



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO**

**School of Advanced Studies**

**DOCTORAL COURSE IN  
*ARCHITECTURE, DESIGN, PLANNING***

**XXXIII cycle**

**CREATION OF A METHODOLOGY AND A DIGITAL TECHNOLOGICAL  
PLATFORM AIMED AT THE ENERGY EFFICIENCY OF THE  
HISTORICAL HERITAGE BUILDING DIFFUSED**

**REALIZZAZIONE DI UNA METODOLOGIA E DI UNA PIATTAFORMA DIGITALE  
TECNOLOGICA FINALIZZATA ALL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL  
PATRIMONIO STORICO EDIFICATO DIFFUSO**

**SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE DI AFFERENZA  
ICAR/12**

**PhD Student  
Andrea Pierleoni**

**Supervisors  
Prof. Giuseppe Losco**

**Co- supervisors  
Marco Falzetti**

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAMERINO  
SCUOLA DI ATENEO ARCHITETTURA E DESIGN DI  
ASCOLI PICENO

DOTTORATO DI RICERCA IN  
**ARCHITETTURA DESIGN E URBANISTICA, XXXIII CICLO**

PhD CURRICULA IN  
**INNOVATION DESIGN**

RESEARCH TOPIC  
**PROTECTION, SECURITY AND ENERGY EFFICIENCY OF  
CULTURAL HERITAGE IN PUBLIC ADMINISTRATION**

XXXIII cycle

ANNI ACCADEMICI 2018-2021

TITOLO  
**REALIZZAZIONE DI UNA METODOLOGIA E DI UNA  
PIATTAFORMA DIGITALE TECNOLOGICA FINALIZZATA  
ALL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PATRIMONIO  
STORICO EDIFICATO DIFFUSO**

settore scientifico disciplinare di afferenza

icar/12

PhD STUDENT  
*Arch. ANDREA PIERLEONI*

TUTOR  
*Prof. GIUSEPPE LOSCO*

TUTOR AZIENDALE  
*MARCO FALZETTI*

## INDICE

PREMESSA.....	4
<b>1_CAPITOLO PRIMO</b>	
<b>Patrimonio costruito ed efficienza energetica.</b>	
<b>Lo stato della questione, il contesto normativo di riferimento, prospettive di conciliazione tra più orizzonti teorici e normativi.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Stato della questione .....</b>	<b>12</b>
<i>1.1.1 Cronistoria di un dibattito recente .....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.2 Il punto di vista della conservazione .....</i>	<i>26</i>
<i>1.1.3 Conservazione integrata e sostenibilità: la sfida della riqualificazione .....</i>	<i>35</i>
<b>1.2 Il quadro normativo.....</b>	<b>44</b>
<b>1.2.1 Il contesto europeo.....</b>	<b>45</b>
<i>1.2.1.1 Strategie e visioni per un futuro di ristrutturazioni .....</i>	<i>52</i>
<i>1.2.1.2 Le Direttive: EPBD, ESD EED.....</i>	<i>56</i>
<i>1.2.1.3 Le norme tecniche (UNI).....</i>	<i>63</i>
<b>1.2.2 Il contesto italiano.....</b>	<b>71</b>
<i>1.2.2.1 Un quarantennio legislativo sul tema dell'efficienza energetica .....</i>	<i>73</i>
<i>1.2.2.2 L'integrazione tra la tutela e l'efficienza: le linee guida MIBACT per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici storici.....</i>	<i>81</i>
<b>1.2.3 Uno sguardo al presente: opportunità applicative derivanti dalle Linee d'indirizzo, della norma UNI e dai protocolli di certificazione esistenti in Italia.....</b>	<b>84</b>
<b>1.3 Le esperienze significative di efficientamento del costruito storico in ambito nazionale ed europeo.....</b>	<b>87</b>
<b>1.3.1 Progetto A.T.T.E.S.S.....</b>	<b>88</b>
<b>1.3.2 3encult.....</b>	<b>88</b>
<b>1.3.3 Effesus.....</b>	<b>90</b>
<b>1.3.4 Tabula.....</b>	<b>91</b>
<b>1.4 Verso prospettive future. La riqualificazione del patrimonio attraverso sistemi di gestione delle informazioni a supporto delle politiche territoriali .....</b>	<b>93</b>

<b>2_ CAPITOLO SECONDO .....</b>	<b>96</b>
<b>Il miglioramento dell'efficienza energetica del costruito storico. Studio e articolazione di un metodo per la riqualificazione energetica da applicare a borghi colpiti da eventi calamitosi.....</b>	<b>96</b>
<b>2.1_Verso un approccio metodologico per il miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio costruito: gli step da intraprendere dalla valutazione alla proposta di interventi migliorativi.....</b>	<b>97</b>
<b>2.2_ La fase conoscitiva .....</b>	<b>99</b>
<b>2.2.1_La preconsocenza a scala territoriale e paesaggistica dell'aggregato urbano attraverso l'analisi di fattori fisici, ambientali e climatici.....</b>	<b>100</b>
<b>2.2.2_La conoscenza dell'aggregato attraverso la raccolta ed interpretazione dei dati su fonte statistica per una mappatura sintetica e l'individuazione di ambiti omogenei per epoca di costruzione, stato di conservazione e consistenza edilizia.....</b>	<b>103</b>
<b>2.2.3_La conoscenza del tessuto edificato attraverso l'analisi tecno-tipologica.....</b>	<b>109</b>
2.2.3.1 <i>Il rilievo come strumento per la conoscenza della consistenza materiale e la geometria dell'aggregato .....</i>	<i>109</i>
2.2.3.2 <i>L'analisi dei dati per la conoscenza delle principali tipologie edilizie e delle tecniche costruttive tradizionali .....</i>	<i>111</i>
2.2.3.3 <i>L'aggregazione degli edifici per tipologia, dimensione e tecniche costruttive .....</i>	<i>116</i>
<b>2.2.4_ La conoscenza "energetica" dell'aggregato .....</b>	<b>116</b>
2.2.4.1 <i>Raccolta e analisi di parametri valutativi per una prevalutazione energetica.....</i>	<i>118</i>
<b>2.3_ La fase diagnostica.....</b>	<b>121</b>
<b>2.3.1_La diagnosi indiretta degli edifici attraverso raccolta di dati sull'andamento dei consumi energetici.....</b>	<b>122</b>
<b>2.3.2_ Il rilievo e monitoraggio strumentale sugli edifici.....</b>	<b>125</b>
<b>2.4_ La fase interventistica.....</b>	<b>129</b>
<b>2.4.1_ Gli interventi preliminari in base allo stato di conservazione....</b>	<b>132</b>
<b>2.4.2_Possibili interventi di miglioramento energetico sui componenti edilizi.....</b>	<b>140</b>
2.4.2.1 <i>Involucro verticale .....</i>	<i>143</i>

2.4.2.2	<i>Involucro trasparente</i> .....	145
2.4.2.3	<i>Involucro orizzontale e coperture</i> .....	148
<b>2.4.3</b>	<b><i>Gli interventi sugli impianti</i></b> .....	<b>152</b>
2.4.3.1	<i>Impianti di tipo autonomo</i> .....	154
2.4.3.2	<i>Impianti di tipo collettivo</i> .....	158
<b>3</b>	<b>CAPITOLO TERZO</b>	
	<b>Studio e valutazione di un prototipo di piattaforma integrata per la gestione dell'efficienza energetica</b> .....	<b>162</b>
<b>3.1</b>	<b>Sistemi informativi integrati per la gestione dell'efficienza energetica e gli Open data: analisi dello stato di fatto e casi studio</b> .....	<b>163</b>
<b>3.2</b>	<b>Intelligenza artificiale</b> .....	<b>169</b>
<b>3.3</b>	<b>Funzionalità della piattaforma: finalità, obiettivi e attori coinvolti per una governance energetica</b> .....	<b>172</b>
<b>3.4</b>	<b>Proposta di una piattaforma interoperabile mediante sistemi open sources</b> .....	<b>174</b>
<b>3.5</b>	<b>Organizzazione e contenuti dei livelli informativi</b> .....	<b>178</b>
<b>3.5.1</b>	<b><i>L'integrazione tra GIS e BIM</i></b> .....	<b>179</b>
<b>3.5.2</b>	<b><i>Visualizzazione tridimensionale e georeferenziazione dei dati, il GIS</i></b> .....	<b>181</b>
3.5.2.1	<i>GIS 2D/3D opensource (Quantum GIS)</i> .....	181
3.5.2.2	<i>File DTM (Digital Terrain Model)</i> .....	183
3.5.2.3	<i>Shapefile</i> .....	185
3.5.2.4	<i>Plugin necessari</i> .....	186
3.5.2.5	<i>Definizione del livello di dettaglio dei contenuti grafici: i LOD</i> .....	187
3.5.2.6	<i>Sistema di collegamenti a tools esterni</i> .....	189
<b>3.5.3</b>	<b><i>Tools di calcolo e database</i></b> .....	<b>192</b>
3.5.3.1	<i>Archivio dati dei materiali per l'isolamento</i> .....	192
3.5.3.2	<i>Illustrazione dei tools di calcolo presenti nella piattaforma per il miglioramento dei consumi energetici e stima dei relativi costi di efficientamento</i> .....	194
<b>4</b>	<b>CAPITOLO QUARTO</b> .....	<b>211</b>

<b>Sperimentazione della piattaforma applicata ad un caso studio. Il borgo di Spelonga nel comune di Arquata del Tronto.....</b>	<b>211</b>
<i>4.1_Dall’inserimento dei dati alla definizione dei risultati attesi .....</i>	<i>213</i>
<b>5_ CONCLUSIONI.....</b>	<b>239</b>
<b>6_ BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>243</b>
<b>7_ SITOGRAFIA .....</b>	<b>250</b>
<b>8_ LEGISLAZIONE .....</b>	<b>252</b>
<b>9_ NORMATIVA TECNICA.....</b>	<b>256</b>
<b>10_ APPENDICE .....</b>	<b>258</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1_Epocche di costruzione degli edifici .....	19
Figura 2_Diffusione delle tecnologie costruttive .....	24
Figura 3_Stato di conservazione degli edifici .....	24
Figura 4_Investimenti in edilizia.....	25
Figura 5 - Diagramma di flusso della procedura proposta.....	70
Figura 6 - Esempio di ricostruzione 3d del borgo .....	103
Figura 7 - Rielaborazione dati ISTAT sulle tecnologie costruttive diffuse nelle provincie marchigiane .....	105
Figura 8- Rielaborazione dati ISTAT sulle tecnologie costruttive diffuse nella provincia di Ascoli Piceno.....	106
Figura 9- Rielaborazione dati ISTAT sulla diffusione degli appartamenti per edifici.....	107
Figura 10- Rielaborazione dati ISTAT sullo stato conservativo degli edifici nella provincia di Ascoli Piceno.....	108
Figura 11- Valori limite del coefficiente di dispersione Cdl per edifici residenziali.....	124
Figura 12- Esempio di termografia eseguito su un edificio residenziale .....	127
Figura 13- Esempio analisi tramite Blower door test .....	128
Figura 14- Esempio di indagine con termoflussimetro (fonte: www.testo.com).....	129
Figura 15- Sostituzione del serramento con modelli ad alta prestazione.....	146
Figura 16- Sostituzione dei vetri con modelli isolanti o captanti su telaio esistente Fonte: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio culturale, 2015..	146
Figura 17- Messa in opera di una seconda anta vetrata .....	147
Figura 18- Messa in opera di una seconda lastra di vetro Fonte: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio culturale, 2015 .....	148
Figura 19- Isolamento all'estradosso della copertura non ventilata .....	149
Figura 20- Isolamento all'estradosso della copertura ventilato.....	150
Figura 21- Isolamento all'estradosso del solaio in corrispondenza di locali non riscaldati ....	151
Figura 22- Isolamento all'intradosso del solaio .....	152
Figura 23- Schema dell'impianto della piattaforma.....	175
Figura 24- Schema metodologico della piattaforma.....	176
Figura 25- Infografica interoperabilità GIS e BIM.....	180
Figura 26- Visualizzazione del file DTM.....	185
Figura 27- Sovrapposizione dell'immagine satellitare al file DTM.....	185
Figura 28- Esempio di Iframe che consente di incorporare contenuti online .....	190
Figura 29- Inserimento dell'Iframe nella tabella attributi dello shapefile.....	190
Figura 30_ Generazione Iframe dal portale A360 Autodesk.....	191
Figura 31- Home del database dei materiali per l'isolamento termico.....	193
Figura 32- Visualizzazione delle caratteristiche dei singoli materiali del database.....	194
Figura 33- Estratto delle tabelle dell'All. 1 del DM 26/6/15.....	196
Figura 34- Schema dell'impianto della piattaforma.....	201
Figura 35- Porzione della scheda riepilogativa dell'aggregato urbano o cluster in cui si individuano i singoli edifici o aggregati che fanno parte del cluster .....	201
Figura 36- Porzione della scheda riepilogativa del cluster in cui in questo caso vengono riportati i risultati di tutto il cluster.....	202
Figura 37- Rappresentazione della catalogazione in Revit delle componenti edilizie.....	204
Figura 38- rappresentazione degli step di trasferimento dati da Revit alle schede di valutazione excel .....	205
Figura 39- Immagine della home del tool per il calcolo del fabbisogno di energia annuale ante operam.....	206
Figura 40- Rappresentazione del tool di calcolo del fabbisogno di energia annuale per riscaldamento.....	207
Figura 41- Schema di calcolo per la stima del consumo dell'ACS .....	207
Figura 42- Tool di calcolo per il risparmio di energia per ACS mediante pannelli solari.....	208

Figura 43- Schema di calcolo per la stima del consumo di energia elettrica.....	209
Figura 44- Rappresentazione della scheda unitaria del centro storico.....	210
Figura 45- Schema metodologico procedurale.....	213
Figura 46- Diagramma di flusso della piattaforma che rappresenta i passaggi eseguiti per un solo edificio.....	216
Figura 47- Visualizzazione della home della piattaforma.....	217
Figura 48- Visualizzazione della suddivisione del borgo in cluster.....	218
Figura 49- Visualizzazione della schermata di navigazione del modello territoriale in Gis...	219
Figura 50- Visualizzazione degli aspetti climatici e Street maps.....	220
Figura 51- Visualizzazione modello 3d bim navigabile e collegamento a schede vincoli.....	221
Figura 52- Visualizzazione di alcune funzionalità del modello 3d in ambiente bim.....	221
Figura 53- Visualizzazione della home delle caratteristiche tecnologiche.....	222
Figura 54- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche della copertura.....	223
Figura 55- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche dell'involucro opaco.....	223
Figura 56- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche dell'involucro trasparente ...	224
Figura 57- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche del solaio controterra.....	225
Figura 58- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche dell'impianto.....	225
Figura 59- Visualizzazione delle caratteristiche dell'involucro dell'edificio.....	226
Figura 60- Visualizzazione delle caratteristiche d'involucro dell'edificio e le dispersioni.....	226
Figura 61- Procedura di calcolo per la stima dei consumi di ACS e energia elettrica.....	227
Figura 62- Visualizzazione della scelta degli interventi.....	228
Figura 63- Visualizzazione del database dei materiali isolanti.....	228
Figura 64- Visualizzazione della scheda dell'involucro trasparente con le caratteristiche dei telai e vetri.....	229
Figura 65- Visualizzazione delle tipologie di impianto da scegliere.....	230
Figura 66- Visualizzazione del tool di calcolo per il risparmio di ACS mediante pannelli solari.....	230
Figura 67- Inserimento dei nuovi valori di trasmittanza a seguito degli interventi scelti.....	231
Figura 68- Visualizzazione del calcolo ricorsivo della trasmittanza.....	231
Figura 69- Visualizzazione del calcolo del miglioramento energetico.....	232
Figura 70- Visualizzazione dei risultati ottenuti (home page dei risultati).....	233
Figura 71- Visualizzazione dei risultati di miglioramento energetico ottenuti del singolo edificio.....	234
Figura 72- Visualizzazione della stima dei costi di intervento del singolo edificio.....	235
Figura 73- Visualizzazione dei risultati di miglioramento energetico ottenuti nel singolo cluster.....	235
Figura 74- Visualizzazione della stima dei costi di intervento nel singolo cluster.....	236
Figura 75- Visualizzazione grafica della stima dei costi di intervento nel singolo cluster.....	236
Figura 76- Visualizzazione grafica dei risultati in ambiente 3d Gis.....	237
Figura 77- Visualizzazione dei risultati di miglioramento energetico ottenuti nell'intero borgo.....	237
Figura 78- Visualizzazione della stima dei costi di intervento nell' intero borgo.....	238



## **ABSTRACT**

The thesis research intersects the thematic area of energy performance improvement in historical buildings and the theme of Digital Cultural Heritage, seeking to combine the growing interdisciplinary focus on energy efficiency applied to the historical heritage built with innovative digital technologies for the use of architecture. A simplified model is identified that allows the estimation of the energy losses of buildings or agglomerated buildings, with the aim of monitoring current consumption through direct or indirect diagnoses and quantifying the energy saved through suggested and quantifiable improvement interventions with a summary cost assessment. intervention. All this flows into an easy-to-consult platform directed both to property owners, for a quick estimate of the savings opportunities resulting from the intervention, and to local administrators to implement effective energy governance and more careful and aware planning of the territory.

## PREMESSA

In Italia, ma proiettandosi in maniera più vasta su scala europea e mondiale, continuiamo ad assistere all'imponente impronta energetica rilasciata dal solo settore edile: con grande efficacia figurativa, il termine 'impronta' vuole rimarcare il grave peso sull'ambiente, in termini di consumo di fonti energetiche naturali e conseguenti emissioni di CO<sup>2</sup>, determinato dagli usi energetici e dai vari comparti produttivi, tra i quali spicca indubbiamente la filiera industriale delle costruzioni.

A dar conto di tale gravame con la sua portata ambientale sempre più problematica, sono i più recenti dati desunti dai rapporti Unep ed Eurostat: stando al *2020 Global Status Report For Buildings And Construction*<sup>1</sup>, nel solo 2019 le emissioni di CO<sup>2</sup> derivanti dall'edilizia e relativo comparto sono aumentate al 38% mentre il consumo energetico globale si attesta stabilmente, senza variazioni significative rispetto agli anni precedenti, al 35%; altresì dall'*Energy data* europeo emerge che il 40% dell'energia totale consumata (*final energy consumption*, FEC) è computabile al solo settore dell'edilizia residenziale, di cui il 54% è impiegata per il riscaldamento e raffrescamento con una conseguente generazione di un 36% di emissioni di gas a effetto serra<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Si rimanda al rapporto Unep (Nazioni Unite per l'Ambiente) e ABC (*Global Alliance of Construction*) riferito al 2019, *2020 Global Status Report For Buildings And Construction*, p. 4 e ss. reperibile in: [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf). Sempre da quest'ultimo emerge una significativa proiezione per il 2020, relativa allo scenario post pandemico COVID-19, in cui si assisterebbe ad un decremento al 5% dei consumi e al 7% delle emissioni dovuto molto probabilmente alla diminuzione della domanda energetica di industria e al decremento dei trasporti durante l'emergenza, il più basso tasso negli ultimi 30 anni (*Idem*, pp. 18 e ss.).

