIO - COIMBRA PORTOGALLO

#### VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE

##### Risparmio energetico

Il consumo di energia prima della ristrutturazione, considerato come riferimento base, è pari a 305.107 kWh/anno (elettricità) ed il consumo di energia per metro quadrato è di circa 51,9 kWh/m<sup>2</sup>. Dopo la ristrutturazione il consumo energetico scende a 55.508 kWh/anno (solo elettricità) ed il consumo di energia per metro quadrato è pari a 9,4 kWh/m<sup>2</sup>. Questo genera 42.739 euro/anno di risparmio. La ristrutturazione dell'edificio porterà al 72,1% di risparmio complessivo.

##### Risparmio di CO<sub>2</sub>

I risparmi derivanti dal sistema fotovoltaico, la sostituzione delle lampade e la sostituzione dell'HVAC con altri sistemi di maggiore efficienza sono pari a 34,92 tonnellate/anno.

##### Integrazione delle FER

Nella valutazione della generazione fotovoltaica si è considerato un autoconsumo del 90% dell'energia. Le FER assicureranno il 72,1% del consumo totale di energia.

#### VALUTAZIONE ECONOMICA

##### Periodo di rimborso

Il periodo di recupero degli investimenti del progetto di ristrutturazione è di circa 17 anni. Questo rimborso è stato calcolato senza considerare il sistema di finanziamento.

##### Costo totale

Il costo dell'investimento tecnico è pari a 632,068 euro (IVA esclusa), ciò significa che il costo di investimento per metro quadrato è 107,5 euro / m<sup>2</sup>.

##### Risparmio economico

I risparmi di spesa energetica sono di 34.880 euro/anno.

#### PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO

##### Energy Performance Contract

Sulla base del Deliverable D3.5, si è scelto di attuare un contratto EPC "shared savings" (considerato il più diffuso tra i quattro paesi CERTuS). La ESCo dovrebbe investire attraverso uno Special Purpose Vehicle (SPV).

##### Durata del contratto EPC

La durata dell'EPC è di 25 anni.

##### Fonti finanziarie

Dato il piano di ristrutturazione valutato e le caratteristiche del progetto, è possibile coinvolgere una ESCo alle attuali condizioni di mercato, ma c'è bisogno di un mix di fonti di finanziamento, in particolare l'uso di fondi agevolati:

- Il capitale proprio (patrimonio netto) è circa il 26% delle risorse finanziarie;
- il debito bancario è circa il 61% delle risorse finanziarie;
- agevolazioni IVA di circa il 13%.

##### Periodo di Rimborso

Il periodo di rimborso del patrimonio netto è di 18 anni

##### Altre considerazioni

In questo caso, il progetto genera flussi di cassa sufficienti a pagare il debito, ma non è in grado di restituire adeguatamente il capitale investito dalla ESCo. Di conseguenza, un intervento ESCo a condizioni di mercato dovrebbe essere considerato sostenibile ma non abbastanza redditizio.

#### PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Risparmio di energia         | 249.599 kWh         |
| Costi                        | 723.949 €           |
| Risparmi                     | 42.739 €/anno       |
| Payback semplice             | 16,94 anni          |
| Risparmio di CO <sub>2</sub> | 34,92 tonnell./anno |

#### INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI

| INVESTIMENTI                         | €       |
|--------------------------------------|---------|
| HVAC                                 | 80.209  |
| Sistemi di illuminazione (interni)   | 16.917  |
| Energie rinnovabili - PV             | 534.942 |
| Involucro edilizio                   | 0       |
| Sistemi di controllo                 | 0       |
| Investimenti per la ristrutturazione | 632.068 |

| INVESTIMENTI (ESCOs)             | €              |
|----------------------------------|----------------|
| Investment per la ristruttur.    | 632.068        |
| Liquidità iniziale               | 0              |
| Interessi e commissioni bancarie | 8.927          |
| Investimenti totali exc. I.V.A.  | 640.995        |
| I.V.A.                           | 91.881         |
| <b>INVESTIMENTI TOTALI</b>       | <b>732.876</b> |

| FONTI DI FINANZIAMENTO (ESCOs)      | €              | %          |
|-------------------------------------|----------------|------------|
| Equity o patrimonio netto           | 192.299        | 26         |
| Debito Senior o privilegiato        | 448.697        | 61         |
| Sovvenzioni                         | 0              | 0          |
| finanziamenti agevolati             | 0              | 0          |
| Total Financial Sources exc. I.V.A. | 640.995        | 87         |
| I.V.A.                              | 91.881         | 13         |
| <b>Totale Fonti finanziarie</b>     | <b>401.959</b> | <b>100</b> |

## Casa della Cultura municipale

| CASA DELLA CULTURA MUNICIPALE - COIMBRA PORTOGALLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b></p> <p>L'edificio è orientato con un asse di 200°, con la facciata principale orientata ad Est. Questo orientamento non è ottimale, ma è possibile installare sistemi solari con piccole variazioni rispetto al sud.</p> <p>Ci sono due aree dell'edificio in prestito ad altri soggetti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un'area al secondo piano interrato, destinata a refettorio dall'Università di Coimbra;</li> <li>una parte del terzo piano interrato, utilizzata dal CAPC - Círculo de Artes Plásticas de Coimbra (un'associazione culturale d'arte contemporanea).</li> </ul> <p>Questi ambienti sono gestiti dai soggetti che li utilizzano, ma ricevono energia elettrica dal quadro principale dell'edificio e l'energia elettrica è a carico del Comune.</p> <p>Le pareti esterne dell'edificio sono fatte di blocchi di forati e mattoni e hanno uno spessore di 20 e 55 cm. Le finestre hanno vetri singoli con telai in alluminio. Quasi tutte le finestre sono dotate di persiane interne. Solo nel prospetto principale sono utilizzati vetri oscurati. Le porte hanno le stesse caratteristiche delle finestre. La facciata posteriore presenta segni di condensazione, soprattutto nelle aree coperte dalla vegetazione.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b></p> <p><b>Rischi economici/finanziari</b></p> <p>Il Comune non ha un piano finanziario per recuperare questo specifico edificio, ad eccezione dell'intervento del tetto, già in esecuzione. Il Comune sta cercando di raccogliere fondi da programmi di finanziamento nazionali ed europei.</p> <p><b>Ostacoli legislativi</b></p> <p>Non ci sono grandi ostacoli legislativi alla ristrutturazione di questo edificio.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b></p> <p><b>Involucro edilizio</b></p> <p>Il tetto è stato rifatto, attraverso la sostituzione delle lastre di cemento-amianto, con pannelli sandwich costituiti da due lamiere thermolacquered e uno strato isolante di poliuretano (80 mm). Sono stati previsti altri interventi di ristrutturazione in merito alle facciate dell'edificio. Comunque, gli interventi di ristrutturazione che richiedono grandi opere, sono incompatibili con le normali attività dell'edificio e devono essere evitate a causa della loro incompatibilità con l'uso del fabbricato.</p> <p>Tutte le finestre utilizzate nella costruzione sono di vetri semplici con telai in alluminio. La sostituzione di finestre con doppi vetri non è stata prevista per ora, poiché si è preferito sostituire l'attuale sistema HVAC con un altro più efficiente, che sia facilmente controllato e monitorato. Tuttavia, tale sostituzione (delle finestre) deve essere prevista nelle future ristrutturazioni dell'edificio.</p> <p><b>HVAC</b></p> <p>Il sistema HVAC nella maggior parte dell'edificio è assicurato da sistemi mono-split con pompe di calore installati nella parete o sul tetto, con una potenza totale di 239,27 kW. La sostituzione dei diversi sistemi mono-raggruppati per sistemi multi-split non è stato previsto, poiché nonostante il potenziale costo di acquisto dei sistemi multi-split sia inferiore, i costi di installazione sarebbero più elevati e, soprattutto, l'impatto del procedimento della loro installazione sull'edificio sarebbe molto più alto. Pertanto, si prevede la sostituzione con altri sistemi mono-split con maggiore efficienza, mantenendo la stessa potenza totale, utilizzando un sistema con EER di 5.2 e COP di 5,74.</p> <p><b>Illuminazione</b></p> <p>L'attuale sistema di illuminazione è principalmente costituito da lampade fluorescenti T8 lineari con reattore elettromagnetico. L'intervento previsto è quello di sostituire tutte le lampade esistenti con lampade a LED.</p> <p><b>FER</b></p> <p>Si prevede di installare un impianto di pannelli fotovoltaici orientati a sud, ma mantenendo l'orientamento dell'edificio (azimut di 20°) al fine di minimizzare l'impatto visivo dei pannelli fotovoltaici. Pertanto, si installeranno 770 pannelli fotovoltaici, garantendo una potenza di 181 kWp. Ciò garantirà la produzione di 254,2 MWh/anno di energia.</p> | <p><b>DESCRIZIONE BREVE</b></p> <p>L'edificio è stato costruito tra il 1991 e il 1993, è stato inaugurato e aperto al pubblico il 26 ottobre del 1993.</p> <p>Il fabbricato si trova vicino al centro della città, vicino all'Università.</p> <p>Viene utilizzato come Casa della Cultura municipale, ospita diverse funzioni, infatti è adibito a centro culturale, biblioteca, auditorium e galleria d'arte, uffici. L'edificio dispone di 8 piani, 3 piani interrati e 5 piani fuori terra, compreso il piano terra.</p> <p>L'edificio accoglie 80 dipendenti ed è visitato da 17.500 utenti/anno e funziona con il seguente calendario:</p> <p>15 luglio al 15 settembre:<br/>Lunedì a Venerdì: 9.00 - 18.30<br/>16 settembre-14 luglio:<br/>Lunedì a Venerdì: 9.00 - 19.30<br/>Sabato: 11.00 - 13.00 e 14.00 e 19.00</p> <p>Gli utenti hanno accesso alle sale e agli ambienti di uso pubblico solo dopo le 10.00.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>INFORMAZIONI GENERALI</b></p> <p><b>Anno di costruzione:</b></p> <p>1991-1993</p> <p><b>Area/Volume:</b></p> <p>13.225 m<sup>2</sup> / 39.944 m<sup>3</sup></p> <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio :</b></p> <p>L'edificio è la "Casa della Cultura" Municipale, ospita diverse funzioni culturali come la biblioteca, l'auditorium e la galleria d'arte.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| CASA DELLA CULTURA MUNICIPALE - COIMBRA PORTOGALLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|
| <b>VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |            |
| <b>Risparmio energetico</b><br>Il consumo di energia prima della ristrutturazione, considerato come dato di riferimento, è pari a 487,229 kWh/anno (elettricità) e il consumo di energia per metro quadrato è di circa 49,4 kWh/m <sup>2</sup> . Dopo la ristrutturazione, il consumo energetico scende a 13,479 kWh/anno (solo elettricità) e il consumo di energia per metro quadrato è pari a 1,4 kWh/m <sup>2</sup> . Questo porta ad un risparmio di 65.742 euro/anno. La ristrutturazione dell'edificio porterà al 97,2% di risparmio. |                    |            |
| <b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b><br>I risparmi di CO <sub>2</sub> derivanti dal sistema fotovoltaico, la sostituzione delle lampade e la sostituzione dell'HVAC con altri maggiormente efficienti, sono pari a 66,27 tonnellate/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |            |
| <b>Integrazione delle FER</b><br>Nella valutazione della produzione fotovoltaica si è considerato un autoconsumo del 90% dell'energia. Le FER assicureranno il 95,1% del consumo totale di energia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |            |
| <b>PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |            |
| <b>Risparmio di energia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 473.750 kWh        |            |
| <b>Costi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 396.656 €          |            |
| <b>Risparmi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 65.742 €/anno      |            |
| <b>Payback semplice</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6,03 anni          |            |
| <b>Risparmio di CO2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 66,27 tonnel./anno |            |
| <b>VALUTAZIONE ECONOMICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |            |
| <b>Periodo di rimborso</b><br>Il periodo di ammortamento del progetto, sia considerando l'energia che la manutenzione, è di 6 anni. Questo rimborso è calcolato senza considerare il sistema di finanziamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |            |
| <b>Costo totale</b><br>Il costo dell'investimento tecnico è pari a 338.274 euro (IVA esclusa), questo porta a un costo di investimento per metro quadrato di 26,6 euro/m <sup>2</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |            |
| <b>Risparmio economico</b><br>I risparmi di spesa energetica sono pari a 53.081 euro/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |            |
| <b>INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |            |
| <b>INVESTIMENTI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | €                  |            |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 126.945            |            |
| Sistemi di illuminazione (interni)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 17.121             |            |
| Energie rinnovabili                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 194.208            |            |
| Involucro edilizio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0                  |            |
| Sistemi di controllo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                  |            |
| Investimenti per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 338.274            |            |
| <b>PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |            |
| <b>Energy Performance Contract</b><br>Sulla base del Deliverable D3.5, si è scelto di attuare un contratto EPC " shared savings" (considerato il più diffuso tra i quattro paesi CERTuS). La ESCo dovrebbe investire attraverso uno Special Purpose Vehicle (SPV).                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |            |
| <b>Durata del contratto EPC</b><br>La durata dell'EPC è di 15 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |            |
| <b>Fonti finanziarie</b><br>Dato il piano di ristrutturazione analizzato e le caratteristiche del progetto, è possibile coinvolgere una ESCo a condizioni di mercato, perché il progetto è in grado di generare flussi di cassa sufficienti a rimborsare il prestito e restituire il capitale investito dalla ESCo.                                                                                                                                                                                                                          |                    |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>il capitale proprio (patrimonio netto) è circa il 26% delle risorse finanziarie;</li><li>il debito bancario è circa il 60% delle risorse finanziarie;</li><li>le agevolazioni IVA di circa il 14%.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |            |
| <b>Periodo di Rimborso</b><br>Il periodo di rimborso del patrimonio netto è di 13 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |            |
| <b>Altre considerazioni</b><br>Con questo piano finanziario è possibile l'intervento della ESCo e la remunerazione del capitale investito, inoltre il Tasso Interno di Rendimento (TIR o IRR) dovrebbe essere adeguato per questo tipo di progetti.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |            |
| <b>INVESTIMENTI (ESCOs)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |            |
| <b>Investment per la ristruttur.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 338.274            |            |
| <b>Liquidità iniziale</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 500                |            |
| <b>Interessi e commissioni bancarie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4.803              |            |
| <b>Investimenti totali exc. I.V.A.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 343.577            |            |
| <b>I.V.A.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 58.382             |            |
| <b>INVESTIMENTI TOTALI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>401.959</b>     |            |
| <b>FONTI DI FINANZIAMENTO (ESCOs)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |            |
| <b>Equity o patrimonio netto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 106.073            | 26         |
| <b>Debito Senior o privilegiato</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 240.504            | 60         |
| <b>Sovvenzioni</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0                  | 0          |
| <b>finanziamenti agevolati</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                  | 0          |
| <b>Total Financial Sources exc. I.V.A.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 343.577            | 85         |
| <b>I.V.A.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 58.382             | 14         |
| <b>Totale Fonti finanziarie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>401.959</b>     | <b>100</b> |