<sup>2</sup> Si rimanda al riguardo alle statistiche processate su base Eurostat, *Energy data – 2020 edition*, pp. 24-25 per i dati relativi ai consumi energetici finali relativi al 2018 (in Ktoe, tonnellate di petrolio equivalenti) nella categoria "other sectors- Residential": se comparati ai consumi derivati dalle macrocategorie *Industry-Transport* (più energivore, rispettivamente 242000 Ktoe ca e 286000 Ktoe ca), ci si accorge che la sottocategoria dell'edilizia residenziale quasi ottiene gli stessi risultati (245000 Ktoe). Per un'analisi dettagliata sui consumi energetici nell'UE si vedano i database con i bilanci energetici reperibili in *Euro Balance sheets*, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances/> e alle tavole dati presenti in

Dalla fonte europea, isolando la situazione italiana per il 2019, risulta che per le abitazioni le famiglie abbiano consumato 32055 Ktoe, corrispondenti ad una produzione di circa 50 milioni di tonnellate di CO<sup>2</sup>, con un impiego finale di energia pari al 28%<sup>3</sup>: per la nostra singola nazione questo dato non è del tutto irrilevante se sommato all'impatto delle emissioni prodotte dalla filiera, denunciando la persistenza nel parco immobiliare italiano di sistemi di climatizzazione di vecchia generazione, alimentati prevalentemente da combustibili di fonte fossile, e di involucri scarsamente performanti.

Di fronte a questa crescente quantità di emissioni, causa di pesanti ricadute ambientali e di evidenti cambiamenti climatici in atto, e al depauperamento delle risorse naturali, l'UE, ormai da diversi decenni e facendo propri gli obiettivi delle Nazioni Unite, ha messo in campo strategie politiche attuative forti e condivise tra tutti gli stati membri, tramite l'adozione di una fitta agenda energetica sostanziata da strumenti legislativi vincolanti (direttive e raccomandazioni) e traguardi strategici di breve (2030) e lungo termine (2050). Una più recente traduzione dell'azione dell'Unione si concretizza nel *Green New Deal Europeo* (GND)<sup>4</sup>, prima iniziativa legislativa nell'ambito climatico e ambizioso piano di investimenti che punta a rafforzare, in maniera più stringente e vincolante, la già condivisa politica di decarbonizzazione fornendo un sostegno più forte agli stati membri nell'adottare scelte economiche sostenibili e circolari, cui pilastro è il non depauperamento delle fonti energetiche naturali e l'impiego di energie pulite. L'obiettivo prefissato dal GND punta alla

---

[https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables?p\\_p\\_id=NavTreeportletprod\\_WAR\\_NavTreeportletprod\\_INSTANCE\\_y2YqVHUUbYBj&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view](https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_y2YqVHUUbYBj&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view). Per quanto riguarda le emissioni di gas da edifici, *greenhouse gas* (GHG), il calcolo viene computato considerando l'intera vita dell'edificio, e quindi costruzione, vita utile, dismissione. Per una panoramica più ampia si rimanda anche al rapporto sui consumi energetici dello stock edilizio europeo della Joint Commission Research (JRC) in Filippidou F., Jimenez Navarro J.P., *Achieving the cost-effective energy transformation of Europe's buildings*, EUR 29906 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, p. 5.

<sup>3</sup> Per una stima sulla situazione energetica italiana si cfr. il rapporto del Ministero dello sviluppo economico (MISE), *Relazione annuale sull'efficienza energetica. Risultati conseguiti e obiettivi al 2020*: per il settore residenziale i consumi energetici vengono quantificati a 32,2 Mtep (milione di tonnellate equivalenti di petrolio), tra più alti nell'impiego totale di energia insieme ai trasporti.

<sup>4</sup> Per un maggior approfondimento sul *Green New Deal* e sulla proposta legislativa di legge europea sul clima si cfr [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it).

riduzione del 55% delle emissioni entro il 2030, così da mantenere il riscaldamento globale al di sotto dell'1,5°C, mirando ad una totale decarbonizzazione entro il 2050, meglio conosciuta come neutralità climatica<sup>5</sup>. In questa partita, europea e mondiale, gioca dunque un ruolo chiave non tanto la nuova costruzione, con edifici super efficienti e climaticamente neutri (NZEB), quanto la riqualificazione dell'enorme quantità di edilizia esistente residenziale e no, notoriamente energivora, inquinante e obsoleta sotto il profilo energetico: una sfida che, in maniera irrimediabile, richiama ad essere affrontata con prontezza e determinazione. Non a caso, nel favorevole quadro strategico e legislativo di matrice europeista, ciò prelude per gli anni a venire un'enorme ondata di riqualificazione edilizia, auspicata dall'Unione con la strategia della *Renovation Wave Strategy*<sup>6</sup>.

Sempre virando lo sguardo ai dati europei, possiamo fare i conti sull'urgenza e sull'opportunità dell'agire in tal senso: il 35% dello stock edilizio europeo risulta avere più di 50 anni; il 90% di questo risulta edificato prima del 1990 con bassi requisiti di prestazione energetica; il 75% risulta completamente inefficiente se comparato agli attuali standard energetici. Inoltre, ad oggi viene stimato che gli interventi di riqualificazione energetica si attestano solamente intorno allo 0,4%-1,2% annuale<sup>7</sup>: a questo ritmo, il passaggio ad un'edilizia a zero emissioni e zero consumi, richiederebbe secoli ed è necessario un impulso

---

<sup>5</sup> Nel patto di neutralità climatica previsto dal GND sono stati inglobati i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SGDn) del *Paris Agreement* 2015, concretamente traslati nell'Agenda 2030 adottata dalle 193 Nazioni Unite (UN). Ulteriori approfondimenti in: <https://sdgs.un.org/goals>.

<sup>6</sup> Sotto questa sigla converge l'iniziativa strategica europea che ha l'obiettivo di riqualificare energeticamente il parco edilizio esistente così da raggiungere i target del 2030 e del 2050: gli stati membri verranno sostenuti negli interventi di riqualificazione edilizia pubblica e privata attraverso il dispositivo di risanamento economico emergenziale post-pandemico, *Next Generation EU*. Questo programma e strumento finanziario, attuato dalla Commissione Europea sotto la direzione di Ursula Von Der Layen, coprirà investimenti/sovvenzioni/prestiti di 750 miliardi, mai visti prima nell'UE, per l'arco temporale del 2021-2027. Questi saranno dirottati verso vari assi strategici che gli stati membri declineranno attraverso l'adozione di Piani di Nazionali di ripresa e resilienza (PNRR). Inoltre, l'approvazione dei Piani Nazionali per l'Energia e il Clima (PNEC) rappresenta la misura del grande impatto delle iniziative europee: per un maggiore approfondimento si cfr. ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), *Rapporto annuale efficienza energetica 2020*, pp. 21-27. Per maggiori dettagli sulla *Renovation Wave* si cfr.: <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12376-Commission-Communication-Renovation-wave-initiative-for-the-building-sector>.

<sup>7</sup> Un'approfondita analisi sulle condizioni in cui versa lo stock edilizio europeo è fornita sempre dalla relazione JRC, in Filippidou F., Jimenez Navarro J.P., *Achieving the cost ...*, op. cit., p. 8 e ss.

ancora più forte per favorire la diffusione nel continente di un fecondo clima ristrutturatorio, grande opportunità di rilancio economico dopo l'emergenza COVID.

Se quindi l'edilizia esistente impatta così tanto sull'ambiente, dovremmo concentrarci di più sul nostro costruito e soprattutto sulle condizioni in cui versa, accelerando gli interventi sul fronte della riqualificazione energetica dello stock immobiliare per raggiungere gli ambiziosi target fissati al 2030 e 2050: questa sfida diventa ancora più valida per l'Italia, notoriamente riconosciuta nel continente per la tradizione costruttiva storica e per la significativa concentrazione nel territorio di un patrimonio edilizio comune e/o di base che può rivestire valori storici e culturali, oltre all'immenso patrimonio dal valore storico-architettonico.

Volendo approssimare una grossolana stima sullo stato del costruito nel nostro paese, ci si accorge che il parco edilizio esistente ammonta a circa 15 milioni di edifici, dei quali solo il 13% risale all'ultimo ventennio, periodo in cui si è iniziato a costruire più efficientemente dal punto di vista energetico grazie anche ad un legislatore più attento alle sollecitazioni europee in campo energetico: in questo frangente temporale si è registrato un livello di attenzione sempre più alto della legiferazione "sul come edificare il nuovo" in maniera sempre più efficiente, risparmiando energia e riducendo fonti di inquinamento.

Di questa consistenza edilizia quasi la metà (circa il 40%) risulta costruita prima del 1950, da considerare quindi 'storica' per materiali e tecniche costruttive, assai distanti dagli attuali processi di standardizzazione tecnica: questa quota deve essere attenzionata per la qualità ambientale *indoor* in quanto influenzata sicuramente da naturali processi di deterioramento e degrado, causa di perdita di *performance* e compromissione dell'efficienza energetica funzionale.

Tale rilevante porzione costruttiva, sostanziate il paesaggio peninsulare, si configura come inevitabilmente obsoleta sul piano energetico: non sarebbe affatto opinabile rilevare che gran parte del costruito italiano necessiti urgentemente di interventi che migliorino l'approvvigionamento e il consumo delle fonti energetiche fossili, oltre alla produzione emissiva.

Posta l'immane contingenza del problema per questa quota parte di edilizia nel favorevole clima culturale europeista, risulta difficile però proporre come semplice via di uscita quella della ristrutturazione, intesa come mero *retrofit* o riadattamento energetico: bisogna piuttosto concentrarsi anche "sul come" riuscire a contemperare l'istanza dell'efficientamento preservando e conservando le peculiarità e le singolarità di un patrimonio costruito dai caratteri storici e tecnici talvolta unici. Di fronte all'età anagrafica del costruito italiano oggi sarebbe più che matura la riflessione intorno al "come effettuare interventi" nell'esistente assecondando le attuali normative tecnico-edilizie in campo energetico senza alterarne la natura storica: negli ultimi decenni l'ampio spazio di discussione creatosi nell'alveo della ricerca scientifica testimonia l'avvenuto contemperamento delle esigenze di conservazione ed efficientamento energetico, indicando come unica via il miglioramento energetico piuttosto che l'adeguamento funzionale.

La presente ricerca di tesi vuole pertanto affrontare i molteplici aspetti del miglioramento energetico del costruito esistente, puntando primariamente l'attenzione al ricco dibattito teorico *in fieri*, oltre ad un contesto legislativo italiano ed europeo fertile ed in rapida evoluzione: dalla ricerca all'applicazione, la tesi cerca di non perdere mai di vista il principale oggetto d'interesse, l'efficientamento del costruito, per il quale riveste peso e rilevanza il processo di valutazione della *performance* edilizia, strumento indispensabile per valutare criticità, peculiarità ed opportunità interventistiche sui manufatti edilizi.

L'articolazione in quattro capitoli cerca di ripercorrere gli snodi focali della ricerca, offrendo, in una sorta di sequenza più lineare possibile, un panorama che supporti, mediante l'approccio teorico, l'applicazione di un metodo valutativo e migliorativo ad un caso studio di agglomerato edilizio esistente.

Nel primo capitolo viene inquadrata la cornice teorica della questione, affrontando l'articolata normativa di riferimento leggibile in integrazione ai vari approcci implicati nel dibattito scientifico: la possibile coniugazione del punto di vista teorico della conservazione con quello propriamente tecnico dell'efficienza relegano ancora oggi la questione ad un terreno assai magmatico,

o meglio ad una questione aperta <sup>8</sup>, sostanziato dalla multi ed interdisciplinarietà, dettato dalla logica del “caso per caso” e guidato dal principio dell’equilibramento delle duplici istanze in gioco. Tuttavia, l’asserto fondamentale su cui proiettare questo piano teorico è che il mantenimento in efficienza energetica del costruito storico possa configurarsi come un valido strumento per la conservazione, nel solco della conservazione integrata. Utile la rassegna in disamina delle varie esperienze di ricerca ed applicazione pratica di miglioramenti del costruito anche al di fuori dell’Italia di ambito europeo, le quali offrono approcci multidisciplinari oltre a buoni livelli di expertise raggiunti.

Nel secondo capitolo vengono affrontati gli *step* che conducono alla formulazione di un’ipotesi metodologica per la ricognizione valutativa e proiezione interventistica finalizzata al miglioramento energetico di edifici esistenti singoli ed in aggregato urbano. La necessità di ipotizzare un approccio valutativo non consolidato per la verifica del comportamento energetico è dettata primariamente dallo scostamento rispetto metodi standardizzati, i quali si avvalgono di *software* di modellazione energetica carenti per l’edilizia storica nell’analisi dei materiali, delle tecniche e delle stratificazioni costruttive: inoltre, l’obiettivo è fornire una prevalutazione ad un *target* ben specifico, quello degli enti pubblici o dei proprietari privati, che si trova a fronteggiare un’emergenza (in caso di calamità o di abbandono). Il metodo, nell’articolazione a più *step* (analisi, diagnostica, interventista), fa indubbiamente riferimento a protocolli standard per la valutazione e a pratiche in essere per la diagnosi energetica, astraendone tuttavia fasi e dati principali e finalizzando il risultato ad un livello pre-valutativo.

Nel terzo capitolo viene sviluppata una riflessione intorno alla possibilità di integrare i vari sistemi d’informazione relativi al costruito (territoriali, ambientali etc.) a quelli della gestione dell’efficienza energetica in un’ottica di

---

<sup>8</sup> Buda A., Pracchi V., *Le linee di Indirizzo per il miglioramento dell’efficienza energetica nel patrimonio costruito: indagini per la definizione di uno strumento guida adeguato alle esigenze di tutela*, in Maria Grazia Ercolino (a cura di), *Restauro: Conoscenza e conservazione, Sezione 5.2 - Tutela, pratica, codici e norme - Casistiche e interpretazioni*, Quasar, Roma 2020, pp. 772-773.

*smart energy data management system*, per migliorare la governance del costruito e apportare significative ricadute sia di natura ambientale che di natura economica. Affrontando il tema delle *smart city*, e della necessità d'interoperare la grande quantità di dati e informazioni legati agli interventi in edilizia, viene formulata un'ipotesi di piattaforma per la gestione energetica che mette in relazione, in un sistema di informazione territoriale come il GIS, la modellazione intelligente in ambiente BIM e i dati analitici e diagnostici.

Dalle basi teoriche alla ricerca applicata, la tesi si sofferma nel quarto capitolo sulla proposizione di un modello per la valutazione delle prestazioni energetiche del tessuto edilizio di un piccolo borgo colpito dal sisma del centro Italia nel 2016, Spelonga, arrivando a prospettare ipotesi e soluzioni migliorative.



# **1\_CAPITOLO PRIMO**

**Patrimonio costruito ed efficienza energetica.**

**Lo stato della questione, il contesto normativo di riferimento,  
prospettive di conciliazione tra più orizzonti teorici e  
normativi.**

## 1.1 Stato della questione

Quasi il 50% del patrimonio residenziale italiano supera i 50 anni di età<sup>1</sup>: quindi facile constatare che, sotto un profilo prettamente energetico ed in comparazione agli attuali standard normativi, gran parte della nostra edilizia presenta una scarsa *performance* perchè realizzata prima di un'efficace regolazione nazionale sul campo<sup>2</sup>.

Considerato che, di questa quota parte, quasi un quarto presenta anche un alterato stato di conservazione per vecchiaia, inevitabilmente il quadro della prestazione energetica dello *stock* edilizio nazionale lancia segnali più che allarmanti, definendo i contorni di una consistenza edilizia probabilmente molto energivora, inefficiente ed inquinante.

Da questa rapida stima sull'anzianità del costruito in Italia, viene da sé che cercare di apportare contributi utili intorno alla tematica della riqualificazione energetica del costruito esistente<sup>3</sup> sia un fatto di estrema urgenza, primariamente per l'ingenerazione dei notevoli benefici ambientali che deriverebbero da interventi migliorativi, ma, non di meno, per gli ingenti e positivi risvolti economici che quest'ultimi comporterebbero.

Il momento storico che stiamo attraversando, caratterizzato dall'aggravamento di crisi economiche e da incalzanti cambiamenti climatici, vede le Nazioni Unite

---

<sup>1</sup> Si cfr. al riguardo il dossier: *Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione*, seconda edizione, n. 32/2, Novembre 2020, pp. in <https://temi.camera.it/leg18/dossier/OCD18-14395/il-recupero-e-riqualificazione-energetica-del-patrimonio-edilizio-stima-impatto-misure-incentivazione.html>.

<sup>2</sup> Si fa riferimento a quello che viene considerato il primo intervento legislativo italiano indirizzato al contenimento dei consumi energetici, sempre originato dallo stimolo europeo, e cioè la legge 373 del 1976, *Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici*. Si ritornerà più approfonditamente sulla legislazione energetica nazionale nella trattazione *infra*.

<sup>3</sup> Nella presente ricerca di tesi verrà più volte richiamata la locuzione 'riqualificazione energetica' del costruito per indicare quell'insieme di attività atte a riqualificare e migliorare l'edificio sotto un profilo energetico, quindi finalizzate a contenere i consumi, ridurre le dispersioni, le emissioni inquinanti, l'impatto sull'ambiente e migliorare il comfort degli ambienti *indoor*. Sempre in questa sede verranno utilizzate, talvolta in maniera sinonimica, locuzioni che afferiscono a questo tipo di attività, come miglioramento energetico, recupero energetico, restauro energetico, *retrofit* energetico. Altresì si incontreranno termini e locuzioni sinonime al patrimonio costruito, come costruito storico, preesistenze edilizie e edilizia storica, per indicare gli edifici realizzati in un'epoca antecedente alla nostra, secondo tecniche costruttive tradizionali non standardizzate materiali e materiali oggi obsoleti tipologie edilizie, ricomprendendo non unicamente tipologie specialistiche (palazzi signorili, chiese, conventi, etc.) ma anche tipologie comuni e di base.

e l'Unione Europea come protagoniste nel dettare il passo delle politiche economiche, ambientali ed energetiche agli stati membri, imponendo nelle scelte programmatiche la matrice comune del contenimento dei consumi energetici, della riduzione dello spreco di suolo e l'approvvigionamento da fonti energetiche esauribili, all'insegna della sostenibilità ambientale, sociale ed economica: inevitabilmente per la quantità di costruito esistente, il quale genera ricadute ambientali, lo sguardo è dirottato verso l'asse del recupero in senso energetico e dell'efficientamento.