## Scuola elementare di Solum

| SCUOLA ELEMENTARE DI SOLUM - COIMBRA PORTOGALLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b></p> <p>L'orientamento dell'edificio è ottimale, in quanto è posizionato lungo un asse est-ovest con la facciata principale a nord. La facciata posteriore è orientata a sud e ha un impianto fotovoltaico esistente.</p> <p>Le pareti esterne sono realizzate in blocchi forati e mattoni e hanno uno spessore variabile di 55 a 60 cm nei due blocchi scolastici e di 35 a 55 cm nel refettorio.</p> <p>Tutte le finestre hanno telai in alluminio, che garantisce una tenuta stagna, con l'eccezione di 2 finestre che hanno un telaio di legno. Tutte le finestre hanno doppi vetri, ad eccezione di 4 finestre. Inoltre le finestre rivolte a ovest e sud hanno persiane interne. Un altro edificio (facciata sud) e degli alberi (a sud, est e ovest) creano un'ombreggiatura sul fabbricato scolastico.</p> <p>Le porte d'ingresso principali dei 2 blocchi non sono ermetiche e presentano passaggi d'aria nell'edificio. Tuttavia, le aree di circolazione non sono riscaldate o raffrescate. L'edificio non presenta patologie di degrado rilevanti.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b></p> <p><b>Rischi economici/finanziari</b><br/>Il Comune non ha un piano finanziario per migliorare questo specifico edificio. Il Comune sta cercando di raccogliere fondi da programmi di finanziamento nazionali ed europei.</p> <p><b>Ostacoli legislativi</b><br/>Non ci sono grandi ostacoli legislativi alla ristrutturazione di questo edificio.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b></p> <p><b>Involucro edilizio</b><br/>L'intervento sull'involucro edilizio non è stato incluso nel piano di ristrutturazione. L'edificio è stato recentemente ristrutturato e quindi l'involucro esterno non presenta gravi problemi. Inoltre, poiché l'edificio non ha nessun sistema HVAC centralizzato, il miglioramento dell'involucro non porterebbe ad una forte riduzione del consumo di energia per il riscaldamento e il raffreddamento.</p> <p><b>HVAC</b><br/>L'edificio ha il riscaldamento centralizzato solo nel refettorio. Le altre zone dell'edificio non hanno riscaldamento centrale, il riscaldamento nelle classi è assicurato attraverso radiatori ad olio durante i giorni più freddi. Tuttavia, la soluzione di sostituire questi radiatori ad olio con pompe di calore non è efficace. Nel refettorio è prevista la sostituzione della caldaia a gas esistente con una pompa di calore.</p> <p><b>Illuminazione</b><br/>Il sistema di illuminazione attuale è principalmente costituito da lampade fluorescenti T8 lineari con reattore elettromagnetico. L'azione prevista è quella di sostituire tutte le lampade T8 con reattore elettromagnetico con lampade T5 con alimentatore elettronico.</p> <p><b>FER</b><br/>Gli edifici hanno già un piccolo impianto fotovoltaico (18 moduli). Si prevede di aumentare l'impianto fotovoltaico di 72 pannelli fotovoltaici, garantendo una potenza installata di 16,92 kWp. Ciò garantirà una produzione di energia di 23.32 MWh/anno.</p> <p><b>Altro</b><br/>ICT e altri apparecchi (principalmente PC, monitor e stampanti) non rappresentano individualmente una quota rilevante dei consumi energetici e quindi i risparmi conseguiti con questi apparecchi non avrebbero un forte impatto sul consumo totale di energia. La sostituzione di tali apparecchi con nuovi dispositivi non è conveniente dal punto di vista del risparmio energetico e quindi questo non è previsto nel piano di ristrutturazione. Tuttavia, nella sostituzione periodica degli apparecchi ICT si consiglia di installare solo apparecchi ICT con minor consumo energetico.</p> | <p><b>DESCRIZIONE BREVE</b></p> <p>La scuola elementare di Solum (Escola Básica do 1º Ciclo da Solum) è stata costruita nel 1950. Fino al 1970 è stata una scuola subordinata dalle scuole di formazione degli insegnanti dedicati alla formazione pedagogica. Nel 1990 è stata trasformata in una scuola elementare. La costruzione del refettorio e una ristrutturazione parziale dell'edificio sono stati realizzati 10 anni fa.</p> <p>L'edificio si trova nella parte orientale della città, vicino allo stadio e alla zona commerciale.</p> <p>La scuola è costituita da 2 edifici, di forma rettangolare, le cui dimensioni sono di 39,8 x 9,5 m ciascuno, e 1 edificio (mensa) con 2 aree di 9,73 x 6,5 m ed una di 7,15 x 2,15 m. Gli edifici più grandi sono strutturati su due piani mentre il refettorio ha solo il piano terra.</p> <p>La scuola ospita circa 300 studenti.</p> <p>Il calendario delle attività quotidiane (da Lunedì a Venerdì) è:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Corsi – 9.00 alle 12.30 e 14.00 alle 16.00</li> <li>– Pranzo – 12.30 alle 14.00</li> <li>– Attività extra-curricolari – 16.30 alle 17.30</li> <li>– Sostegno della famiglia – 7.30 alle 9.00 e 17.30 alle 19.00</li> </ul> |
| <p><b>INFORMAZIONI GENERALI</b></p> <p><b>Anno di costruzione:</b><br/>Edificato nel 1950s</p> <p><b>Area/Volume:</b><br/>1.655 m<sup>2</sup>/6.269,21m<sup>3</sup></p> <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio :</b><br/>Scuola elementare</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| SCUOLA ELEMENTARE DI SOLUM - COIMBRA PORTOGALLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|
| VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |     |
| <b>Risparmio energetico</b><br>Il consumo di energia prima della ristrutturazione è pari a 39,291 kWh/anno (energia elettrica e gas naturale) e il consumo di energia per metro quadro è pari a 23.74 kWh/m². Dopo la ristrutturazione il consumo energetico scende a 928 kWh/anno (solo energia elettrica, il gas non viene utilizzato dopo la ristrutturazione) e il consumo di energia per metro quadrato è pari a 0,56 kWh/m². Il che significa un risparmio di spesa energetica di 5.082 euro/anno. La ristrutturazione dell'edificio porterà al 97,6% di risparmio. |                    |     |
| <b>Risparmio di CO2</b><br>I risparmi di CO2, derivanti dall'espansione del sistema fotovoltaico, dalla sostituzione delle lampade con alimentatore elettronico e la sostituzione della caldaia a gas, sono pari a 5,54 tonnellate/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |     |
| <b>Integrazione delle FER</b><br>Nella valutazione della generazione fotovoltaica si è considerato un autoconsumo del 90% dell'energia. Le FER assicureranno il 96,2% del consumo totale di energia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |     |
| VALUTAZIONE ECONOMICA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |     |
| <b>Periodo di rimborso</b><br>Il periodo di rimborso del progetto è 6.19 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |     |
| <b>Costo totale</b><br>Il costo totale dell'investimento è pari a 31.469 euro, ciò significa che i costi di investimento per metro quadrato sono pari a 19,12 Euro/m².                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |     |
| <b>Risparmio economico</b><br>Il risparmio di spesa energetico è di 5.082 euro/anno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |     |
| PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |     |
| <b>Energy Performance Contract</b><br>Sulla base del Deliverable D3.5 è stato scelto l'attuazione del contratto EPC " shared savings" (considerato il più diffuso tra i quattro paesi CERTuS). La ESCo dovrebbe investire attraverso uno Special Purpose Vehicle (SPV).                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |     |
| <b>Durata del contratto EPC</b><br>La durata dell'EPC è di 15 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |     |
| <b>Fonti finanziarie</b><br>Dato il piano di ristrutturazione selezionato e le caratteristiche del progetto, è possibile coinvolgere una ESCo a condizioni di mercato, ma c'è bisogno di un mix di fonti di finanziamento, in particolare l'uso di fondi agevolati:                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>il capitale proprio (patrimonio netto) è circa il 33% delle risorse finanziarie;</li><li>il debito bancario è circa il 22% delle risorse finanziarie;</li><li>i fondi agevolati 31%</li><li>le agevolazioni IVA di circa il 14%.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |     |
| <b>Periodo di Rimborso</b><br>Il periodo di rimborso del patrimonio netto è di 14 anni.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |     |
| <b>Altre considerazioni</b><br>Con questo piano finanziario è possibile l'intervento della ESCo e la remunerazione del capitale investito, inoltre il Tasso Interno di Rendimento (TIR o IRR) dovrebbe essere adeguato a questo tipo di progetti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |     |
| PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |     |
| Risparmio di energia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 32.191 kWh         |     |
| Costi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 31.469 €           |     |
| Risparmi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.082 €/anno       |     |
| Payback semplice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6,19 anni          |     |
| Risparmio di CO2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5,54 tonnell./anno |     |
| INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |     |
| INVESTIMENTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | €                  |     |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6.556              |     |
| Sistemi di illuminazione (interni)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.920              |     |
| Energie rinnovabili                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 21.993             |     |
| Involucro edilizio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0                  |     |
| Sistemi di controllo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                  |     |
| Investimenti per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 31.649             |     |
| INVESTIMENTI (ESCOs)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |     |
| Investment per la ristruttur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 27.167             |     |
| Liquidità iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0                  |     |
| Interessi e commissioni bancarie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 384                |     |
| Investimenti totali exc. I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 27.551             |     |
| I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4.302              |     |
| INVESTIMENTI TOTALI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 31.853             |     |
| FONTI DI FINANZIAMENTO (ESCOs)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |     |
| Equity o patrimonio netto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10.447             | 33  |
| Debito Senior o privilegiato                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6.964              | 22  |
| Sovvenzioni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                  | 0   |
| finanziamenti agevolati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 9.900              | 31  |
| Total Financial Sources exc. I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 27.311             | 86  |
| I.V.A.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4.302              | 14  |
| Totale Fonti finanziarie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 31.613             | 100 |

## ERRETERIA, SPAGNA

### Municipio

| MUNICIPIO – ERRETERIA SPAGNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b></p> <p>L'edificio è stato completamente rinnovato nel 2000, ostacolando il compito di trovare un equilibrio tra investimenti e miglioramenti energetici. L'involucro presenta una trasmittanza termica accettabile e gli impianti esistenti sono relativamente moderni. L'edificio non presenta rilevanti infiltrazioni di flussi d'aria ed è soggetto a manutenzione regolarmente. Per quanto riguarda i sistemi di energia rinnovabile (FER), la geometria e la posizione dell'edificio rappresentano i principali vincoli per la loro installazione. L'edificio è situato nel centro storico, caratterizzato da strade strette e densità urbana, che riducono l'incidenza del sole sui tetti. Inoltre, l'edificio originale è tutelato e il suo valore storico non può essere modificato. Le apparecchiature e tecnologie aggiuntive non possono essere installate all'interno dell'edificio in quanto ogni camera ha un uso ben definito, limitando la scelta dei nuovi sistemi da installare.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b></p> <p><b>Rischi economici/finanziari</b><br/>La mancanza di bilancio pubblico e la scarsa disponibilità di piani di finanziamento riducono le possibilità di attuare il piano di ristrutturazione proposto. Le apparecchiature installate nell'edificio del Comune possono essere considerate moderne e con un ciclo di vita rimanente notevole. La loro efficienza può essere migliorata attraverso la sensibilizzazione degli utenti, ma l'effetto non può essere facilmente quantificato. Inoltre, in Spagna l'impianto fotovoltaico fino a 100 kW non può vendere energia elettrica, si deve cedere questa elettricità, allungando così i periodi di ammortamento.</p> <p><b>Ostacoli legislativi</b><br/>Il municipio è stato dichiarato "insieme comunale", secondo il decreto del Governo Basco 101/1996 del 7 maggio, il che significa che le soluzioni ad alto impatto visivo, o che potrebbero danneggiare l'integrità della costruzione, non possono essere applicate.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b></p> <p><b>Involucro edilizio</b><br/>L'edificio è stato restaurato nel 2000, le pareti, il tetto e le finestre presentano valori di trasmittanza termica che non giustificano elevati investimenti, poiché sarebbe basso il reale impatto generato sulla riduzione della domanda di energia. Il miglioramento della trasmittanza termica richiederebbe lavori impegnativi, con la riassegnazione temporanea di funzioni e dipendenti. I risultati non giustificerebbero l'investimento.</p> <p><b>HVAC</b><br/>Il sistema di riscaldamento è centralizzato, regolato indipendentemente in diverse aree dell'edificio. È formato da radiatori riscaldati con acqua calda, prodotta da una caldaia a gas, la fornitura di acqua calda avviene per due edifici: il Kapitain Etxea e il Municipio. Il sistema sarà separato. L'impianto di riscaldamento sarà migliorato mediante una caldaia a condensazione con elevato coefficiente di prestazione (COP). La caldaia proposta nella ristrutturazione ha un COP di 1.1 e una potenza totale di 130 kW. Il sistema di raffreddamento è diviso in fasi indipendenti. La prima fase viene utilizzata per raffreddare la zona amministrativa, aria ad un flusso di aria. La seconda fase è una soluzione a volume di refrigerante variabile (VRV) formato da 8 unità di condensazione collegate a 7 gruppi evaporatori. Ogni gruppo evaporatore è indipendente ed è comandato manualmente per mezzo di un telecomando. Le unità di condensazione sono controllate da timer che ne limitano il loro periodo di lavoro per l'apertura e l'utilizzo del municipio. Il sistema VRV offre livelli accettabili di efficienza energetica e incontra la flessibilità degli utenti.</p> <p><b>Illuminazione</b><br/>Nel piano di ristrutturazione proposto, le lampade fluorescenti saranno sostituite da lampade a LED. Ove possibile saranno installati regolatori automatici.</p> <p><b>FER</b><br/>Il piano di ristrutturazione prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico (PV) sul tetto dell'edificio. Considerando la superficie utile, i pannelli saranno installati sulle falde inclinate. L'impianto sarà costituito da pannelli monocristallini standard, con potenza di 40,2 kWp, questo occuperà una superficie di 332 m<sup>2</sup>.</p> | <p><b>DESCRIZIONE BREVE</b></p> <p>Il Municipio di Erretería ha una pianta quadrata, che delimita un lato della Herriko Plaza, il punto d'incontro per cinque delle sette vie della città medievale. La costruzione dell'edificio iniziò nel 1603 e fu inaugurato nel 1607. Il municipio ha subito danni importanti, infatti, è stato bruciato nel 1638 dalle truppe francesi. Inizialmente, vista l'entità delle aree distrutte e rovinare dai saccheggi, si propose di costruire un nuovo edificio. Tuttavia, la ricostruzione iniziò nel 1654, i lavori si protrassero fino al 1666. Il municipio ha la tipica struttura basca, realizzata in conci di arenaria. L'edificio è composto da un piano terra e due piani sovrastanti, con una parte rialzata aggiunta in un secondo momento. Ogni piano dispone di quattro camere distribuite in modo simmetrico. Nel 2000 è stato avviato un progetto di ampliamento, che ha portato alla fusione dei tre edifici esistenti: l'edificio originale del 17° secolo e gli altri due edifici, con meno rilevanza, contribuendo all'uso pratico e alla conformazione esterna attuale. Il progetto è stato intrapreso per migliorare l'efficienza del governo locale, facilitare la circolazione, la stabilità strutturale e garantire l'utilizzo unitario di un singolo edificio. Questo ha comportato la costruzione di una nuova struttura dietro le facciate originali dei due edifici meno significativi. Lo storico municipio è stato anche restaurato. L'esistente cortile interno è stato mantenuto come un elemento chiave del progetto, esso è coperto da un lucernario. Il cortile fornisce luce solare per gli uffici con affaccio interno.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>INFORMAZIONI GENERALI</b></p> <p><b>Anno di costruzione:</b><br/>1603-2000</p> <p><b>Area/Volume:</b><br/>2.961 m<sup>2</sup> / 11.418 m<sup>3</sup></p> <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio :</b><br/>Municipio</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| MUNICIPIO – ERRETERIA SPAGNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|-------|-----------|--------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------|--------------------------------------|---------------------|
| <b>VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE</b> <p><b>Risparmio energetico</b><br/>Attualmente, l'edificio ha un consumo energetico finale di 131.630 kWh per il gas e 147.530 kWh di energia elettrica e un consumo di energia primaria totale di 517.999 kWh. Il piano di ristrutturazione proposto riduce il consumo finale di energia a 127.040 kWh di gas ed a 60.783 kWh di energia elettrica e a 286.954 kWh di energia primaria. Il risparmio di energia primaria sarà quindi di 231.045 kWh. Considerando i prezzi dell'elettricità e del gas del 2015 in Spagna, i risparmi di spesa saranno di 12.374 € all'anno.</p> <p><b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b><br/>I risparmi di CO<sub>2</sub> sono stimati a 57,36 tonnellate all'anno.</p> <p><b>Integrazione delle FER</b><br/>Il 39% di energia sarà fornito da sistemi di energia rinnovabile. Il FV fornirà 38,757 kWh di energia.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b> <table> <tr> <td>Risparmio energia primaria</td><td>231.045 kWh</td></tr> <tr> <td>Costi</td><td>169.684 €</td></tr> <tr> <td>Risparmi energetici (manutenzione+energia)</td><td>12.374 €/anno<br/>21.478</td></tr> <tr> <td>Payback semplice</td><td>5,6 anni</td></tr> <tr> <td>Risparmio di CO<sub>2</sub></td><td>57,36 tonnell./anno</td></tr> </table>                                                                                                                                                   | Risparmio energia primaria | 231.045 kWh | Costi | 169.684 € | Risparmi energetici (manutenzione+energia) | 12.374 €/anno<br>21.478 | Payback semplice    | 5,6 anni | Risparmio di CO <sub>2</sub>         | 57,36 tonnell./anno |
| Risparmio energia primaria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 231.045 kWh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Costi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 169.684 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Risparmi energetici (manutenzione+energia)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12.374 €/anno<br>21.478                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Payback semplice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5,6 anni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Risparmio di CO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 57,36 tonnell./anno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| <b>VALUTAZIONE ECONOMICA</b> <p><b>Periodo di rimborso</b><br/>Il periodo di ammortamento del progetto è di 9 anni. Da un punto di vista ESCo, si sono considerati alcuni investimenti in più al fine di garantire al progetto una liquidità sufficiente per pagare gli interessi, le spese bancarie e finanziarie il capitale iniziale.</p> <p><b>Costo totale</b><br/>Il costo totale dell'investimento è di 169.683 euro, che rappresenta un costo di investimento a metro quadrato di 57,30 euro/m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Risparmio economico</b><br/>La spesa energetica è di 11.698 euro/anno. La spesa per la manutenzione dopo la ristrutturazione è più bassa rispetto a prima di 9.781 Euro / anno. Questa situazione influisce positivamente, a livello economico, sul totale del risparmio raggiungibile con l'intervento: il risparmio economico, energetico e manutentivo è di circa 21.478 euro/anno.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b> <table> <tr> <th>INVESTIMENTI</th><th>€</th></tr> <tr> <td>HVAC</td><td>9.761</td></tr> <tr> <td>Sistemi di illuminazione (interni)</td><td>10.493</td></tr> <tr> <td>Energie rinnovabili</td><td>149.430</td></tr> <tr> <td>Investimenti per la ristrutturazione</td><td>169.683</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                       | INVESTIMENTI               | €           | HVAC  | 9.761     | Sistemi di illuminazione (interni)         | 10.493                  | Energie rinnovabili | 149.430  | Investimenti per la ristrutturazione | 169.683             |
| INVESTIMENTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 9.761                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Sistemi di illuminazione (interni)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10.493                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Energie rinnovabili                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 149.430                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| Investimenti per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 169.683                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |
| <b>PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO</b> <p><b>Energy Performance Contract</b><br/>Anche se il progetto ha un adeguato tempo di recupero dell'investimento, i flussi di cassa non creano un contratto interessante per una ESCo alle attuali condizioni di mercato. Al fine di rendere il progetto auspicabile ad una ESCo, dovrebbe essere dato al progetto un importante sostegno finanziario e la durata del contratto EPC dovrebbe essere estesa. In questo caso, una specifica struttura finanziaria è stata realizzata assumendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capitali ESCo 9%;</li> <li>Fondi agevolati per il 40%;</li> <li>Sovvenzioni per il 40%.</li> </ul> <p>L'attuazione di questo contratto EPC porta ad una riduzione della spesa per il Comune di circa 10.365 euro/anno, che deriva dal 5% di risparmio energetico condiviso (585 euro) e dalla riduzione dei costi di manutenzione (9.781 euro). Tre tipi di contratti sono nella posizione migliore per soddisfare le esigenze del Comune: "First In", "First Out" e "Shared Savings". Tutti e tre i contratti trasferiscono più del 70% del rischio alla ESCo, assicurando in tal modo il Comune, che dichiara inesperienza nella gestione di contratti EPC. Il contratto, che offre maggiori garanzie al Comune, è il "First Out", con il 78% dei rischi attribuiti alla ESCo.</p> <p><b>Durata del contratto EPC</b><br/>La durata del contratto EPC è di circa 20 anni.</p> <p><b>Fonti finanziarie</b><br/>La soluzione ottimale potrebbe essere il contratto "Shared Saving" in cui: (i) il risparmio energetico è condiviso tra la ESCo e il Comune (solo il 5%) in modo da ridurre la durata del contratto, che in questo modo sarebbe di circa 20 anni; (ii) tutti gli interventi saranno eseguiti dalla ESCo, che assume il rischio tecnico e garantisce il risparmio; (iii) il Comune finanzia direttamente parte degli interventi attraverso i fondi del SEAP e utilizzando fondi di prestito.</p> | <b>Altre considerazioni</b><br>Al fine di rendere l'investimento più sostenibile per la ESCo il progetto potrebbe prendere in considerazione metodi alternativi al contratto standard EPC, ad esempio realizzare un'altra forma di contratto o di assistenza globale o un appalto diretto da parte del Comune. Inoltre, data la dimensione ridotta del progetto, potrebbe essere una buona soluzione aggregare più di un'iniziativa (di ristrutturazione). Quest'associazione potrebbe essere utile per ottenere economicità, aumentare i ricavi e le sinergie. |                            |             |       |           |                                            |                         |                     |          |                                      |                     |