Già dai primi anni del 2000 la cornice normativa europea e italiana ha favorito e ri-attivato il recupero e riuso del patrimonio immobiliare mediante politiche di defiscalizzazione, innescando ed accelerando propositive dinamiche nella filiera del comparto edile: oggi la portata delle questioni ambientali e delle dinamiche economiche e sociali in atto favorisce ancor di più gli sforzi programmatici e gli investimenti in tal senso, tanto che nell'Unione Europea stiamo assistendo al lancio di una vera e propria ondata ristrutturatoria<sup>4</sup>.

In tale favorevole clima, l'efficienza e risparmio di energia sono entrati a far parte delle argomentazioni quotidiane di interesse massmediale, toccando le corde della collettività nella bolletta energetica e, conseguentemente, nei bilanci economici di molti proprietari immobiliari. L'offerta di tangibili e perseguibili occasioni di risparmio economico, derivate da una fiscalità statale agevolante ed incentivante per ritorni previsti nel breve e lungo periodo, ha sicuramente fatto da sprone nella sensibilizzazione della collettività verso la tematica, favorendo non solo l'interessamento ed investimento dei tantissimi detentori immobiliari, ma anche la rincorsa alla formazione e specializzazione nel campo di tanti tecnici e professionisti del contenimento energetico in edilizia.

---

<sup>4</sup> Si fa qui riferimento alla serie di provvedimenti che a livello europeo (*in primis* la *Renovation Wave* come indicato in premessa e che verrà più volte citata *infra*) e nazionale stanno favorendo gli interventi di riqualificazione e ristrutturazione edilizia, adducendo come conseguenza diretta l'adeguamento e/o miglioramento energetico del costruito. La traslazione italiana dei provvedimenti europei è rappresentata dall'entrata in vigore, a partire dal luglio 2020, dell'agevolazione fiscale per tutti gli interventi nell'ambito dell'efficienza energetica (cosiddetto "Superbonus"), che si profila come una grande opportunità per la filiera delle costruzioni, incentivando l'attrazione degli investimenti privati sul costruito mediante l'elevazione dell'aliquota di detrazione delle spese sostenute fino al 30 giugno 2022 dal 65% al 110%. Al riguardo si cfr: <https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25>.

Tuttavia, di fronte ad uno *stock* edilizio obsoleto e divoratore di energia che sembra gridare vendetta, l'urgenza della riqualificazione energetica dell'esistente pone diversi e ampi interrogativi ai progettisti, i quali si trovano a dover approcciare un'edilizia tradizionale e storica, talvolta detentrica di valori culturali e di contesto. Difatti, qualsiasi intervento volto a ristabilire una funzionalità tecnologica ed impiantistica in edifici prestazionalmente carenti può incidere, più o meno profondamente, nelle caratteristiche materiali, tecnologiche e costruttive: quest'ultime, se piegate rigidamente alla logica riduttrice di mero adeguamento energetico in linea a standard normativi di natura prestazionale, rischierebbero di soffocare o se non addirittura di scomparire<sup>5</sup>.

È evidente che la tematica, smossa da una forte pressione mediatica influenzata sicuramente dai notevoli interessi economici in gioco, pone in essere molti interrogativi e problematicità ed abbisogna di un sicuro e forte quadro teorico in appoggio, laddove le tante e possibili linee di ricerca inglobino parimenti sia le istanze prestazionali che le esigenze conservative delle caratteristiche e dei valori del costruito.

Per questo, torna utile tracciare la traiettoria degli studi in corso, definendo i contorni di un campo aperto e assai sfaccettato e caratterizzato da numerose

---

<sup>5</sup> Già nel 2010, Della Torre (in Della Torre S., *Sostenibilità e conservazione di fronte al mito dell'efficienza energetica*, in "Ananke", 60, 2010, pp. 141-143) poneva l'accento sulla questione della riqualificazione energetica dell'esistente, interrogandosi sulla portata dell'argomento e sulla necessità di "un controllo progettuale rispettoso" sul patrimonio esistente, da imporre come premessa alle effettive occasioni di risparmio energetico ed ai risultati economici perseguibili: come rileva "[...] quella del risparmio energetico è anche una questione che si traduce in risparmio immediato nel bilancio individuale di ciascuno, ed è quindi tanto più facilmente espressa in termini comprensibili che toccano la sensibilità irrazionale che sta alla base dell'economia comportamentale." (*Ibidem*, p. 143). Al cospetto di un patrimonio inefficiente, che spingerebbe ad una logica sostitutiva propria l'adeguamento, l'A. riflette sulla necessità di avviare un dialogo tra gli attori in gioco (mondo del restauro e progettazione tecnologica) tenendo conto delle complessità e fragilità dell'esistente in un'ottica di coniugazione tra conservazione e riuso dell'esistente: "[...] utilizzando strategie progettuali alternative, assecondando le prestazioni che gli edifici antichi offrono piuttosto che stravolgendoli per farli lavorare in modo improprio, con gli esiti che poi tutti constatano [...]" (in *Ibidem*, p. 143). Per cogliere il clamore mediatico del tema di quegli anni, si cfr. anche Maranzana e Zarappa (in Maranzana C., Zarappa A., *Edifici storici sostenibili. La storia infinita*, in "Costruire", 355, pp. 86-93), i quali riflettono sui casi sporadici di riqualificazione energetica dell'esistente, ponendo l'accento sulla "grande partita dell'efficienza energetica in edilizia si gioca sull'esistente" (in *Ibidem*, p. 86). Inoltre si cfr. Della Torre S., *Sostenibilità e conservazione di fronte al mito dell'efficienza energetica*, in "Ananke", 60, 2010, pp. 141-143.

linee di ricerca aperte ed in divenire, e approfondendo ulteriormente la natura della consistenza edilizia messa in gioco.

### ***1.1.1\_Cronistoria di un dibattito recente***

A supporto della crescita attenta sulla possibilità di migliorare le qualità energetiche del costruito esistente, negli ultimi due decenni la ricerca scientifica ha cercato di sviluppare ampiamente l'argomento: questo fatto può essere indubbiamente attestato dall'incremento esponenziale della bibliografia relativa, la quale costituisce la valida fotografia di un fervente stato dell'arte<sup>6</sup>.

Data la concentrazione degli studi in quest'ultimo arco temporale, di sicuro la tematica rappresenta un ambito di ricerca relativamente giovane<sup>7</sup>, connotato dalla convivenza di molteplici punti di vista ed angolazioni scientifiche: primariamente quelle afferenti alle discipline della conservazione e della tecnologia del costruito, ma più estesamente della fisica tecnica, della tecnologia e chimica dei materiali, dell'urbanistica, della sostenibilità economica, ambientale e sociale.

Una semplice disamina bibliografica di quanto prodotto negli ultimi anni permette di rendersi conto del moltiplicarsi esponenziale dei contributi scientifici (saggi, articoli, atti di convegno, tesi di laurea e dottorali etc.) che, nella diversità dei vari approcci disciplinari, presentano come minimo comun denominatore l'utilizzo di una terminologia simile, quale riqualificazione energetica, miglioramento energetico, *retrofit* energetico etc.

---

<sup>6</sup> Basta effettuare una prima ricerca bibliografica ad oggetto il miglioramento energetico del patrimonio costruito, per rendersi conto che, come rilevato da Pracchi in Lucchi E., Pracchi V., *Efficienza energetica e patrimonio costruito. La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica*, Maggioli Editore, Milano, 2013, p. 5, dai primi e sporadici studi comparsi intorno al primo decennio del 2000 si sia verificato un incremento significativo delle ricerche nel corso dell'ultimo decennio. La tematica rappresenta indubbiamente un forte interesse di ricerca scientifica, a supporto dell'avanzamento di molti interessi economici in gioco di questi ultimi anni, e la disamina bibliografica offre sia contributi specialistici dell'ambito del restauro e della tecnologia del costruito, sia contributi interdisciplinari.

<sup>7</sup> Sulla giovinezza del tema si cfr. Pracchi in Pracchi V., *Sostenibilità versus sostenibilità. Alcuni equivoci tra conservazione ed efficienza energetica*, in "Recupero e Conservazione magazine", 161, 2020, p. 14 e nuovamente *Eadem* in Lucchi E., Pracchi V. (a cura di), *Efficienza energetica ...*, op. cit., p. 213. Inoltre, si cfr. anche Pianezze F., *L'obiettivo del miglioramento dell'efficienza energetica nel processo di conservazione del costruito storico*, tesi di dottorato, Politecnico di Milano, Milano 2012, p. 8.

A voler tracciare una linea di arrivo sullo stato degli studi ci si accorge che, dall'essere competenza specifica ed esclusiva dell'uno o dell'altro settore disciplinare, l'interesse della ricerca si è progressivamente posto a convergenza dei diversi campi di sapere, dimostrando un orientamento piuttosto pluridisciplinare che cerca di trattare la tematica del miglioramento delle qualità energetiche del costruito secondo metodi e strumenti differenti ma comunque accomunati da fasi di attraversamento simili (conoscenza, valutazione e intervento): tuttavia, la moltitudine delle angolazioni rivela un tentativo di sintesi ed elaborazione teorica ancora ampiamente aperto ed in corso, teso verso la ricerca di possibili congiunzioni e snodi comuni, oltretutto ad visione unitaria e sistemica.

Di certo, come osserva Pracchi<sup>8</sup>, il tentativo di trovare bilanciamenti teorici in conviventi ed eterogenei sistemi valoriali pone la tematica sempre in uno stato di ricerca dell'equilibrio: se infatti gli interventi sulle costruzioni esistenti richiedono un'attenzione squisitamente 'umanistica', adottando approcci valutativi di natura critica capaci di orientare le scelte operative da mettere in campo, allo stesso tempo la valutazione e l'intervento sulla *performance* energetica impone un'attenzione 'scientifica' di tutt'altro tipo, sicuramente quantificabile e misurabile in parametri numerici.

Pertanto, la questione sembra vivere in un perenne stallo tra i due poli, tesa tra l'orientamento critico valutativo 'caso per caso' e la necessità di quantificare un livello di raggiungimento nella prestazione energetica: ma l'attenzione speciale che il mondo delle teorie sta riservando all'argomento può essere interpretata come preludio di una significativa progressione degli studi in atto, oltre a testimoniare un dibattito vivo e animato.

Alla luce di questi fatti, il *transfer* tra saperi accademici e pratica professionale procede ancora lentamente in una realtà che, contrariamente, esige la massima celerità d'intervento sul costruito in modo da poter perseguire, il prima possibile, ampi benefici ambientali, sociali e perché no, anche economici.

---

<sup>8</sup> Pracchi V., *In equilibrio tra soppesare e misurare. Alcune riflessioni su sostenibilità ed efficienza energetica nell'edilizia storica* in "Materiali e strutture: problemi di conservazione", 12, 2, 2017, p. 80.

La concretezza cui richiama soprattutto in questo momento la pratica professionale rivela una certa lontananza dal mondo accademico, il quale, compreso in un dibattito altamente specialistico, non riesce ancora ad offrire ai progettisti la certezza di approcci sicuri o di visioni metodologiche chiare e sistemiche per maneggiare l'esistente, rimandando alla sensibilità - inclinazione personale e al bagaglio formativo di ciascun progettista: ciò porta con sé la conseguenza più evidente, quella del perpetuarsi di errori e di perdite gravi nel patrimonio edificato per una forte pressione all'assoggettamento di logiche di mercato e per una scarsa condivisione, nel mondo professionale, di un bilanciamento tra cultura della conservazione e risparmio energetico<sup>9</sup>.

Il professionista, in base al proprio profilo formativo e in adesione a prescrizioni urbanistiche, potrebbe di certo limitarsi ad un semplicistico rispetto delle stringenti normative vigenti in campo energetico, imponendo ciecamente parametri legislativi per poter raggiungere il vantaggio energetico e fiscale, senza necessariamente mettere troppo in discussione la natura dell'intervento o l'impatto urbano e paesaggistico comportante: volendo esemplificare, si potrebbe citare un caso comune frequentemente incrociato, e in divenire sempre più dilagante, quello del cappotto su edifici storici e in aggregato.

In virtù del positivo clima culturale e normativo di efficientismo, il progettista potrebbe tranquillamente optare, in sostituzione di un intonaco esistente, per una soluzione di questo tipo, incrociando, nella migliore delle ipotesi (centro storico, zona rurale, zona soggetta a particolari prescrizioni da piani particolareggiati), una verifica sulla qualità o sulla possibilità dell'intervento derivante da autorizzazione paesaggistica; tuttavia, molta delle mole edificata storica risulta non soggetta a particolari previsioni e prescrizioni di tutela (tanti aggregati storici in zona B periurbana oppure gli ancora vigenti piani di fabbricazione per alcune regioni), sfuggendo dalle cosiddette zone vincolate che garantiscono, quanto meno, una maggiore messa in discussione sulla fattibilità dell'intervento. Pertanto, si rivela quanto mai cruciale il ruolo giocato dall'accademia e formazione specialistica in campo energetico e conservativo, per una maggiore condivisione delle problematiche in atto e traslazione dal quadro teorico alla

---

<sup>9</sup> Eadem, *Sostenibilità vs sostenibilità* ..., op. cit., p. 23.

pratica professionale: puntando su curricula e percorsi formativi che rimettano al centro la qualità dell'architettura e del progetto dell'esistente, migliorerebbe senz'altro l'*impasse* in atto, limitando danni 'irreversibili' sul costruito.

I profili professionali in uscita, se abituati a trattare la tematica del recupero del costruito secondo uno sguardo multifocale, potrebbero sicuramente apportare uno scatto nella qualità degli interventi senza la pretesa di essere figure tuttologiche, capaci di adempiere a tutti gli aspetti della progettualità, ma di integrare conoscenze e competenze in *team* dal profilo pluridisciplinare.

Definito il quadro delle teorie e dei riferimenti, risulta utile puntare lo sguardo ai dati provenienti dalla statistica afferente al settore edile per riconfermare la portata culturale del tema e l'emergenza dell'argomento in questo momento storico.

Secondo il più recente rapporto CRESME, lo *stock* immobiliare italiano ammonta a circa 15 milioni di costruzioni, di cui quasi 12,5 milioni è rappresentato da edilizia residenziale: se il patrimonio immobiliare italiano per la maggior parte è individuato in quello abitativo, e quindi prevalentemente in mano al privato, d'altra parte c'è anche uno *stock* immobiliare pubblico ragguardevole, rappresentato da circa 1 milione e 200 di edifici<sup>10</sup>.

Come già richiamato in principio, concentrandosi sulla porzione più rilevante dello *stock* edilizio nazionale rappresentata dal patrimonio abitativo, oltre la metà, ovvero il 57,5% degli edifici (7,2 milioni), supera l'età di 50 anni: facile presupporre che questa maggioranza presenti un'anzianità preoccupante in termini di efficienza e funzionalità

prestazionale<sup>11</sup>. Scandagliando ulteriormente le epoche di costruzione, quasi un terzo, il 27%, risulta costruito prima del 1945 e meno di un quarto, il 15%, prima del 1915 (si cfr. Fig. 1).

A voler dettagliare più a fondo questi dati, si osserva che oggi il mercato delle costruzioni è rappresentato per il 73% da interventi di recupero edilizio e, solo

---

<sup>10</sup> Per una stima del patrimonio immobiliare in capo alle amministrazioni si rimanda al censimento degli immobili curato dal Ministero Economia e Finanze (MEF), anno 2017 in [http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita\\_istituzionali/patrimonio\\_pubblico/censimento\\_immobili\\_pubblici/rapporti\\_annuali\\_immobili/rapporti\\_dettaglio/rapporto\\_dettaglio\\_2017.html](http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita_istituzionali/patrimonio_pubblico/censimento_immobili_pubblici/rapporti_annuali_immobili/rapporti_dettaglio/rapporto_dettaglio_2017.html)

<sup>11</sup> La presente stima sulle epoche di costruzione è stata tratta dal più recente rapporto curato dal CRESME, *Il recupero*, op. cit., p. 31.



TAB. 2.2. EPOCHE DI COSTRUZIONE DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI IN ITALIA					
Epoca di costruzione	Stock	% sullo stock 2018	Incremento dello stock nel periodo	Anni di età degli edifici	Incremento medio annuo dello stock
Ante 1918	2.150.000	17,6	2.150.000	Più di 100 anni	
1919-1945	3.530.000	28,9	1.380.000	Tra 73 e 99 anni	92.000
1946-1960	5.190.000	42,5	1.660.000	Tra 72 e 58 anni	166.000
1961-1970	7.160.000	58,7	1.970.000	Tra 48 e 57 anni	197.000
1971-1980	9.140.000	74,9	1.980.000	Tra 47 e 38 anni	198.000
1981-1990	10.430.000	85,5	1.290.000	Tra 37 e 28 anni	129.000
1991-2000	11.230.000	92,0	800.000	Tra 27 e 18 anni	80.000
2001-2010	11.770.000	96,5	540.000	Tra 17 e 8 anni	67.500
2011-2018	12.200.000	100,0	191.000	Meno di 7 anni	28.667

*Figura 1 Epoche di costruzione degli edifici.*  
*Fonte: Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio, n.32/2*

per la quota parte restante, da nuove edificazioni, sicuramente costruito in maniera più efficiente e secondo parametri di contenimento energetico<sup>12</sup>.

Ciò apre ad una riflessione prima di natura economica, e non secondariamente scientifica, su due aspetti: quella dello spessore rivestito dalle sole attività di recupero nel mercato delle costruzioni italiano e quella della scarsa incidenza delle attività di nuova edificazione.

Per quanto riguarda il primo aspetto, la grande rilevanza percentuale del recupero è giustificata dal tasso di anzianità del parco immobiliare italiano: la metà del costruito è necessariamente soggetto ai naturali processi di invecchiamento e degrado oltreché di obsolescenza tecnologica, con conseguente inefficienza energetica. Ciò impone ai proprietari, privati o pubblici che siano, il dover metterci mano per evitarne la perdita, attraverso interventi di manutenzione straordinaria e ristrutturazione edilizia finalizzati a mantenerne efficacia e funzionalità.