## Kapitain Etxea

### KAPITAIN ETXEA “Casa del Capitano” – ERRETERIA SPAGNA

#### STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI

Il Comune ha già definito un progetto per migliorare l'accessibilità attraverso l'inserimento di un ascensore e una nuova scala, mentre il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio sono state affrontate nel progetto CERTuS. A causa del cambiamento della destinazione dell'edificio, è difficile stimare i valori di consumo, prima e dopo gli interventi. Il consumo reale del palazzo non è utile, come archivio è sporadicamente utilizzato e non è paragonabile con il nuovo Centro Culturale che sarà aperto al pubblico dalle 10.00-alle 20.00 tutti i giorni. Il rendimento energetico è stato pertanto calcolato simulando la nuova destinazione dell'edificio, sia per le condizioni attuali sia future. Tuttavia, l'illuminazione e il sistema HVAC installato nell'edificio non sono sufficienti a garantire l'utilizzo e la fruizione del Centro da parte degli utenti. Al fine di raggiungere migliori condizioni di comfort, dovrebbe essere ridimensionato il sistema HVAC e dovrebbe essere garantita un'illuminazione adeguata. Ciò comporta un aumento della domanda di energia. Tuttavia, l'uso continuo della costruzione garantirà una manutenzione appropriata, evitando così i costi connessi all'abbandono e permetterà ai cittadini di usufruire di tale bene edilizio.



#### VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI

##### Rischi economici/finanziari

Anche se l'edificio ha dimensioni limitate e non vi è alcuna necessità di grandi investimenti, la mancanza di bilancio pubblico resta un forte ostacolo. La ristrutturazione dell'involucro edilizio migliorerà in modo significativo l'efficienza energetica, mentre l'impianto fotovoltaico in questa specifica posizione offrirà limitate prestazioni e vantaggi.

##### Ostacoli legislativi

Il centro storico è vincolato e tutelato. Questo significa che le pareti esterne dell'edificio devono essere conservate senza alterazioni e non possono essere applicate soluzioni ad alto impatto visivo o che potrebbero danneggiare l'integrità del fabbricato.

#### PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE

##### Involucro edilizio

L'analisi della domanda di energia nella situazione attuale mostra che le finestre e le pareti sono i principali elementi di debolezza, inoltre il tetto e il piano terra contribuiscono alle perdite termiche.

**Involucro opaco:** le pareti sono costruite in conci di arenaria, con un valore di  $U$  di  $2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Gli interventi sono consentiti solo internamente e comportano la riduzione della superficie. L'isolamento utilizzerà lana minerale e malta per raggiungere un valore  $U$  di  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Il tetto è una struttura lignea in cattivo stato di conservazione, che sarà sostituita da una simile, ma con un migliore isolamento e materiali impermeabili, per ridurre il valore  $U$   $2,42-0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Anche la piastra di fondazione sarà migliorata, riducendo il valore  $U$   $2,42-0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Finestrature:** i vetri esistenti saranno sostituiti da vetri basso-emissivi e coattizzati, i telai delle finestre sono in legno in modo da non modificare l'estetica dell'edificio. Il lucernario esistente sarà eliminato per includere i pannelli fotovoltaici.

##### HVAC

Uno dei criteri per rinnovare il sistema HVAC è stato quello di evitare l'uso di radiatori di calore e riscaldamento a pavimento. L'unità di trattamento aria (UTA) è stata scelta combinando la ventilazione, il riscaldamento e il raffreddamento. Anche se i condotti dell'aria saranno più grandi, il sistema unico consente di superare il problema della mancanza di spazio. L'UTA sarà dotata di un sistema per il recupero di calore.

##### Illuminazione

L'attuale sistema di illuminazione presenta diversi tipi di apparecchi, irregolarmente distribuiti e ad alto impatto visivo. Il nuovo sistema sarà progettato in base ai valori standard. Anche se il sistema sarà più efficiente, i valori effettivi sono inferiori alla tensione consigliata, la potenza installata pertanto aumenterà per soddisfare le condizioni di comfort.

##### FER

Il piano di ristrutturazione prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici (FV). A causa delle piccole dimensioni dell'edificio, la potenza erogata non sarà alta ( $3,4 \text{ kWp}$ ). I pannelli monocristallini saranno inseriti al posto del lucernario. Nonostante tale posizione non offre il migliore orientamento, è l'area meno ombreggiata e ha meno impatto visivo.

#### DESCRIZIONE BREVE

La città di Erreterria è stata coinvolta in un catastrofico incendio nel 1638 che ha richiesto la ricostruzione della città. Le più importanti case del centro storico risalgono a questo periodo. Una di queste case antiche è oggi conosciuta come la “Casa del Capitano” (Kapitain Etxea in basco). Si tratta di un edificio a schiera di pianta rettangolare, con un tetto a capanna perpendicolare alla facciata principale in conci di arenaria. Inizialmente aveva un piano terra e due piani separati da tetti piani. La parte superiore ha subito alcune modifiche: i pavimenti non sono più alla loro altezza originaria e le aperture interrompono i tetti piani. Nel 1925 l'edificio originale è stato diviso in due e oggi è possibile distinguere le differenze solo dal tetto. C'è una sola fila di aperture al piano terra e balconi sporgenti con ringhiere in ferro battuto sul primo e secondo piano. Mentre il lato destro è ad uso residenziale, il lato sinistro è stato utilizzato per attività culturali, la cui facciata è stata pulita e l'interno è stato trasformato nel 1984.

Attualmente l'edificio è utilizzato come archivio comunale, in quanto presenta ristrette condizioni di accessibilità e l'ingresso è stato limitato ai soli dipendenti comunali. Il Comune ha deciso di ristrutturare l'edificio per ospitare il Centro del Costume Basco. La nuova destinazione d'uso del fabbricato, pertanto, richiede interventi volti a migliorare le condizioni di accessibilità e di comfort.

#### INFORMAZIONI GENERALI

##### Anno di costruzione:

1650 (circa.)

##### Area/Volume:

$395 \text{ m}^2 / 1.362 \text{ m}^3$

##### Destinazione d'uso dell'edificio :

Archivio comunale

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| KAPITAIN ETXEA “Casa del Capitano” – ERRETERIA SPAGNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|-------|-----------|------------------------------------|--------------|---------------------|---------|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------|
| <b>VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE</b> <p><b>Risparmio energetico</b><br/>Attualmente, l'edificio ha un consumo energetico finale di 54.383 kWh di gas e 14.602 kWh di energia elettrica, il consumo di energia primaria totale è di 93.039 kWh. Secondo il piano di ristrutturazione proposto non ci saranno i consumi di gas, ma il consumo finale di energia elettrica aumenterà a 9.464 kWh. Il risparmio di energia primaria sarà di 44.919 kWh. Considerando i prezzi dell'elettricità e del gas del 2015 in Spagna, i risparmi di spesa saranno pari a 4.971 € all'anno.</p> <p><b>Risparmio di CO<sub>2</sub></b><br/>I risparmi di CO<sub>2</sub> sono stimati in 4,95 tonnellate all'anno.</p> <p><b>Integrazione delle FER</b><br/>Il 12% di energia sarà fornita da sistemi di energia rinnovabile. Il FV fornirà una generazione di 3.389 kWh di energia elettrica.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b> <table> <tr> <td>Risparmio di energia</td><td>44.919 kWh</td></tr> <tr> <td>Costi</td><td>111.636 €</td></tr> <tr> <td>Risparmi</td><td>4.971 €/anno</td></tr> <tr> <td>Payback semplice</td><td>22 anni</td></tr> <tr> <td>Risparmio di CO<sub>2</sub></td><td>4,95 tonnell./anno</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                          | Risparmio di energia | 44.919 kWh | Costi | 111.636 € | Risparmi                           | 4.971 €/anno | Payback semplice    | 22 anni | Risparmio di CO <sub>2</sub> | 4,95 tonnell./anno |                                      |         |
| Risparmio di energia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 44.919 kWh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Costi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 111.636 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Risparmi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4.971 €/anno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Payback semplice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 22 anni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Risparmio di CO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4,95 tonnell./anno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| <b>VALUTAZIONE ECONOMICA</b> <p><b>Periodo di rimborso</b><br/>Il periodo di rimborso del progetto è di 22 anni, considerando il risparmio per la manutenzione.</p> <p><b>Costo totale</b><br/>Il costo totale dell'investimento è di 111.636 euro, che rappresenta un costo di investimento per metro quadrato di 295 euro / m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Risparmio economico</b><br/>La spesa per l'energia è di 1.528 euro/anno.<br/>La spesa per la manutenzione dopo la ristrutturazione è più bassa rispetto a prima di 3.455 euro / anno. Così, il risparmio economico, energetico e manutentivo, è di circa 4.971 euro/anno.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b> <table> <tr> <th>INVESTIMENTI</th><th>€</th></tr> <tr> <td>HVAC</td><td>21.540</td></tr> <tr> <td>Sistemi di illuminazione (interni)</td><td>26.624</td></tr> <tr> <td>Energie rinnovabili</td><td>12.602</td></tr> <tr> <td>Involucro edilizio</td><td>50.870</td></tr> <tr> <td>Investimenti per la ristrutturazione</td><td>111.636</td></tr> </table>                                                                                                                                                  | INVESTIMENTI         | €          | HVAC  | 21.540    | Sistemi di illuminazione (interni) | 26.624       | Energie rinnovabili | 12.602  | Involucro edilizio           | 50.870             | Investimenti per la ristrutturazione | 111.636 |
| INVESTIMENTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| HVAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 21.540                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Sistemi di illuminazione (interni)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 26.624                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Energie rinnovabili                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12.602                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Involucro edilizio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 50.870                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| Investimenti per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 111.636                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |
| <b>PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO</b> <p><b>Energy Performance Contract</b><br/>Il progetto prevede un cambio di destinazione d'uso dell'edificio: da archivio a Centro del Costume Basco (museo). Non è possibile un confronto dei consumi energetici ante operam e dedurre quindi i corrispondenti risparmi ottenibili post intervento. Il progetto non è in grado di garantire il recupero dell'investimento in 15 anni, perché risparmi economici sono minimi rispetto ai costi di investimento. Di conseguenza, l'attuazione di un contratto EPC è molto difficile. Nonostante tutto, una possibile via di realizzazione contratto EPC dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capitali ESCo 10%;</li> <li>Sovvenzioni per 88%.</li> </ul> <p>L'analisi mostra che solo due tipi di contratto sono nella posizione migliore per soddisfare le esigenze del Comune di Erreterria: “Guaranteed Saving” and “Shared Saving”. Il “Shared Saving” trasferisce più del 70% del rischio alla ESCO, assicurando in tal modo il Comune, mentre il contratto “Guaranteed Saving” trasferisce alla Esco circa il 60% dei rischi.</p> <p><b>Durata del contratto EPC</b><br/>La durata del contratto EPC è di circa 25 anni, superiore alle normali condizioni di mercato.</p> <p><b>Struttura finanziaria</b><br/>La soluzione ottimale potrebbe essere quella di costruire una soluzione contrattuale combinando i due tipi di contratto menzionati in cui: (i) tutti gli interventi sono eseguiti dalla ESCO, che si assume il rischio tecnico e garantisce il risparmio; (ii) la maggior parte del lavoro è finanziato dal Comune, che si assume il rischio finanziario, mentre una piccola parte è finanziata direttamente dalla ESCO; (iii) la ESCO esegue la manutenzione e condivide risparmi conseguiti per la parte che è quantificabile. Infatti, come detto in precedenza, in questi due casi non è possibile definire la situazione iniziale, essendo diverso l'utilizzo, prima e dopo la ristrutturazione. Il comune dovrebbe prendere in considerazione una partnership pubblico/privata, per coinvolgere la ESCO anche in attività legate alla fornitura di altri servizi connessi al nuovo uso. La ESCO potrebbe essere coinvolta non solo per la costruzione dell'impianto fotovoltaico, ma anche, ad esempio, per l'assegnazione della manutenzione dell'intera struttura post-ristrutturazione e per la gestione di una parte dei servizi all'interno di essa.</p> | <b>Altre considerazioni</b><br>Al fine di rendere l'investimento più sostenibile per la ESCo il progetto potrebbe prendere in considerazione metodi alternativi al contratto standard EPC, ad esempio realizzare un'altra forma di contratto o di assistenza globale o un appalto diretto da parte del Comune. Inoltre, data la dimensione ridotta del progetto, potrebbe essere una buona soluzione aggregare più di un'iniziativa (di ristrutturazione). Quest'associazione potrebbe essere utile per ottenere economicità, aumentare i ricavi e le sinergie. |                      |            |       |           |                                    |              |                     |         |                              |                    |                                      |         |