<sup>12</sup> *Ibidem*. Nel presente rapporto emerge che gli interventi di riqualificazione, rappresentati dalle attività edilizie di manutenzione ordinaria e straordinaria per il comparto residenziale, solo nell'ultimo decennio (2008-2018) hanno registrato un significativo incremento, dal 56% al 73%: questo incremento viene giustificato dalla crisi delle nuove costruzioni e dal convergere di fattori che favoriscono il recupero del patrimonio edilizio residenziale, ormai datato e caratterizzato da tecnologie costruttive obsolete, piuttosto che la nuova costruzione.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, la scarsa incidenza percentuale della nuova edificazione lascia constatare che l'azione di efficientamento estremo sui nuovi edifici, introducendo sistemi costruttivi evoluti atti a rendere l'edificio a consumo di energia quasi zero (i cosiddetti edifici NZEB, *Nearly Zero Energy Building*)<sup>13</sup>, sarebbe certamente un gigantesco passo avanti ma, essendo minima la percentuale delle nuove edificazioni rispetto alle attività di recupero, gli effetti a livello ambientale non sarebbero immediatamente tangibili.

Che le attività di recupero abbiano sorpassato ampiamente quelle di nuova costruzione è facilmente desumibile dal quadro economico contrattuale che ha interessato il comparto a partire dagli anni Novanta, producendo una significativa congiuntura nel settore ed incentivando l'onda della ristrutturazioni: fino agli anni '80, l'incremento medio annuo in attività costruttiva si attestava a circa 200 mila unità, per poi iniziare un forte declino che ad oggi vede sole 29 mila unità, circa l'1/10 del quarantennio<sup>14</sup>.

Questo dato apre ad un'altra significativa riflessione, la quale ha sempre a che fare con la qualità energetica di quanto costruito durante gli anni del *boom* edilizio: se una cospicua quantità di edifici è stata realizzata nel trentennio che va dagli anni '46 al '70 del Novecento (si cfr. ancora Fig.1), periodo certamente caratterizzato da un'alta speculazione edilizia, il parco immobiliare prodotto è certamente di scarsa qualità, oggi meglio parametrabile in una classe energetica molto bassa che potrebbe essere tra G ed F: facile perciò desumere che, anche per questa fetta di costruzioni, sarebbero necessari, e auspicabili, interventi di riqualificazione energetica.

Altra riflessione rilevante che emerge sempre dalla lettura dei dati CRESME è la quantità di edifici per i quali non è stato possibile annotare un incremento

---

<sup>13</sup> Gli NZEB sono edifici ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze" si cfr. la Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia.

<sup>14</sup> *Il recupero e la riqualificazione energetica...*, op. cit., pp.30-31.

annuale medio, in quanto costruiti prima del 1946, o meglio dell'avvento dei censimenti nazionali Istat<sup>15</sup>.

In particolare, si fa riferimento a quel costruito che ha un'età compresa tra i 70 e oltre 100 anni: per anzianità questi edifici potrebbero essere considerati 'storici'<sup>16</sup> in quanto realizzati prima del dopoguerra, momento di forte rilancio della costruzione ed introduzione di grandi innovazioni nel campo delle tecnologie. Se questa notevole porzione conta circa 6 milioni dello *stock* edilizio nazionale, rappresentando il 43%, della stessa l'1,8% presenta caratteristiche di pregio e di interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, tali da rientrare nelle tutele del Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004<sup>17</sup>: alla storicizzazione si affiancherebbero così anche i valori culturali da preservare e trasmettere al futuro, quelli storico artistici, quelli architettonici, quelli monumentali e paesaggistici, rendendo la questione dell'efficientamento energetico ancora più delicata per la criticità degli interventi e per la prassi operativa.

Alle richiamate evidenze quantitative della statistica intorno al costruito storico, si affianca la tangibilità di un paesaggio italiano che, lungo l'intera penisola, è caratterizzato da un tessuto edilizio storico di base residenziale consolidato e strutturato in centri e aggregati storici, borghi o piccoli nuclei: un tessuto connettivo fatto di tipologie edilizie tradizionali, materiali e tecniche distanti dalla standardizzazione tecnica attuale, soggetto sempre di più alla perdita di

---

<sup>15</sup> Fonte di riferimento ISTAT, Censimento edifici: per queste analisi sono state presi in considerazione i dati censiti per gli edifici a partire dal 1918 ed effettuata una rielaborazione ai fini della presente ricerca. Per maggior dettagli si consulti <https://www.istat.it/it>.

<sup>16</sup> L'aggettivazione 'storico', in questi specifici casi, non ha necessariamente l'intenzione di apportare un valore testimoniale a ciò che si descrive, ovvero un valore storico artistico, monumentale e di pregio, ma piuttosto indicare un periodo di costruzione antecedente a quello attuale, e quindi lontano dalle logiche costruttive contemporanee caratterizzate da alti processi di standardizzazione tecnica. Per un maggiore approfondimento sull'aggettivazione (storico) riferito agli edifici esistenti si guardi anche Mazzarella L., *Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view. Paper presented at the Edifici di valore storico: progettare la riqualificazione*, AiCARR, Roma, 2014, p.24 e ancora Mazzarella L., *Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view*, in "Energy and Buildings", 95, 2015, pp. 23-31, pp. 24-25.

<sup>17</sup> Si cfr. i dati riportati da Di Ruocco in Di Ruocco, *Strategie innovative non invasive per l'efficientamento energetico degli edifici storici. Ricognizione della ricerca, italiana ed internazionale, sulle recenti sperimentazioni relative a metodologie e tecniche di efficientamento energetico dell'edilizia storica*, Cues, Fisciano 2014, p. 33.

efficienza funzionale e al deperimento naturale anche per le frequenti dinamiche di spopolamento e abbandono che lo stesso subisce a favore di nuovi aggregati urbani e periurbani.

Riflettendo sulla sostanza edilizia e sulla distribuzione territoriale di questo costruito, facilmente lo troveremo in aggregato e come matrice tessutale di centri e nuclei storici, specialmente nelle aree peninsulari più interne (montane, pedemontane) dove quasi tutto è rimasto immobilizzato agli anni precedenti il boom costruttivo per via del forte fenomeno migratorio che ha favorito la crescita urbana piuttosto intorno alle città e alla costa.

Un'ulteriore fotografia quantitativa dell'edificato in questione ci viene consegnata dal XXXIV rapporto CENSIS del 2003<sup>18</sup>, per il quale risultano censiti circa 22750 centri storici su tutto il territorio italiano, ricomprendendo centri storici principali, minori, piccoli borghi e frazioni: ciò testimonia che il nostro paese è fatto da una quantità enorme di edilizia storica concentrata all'interno delle mura o liminarmente, la quale si contrappone ad un moderno sviluppo periurbano.

Se è evidente che abbiamo a che fare con la vetustà, e parimenti con l'obsolescenza delle costruzioni italiane, altrettanto più evidente è che la delineata problematica dell'inefficienza energetica impone anche la necessità di dover trattare con una certa consapevolezza critica questo lascito del passato, che talvolta costituisce anche un'eredità con molteplici entità valoriali.

Per una maggiore caratterizzazione di questo patrimonio costruito torna utile ripercorrere e analizzare i dati dell'ultimo censimento ISTAT 2011<sup>19</sup>, che permettono di scandagliare in maniera statistica sia le tecnologie costruttive che lo stato conservativo degli edifici abitativi secondo una scansione temporale e periodi di riferimento (Fig. 2 e Fig. 3).

Rivolgendo uno sguardo verso i dati riguardanti le tecnologie edilizie (Fig.2), emerge che la struttura più diffusa è quella della muratura portante, la quale

---

<sup>18</sup> Si confronti al riguardo il rapporto CENSIS, *XXXVII Rapporto sulla situazione sociale del paese*, 2003, p. 190.

<sup>19</sup> Rielaborazione personale dei dati prodotta da fonte ISTAT, *Censimento 2011: industria e costruzioni* in <https://www.istat.it/>.

conferma il suo primato almeno fino agli anni '70 per lasciarlo nel periodo successivo al cemento armato.

Sempre seguendo la stessa scansione temporale, è possibile analizzare lo stato di conservazione degli immobili (Fig. 3), secondo una scala parametrica che scaturisce dal giudizio sulle condizioni degli intonaci, degli infissi, del tetto e presenza di danni strutturali: osservando il grafico, le abitazioni costruite *ante* 1945 costituiscono la maggiore percentuale degli edifici che versano in uno stato di conservazione pessimo (tra il 28% e 38%) rappresentando circa 1/3 dello *stock*.

Una lettura incrociata di questi dati rivela con chiarezza che la vetustà del patrimonio costruttivo italiano, unita ad una tecnologia ormai superata, presuppongano la necessità di maggiori interventi edilizi per mantenerne l'efficienza e la funzionalità non solo strutturale ma anche in termini di *comfort indoor*.

Oltre ad un *focus* sulla tecnica e qualità edilizia del patrimonio costruito, è utile ritornare sulle dinamiche economiche tra l'ultimo arco di secolo e l'inizio del nuovo millennio come visto precedentemente, a seguito del boom edilizio che ha caratterizzato il secondo cinquantennio del Novecento, si è assistito ad una forte frenata del comparto delle costruzioni ma, a fronte di una crisi economica a livello internazionale alla fine del primo decennio del 2000, in Italia gli investimenti nel riutilizzo delle case di proprietà, e quindi ristrutturazione edilizia, sembrano aver avuto la meglio.

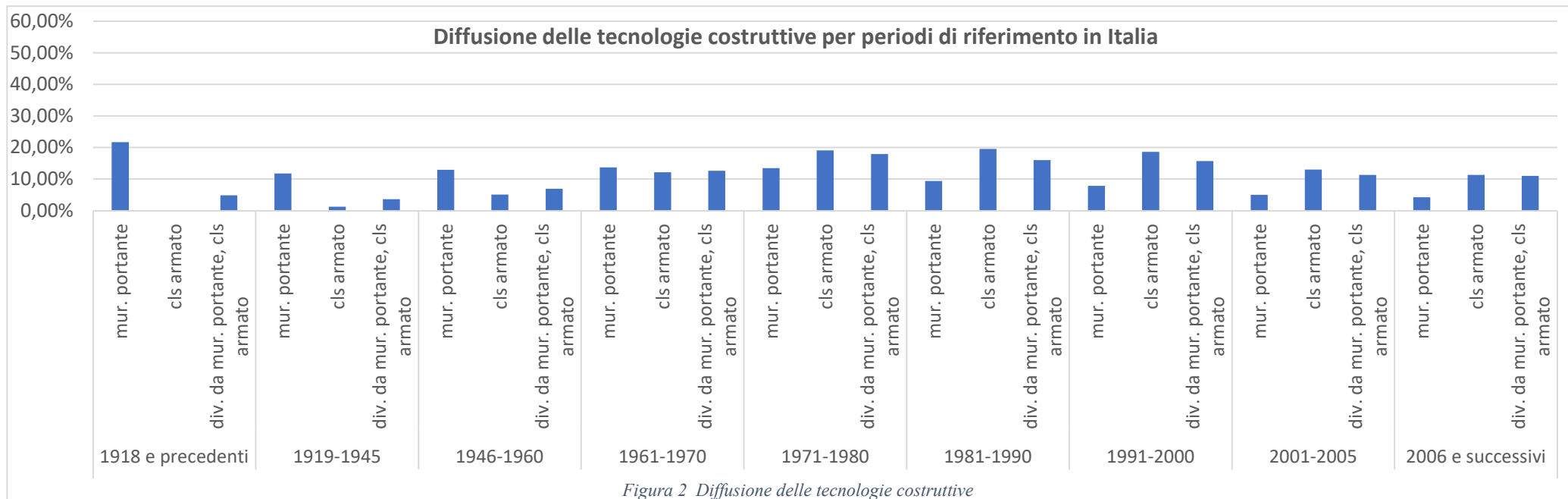


Figura 2 Diffusione delle tecnologie costruttive  
rielaborazione personale dai dati del censimento ISTAT 2011

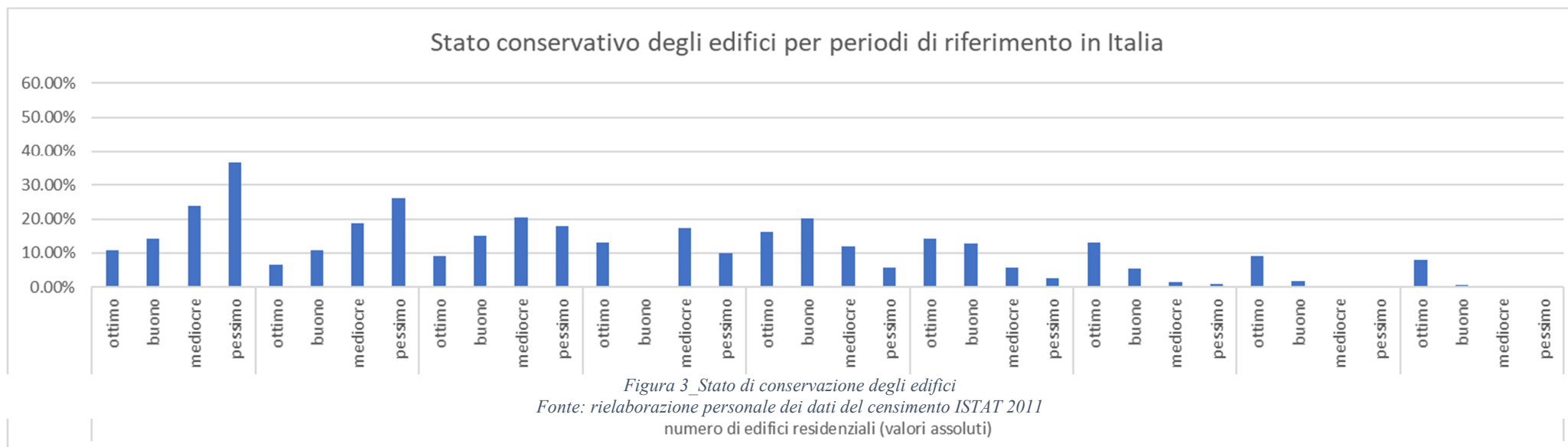


Figura 3 Stato di conservazione degli edifici  
Fonte: rielaborazione personale dei dati del censimento ISTAT 2011  
numero di edifici residenziali (valori assoluti)

A fotografare ulteriormente questa situazione è il grafico in Fig. 4, testimoniante l'andamento del mercato delle costruzioni nell'ultimo quarantennio: se da un lato gli investimenti sulle nuove costruzioni crollano a picco, dall'altro il mercato delle ristrutturazioni cresce lievemente e in maniera costante.

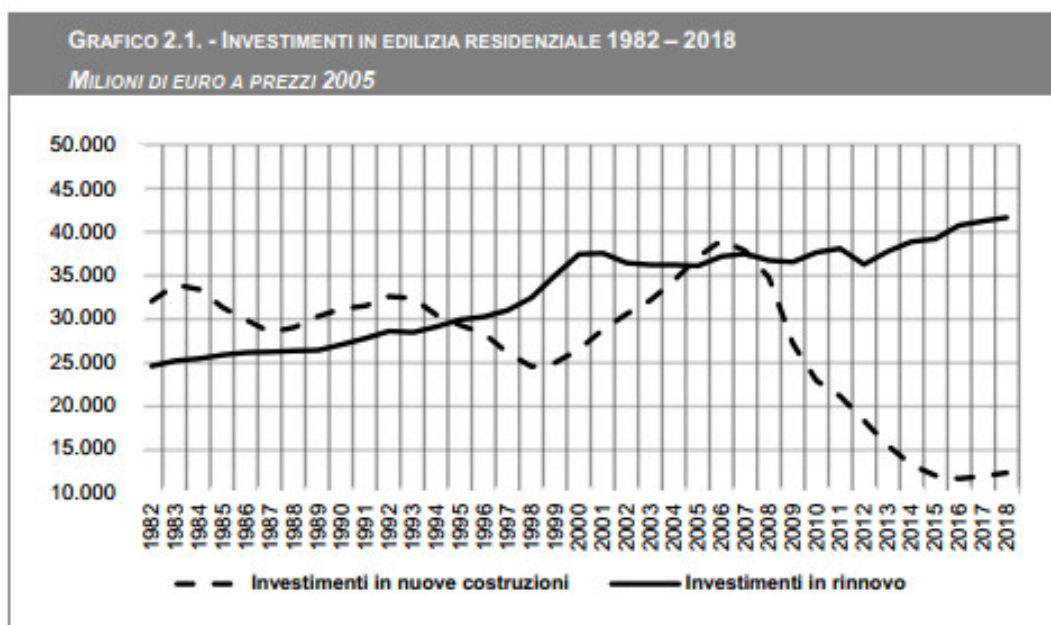


Figura 4 Investimenti in edilizia

Fonte: *Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio*, n. 32/2

Tale crescita potrebbe essere spiegata anche grazie al subentro di una politica economica e fiscale favorente gli investimenti privati in materia di riqualificazione edilizia con ritorni anche nel breve periodo: infatti, di fronte ad una massiccia quantità di case di prima e seconda proprietà costruite in pieno boom economico, negli anni Novanta lo Stato italiano decide di incentivare la ristrutturazione edilizia piuttosto che altre pratiche, utilizzando il meccanismo della detrazione fiscale.

Introdotta dalla legge 449 del 1997, la detrazione fiscale per gli investimenti in ristrutturazione edilizia viene proposta prima al 41%, per stabilizzarsi definitivamente nel 2011 al 50%<sup>28</sup>.

A questo sistema di incentivazione, nel 2006 si aggiunge anche quello relativo agli interventi di riqualificazione energetica, cosiddetto “ecobonus”, che oggi, a seguito di eventi drammatici che hanno segnato l’economia, si è trasformato in

<sup>28</sup> Si cfr. *Il recupero e la riqualificazione energetica...*, op. cit., pp. 11-12.

*Superbonus*<sup>29</sup>. Se dunque, a fronte di una mole di costruito che rischierebbe una progressiva obsolescenza se non corrispondente ai bisogni attuali, il quadro politico-economico indirizza verso la ristrutturazione edilizia, valida alternativa alla crisi costruttiva e volano di ripartenza economica, anche la ricerca scientifica dirotta molteplici interessi sul tema, tentando la strada di un approccio sistemico.