## Lekuona

| LEKUONA– ERRETERIA SPAGNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO - PROBLEMI TECNICI E NON SOLO RILEVATI</b><br><p>Il Comune di Erreterria ha intrapreso un progetto ambizioso per trasformare un ex edificio industriale in un moderno centro culturale. L'edificio è etichettato come "Classe A" ed è stato progettato per avere bassissime emissioni di CO<sub>2</sub> e un basso consumo di energia rispetto ad un edificio standard. All'inizio del progetto sono stati scelti adatti interventi sull'involucro e idonei materiali, efficienti sistemi e tecnologie alimentate da FER. Il progetto di ristrutturazione è stato già approvato attraverso un approccio partecipativo dei cittadini. Tuttavia, sono state aggiunte alcune soluzioni, in particolare quelle connesse all'uso di fonti energetiche rinnovabili che saranno utilizzate per ottenere risultati migliori. Inoltre, considerando la volontà del Comune di migliorare l'efficienza dei suoi edifici comunali, le misure che sono proposte nell'ambito del progetto di CERTuS saranno prese in considerazione in un prossimo futuro.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>VINCOLI ECONOMICI, FINANZIARI E LEGISLATIVI</b><br><p><b>Rischi economici/finanziari</b><br/>         Il Comune e il governo provinciale di Gipuzkoa hanno già investito un budget importante di circa 6,5 milioni di € per la ristrutturazione dell'edificio. Il rischio di implementare con nuove misure non deve essere sottovalutata, principalmente a causa dell'incertezza dell'utilizzo del fotovoltaico. L'utilizzo di pannelli fotovoltaici è drasticamente limitata da una serie di tasse che penalizzano l'efficacia dei costi del sistema installato. Inoltre, l'energia elettrica prodotta, che non si consuma, deve essere ceduta alla rete senza compensazione.</p> <p><b>Ostacoli legislativi</b><br/>         Una parte dell'edificio è tutelato dalla Legge spagnola costiera 22/88 (1988), che protegge l'area fino a 20 metri dalla riva del estuario. La porzione di edificio incluso in questo settore sarà pertanto mantenuto e ripristinato.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE</b><br><p><b>Involucro edilizio</b><br/>         Le nuove tipologie costruttive degli elementi dell'involucro sono conformi all'obiettivo di ottenere un edificio nZEB. Il progetto presenta un buon equilibrio tra conservazione degli elementi dell'edificio esistente e risparmio energetico.</p> <p><b>Involucro opaco:</b> le pareti originali, costruite due strati di muratura con un'intercapedine d'aria e nessun isolamento, saranno isolate internamente mediante lana minerale e cartongesso, al fine di proteggere l'estetica della fabbrica. Le nuove pareti saranno murature con un trattamento isolante simile. Il tetto esistente, in cemento armato, sarà isolato con pannelli sandwich ondulati di lana minerale ad alta densità.</p> <p><b>Finestrature:</b> Tutte le finestre saranno sostituite con altre con vetro camera (doppi vetri).</p> <p><b>HVAC</b><br/>         Il sistema di riscaldamento, ventilazione e di aria condizionata (HVAC) sarà centralizzato e utilizzeranno un'unità di trattamento aria (UTA) ad acqua-aria, che gestirà tutte le funzioni insieme. Varie UTA saranno installate sul tetto per distribuire l'aria condizionata alle camere o alle aree assegnate. L'acqua calda sanitaria (ACS) necessaria al sistema di riscaldamento sarà fornita da una caldaia a biomassa pellet. Tutti i requisiti per la scelta delle attrezzature ad alta efficienza e il comfort sono soddisfatte, quindi non sono state proposte modifiche al progetto approvato.</p> <p><b>Illuminazione</b><br/>         L'illuminazione è stata progettata secondo gli standard normali spagnoli ed europei CTE - DB lui e UNE - EN 12464,1. Anche in questo caso, i parametri di efficienza energetica e di comfort sono soddisfatti.</p> <p><b>FER</b><br/>         L'impianto di riscaldamento sarà fornito da una caldaia a biomassa-pellet, è stato scelto un impianto di potenza nominale pari a 201 kW. Tutto il consumo energetico legato al sistema di riscaldamento verrà da fonti rinnovabili. I 450 pannelli fotovoltaici saranno installati su una superficie solare di 281 m<sup>2</sup>. I pannelli saranno installati mantenendo l'orientamento dell'edificio al fine di minimizzare l'impatto visivo. Il FV assicura una generazione di 35.75 MWh/anno, con una specifica produzione di 1.050 kWh / kWp / anno.</p> | <b>DESCRIZIONE BREVE</b><br><p>Lekuona è il nome di famiglia associato ad una lunga tradizione di panettieri. Col passare del tempo, il piccolo negozio è diventato un panificio industriale. La necessità di adattare l'impresa ai bisogni del tempo ha richiesto uno sviluppo tecnologico. Per questo motivo, l'azienda ha deciso di spostarsi, alla fine degli anni '60, in un edificio industriale situato nelle vicinanze del fiume, noto come "building Lekuona". La panetteria ha proseguito la sua attività nell'edificio fino al 2005. Il fabbricato Lekuona, attualmente abbandonato, è di proprietà del Comune di Erreterria, incaricato di conservarlo, riqualificarlo e riutilizzarlo. L'edificio è parzialmente protetto dalla legge costiera e dovrebbe essere preservato il suo carattere industriale. Il Comune sta portando avanti un ambizioso progetto di trasformare l'edificio in una scuola di danza e centro culturale che sarà conosciuto come "Dantzagune - Arteleku", questo progetto fa parte di un piano strategico della città, con l'obiettivo di diventare un centro culturale e creativo.</p> <p>L'edificio Lekuona è formato da una grande struttura centrale con due edifici adiacenti, per una superficie totale di circa 2000 m<sup>2</sup>. L'edificio ha tre piani fuori terra e un seminterrato. Ha una forma rettangolare, con un trapezio adiacente. Il piano terra e primo piano hanno forme simili, ma il secondo piano è il risultato di una successiva estensione dell'edificio. Il progetto di ristrutturazione è stato già approvato dal Comune, coinvolge un'area più ampia, e prevede la costruzione di una nuova parte. Il progetto proposto è in linea con gli standard di efficienza energetica e sarà qualificato come "Classe A", secondo il Codice Tecnico dell'Edilizia di Spagna (CTE).</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>INFORMAZIONI GENERALI</b><br><p><b>Anno di costruzione:</b><br/>1963</p> <p><b>Area/Volume:</b><br/>4.406m<sup>2</sup> / 20.328 m<sup>3</sup></p> <p><b>Destinazione d'uso dell'edificio :</b><br/>Edificio industriale</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## ESEMPI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE nZEB SVILUPPATI NEL PROGETTO CERTuS