Sull'onda di una crescente consapevolezza culturale, politica, sociale ed economica relativamente alla necessità di intervenire sul costruito storico, gli interventi di efficienza energetica e le azioni di conservazione del costruito sembrano oggi poter camminare su un percorso inizialmente tracciato, per il quale migliorare, incrementando le condizioni di *comfort* e le opportunità di risparmio, significa anche costituire un valido presidio per il mantenimento e la trasmissione materiale di questa consistenza edilizia alle future generazioni.

Pertanto, sarà utile introdurre ai vari approcci che vivono in quello stato di ricerca d'equilibrio tra efficientamento e istanze conservative, dirottando l'attenzione sulle angolazioni offerte dalla cultura conservativa, la quale possiede già in nuce una radice comune con quella della sostenibilità, ossia la trasmissione al futuro della risorsa.

### ***1.1.2\_ Il punto di vista della conservazione***

Prima di entrare nel cuore della discussione, è opportuno chiarire alcuni termini che vengono spesso utilizzati nel connubio efficienza energetica e edilizia storica, i quali rappresentano sicuramente un mondo delle idee afferente al costruito teorico del campo del restauro e più ampiamente delle discipline conservative.

Come più volte richiamato sopra, l'utilizzo di parole e aggettivazioni qualitative come patrimonio storico, patrimonio architettonico, costruito esistente, preesistenza storica richiamano un riflettuto proprio ed interno alla disciplina del restauro, definendo allo stesso tempo un campo ristretto e limitato di operazioni volte a tutelare, preservare e trasmettere al futuro le testimonianze

---

<sup>29</sup> Sulla politica fiscale e incentivante dello Stato italiano si cfr. nota 4 nel presente capitolo e più ampiamente *infra*.



materiali del passato che rivestono interesse storico, artistico, archeologico, architettonico, antropologico e ambientale, senza alterarne la lettura o cancellarne le tracce del tempo<sup>30</sup>.

Queste terminologie, tuttavia, prestano il fianco anche a visioni trasversali e non unidirezionali, le quali non implicano necessariamente il restauro come ombrello unico entro cui dirottare tutte le azioni sul costruito storico, ma piuttosto richiamano l'orizzonte della conservazione, il quale, non possedendo lo statuto di disciplina autonoma, raggruppa l'insieme degli ambiti di interesse e delle azioni volte a garantire la salvaguardia, la tutela, la perpetuazione e il mantenimento del costruito nel tempo.

Spesso aleggia una certa confusione, derivata principalmente dalla saggistica e dalla lettura della normativa relativa al tipo degli interventi eseguibili sulle costruzioni esistenti<sup>31</sup>, che mischia le attività afferenti al restauro con quelle propriamente del recupero o della ristrutturazione edilizia: le disambiguazioni di significato sulla differente natura di questi sono dovute ad una difficoltà a centrare gli oggetti dell'operare che, per il restauro, sono rappresentati da manufatti di un riconosciuto ed esplicitato valore culturale (valore di antichità o architettonico), mentre per il recupero e ristrutturazione sono rappresentati più genericamente dalla preesistenze architettoniche o dal costruito passato *tout cour*<sup>32</sup>.

In questa sede sembra più conveniente e opportuno rimettere l'insieme delle operazioni ed interventi possibili sull'edificato del passato nel cono d'interesse

---

<sup>30</sup> Si fa qui riferimento ad una nozione e definizione di restauro di Giovanni Carbonara, la quale, tra i molteplici tentativi definitivi in uso, rappresenta un valido punto di approdo nella dialettica e lessicale della disciplina, presupponendo l'oggetto e la finalità dell'intervento. Per una valida panoramica sullo *status questionis* della definizione si rimanda a Torsello P., *Che cos'è il restauro. Nove studiosi a confronto*, Marsilio, Venezia 2005.

<sup>31</sup> Il riferimento normativo principale che va a definire l'assetto degli interventi edilizi sulle costruzioni esistenti è il Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentare in materia di edilizia (D.P.R. 6 Giugno 2001, n. 680), capo I, art. 3-3bis "Definizione degli interventi edilizi", nei quali vengono qualificate le attività conducibili sotto tipologie differenti, distinguendo manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, ristrutturazione edilizia e restauro.

<sup>32</sup> Nell'ambito delle teorie del restauro la differenza tra il termine restauro e recupero è radicale e marcata da un riconoscimento intrinseco del valore dell'oggetto, quindi dalla base culturale: "[...] il recupero indica l'intervento utilitario sulle preesistenze senza altra specificazione, vale a dire sull'esistente ... non riconosciuto come bene culturale, per trarlo dall'abbandono o sottoutilizzazione al fine di riattivare una risorsa economica non più redditizia. Il restauro è invece preceduto e distinto da tale riconoscimento" in Carbonara G. (a cura di), *Restauro architettonico e impianti*, vol. 1, Utet, Torino 2001, p. 42.

della conservazione, sia per evitare confusioni terminologiche che chiamano in causa diversi oggetti di studio, che per affrontare più efficacemente le problematiche relative allo ‘stato di salute’ delle costruzioni esistenti, proiettandole verso un possibile futuro con concrete previsioni di mantenimento in uso (residenziale, terziario, pubblico etc.) e garantendone un’efficacia funzionale per una tenuta in vita in linea alle esigenze contemporanee degli occupanti: infatti nella presente ricerca di tesi è centrale orientare l’attenzione verso il ristabilimento delle funzionalità ed il mantenimento in vita degli edifici esistenti, che costituisce il primo strumento di tutela contro l’abbandono.

Quando si ha a che fare con le tracce materiali del passato la locuzione conservazione lascia più apertura rispetto a quella del restauro, concepibile più come *extrema ratio*, e ciò viene conclamato oggi ancora con più forza dalla lettura codicistica all’art. 29<sup>33</sup>, nel quale la conservazione è vista come un processo sistemico basato sul coordinamento e programmazione degli interventi di studio, prevenzione, manutenzione, restauro<sup>34</sup>.

L’adozione di questa visione garantisce che il progetto sull’esistente non arrivi a stravolgere i caratteri originari dell’edificio per come è arrivato a noi, imponendo le finalità della conservazione a quella di un puro efficientamento o di un mero adeguamento normativo: un ragionamento che acquisisce ancora più valore in un contesto che facilita la ristrutturazione e da imporre alla maggioranza d’interventi rientranti nella cosiddetta prassi ordinaria, come l’inserimento di un sistema di riscaldamento o raffrescamento o la sostituzione degli infissi.

Ciò significa ribaltare una logica odierna nella progettazione abbastanza comune per la quale il mezzo, ovvero il raggiungimento di un livello migliore

---

<sup>33</sup> Codice dei Beni Culturali e del paesaggio (Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004, n. 42), art. 29.

<sup>34</sup> Il termine conservazione è apparso prima dall’ambito internazionale e solo successivamente introdotto in ambito italiano: lo si trova nei primi documenti ufficiali del restauro, come la Carta di Atene e la Carta Italiana del Restauro (1931) nel quale è “cure assidue e manutenzione”; solo successivamente nella Carta di Venezia (1964) in cui è definita come “manutenzione sistemica” (cfr. art. 4). L’applicazione del termine *conservazione* nel Codice (piuttosto che *restauro*) rappresenta senz’altro una conquista culturale, frutto di un ribaltamento delle visioni iniziato con Cesare Brandi, principale assertore del restauro preventivo, e decretato definitivamente con Giovanni Urbani che introduce alla conservazione programmata. Sulle due figure si cfr. G. Urbani, *Dal restauro alla manutenzione*, in B. Zanardi (a cura di), *Intorno al restauro*, p. 33 e Brandi C., *Teoria del restauro*, Einaudi, Torino 1977.

di *comfort* ambientale, diventa la finalità giustificando, anche attraverso operazioni pesanti, una rincorsa alla ricerca prestazionale o addirittura il livellamento dell'esistente a parametri normativi adatti per le nuove costruzioni<sup>35</sup>.

Inoltre, molto spesso si tende a sottovalutare, invece che valorizzare e accogliere nel progetto, le caratteristiche energetiche e bioclimatiche degli edifici del passato i quali, pur nell'assenza di impianti tecnologici, presentano quasi sempre accorgimenti micro-climatici, dimostrando non solo una logica adattiva al contesto ambientale ma anche una rispondenza alle condizioni climatiche esterne: quello che oggi potrebbe essere definito un comportamento energetico passivo di difesa ed adattamento al sito d'inserimento, nel quale giocano un ruolo determinante tutti aspetti da valorizzare come l'orientamento nel sito, l'esposizione a venti e piogge, la massa inerziale, l'inclinazione della copertura, il colore delle superfici esterne, la stratificazione degli elementi finalizzati all'ombreggiamento etc.<sup>36</sup>

Senza voler entrare nel merito di contese teoriche o di questioni squisitamente deontologiche e proprie degli orizzonti del restauro, tornando sull'oggetto delle pratiche di conservazione basterà riconoscere che gli oggetti attiranti un qualche interesse conservativo non siano unicamente le eccezionalità monumentali ma piuttosto la pervadente e diffusa massa costruttiva appartenente al passato, le cosiddette preesistenze, che, per materiali, tecniche costruttive e scelte tipologiche è meritevole di più e particolari attenzioni rispetto la standardizzazione progettuale delle costruzioni realizzate nel presente.

Pertanto, è storico non unicamente un manufatto avente caratteri architettonici unici ed eccezionali, palinsesto di stratificati e invisibili significati simbolici

---

<sup>35</sup> Come osserva Carbonara in Dall'O G. (a cura di), *Gli impianti nell'architettura e nel restauro*, Utet, Torino 2003, pp. XVII e ss., oggi l'utilizzo degli edifici storici impone comunque qualche sforzo impiantistico per via di esigenze mutate del presente (riscaldamento, raffrescamento, illuminazione etc.) che comunque deve avvenire cercando un possibile equilibrio e dialogo improntato alla conservazione della preesistenza: se il riuso contemporaneo dell'esistente è il mezzo per poter garantirne la conservazione, tuttavia questo non dovrebbe essere confuso con il fine, spingendo l'edificio storico a diventare vicino al nuovo per caratteristiche prestazionali.

<sup>36</sup> Per uno sguardo più approfondito sul comportamento passivo dell'edilizia storica si cfr. al riguardo De Santoli L. (a cura di), *L'efficienza energetica negli edifici storici*, Editoriale Delfino, Milano 2014, pp. 17-18 e Pracchi V., *Sostenibilità vs Sostenibilità ...*, op. cit., p. 17.

come una chiesa, un palazzo gentilizio, una torre etc., ma anche manufatti di edilizia comune come un edificio abitativo, un'edilizia a schiera, un caseggiato rurale etc., che per età dista di diverse decadi da noi e rappresenta ai nostri occhi una testimonianza materiale di un modo di costruire di un tempo passato. Frequentissimamente questi manufatti convivono con altri di caratteristiche simili in forma dell'aggregato ed insieme ai suoi similari sostanziano il tessuto connettivo dei centri, nuclei e borghi definiti per l'appunto storici.

La permanenza e persistenza nei diversi tempi umani di quest'eredità giunta a noi dal passato sono state assicurate dalla *cultural significance*<sup>37</sup> ossia dall'insieme di molteplici significati e valori che la collettività gli ha tributato, quali i valori economici e legati all'uso, i valori sociali e identitari o i valori simbolici: il mantenimento di questo patrimonio e la trasmissione alle generazioni future dei valori di cui progressivamente è stato caricato sono compiti affidati agli uomini del presente ed alle scelte che questi, in maniera più o meno saggia, opereranno, implicandone e determinandone le condizioni future. E qui si ritorna facilmente al ragionamento esposto sopra relativamente al premettere doverose istanze conservative nella progettazione del costruito storico: se vista con gli occhi dell'uomo contemporaneo, la massa edilizia del passato è inadeguata sotto vari profili, *in primis* per l'uso, la funzionalità e le prestazioni. Infatti, i bisogni dell'uomo di oggi sono differenti rispetto ai suoi predecessori, tra cui innegabile quello del raggiungimento di un buon livello di *comfort* ambientale interno, e spesso questi non vengono soddisfatti dalla configurazione architettonica di provenienza: ciò porta con sé un necessario ripensamento e riprogettazione dell'esistente, trascinandosi dietro una forse troppo abusata quanto semplicistica idea di adeguamento funzionale e tecnologico-impiantistico o piuttosto una bieca logica di abbandono. Perciò, parlando di interventi di messa in efficienza funzionale degli edifici storici tra i quali rientrano indubbiamente anche quelli relativi al miglioramento del *comfort*

---

<sup>37</sup> Si cfr. Vecco M., *L'evoluzione del concetto di patrimonio culturale*, Franco Angeli, Milano 2007, pp. 125-137., pp. 125-137. La *cultural significance* viene qui intesa come statuto di plurimi significati e valori tributati agli oggetti, e nello specifico agli oggetti culturali ed al patrimonio edilizio: “[...] *cultural significance* is the term that the conservation community has used to encapsulated the multiple values ascribed to object, buildings, or landscape [...]” in Avrami E., Mason R., De La Torre M., *Values and Heritage conservation. Research and Report*, Los Angeles, The Getty Trust, 2000, p. 7.

*indoor* e dei relativi aspetti termo-igrometrici, è fondamentale addurre e considerare tutte le argomentazioni di natura conservativa.

Come richiamato più volte sopra, il vero legante e matrice tessutale del paesaggio italiano è il sistema insediativo di centri e nuclei storici, che, nelle forme e strutture più varie ed in un rapporto unico di continuità dialogica con la natura, hanno costruito la *facies* dei territori restituendo lo schema di un paese altamente urbanizzato, e quindi altamente edificato.

Una sorta di principio etico ha permesso agli uomini di tramandare nel tempo questo patrimonio urbanistico ed oggi, forti di una moderna ed aggiornata cultura, si dovrebbe riflettere più a lungo su come approcciare l'edilizia storica, risaltandone gli aspetti legati ad una funzionalità contemporanea, ma allo stesso tempo non compromettendone troppo le caratteristiche materiali oltre ai valori d'insieme ambientale.

In questa riflessione, tutta contemporanea, supporto principale viene dall'ormai consolidato concetto di patrimonio culturale, il quale ben si attaglia ai centri storici e alla marea edificata esistente: il patrimonio è l'insieme dei beni che, per particolare rilievo storico culturale ed estetico, rivestono un interesse pubblico e della collettività perchè costituiscono una consistenza fisica di valori stratificati e sono percepiti pertanto come la ricchezza di un luogo.

Questo concetto è frutto di un'elaborazione culturale abbastanza recente e figlia dell'ultimo cinquantennio del Novecento, con una prima esplicitazione definitoria fornita dalla commissione di studio Franceschini<sup>38</sup>, la quale lo ha circoscritto per la prima volta, regalandoci una definizione ancora oggi assolutamente valida: “[...] *sono beni culturali le testimonianze materiali aventi valore di civiltà. Testimonianza, dunque, di civiltà, storia e cultura (sono da ricordare i beni d'interesse storico-artistico, i monumenti, i beni archeologici, archivistici, librari e paesistico-ambientali), opere artistiche prodotte*

---

<sup>38</sup> La commissione d'indagine per la tutela e valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio (cd. Commissione Franceschini dal nome del senatore che l'ha presieduta) viene istituita con legge n. 310 il 26 aprile 1964 e termina i suoi lavori nel 1967 con degli atti (contenenti Dichiarazioni, Disposizioni e Raccomandazioni) che costituiscono ancora oggi il caposaldo cui attingere per un valido assetto definitorio: oltre alla validissima definizione di bene culturale, utilizzata dai successivi dispositivi di legge (il Decreto legislativo 29 Ottobre 1999, n. 490 e Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004, n. 42), negli atti ci sono le esplicitazioni dei concetti di tutela, conservazione e valorizzazione.

*dall'uomo, quindi che, in forza di un valore artistico riconosciuto, appartengono alla cultura e alla collettività, ne sono testimonianza storica e oggetto di educazione estetica, e sono per questo, oggetto di valorizzazione e di tutela”.*

Chiarito che quando si interviene su un bene di eccezionale valore, e quindi vincolato dalla normativa, si chiama in causa il restauro, in quanto esso è un “...intervento volto a mantenere in efficienza, a facilitare la lettura e a trasmettere integralmente al futuro le opere...”<sup>39</sup>: la definizione data dalla Commissione Franceschini allarga notevolmente la compagine degli interessi conservativi, facendo intendere che un bene può essere riconosciuto come tale per il valore testimoniale di “*civiltà, storia e cultura*” e non unicamente perché riveste un’eccezionalità o rarità storico-estetica.

Il che porta con sé anche i piccoli borghi, aggregati rurali ed altre forme insediative che caratterizzano il paesaggio italiano, pur non avendo una particolare valenza artistica o architettonica ma costituendo un insieme dalle caratteristiche ambientali uniche, fanno comunque parte della nostra cultura e della nostra storia e per questo vanno preservati, perché concorrono a definire il profilo del nostro paesaggio.

Come evidenziato in premessa, sono numerosi gli edifici e gli aggregati che per anzianità hanno necessità di interventi non solo di un monitoraggio ed un intervento sulle condizioni conservative, ma anche di una rimessa in efficienza per rispondere ad una condizione di vivibilità odierna.

Intervenire sul patrimonio culturale da un punto di vista prettamente energetico innesca una serie di domande e di posizioni diverse sul fatto che una determinata operazione possa essere eseguita o meno, o quali possano essere i compromessi per arrivare ad una fattibilità esecutiva. Ad illuminare la strada potrebbero essere richiamati i principi della *Carta del restauro M. P. I.* del 1972 che informano sulla compatibilità delle soluzioni, sulla reversibilità, sulla distinguibilità e sul minimo intervento<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup> *Carta del restauro M.P.I* del 1972, art. 4.

<sup>40</sup> *Idem*, art. 8 e ss.

Da questo punto di vista si potrebbero provare a conciliare, nella più volte richiamata chiave di ricerca dell'equilibrio, le tante istanze conservative con la ricerca di un migliore profilo energetico per il costruito del passato, garantendo la funzionalità senza compromettere valori storici ed estetici: prima che efficaci, le attività sulle tracce del passato dovrebbero essere compatibili e non invasive per non gravare sulla matericità e sull'autenticità. Il processo di *retrofit* ha la prerogativa di riportare in vita il manufatto edilizio storico e di viverlo in maniera confortevole come un qualsiasi nuovo edificio ma il percorso per arrivare a ciò non è paragonabile ad un qualsiasi altro progetto: da qui la necessità di rimettere al centro del dibattito intorno alla qualità del progetto contemporaneo anche il progetto della conservazione e del restauro, come atto creativo oltretutto critico. Come riconosce Carbonara “[...] *il restauro architettonico è certamente un “fare Architettura” e passa attraverso la redazione di un progetto e la successiva conduzione di un cantiere, ma non è un’attività professionale tout court né qualcosa di delegabile, in maniera tutt’affatto impersonale, a piacere. E’ in primo luogo indagine scientifica, filologica, e storico critica; è un lavoro lungo e faticoso che si riconosce in un modo piuttosto tradizionale e severo di fare professione il quale è, sempre, anche un ricercare e uno studiare continuo, dal primo contatto con il monumento alla chiusura del cantiere e oltre, se si pensa ai temi della manutenzione nel tempo; un fare propriamente artigianale e personale, legato a un impegno individuale, assunto in proprio dall’architetto responsabile e da lui comunicato e condiviso con gli altri specialisti di una equipe che dovrebbe costituirsi in modo interdisciplinare, proprio come un gruppo di ricerca scientifico*”<sup>41</sup>.

Di base, le finalità di ogni attività di natura conservativa sul patrimonio culturale e costruito si sostanziano nella trasmissione alle generazioni future non solo degli aspetti materiali ma anche dei molteplici valori: questo è uno dei diversi motivi che ha portato ad immaginare un radicale cambiamento rispetto l’originale idea del restauro dell’architettura, e cioè pensare che il patrimonio, per i valori che esprime, debba essere conservato per essere trasmesso

---

<sup>41</sup> Dall’O G., *Gli impianti nell’architettura...*, op.cit.

materialmente alle generazioni future, ma allo stesso tempo debba essere caricato di funzioni e utilità affinché non decada. Accettando questo punto di vista, risulta facile affiancare il concetto di patrimonio culturale a quello di risorsa, laddove risorsa è ‘qualcosa’ cui si può attingere per lo sviluppo futuro ma allo stesso tempo qualcosa da salvaguardare, da risparmiare da uno sfruttamento o uso irrazionale, e quindi da tutelare perché irriproducibile: perciò le istanze conservative risultano, per ragionamento sillogico, le stesse dello sviluppo delle società e della sostenibilità.

Questo asserto è fortemente ribadito dalla Dichiarazione di Parigi sul Patrimonio Culturale del 2011<sup>42</sup>, nella quale le azioni di tutela del patrimonio storico, locale e tradizionale sono *driver* per lo sviluppo, in quanto preservano gli spazi senza alterazione le identità, impediscono la trasformazione incondizionata del territorio, attingendo a quel patrimonio di saperi tradizionali propri dell’arte del costruire.

Ricorrendo più direttamente al parallelismo con il concetto di risorsa naturale, per eccellenza esauribile ed insostituibile, il patrimonio è qualcosa di non rinnovabile, e perciò va preservato, ma anche integrato, con le funzionalità e gli usi del presente per meritare una costante attenzione manutentiva, e quindi conservativa.

In tale logica l'efficienza energetica può configurarsi come uno strumento per conseguire la tutela, in quanto punta a mantenere l’edificio nella sua funzionalità assicurando il benessere di chi lo vive, piuttosto che un semplice processo di riqualificazione che si contrappone con le esigenze di conservazione.

Questa silloge ora permette di apportare un ulteriore elemento ai ragionamenti affrontati, sostanziato dal binomio tra conservazione e sostenibilità, introdotto più recentemente nei dibattiti specialistici sia per l’ampliamento del concetto di sostenibilità a tutti i prodotti umani, e quindi anche all’architettura, che per una visione di conservazione innovativa, che integra lo sviluppo alla sua *mission* istituzionale: la matrice che accomuna entrambi è che sia le attività conservative

---

<sup>42</sup> International Council of Monuments and sites (ICOMOS), *The Paris Declaration on heritage as a driver of development, adopted at Paris on Thursday 1st December 2011*, Paris 2011.



che quelle improntate alla sostenibilità hanno come obiettivi primari la trasmissione al futuro di risorse esauribili e irriproducibili.

### ***1.1.3\_Conservazione integrata e sostenibilità: la sfida della riqualificazione***

Il riconoscimento di una radice comune tra cultura della conservazione e quella sostenibilità è frutto di una convergenza abbastanza recente nei dibattiti specialistici<sup>43</sup>, imputata ad un allargamento della tematica della sostenibilità verso tutti gli ambiti della produzione umana, e specificamente dei beni materiali, e ad un ribaltamento di approccio delle attività di tutela del patrimonio culturale, da meramente passivo a proattivo: nel campo delle costruzioni poi, il lemma sostenibilità è ultimamente largamente inflazionato tanto da diventare di moda, anche il percorso verso una completa sostenibilità ambientale nel settore sembra ancora tutto da affrontare nonostante obiettivi più che stringenti da raggiungere<sup>44</sup>.

Del resto, la nozione di sostenibilità è figlia dell'ultimo trentennio del Novecento con un ventaglio di significati che spazia sul fronte economico, come capacità di generare sostentamento per tutte le popolazioni, sociale, come capacità di raggiungere un benessere equo in tutti i popoli, e ambientale, come mantenimento e riproduzione delle risorse naturali. Solo intorno gli anni '70, in piena fase di *boom* economico e al contempo di crisi energetica e petrolifera, quest'accezione ha iniziato ad accompagnare una nuova visione della crescita e dello sviluppo globale, orientato al rispetto delle risorse naturali ed improntato e degli equilibri planetari. Ufficialmente l'esplicitazione di questa nozione avviene nel 1972, quando la Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano riunita a Stoccolma produce un documento di 26 punti, ricordato come "Dichiarazione di Stoccolma": in questa emerge una particolare attenzione alle risorse presenti sulla terra che sono minacciate da un uso smodato ed eccessivo, e pertanto emerge una necessità di mantenerle ed usarle più oculatamente.

---

<sup>43</sup> Lucchi E., Pracchi V., *Efficienza energetica e patrimonio ...*, op. cit., p. 213.

<sup>44</sup> Come riconosce Dall'O in Carbonara G., *Gli impianti in architettura ...*, op. cit., pp. 3-4 la parola sostenibilità è sicuramente largamente inflazionata, ma non si possono considerare raggiunti tutti gli obiettivi soprattutto nel campo dell'edilizia.

Già al secondo punto si legge: “*Le risorse naturali della Terra, ivi incluse l'aria, l'acqua, la flora, la fauna e particolarmente il sistema ecologico naturale, devono essere salvaguardate a beneficio delle generazioni presenti e future, mediante una programmazione accurata o una appropriata amministrazione*”; al terzo punto “*La capacità della Terra di produrre risorse naturali rinnovabili deve essere mantenuta e, ove ciò sia possibile, ripristinata e migliorata.*”<sup>45</sup>.

La conferenza lancia un messaggio paradigmatico, in piena controtendenza con il momento storico che si stava attraversando, caratterizzato da scenari di crescita incentrati prevalentemente sullo sfruttamento intensivo dei territori, dei suoli e delle risorse naturali: le azioni di tutela e di risparmio di ciò che la natura offre non devono configurarsi come ostacolo agli sviluppi globali, bensì come base per costruire un futuro migliore per le generazioni di domani, pertanto risulta urgente e necessario attuare delle azioni di risparmio. L'obiettivo di Stoccolma è dunque proiettare i governi e i *decision makers* verso un nuovo modello di sviluppo economico, nel quale l'utilizzo di quanto è in natura sia adeguato ed orientato al risparmio, anche nell'ottica di riproducibilità e rinnovabilità delle risorse.

A risonanza ed effetto di questi messaggi su scala globale, arrivano nei paesi aderenti le prime normative regolatorie finalizzate quanto meno a contenere l'approvvigionamento dalle fonti, come nel caso dell'Italia che introduce proprio nel campo dell'edilizia una regolazione sul contenimento dei consumi. Ad un decennio di distanza, frutto di una crescente consapevolezza intorno ai numerosi danni prodotti sull'ambiente da una crescita smodata, viene lanciato un allarme che culmina nel 1987 con il *Rapporto Bruntland*<sup>46</sup>, nel quale viene affermata con forza la necessità di una previsione di sviluppo futuro senza intaccare le risorse del presente, introducendo così al binomio sostenibilità e sviluppo, meglio diffuso come *sustainable development*.

Ma la svolta epocale che ha fatto entrare, anche mediaticamente, il concetto di sviluppo sostenibile nelle programmazioni politiche mondiali, ponendo il

---

<sup>45</sup> Si cfr.: *Dichiarazione delle Nazioni Unite sull'ambiente umano*, Stoccolma 1972.

<sup>46</sup> Il rapporto è frutto del lavoro della World Commission on Environment and Development (WCED) insediata nel 1983 e porta il nome del presidente Bruntland: si cfr. Bruntland G., *Our common future: The World Commission on Environment and development*, Oxford, Oxford University Press, 1987.

problema come comune a tutte le nazioni del mondo, è costituita indubbiamente dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e sullo sviluppo (UNCED), tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992, durante la quale viene generato un programma d'azione stravolgente ed innovativo, più comunemente conosciuto come Agenda 21<sup>47</sup>.

L'Agenda esplicita un programma di azioni e di direzioni che i governi nazionali e locali dovranno seguire per dirottare l'attuale sviluppo verso la sostenibilità, garantendone l'attuazione per l'entrante millennio. Nel documento, articolato in più di 40 capitoli, vengono trattate le tante tematiche della sostenibilità, sensibilizzando soprattutto all'azione dal basso che si esplicita attraverso la partecipazione attiva delle comunità locali: inoltre, viene dedicata una sezione apposita al settore delle costruzioni, che si profila come settore gravoso per il pesante apporto sull'ambiente sia in termini di consumo ed inquinamento che in termini di spreco ed utilizzo di suolo. Nel 2002 l'Agenda 21 viene rieditata nella parte relativa alle costruzioni, *Agenda 21 on Sustainable Construction*<sup>48</sup>, concentrandosi su una revisione delle attività in edilizia in una chiave sostenibile espressa in diversi punti cardine: la riduzione dei consumi energetici negli edifici con soluzioni orientate al risparmio e a garantire il *comfort* ambientale, l'attenzione verso un'innovazione tecnologica rispettosa dei caratteri costruttivi, il contenimento dei materiali ed energia impiegati nelle costruzioni durante l'intero ciclo di vita.

Altro evento che ha sancito un importantissimo punto di svolta nel percorso verso uno sviluppo sostenibile è la sigla del protocollo di Kyoto nel 2005<sup>49</sup>: in questo, i maggiori paesi industrializzati del mondo si impegnano, con una sottoscrizione che ha forza di legge, a conseguire l'obiettivo di riduzione dell'inquinamento espresso in gas serra (CO<sub>2</sub>) rispetto al decennio precedente

---

<sup>47</sup> UNCED, *Agenda 21*, Rio de Janeiro 1992: nell'occasione della conferenza di Rio si è formata la *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC).

<sup>48</sup> Si cfr. la versione The International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre (UNEP- IETC), *Agenda 21 on sustainable construction*, 2002.

<sup>49</sup> Il protocollo viene approvato nel 2005 con la firma della Russia, ma era già stato sottoscritto nel 1997 dalla Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3): l'entrata in vigore avviene nel 2007 prevedendo di raggiungere gli obiettivi entro il 2012.

con una percentuale che si attesta intorno al - 5%, così da contrastare i forti cambiamenti climatici in atto dovuti anche all'utilizzo smodato delle risorse naturali. Alla stregua di Kyoto, nel 2016 la COP21, Conferenza delle Nazioni Unite sul Clima, a Parigi sottoscrive un ulteriore accordo, detto *Paris Agreement*<sup>50</sup>, finalizzato a ridurre l'innalzamento della temperatura terrestre sotto l'1,5° fissando come obiettivo la riduzione della CO2 al 40% entro il 2030: a questo segue la sottoscrizione dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile che, attraverso 17 *goals*, cerca di fissare i punti per uno sviluppo globale equo e di rispetto dell'ambiente.

Grazie a questi grandi eventi, il messaggio importante che oggi si riesce a cogliere è che in tutti i campi dell'attività umana, e quindi anche in quello delle costruzioni, si dovrebbe dirottare l'attenzione verso il risparmio delle fonti esauribili, non intaccando ulteriormente un assetto planetario minato da fragili equilibri ambientali e da un aggravarsi delle crisi climatiche.

Come ampiamente richiamato in premessa, se oltre il 40% degli apporti inquinanti proviene da edilizia residenziale che impiega per il riscaldamento e il raffreddamento energie esauribili, il raggiungimento della sostenibilità non può provenire unicamente dalla progettazione di nuovi edifici NZEB, capaci di ridurre i consumi e risparmiare energia con tecnologie innovative, ma soprattutto dal riuso e dalla riqualificazione del costruito: quest'attività costituisce sicuramente una valida premessa per il contenimento delle risorse e delle energie implicate nella progettazione *ex novo*, oltre a mitigare gli apporti inquinanti, l'impiego delle fonti non rinnovabili e la riduzione del fenomeno del consumo di suolo.

Ma il riutilizzo delle costruzioni esistenti, e dei centri storici in maniera più estensiva, era già entrato a far parte delle attenzioni internazionali sempre nell'ultimo ventennio del secolo, specificamente da quando ad Amsterdam si era introdotto il concetto di conservazione integrata: un nuovo principio a guida della conservazione che si configurava, allora, come la migliore soluzione

---

<sup>50</sup> UN Climate Change Conference (di seguito UNFCCC), *Accordo di Parigi*, Parigi 2016: l'accordo, ratificato anche dall'UE nell'Ottobre 2016 (Legge 282/15 del 19 Ottobre 2016), fissa l'obiettivo di ridurre l'innalzamento della temperatura all'1,5° con vincolo giuridico. Le parti aderenti nell'accordo sono tutti i paesi della COP21, formata da 195 paesi del mondo.

medicale da adottare contro l'emergenza del degrado del patrimonio architettonico e dei centri storici e l'abbandono di questi a favore di nuovi aggregati periurbani e delle nascenti periferie. A fronte di una presa di consapevolezza crescente da parte del mondo del restauro e delle politiche locali intorno al degrado ed obsolescenza progressiva che stava affliggendo i centri storici europei, il Consiglio di Europa giunge nel 1975 alla formulazione della *Carta di Amsterdam*, documento che decreta un capovolgimento nel concetto di tutela culturale, trasformandola da un'attività passiva, ed orientata esclusivamente a ciò che rappresentava eccezionalità, ad attiva mediante l'integrazione delle attività che comporta negli scenari sociali ed economici della società contemporanea. La Conferenza di Amsterdam porta alla ribalta il problema della conservazione guardandolo in maniera nuova, dal lato sociale, e quindi come un problema collettivo che affligge popoli e governi europei: la motivazione di fondo è riconoscibile nell'acquisizione di coscienza, figlia di quei decenni, del fatto che il patrimonio è un "capitale spirituale, economico, culturale di valore insostituibile"<sup>51</sup> e che la velocità dei processi di degrado, in caso di abbandono o perdita d'uso, accelerano irrefrenabilmente verso la perdita dello stesso.

Se il problema degrado va letto come conseguenza della perdita di valore, d'uso o simbolico, la soluzione può venire dall'introduzione del principio d'integrazione: questa pratica prevede che le modalità conservative, inerenti al restauro ed alle azioni di recupero, siano parte di un processo di risanamento sociale ed economico dei tessuti urbani, e quindi della rimessa in valore di un costruito del passato mediante una condivisione attiva con la società e con l'attribuzione di funzioni compatibili.

Ciò vuol dire che la conservazione è perseguibile congiungendo le pratiche del restauro, piuttosto episodiche e puntuali, alla ricerca di funzioni appropriate per le vecchie strutture urbane, rimettendo in valore un patrimonio in disuso per via di un contesto ambientale ed urbano ormai profondamente cambiato, in ottica quindi di sviluppo: si evince che la conservazione perde la sua autonomia ideologica per divenire un luogo di dialogo pluridisciplinare, laddove possono

---

<sup>51</sup>*Carta europea del patrimonio architettonico*, Amsterdam 1975.

congiungersi in maniera ‘integrata’ le azioni di molteplici attori, politici, sociali ed economici ma soprattutto dove far convergere la pluridimensionalità dell’attività di progetto.

A questo approccio integrante della conservazione, sempre negli stessi anni ed in ambito italiano, si stava affiancando il concetto del restauro preventivo e di conservazione programmata<sup>52</sup>, frutto delle formulazioni teoriche nel campo del restauro di Cesare Brandi e Giovanni Urbani: solo garantendo al costruito una cura costante, programmabile anche attraverso interventi minimi di natura manutentiva, si può sconfinare il pericolo del degrado e dell’obsolescenza, relegando la pratica del restauro come evento unico ed eccezionale e la pratica della conservazione come azione quotidiana. A ben guardare, le logiche della conservazione integrata, o programmata che dir si voglia, sono quanto mai vicine a principi dell’economia circolare e sostenibile.

Nonostante la convergenza quasi innata delle attività conservative con i principi della sostenibilità, purtroppo, a distanza di diversi decenni, bisogna constatare che non si è ancora fatto molto: anzi, è stata ampiamente disattesa l’auspicata conservazione programmata, lasciando spazio a rarissimi e puntualissimi interventi di restauro e, piuttosto, facendo avanzare il fronte delle nuove costruzioni. Dati alla mano, ampiamente richiamati in premessa alla presente trattazione, permettono di riscontrare che il danno maggiore all’ambiente è stato causato da una smodata attività edilizia durante l’ultimo quarto del Novecento, la quale non solo si è configurata come completamente cieca agli assetti culturali ed alle istanze conservative venute a profilarsi negli ultimi decenni, ma è stata capace di investire unicamente e massicciamente sulla nuova costruzione, comportando un incontrollato consumo di suolo e la compromissione delle risorse collettive: effetto conseguente a questa logica che ha anteposto il nuovo al vecchio, è stato lo spopolamento dei centri storici minori e l’abbandono di tutte quelle abitazioni considerate tecnologicamente non rispondenti e obsolete. Tuttavia, a cavallo del nuovo millennio il *boom* costruttivo è stato seguito da un forte rallentamento e contrazione dell’industria delle costruzioni: motivo per cui

---

<sup>52</sup> Si cfr. al riguardo Cinieri V., Savini A., *Conservazione e sostenibilità: priorità o compromesso? Proposta per un approccio metaprogettuale*, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *Eresia ed ortodossia nel restauro. Progetti e realizzazioni*, Arcadia 2016, p. 118 e ss.

i concetti di sostenibilità, recupero, efficienza sono stati ripresi con più forza in quest'ultimo decennio e inseriti nelle direttive di sviluppo comunitario, con previsioni legislative vincolanti per gli Stati membri. Il monito cui sta richiamando sempre di più l'Unione Europea è che risulta molto più sostenibile la pratica conservativa del costruito che la nuova edificazione, che propaga a dismisura il fenomeno del consumo di suolo e lo squilibrio dei territori: la strada del recupero, e quindi della anche riqualificazione energetica, deve essere sempre più favorita in quanto il *Life Cycle Assess (LCA)*<sup>53</sup> degli edifici storici garantisce maggiore sostenibilità sia in termini ambientali, limitando gli impatti della nuova costruzione, ed economici, favorendo il recupero dei materiali presenti in fabbrica, che sociali, ridonando valore d'uso ad edifici dismessi, abbandonati e non più funzionali in termini di comfort contemporaneo<sup>54</sup>.