| LEKUONA– ERRETERIA SPAGNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|---------------------|-----------|--------------------------------------|--------------|------------------|---------|------------------------------|---------------------|
| <b>VALUTAZIONE DEL SISTEMA DI RISTRUTTURAZIONE</b> <p><b>Risparmio energetico</b><br/>L'installazione di pannelli fotovoltaici consentirà il raggiungimento di un risparmio di 35.745 kWh.</p> <p><b>risparmio di CO<sub>2</sub></b><br/>I risparmi di CO<sub>2</sub> sono stimati a 23.19 tonnellate all'anno.</p> <p><b>Integrazione RES</b><br/>Il 59% di energia sarà fornita da sistemi di energia rinnovabile, sia utilizzando dai pannelli fotovoltaici sia una caldaia a biomassa, che produrranno 194.568 kWh.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>PARAMETRI DELLA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b> <table> <tr> <td>Risparmio di energia</td><td>35.745 kWh</td></tr> <tr> <td>Costi</td><td>126.588 €</td></tr> <tr> <td>Risparmi</td><td>5.004 €/anno</td></tr> <tr> <td>Payback semplice</td><td>25 anni</td></tr> <tr> <td>Risparmio di CO<sub>2</sub></td><td>23,19 tonnell./anno</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                         | Risparmio di energia | 35.745 kWh | Costi               | 126.588 € | Risparmi                             | 5.004 €/anno | Payback semplice | 25 anni | Risparmio di CO <sub>2</sub> | 23,19 tonnell./anno |
| Risparmio di energia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 35.745 kWh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| Costi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 126.588 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| Risparmi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.004 €/anno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| Payback semplice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 25 anni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| Risparmio di CO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 23,19 tonnell./anno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| <b>VALUTAZIONE ECONOMICA</b> <p><b>Periodo di rimborso</b><br/>Il periodo di recupero è più di 30 anni.</p> <p><b>Costo totale</b><br/>Il costo totale dell'investimento è di 126.588 euro, che rappresenta un costo di investimento per metro quadrato pari a 29 Euro / m<sup>2</sup>.<br/>Tali costi considerano solo i costi di installazione di impianto fotovoltaico, non gli originali costi previsti nel progetto di ristrutturazione.</p> <p><b>Risparmio economico</b><br/>Considerando che l'edificio è attualmente abbandonato, i risparmi sono rappresentati dal minor costo di acquisto dell'elettricità. Questo costo è calcolato in 3.704 € / anno.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>INVESTIMENTI PER LA RISTRUTTURAZIONE - TOTALI</b> <table> <tr> <th>INVESTIMENTI</th><th>€</th></tr> <tr> <td>Energie rinnovabili</td><td>126.588</td></tr> <tr> <td>Investimento per la ristrutturazione</td><td>126.588</td></tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | INVESTIMENTI         | €          | Energie rinnovabili | 126.588   | Investimento per la ristrutturazione | 126.588      |                  |         |                              |                     |
| INVESTIMENTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| Energie rinnovabili                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 126.588                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| Investimento per la ristrutturazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 126.588                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |
| <b>PROGRAMMA DI FINANZIAMENTO</b> <p><b>Energy Performance Contract</b><br/>Il progetto è nato per riqualificare un sito abbandonato e degradato, non più utilizzato per trasformarlo in un centro culturale. Il progetto, già approvato dal Comune, è in fase di espansione attraverso l'introduzione di un impianto fotovoltaico con l'obiettivo di rendere l'edificio nZEB. Queste condizioni non consentono un confronto dei consumi energetici con la situazione ante operam e i relativi risparmi ottenibili post intervento, ma sicuramente la variante al progetto produrrà energia e risparmio economico rispetto alle condizioni iniziali. Al fine di rendere il progetto appetibile per una ESCo, un dovrebbe essere dato al progetto importante sostegno finanziario e la durata del contratto EPC dovrebbe essere estesa. In questo caso, una struttura finanziaria specifica è stata realizzata assumendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capitali ESCo 9%;</li> <li>Sovvenzioni per il 59%;</li> <li>Fondi agevolati 25%.</li> </ul> <p>L'analisi mostra che solo due tipi di contratti, sono nella posizione migliore per soddisfare le esigenze del Comune di Erreterria: "Guaranteed Saving" e "Shared Saving". Il "Shared Saving" trasferisce più del 70% del rischio alla ESCo, assicurando in tal modo il Comune, mentre il contratto "Guaranteed Saving" trasferisce alla Esco circa il 60% dei rischi.</p> <p><b>Durata del contratto EPC</b><br/>La durata del contratto EPC è di circa 25 anni, superiore alle normali condizioni di mercato.</p> <p><b>Struttura finanziaria</b><br/>La soluzione ottimale potrebbe essere quello di costruire una soluzione contrattuale combinando i due tipi di contratto menzionati, in cui: (i) tutti gli interventi sono eseguiti dalla ESCo, che si assume il rischio tecnico e garantisce il risparmio; (ii) la maggior parte del lavoro è finanziato dal Comune, che si assume il rischio finanziario, mentre una piccola parte è finanziato direttamente dalla ESCo; (iii) la ESCo esegue la manutenzione e condivide risparmi conseguiti per la parte che è quantificabile. Infatti, come detto in precedenza, in questi due casi non è possibile definire la situazione iniziale, essendo diverso l'utilizzo, prima e dopo la ristrutturazione. Il comune dovrebbe prendere in considerazione una partnership pubblico/privata, per coinvolgere la ESCo anche in attività legate alla fornitura di altri servizi connessi al nuovo uso.</p> | <b>Altre considerazioni</b><br>Al fine di rendere l'investimento più sostenibile per la ESCo il progetto potrebbe prendere in considerazione metodi alternativi al contratto standard EPC, ad esempio realizzare un'altra forma di contratto o di assistenza globale o un appalto diretto da parte del Comune. Inoltre, data la dimensione ridotta del progetto, potrebbe essere una buona soluzione aggregare più di un'iniziativa (di ristrutturazione). Quest'associazione potrebbe essere utile per ottenere economicità, aumentare i ricavi e le sinergie. |                      |            |                     |           |                                      |              |                  |         |                              |                     |

## ALTRE INFORMAZIONI





## ULTERIORI LETTURE

### Pubblicazioni Internazionali e websites

- **BPIE**, *Scaling up deep energy renovations - unleashing the potential through innovation & industrialisation*, published in October 2016 (on line)  
[http://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/11/BPIE\\_i24c\\_deepretrofits.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/11/BPIE_i24c_deepretrofits.pdf)
- **BPIE**, *Renovation in practice*, published in December 2015 (on line)  
[http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/12/Renovation-in-practice\\_08.pdf](http://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/12/Renovation-in-practice_08.pdf)
- IEA Annex 61, *Business and Technical Concepts for Deep Energy Retrofit of Public Buildings*, completed project on 2016, (on line)
- <http://www.iea-ebc.org/projects/ongoing-projects/ebc-annex-61/>
- **ZEBRA 2020**- *nearly Zero-Energy Building Strategy 2020 – Strategies for a nearly Zero.Energy Building market transition in the European Union*, (on line)  
<http://zebra2020.eu/>