Chiaro è che l'impronta ecologica del costruito esistente risulta essere molto meno marcata rispetto a quella delle nuove costruzioni, poiché quasi sempre gli edifici storici risultano realizzati rispettando una tradizione costruttiva che sapeva far parsimonia sia di energie, naturali e umane, che di materiali da impiegare: infatti, per costruire, si attingeva quasi sempre a materiali naturali presenti sul luogo, o comunque 'artificializzando' materie prime (come nel caso dei lapidei derivati dalla lavorazione e cottura dell'argilla), e si limitava al minimo faticosi trasporti, sviluppando cantieri a piè di fabbrica (si veda il caso delle fornaci per mattoni) e perpetrando un minor impiego di manodopera e, conseguentemente, di energia<sup>55</sup>.

L'UE spinge fortemente sull'*asset* conservazione e sostenibilità<sup>56</sup>, inserendo le azioni di conservazione e recupero del patrimonio costruito nelle agende

---

<sup>53</sup> Il *Life Cycle Assess (LCA)* è uno strumento di valutazione che permette di computare l'assetto delle emissioni di CO<sup>2</sup> per l'intera vita dell'edificio attraverso un metodo standardizzato nelle ISO 14040 e ISO 14044.

<sup>54</sup> *Idem*, op. cit., pp. 120-121.

<sup>55</sup> Un interessante approccio valutativo del ciclo di vita degli edifici storici è offerto, anche ricorrendo a due *cases studies* applicativi, in Gravagnuolo, A., Angrisano, M., Nativo, M., *Evaluation of environmental impacts of historic buildings conservation through Life Cycle Assessment in a circular economy perspective.*, in "Aestimum", 241-272 e in Fabbrocino F., Iodice P.; Fusco Girard L., *The Evaluation of Historic Building Energy Retrofit Projects through the Life Cycle Assessment*, in "Applied Sciences", 11, 2021, <https://doi.org/10.3390/app11157145>.

<sup>56</sup> Per una panoramica sull'argomento conservazione e sostenibilità, come asse strategico delle politiche europee e delle organizzazioni internazionali, si faccia riferimento all'articolo di E. Antonini., G. Favaretto, M. Pretelli, *Heritage buildings towards the future: conservation and*

programmatiche per lo sviluppo sostenibile: infatti, nella Nuova Agenda per la Cultura Europea del 2018, anno europeo della cultura<sup>57</sup>, la Commissione individua il patrimonio urbano e architettonico locale quale risorsa per lo sviluppo e per l'innovazione dei territori, promuovendo e valorizzando tutte quelle azioni che i governi nazionali e locali metteranno in campo all'insegna del recupero e del riuso adattivo del costruito storico<sup>58</sup>.

Partendo dal presupposto che la conservazione alimenta processi economici sostenibili e il circuito virtuoso della rigenerazione sociale, culturale e ambientale dei luoghi, il costruito ereditato in centri ed aggregati storici porrebbe una duplice sfida al costruttore e progettista contemporaneo: quella di riuscire a mantenere un buon livello di durabilità ed efficacia prestazionale delle strutture e materiali, e quella di limitare il l'impiego di nuovi materiali, magari non rinnovabili, rispettando ed attingendo a quel *genius loci* che la tradizione costruttiva tramanda.

Ulteriore punto a favore del recupero dell'edificato storico è la capacità di adattamento che ha dimostrato nel tempo alle diverse condizioni ambientali succedutesi, imputabile sia alle tecniche costruttive e ai materiali (si pensi allo spessore delle murature come meccanismo di riparo dal caldo estivo, o agli intonaci come protezione dalle intemperie, all'inclinazione delle falde etc.) che all'orientamento nel sito.

Un esempio per tutti: stiamo vivendo un particolare momento storico in cui le temperature medie si sono innalzate con bruschi cali di temperatura al di sotto

---

*circular economy for sustainable development*, in “*TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environmen*”, 2, 2021, pp. 117 e ss: nel contributo vengono illustrati gli intenti del progetto BECK, progetto Erasmus+ finalizzato a consapevolizzare le popolazioni del nord est asiatico sul rapporto tra efficienza energetica e cambiamento climatico.

<sup>57</sup> Per l'anno europeo del patrimonio e per l'agenda 2018 si cfr. European Commission, *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European economic and social Committee and the committee of the regions, A New European Agenda for Culture*, COM (2018) 267 final, Bruxelles 2018.

<sup>58</sup> Si cfr. al riguardo la dichiarazione di Leeuwarden sul riuso adattivo come chiave per combattere lo sviluppo incontrollato dei territori (*urban sprawl*) e gli impatti ambientali negativi generati dalle nuove costruzioni: nella dichiarazione vengono individuati notevoli benefits derivanti dalla conservazione del costruito, quali quelli culturali e sociali legati all'identità dei territori, quelli ambientali legati al peso inquinante delle nuove costruzioni sull'ambiente, e quelli economici legati all'attrattività di luoghi e territori recuperati. Per una panoramica si cfr. Leeuwarden Declaration in [https://www.ace-cae.eu/fileadmin/New\\_Upload/15\\_EU\\_Project/Creative\\_Europe/Conference\\_Built\\_Heritage/LEEWARDEN\\_STATEMENT\\_FINAL\\_EN-NEW.pdf](https://www.ace-cae.eu/fileadmin/New_Upload/15_EU_Project/Creative_Europe/Conference_Built_Heritage/LEEWARDEN_STATEMENT_FINAL_EN-NEW.pdf)



dei dati storici rilevati, e i materiali naturali con cui sono stati realizzati gli antichi edifici offrono un'ottima capacità di regolazione termoigrometrica. Questa gestione e regolazione della traspirabilità è una problematica di estrema importanza in caso di intervento sull'edilizia storica, perché una quantità errata, sia per eccesso che per difetto, può compromettere sia lo stato dell'involucro che la salute degli occupanti.

Nella partita aperta del recupero in maniera efficiente del costruito storico un ruolo determinante potrà anche essere giocato dalla gestione termoigrometrica, con l'uso dei nuovi materiali da coibentazione e gestendo il massimo livello di miglioramento del *comfort* abitativo, senza snaturare le caratteristiche tecnico-estetiche del manufatto edilizio: quello che potrebbe definirsi un nodo aperto tra conservazione-sviluppo e innovazione tecnologica.

## 1.2\_ Il quadro normativo

Senza pretesa di esaustività, nei paragrafi precedenti si è cercato di effettuare una sintesi sullo stato dell'arte della tematica efficienza energetica e patrimonio costruito, rivelando l'esistenza di un luogo di aperto e pluridisciplinare dialogo sostanziato da diversi e, talvolta, opposti punti di vista; ora risulta passo obbligatorio il ripercorrere la normativa europea e italiana per i rispettivi settori, la quale ha avuto indubbiamente funzione di bussola di orientamento dei dibattiti specialistici, oltre a quella di alimentazione di un positivo clima culturale vigente al giorno di oggi, nel quale viene posta in essere la riqualificazione, o meglio il miglioramento energetico, come sfida aperta e tutta da giocare.

La politica comunitaria prima, e quella degli stati membri poi, ha agito affinché si potesse iniziare a parlare di efficientamento energetico del patrimonio costruito già negli anni Settanta del Novecento, dirottando la responsabilità ed il peso energetico verso il comparto edilizio ed incentivando ad un miglioramento costante.

Nell'ultimo decennio l'Europa ha intensificato gli sforzi nella regolamentazione afferente al campo delle costruzioni, imputando a questo il 40% circa del consumo di energia ed il 36% delle emissioni di carbonio, con l'adozione di una linea che potrebbe sembrare più severa e coercitiva, ma che in realtà orienta l'intera comunità ad una maggiore acquisizione di consapevolezza sull'inderogabilità di un cambio di passo, unica garanzia di un futuro migliore, e sulla necessità di una visione sinergica verso un obiettivo da considerare come comune.

Oggi ci troviamo di fronte ad un complesso quadro normativo comunitario, sostanziato da Direttive, Regolamenti, Raccomandazioni e Comunicazioni, che, dopo gli eventi di Rio e Parigi, pone agli Stati membri obiettivi sempre più stringenti e vincolanti con la finalità di poter salvaguardare l'ambiente mediante un'incisiva politica di decarbonizzazione<sup>59</sup>: di certo l'*input* europeo pesa

---

<sup>59</sup> Per un completo e schematico quadro di revisione sulle normative comunitarie vigenti si cfr. AAVV, *Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings*, in "Energy & Building", 225, 2020, pp. 2-4.

fortemente nelle scelte politiche dei singoli Stati membri, dirottando questi sempre di più verso ad una visione comunitaria del pianeta e più illuminata, coincidente con il *Green New Deal*.

Le cogenti politiche energetiche europee, il cui riferimento sono i vari dispositivi con valore normativo e strategico come CEN 16883:2017, EPBD 2018/844, e Quadro 2030 per l'energia e clima, puntano tutti quanti sulla riduzione dell'energia nel campo edilizio, che, per quanto riguarda le nuove costruzioni, si concretizza nella progettazione di edifici a energia zero (NZEB), mentre per il costruito si qualifica con il miglioramento delle prestazioni in impiego energetico e riduzione dei consumi.

Gli organi di *governance* politica dell'Unione, in *primis* Consiglio d'Europa e Parlamento europeo, mediante la loro azione normativa hanno costantemente spalleggiato questi traguardi perché, oltre l'azione sulla riduzione dei consumi e sull'uso di combustibili fossili, la promozione dell'uso di energie alternative e l'innescio sul comparto edile possono configurarsi come volano per la crescita nello sviluppo tecnologico, innovazione e attivazione di vari segmenti del mercato, tra cui quello del lavoro<sup>60</sup>.

Questo fertile clima culturale ha portato con sé una politica incentivatoria, che, in alcuni stati membri, oggi si sta traducendo in una vera e propria svolta economica, con notevoli benefici per imprese e singoli proprietari. Pertanto, nei successivi paragrafi si propone una disamina dei vari quadri legislativi, puntando l'attenzione su quello italiano.

### ***1.2.1 Il contesto europeo***

La gestione dell'energia, con le contestuali politiche di crescita e sviluppo nel continente, sono state sempre al centro delle attenzioni della Comunità Europea,

---

<sup>60</sup> I riferimenti alle azioni che hanno ispirato la politica europea possono essere consultati nei vari libri verdi: Commissione Europea, *Libro verde sull'efficienza energetica: fare più con meno*, COM (2006) 105 definitivo, Bruxelles 2006 e Commissione Europea, *Libro verde. Un quadro per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030*, COM (2013) 169 final, Bruxelles 2013. Inoltre, si cfr. Commissione Europea, *Verso una strategia europea di sicurezza per l'approvvigionamento energetico*, 2000. Per una più ampia trattazione delle politiche energetiche in Europa, si rimanda al sistematico contributo di E. Lucchi e F. Pianezze, *Quadro legislativo*, in Lucchi E., Pracchi V., *Efficienza energetica e patrimonio costruito. La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica*, Maggioli Editore, Milano, 2013, pp. 12 e ss.

la quale ha visto il suo nascere proprio come comunità energetica: oggi, a distanza di quasi 70 anni dalla fondazione, la *governance* e la linea politica dell'Unione non solo ispirano ad una continua e lungimirante riflessione sulle tematiche energetiche, arrecando alle Nazioni una visione culturale profonda e globalizzante, ma incidono anche significativamente nell'assetto legislativo dei singoli Stati membri, i quali, condividendo obiettivi e visioni strategiche per una crescita sostenibile ed un futuro migliore, agiscono secondo una matrice regolatoria unitaria e comune.

In questi ultimi decenni l'Europa sta spingendo ad incidere ancora più profondamente sul versante energetico, mediante obiettivi di riduzione delle emissioni inquinanti e l'utilizzo di fonti non fossili, suggerendo anche il radicale ripensamento nel campo dell'edilizia, responsabile del 40% delle emissioni: se nell'ultimo cinquantennio l'azione europea su questo fronte si è tradotta nella formulazione di un solido quadro normativo, improntato ad una maggiore efficienza energetica nella filiera delle costruzioni, oggi stanno partendo una serie di iniziative miranti ad una riqualificazione profonda del parco immobiliare che vedono, oltre agli apporti normativi e regolatori, strumenti di finanziamento mai visti.

Volendo ripercorrere la storia europea come comunità per l'energia, ci si accorge che già nel trattato del 1952 si istituisce la Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio (cd. CECA)<sup>61</sup>: ulteriormente, mediante il trattato *Euratom*<sup>62</sup> del 1957, gli aderenti Stati fondatori sentono l'esigenza di accomunarsi ed adottare un approccio unitario per il settore energetico.

Negli anni Settanta, il succedersi di severe crisi petrolifere ed embarghi, spingono la Comunità verso l'adozione di una risoluzione<sup>63</sup> relativa all'impiego dei gas naturali, caldeggiando le prime emergenti energie rinnovabili e ponendo

---

<sup>61</sup> La Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio (CECA) è istituita con il Trattato di Parigi del 18 aprile 1951 (*ECSC Treaty*), sottoscritto da Belgio, Francia, Repubblica Federale di Germania, Italia, Lussemburgo e Paesi Bassi: l'obiettivo è la creazione di un mercato comune del carbone e dell'acciaio, caratterizzato dalla libera circolazione di tali risorse e dal libero accesso alle fonti di produzione.

<sup>62</sup> Questo trattato istituisce la Comunità europea dell'energia atomica: i principali obiettivi dell'*Euratom* erano di sviluppare ricerche, stabilire norme di sicurezza per i lavoratori e vigilare che le materie nucleari non venissero utilizzate per altri scopi oltre quello energetico.

<sup>63</sup> Consiglio d'Europa, Risoluzione 75/c 153/2 del Dicembre 1974 riguardante gli obiettivi energetici da conseguire entro il 1985.

un primo obiettivo di riduzione del consumo di fonti esauribili del 15% entro il 1985.

Nei decenni a seguire l'azione dell'Europa si concentra nello stabilire *target* che i membri sono chiamati a raggiungere entro il 1995, con lo scopo principale di ridurre la domanda energetica anche attraverso la sensibilizzazione dei consumatori: durante la sua crescita, segnata anche dall'importante passo dell'abbattimento frontiera e la nascita dell'Unione Europea (UE), il settore energetico rimane l'asse strategico e di cruciale importanza per le politiche e per la definizione di nuovi piani di azione, anche in concomitanza al pannello governativo di Rio che mobilita tutti i paesi del mondo ad intraprendere al più presto azioni forti per contrastare il cambiamento climatico.

A questi anni si attesta la prima direttiva energetica che agisce nel campo edile e della filiera costruttiva, la SAVE<sup>64</sup> oggi sostituita in parte con la EPBD 2002 e con la ESD 2006, finalizzata alla promozione dell'uso responsabile e consapevole di energia e vincolante verso gli Stati membri sull'adozione di *standard* per raggiungere buoni livelli di isolamento termico.

L'ultima decade del secolo è segnata dall'adozione di azioni pianificatorie: infatti, i piani per l'energia e il clima si configurano come quadri strategici e di riferimento per gli stati comunitari. Ma segnatamente, è il primo decennio del nuovo millennio ad essere scandito da una serie di iniziative europee che confluiscono sotto due piani d'azione, l'*Action Plan* del 2000 e l'*Action Plan* del 2006: quest'ultimo rimarca fortemente il tema energetico, fissando il primo limite di raggiungimento entro l'anno 2020 nella riduzione delle emissioni carboniche (20%). Sempre nello stesso anno si avvia un importante percorso, articolato in una serie di iniziative legislative e direttive, che segnerà marcatamente gli anni a venire con il progetto *Il Libro verde su una strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura*, attraverso il quale l'energia si ripositiona nuovamente al centro dell'operato europeo. Sarà l'anno venturo ad ufficializzare la posizione energetica dell'Europa, quando, con la firma del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (TFUE), si pone

---

<sup>64</sup> Consiglio d'Europa, Direttiva 93/76/CEE del Consiglio, del 13 settembre 1993, intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE).

l'energia al centro delle attività intergovernative<sup>65</sup>: il 10 gennaio 2007 viene presentato il cosiddetto “pacchetto energia”, il quale mira a istituire una nuova politica energetica per l'Europa che combatta i cambiamenti climatici e rafforzi la sicurezza energetica e la competitività del continente a livello mondiale. Gli obiettivi del pacchetto riguardano le emissioni di gas serra, le energie rinnovabili e la creazione di un vero mercato interno dell'energia: un mercato che al tempo, come adesso, doveva fare comunque i conti con i costi di importazione delle fonti primarie e la necessità di abbattere al contempo l'inquinamento atmosferico derivante anche dall'approvvigionamento.

A seguire l'Unione adotta la *Strategia 2020*<sup>66</sup>, la quale pone il limite del 20% per l'abbattimento delle emissioni di gas serra, l'incremento della produzione energetica da fonti rinnovabili e l'aumento dell'efficienza energetica: l'attuazione di questa strategia ha già iniziato a dare i suoi frutti con il raggiungimento di risultati concreti e tangibili da parte degli stati membri, come nel caso dell'Italia che ha diminuito le emissioni di gas serra ed aumentato la quota di energie rinnovabili al 17,5%<sup>67</sup>.

Come si legge nella COM (2010) 2020, “Una politica energetica per l'Europa”<sup>68</sup>, da solo il vecchio continente non riuscirebbe a raggiungere

---

<sup>65</sup> Il Trattato di Lisbona inserisce nel TFUE un'apposita norma, l'art. 194 che non solo apre “ufficialmente” l'UE alle tematiche energetiche, ma ancor più definisce il quadro giuridico nel quale si iscrive l'azione UE nel settore in esame e delinea gli ambiti di quell'azione: agli art. 191-192 si fissano gli obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente e promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell'ambiente a livello regionale o mondiale e, in particolare, a combattere i cambiamenti climatici. In particolare, l'art. 194 TFUE attribuisce all'UE una competenza parallela affinché possa instaurarsi una politica energetica volta a: - garantire il funzionamento del Mercato interno - garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico nell'UE - promuovere il risparmio energetico, l'efficienza energetica e lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili e, infine, - promuovere l'interconnessione delle reti energetiche. Parimenti viene riconosciuta agli Stati membri la competenza esclusiva in ordine all'utilizzo delle proprie fonti energetiche, alla composizione del proprio mix energetico e alla struttura dell'approvvigionamento.

<sup>66</sup> La strategia Europa 2020 mira a fare in modo che la ripresa economica dell'Unione, in seguito alla crisi economica e finanziaria, si accompagni a una serie di riforme che stabiliscano fondamenta solide per la crescita e la creazione di occupazione dal 2010 al 2020. Se da un lato affronta le debolezze strutturali dell'economia dell'UE e le questioni economiche e sociali, la strategia tiene anche conto delle sfide a più lungo termine quali la globalizzazione, la guerra delle risorse e l'invecchiamento.

<sup>67</sup> Si cfr. al riguardo Openpolis-Agi, *Clima e ambiente 2020*, 2020

<sup>68</sup> Si cfr. Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione. Europa 2020. Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile, inclusiva*, COM (2010) 2020 definitivo, Bruxelles 2010: questa comunicazione è un'analisi strategica della situazione energetica in Europa, introduce il pacchetto integrato di misure che istituiscono la politica energetica europea (il cosiddetto “pacchetto Energia”).

l'obiettivo di un approvvigionamento energetico sicuro, competitivo e sostenibile: è opportuno che ci sia una collaborazione con tutti i paesi sviluppati e con quelli in via di sviluppo, nonché con i consumatori ed i produttori di energia per garantire un'energia più competitiva, sostenibile e sicura.

Il secondo decennio del millennio è costellato da una fittissima agenda politica sulla gestione energetica e del clima, concretizzatasi con forti e condivise scelte politiche di livello comunitario ma anche con l'apertura alle iniziative nazionali: i nodi problematici su cui l'Europa ha molto insistito per alimentare una costante riflessione e una pronta risoluzione sono tanti e spaziano dalla lotta ai cambiamenti climatici, ed alle evidenti catastrofi naturali che peggiorano di anno in anno, alla diminuzione delle emissioni carboniche, che nonostante le molte misure globali adottate continuano ad aumentare con conseguente innalzamento della temperatura terrestre, alla diminuzione d'impiego delle fonti energetiche fossili, sempre meno accessibili economicamente. Se i *target* fissati al 2020 sembravano alti, oggi il Parlamento e il Consiglio europeo spingono verso il raggiungimento di più ambiziosi obiettivi entro il 2030, puntando addirittura al raggiungimento della neutralità climatica, con azzeramento emissivo, entro il 2050: per conseguire questi traguardi, a breve e a lungo termine, oltre alle azioni strategiche ed alle agende politiche, gli organi istituzionali europei hanno varato una serie di provvedimenti legislativi espressi prevalentemente in direttive e raccomandazioni, che, quando verranno recepiti dagli Stati membri, incideranno significativamente sul cambiamento e sulla riconfigurazione dell'economia energetica in direzione di una completa decarbonizzazione.

Inoltre, se le politiche energetiche europee hanno avuto quale principale manifestazione la definizione di un chiaro e articolato assetto legislativo in materia energetica anche per il campo edilizio, in quest'ultimo decennio hanno anche cambiato forma trasformandosi a livello comunicativo, fermo restando la parte operativa e incisiva di essenziale natura regolatoria, ed entrando molto più direttamente nella vita dei cittadini europei, nei discorsi quotidiani e nei modi di vivere. Oggi si assiste ad una maggiore sensibilità sui principali nodi problematici sui quali l'UE si è da sempre battuta, data anche la tangibilità di

particolari eventi, come sono la perdurante pandemia Sars-Cov19 e le catastrofi ambientali, riverberati dalla portata mediatica di alcune manifestazioni che coinvolgono tutte le generazioni a livello europeo e globale<sup>69</sup>.

In tale clima di diffusa consapevolezza, frutto sicuramente di una lenta e graduale costruzione legislativa e culturale ma nel contempo di necessarie prese di posizioni forti da parte di tutti i governi europei, vede la luce il *Green New Deal*<sup>70</sup>: una visione culturale e sociale profonda esplicitata sotto forma pattizia e di piano programma, volta a promuovere l'uso efficiente delle risorse e finalizzata alla transizione dell'intera Unione verso un'economia pulita e circolare, che punti al riequilibrio della biodiversità, all'uso sostenibile delle risorse e al miglioramento della salute dell'uomo. La pandemia del 2020 ha accentuato la rotta del *Green New Deal*, dirottando nel maggio tutti i paesi membri al varo di tutti gli strumenti necessari (in prevalenza Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza) ad attuare il piano *Next Generation Eu*, piano di ripresa economica per fronteggiare il grande momento crisi con un *Recovery fund* fatto di investimenti, prestiti e sovvenzioni. L'Italia, nel quadro EU, ha approvato nell'Aprile il suo Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)<sup>71</sup> per un investimento di circa 182 miliardi: il PNRR poggia sui tre assi strategici di digitalizzazione, transizione ecologica e inclusione sociale, scorporati a loro

---

<sup>69</sup> Si può citare ad esempio la manifestazione *Fridays for Future* che è il grande movimento studentesco che dal 2019 spinge migliaia di ragazze e ragazzi a scioperare il venerdì e a riunirsi nelle piazze di tantissime città per rivolgersi ai governi, chiedendo a gran voce azioni concrete contro i cambiamenti climatici e reclamando il proprio diritto al futuro.

<sup>70</sup> Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione, Il Green New Deal Europeo*, COM (2019) 640 final, Bruxelles 2019: la presente comunicazione illustra la strategia messa in campo dall'UE per arrivare alla completa decarbonizzazione entro il 2050 (neutralità climatica) ed integrare gli obiettivi dell'*Agenda 2030*: in questo ambito si muove anche il *New European Bauhaus*, che rappresenta più una visione culturale per l'architettura e il costruito, finalizzata a promuovere processi di costruzione circolari e green improntate alla sostenibilità. Nella comunicazione viene presentata una tabella di marcia per gli stati membri, tra cui figurano la legge europea sul clima (marzo 2020), la presentazione entro fine 2019 dei PNAE (Piani Nazionali per l'energia e il clima), l'adozione di un piano di azione per l'economia circolare, ma soprattutto la ristrutturazione edilizia intelligente (in *Idem*, pp. 10-11). A seguire alla comunicazione, è succeduto il Regolamento che istituisce il quadro per il raggiungimento della neutralità climatica.

<sup>71</sup> Per il PNRR si cfr. il documento presentato al Senato nell'Aprile 2021 al link: [https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/file/Finale\\_PNRR.pdf](https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/file/Finale_PNRR.pdf). Per quanto riguarda la missione M2 al capitolo riqualificazione energetica (M2C3) gli investimenti ammontano a circa 15 miliardi di euro, in cui 13 miliardi sono destinati alla riqualificazione energetica e sismica dell'edilizia residenziale pubblica e privata: ciò presuppone una proroga dell'attuale misura del Superbonus almeno fino al 2023.



volta in sei missioni che raggruppano sedici componenti. La più finanziata è la missione 2 (M2, Rivoluzione verde e transizione ecologica) con un'allocazione di circa il 50% delle risorse, e in questa il raggiungimento dell'efficienza energetica e della riqualificazione energetica negli edifici rappresenta un investimento di circa 22 miliardi di euro.

Pertanto, gli investimenti e gli strumenti di finanziamento predisposti risultano elevatissimi e mai visti, ma l'obiettivo è garantire a tutti gli stati membri una transizione equa ed inclusiva: l'UE intende raggiungere l'ambizioso obiettivo di neutralità climatica entro il 2050 e per renderlo più incisivo ha recentemente adottato la legge europea per il clima <sup>72</sup>, la quale sta trasformando questo impegno politico in un obbligo giuridico per tutte le parti.

Affinché questo obiettivo possa essere conseguito sarà necessaria l'azione e la concorrenza di tutti gli attori agenti in Unione, non solo politici ma anche economici, e quindi di tutti quei settori che utilizzano energie non rinnovabili e causano inquinamento, come l'industria, i trasporti, e, per inciso in via prioritaria, il settore edilizio.

Data la coerenza delle azioni e la grandezza degli intenti, non da ultimo, è più che opportuno citare il recentissimo strumento normativo, la *EE1st - Energy Efficiency First*<sup>73</sup>, una raccomandazione a tutti gli Stati Membri a pianificare e progettare nei Piani integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC) la riduzione della domanda ed il consumo energetico, dato l'aumento a dismisura dei costi di approvvigionamento: in questo strumento, corredato da linee guida che illustrano i principi delle raccomandazioni, viene nuovamente ribadito il ruolo

---

<sup>72</sup> La proposta di legge europea sul clima (in COM (2020) 80 final, 3 Marzo 2020), approvata come regolamento nel Giugno 2021 (*REGOLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 giugno 2021 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento (CE) n. 401/2009 e il regolamento (UE) 2018/1999*), propone un obiettivo giuridicamente vincolante di azzeramento delle emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2050. Le istituzioni dell'UE e gli Stati membri sono tenuti a adottare le misure necessarie a livello nazionale e dell'UE per raggiungere l'obiettivo, tenendo conto dell'importanza di promuovere l'equità e la solidarietà tra gli aderenti nel raggiungimento del target e delle necessità di verificare i progressi compiuti ogni 5 anni.

<sup>73</sup> Per la raccomandazione e linee guida si cfr. [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/energy-efficiency-first\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/energy-efficiency-first_en). Si cfr. anche le linee guida presenti in European Commission, *Commission Recommendation on Energy Efficiency First: from principles to practice. Guidelines and examples for its implementation in decision-making in the energy sector and beyond*, COM (2021) 7014 final, Commissione Europea, Bruxelles, 2020.

giocato dal settore edilizio negli impatti ambientali e rafforzando la riqualificazione energetica, la quale apporta significativi benefici in termini di sostenibilità ed economia circolare.

#### *1.2.1.1 Strategie e visioni per un futuro di ristrutturazioni*

La crisi innescata dalla pandemia del 2020 e dal suo perdurare ha portato ad un ripensamento sull'importanza della residenza come spazio influente sulla qualità della vita quotidiana, evidenziandone soprattutto alcuni lati deboli, quali le nuove funzioni che la casa è stata chiamata ad assolvere, oltre quelle note, durante il periodo di *lockdown*. La casa si è trasformata in un ufficio, una sala riunioni, una scuola: in sostanza, l'evento pandemico ha permesso che tutte quelle attività normalmente attuabili nei luoghi deputati funzionalmente si potessero svolgere anche a distanza grazie a piattaforme online, trasformando lo spazio della residenza nello scenario d'azione.

Probabilmente queste attività potranno prolungarsi anche per soli periodi a tempo determinato, ma a distanza di un anno dal primo *lockdown* nazionale hanno permesso di attuare una riflessione non solo sullo spazio della residenza ma anche sul profilo energetico: difatti la massiccia presenza di interi nuclei familiari nell'area domestica ha messo in luce la semplice, e fin troppo trascurata, relazione che si instaura tra frequentazione degli spazi vitali e consumo di energia, che, in maniera proporzionale, si è innalzato considerando il maggior tempo trascorso in casa rispetto i precedenti anni.

Per tale ragione l'Europa, costantemente orientata alle tematiche energetiche, ha avviato una politica più incisiva sulla tematica della ristrutturazione edilizia, così da orientare le azioni politiche comunitarie verso il *target* della riprogettazione dell'immenso *stock* edilizio mediante l'adozione di opportune opere di modernizzazione orientate a rendere le costruzioni più adatte ad un nuovo modello sociale, più verde e digitale.

Nonostante il cogente obiettivo climatico di abbattere le emissioni al 55 % e ridurre le emissioni di gas serra provenienti dagli edifici del 60%<sup>74</sup>, l'attuale

---

<sup>74</sup> Si cfr. al riguardo Commissione Europea, Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, *Un*

percentuale annua di ristrutturazione del parco immobiliare continentale è troppo bassa, aggirandosi intorno ad un tasso dell'11%: a questo ritmo, per portare il settore dell'edilizia verso un rilascio zero di emissioni nette, non ci vorrebbero decenni ma interi secoli!

Pertanto, uno stimolo europeo in più è stato introdotto con la strategia della *Renovation Wave*, da collocare più ampiamente all'interno del sistematico quadro del *Next Generation EU* che sancisce l'inizio di una nuova fase di investimenti necessari a dare un forte impulso al settore edile e al suo indotto, come pure all'economia in generale, generando di conseguenza numerosi nuovi posti di lavoro. Per questo il *Next Generation EU* è lo strumento che consente di realizzare questo ambizioso progetto, mettendo a disposizione degli Stati membri un volume di risorse economiche inedito: come già evidenziato sopra, il carattere temporaneo dello strumento prevede un'iniezione di investimenti (750 miliardi di euro) mai vista prima, con l'obiettivo di contribuire a risolvere i danni economici e sociali causati dalla pandemia COVID-19 e creare un'Europa più verde, digitale, resiliente e adeguata alle sfide presenti e future.

Grazie a questo strumento l'Unione ha voluto prefissare come obiettivo almeno il raddoppio del tasso annuo di ristrutturazione energetica degli edifici residenziali e non residenziali entro il 2030 e lo stimolo a intraprendere ristrutturazioni energetiche profonde: questi obiettivi richiederanno la mobilitazione di forze a tutti i livelli, che sfocerà nella ristrutturazione di 35 milioni di unità immobiliari entro il 2030, ma che dovranno proseguire anche negli anni successivi mantenendo il ritmo per consentire la neutralità climatica del 2050.

Tutti i paesi comunitari, ora come ora, si trovano di fronte a un'opportunità senza precedenti: la ristrutturazione degli edifici potrebbe diventare un'operazione dal duplice obiettivo: in primo luogo, rilanciare l'economia e rilanciare comparti in annoso affanno, e in secondo luogo abbattere i consumi del settore edile e le emissioni inquinanti, guardano all'obsoleto e consistente parco edilizio comunitario come risorsa.

---

*traguardo climatico 2030 più ambizioso per l'Europa*, COM (2020) 562 final, Commissione Europea, Bruxelles, 2020.

L'UE propone di adottare una strategia organica integrata per la ristrutturazione degli edifici che punti:

- *all'efficienza energetica al primo posto;*
- *all'accessibilità economica;*
- *alla decarbonizzazione e integrazione delle rinnovabili;*
- *al concetto di ciclo di vita e circolarità;*
- *agli standard sanitari e ambientali elevati;*
- *ad affrontare in contemporanea la duplice sfida della transizione verde e digitale;*
- *al rispetto dell'estetica e della qualità architettonica.*

Innegabile, nonostante molte strategie abbiano trovato applicazione pratica, che la ristrutturazione risulti un'operazione piuttosto complessa e difficile da portare a termine, sia per questioni economiche ma anche decisionale: basti pensare a quanti problemi possono instaurarsi in una assemblea condominiale per dare l'avvio ai lavori!

Per dare stimolo a questa opera che sembra maestosa è d'obbligo rimuovere i maggiori ostacoli che possono emergere: per questo la Commissione Europea ha individuato delle azioni che possano innescare la buona riuscita della ristrutturazione profonda cercando di:

- *rafforzare l'informazione, la certezza del diritto e gli incentivi a ristrutturare per i proprietari e i locatari pubblici e privati*
- *garantire finanziamenti adeguati e ben mirati*
- *aumentare la capacità di preparazione e realizzazione dei progetti*
- *promuovere interventi di ristrutturazione completi e integrati per ottenere edifici intelligenti, integrare le energie rinnovabili e consentire la misurazione del consumo effettivo di energia*
- *rendere il settore edile e il suo indotto adatti a realizzare ristrutturazioni sostenibili, che siano improntate ai principi dell'economia circolare, utilizzino e riutilizzino materiali sostenibili e integrino soluzioni basate sulla natura*
- *far leva sulla ristrutturazione per affrontare il problema della povertà energetica e garantire a tutti, compresi i disabili e gli anziani l'accesso ad alloggi salubri*

- *promuovere la decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento, che consumano l'80 % dell'energia consumata negli edifici residenziali, attraverso le revisioni, nel 2021, delle direttive sulle energie rinnovabili e sull'efficienza energetica*

La Commissione, entro la fine del 2021, proporrà delle norme minime obbligatorie di prestazione energetica in un'ottica di revisione della direttiva sulla prestazione energetica in edilizia proprio per attuare un parallelismo tra la normativa tecnica ed economica finalizzata ad una corretta applicazione e collegare meglio gli incentivi specifici a livello nazionale. Verrà proposta anche una revisione della normativa sugli APE tenendo conto dell'evoluzione degli strumenti di misura in quanto la presenza di numerose certificazioni a basso costo non stimolano fiducia verso questo strumento. Insieme a questo verranno proposti anche i registri digitali degli edifici che fungeranno da archivi dei dati dei singoli edifici e agevoleranno la condivisione delle informazioni all'interno del settore edile e tra proprietari e locatari, istituzioni finanziarie e autorità pubbliche<sup>75</sup>.

L'applicazione della strategia *Renovation Wave*, forse, sconvolgerà la visione dell'intero continente in meno di dieci anni, e migliori potrebbero essere i risultati se si instaurasse sin d'ora una condivisione più allargata tra governi in carica nazionali, enti locali e regionali sulle conoscenze e competenze nel campo e sulle migliori applicazioni. La stima odierna del tasso di rinnovamento e riqualificazione edilizia per il paese si aggira ancora intorno ad una quota molto bassa, circa il 14% per il settore residenziale e il 18% per il settore non residenziale<sup>76</sup>, e, come più volte sottolineato, sarebbe necessario, fuorché

---

<sup>75</sup> Si cfr il documento: Commissione Europea, *Comunicazione della commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: inverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita*", COM (2020) 662 final, Bruxelles, 14.10.2020.

<sup>76</sup> Il dato sul tasso annuo di ristrutturazione edilizia è tratto dal *report* della Commissione Europea sulle attività di riqualificazione energetica nei paesi dell'Unione in: European Commission, *Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU, Final report*, European Union, November 2019, pp. 146 e ss.

auspicabile, almeno un raddoppio del tasso entro il 2030 ed un mantenimento di un ritmo costante per raggiungere gli obiettivi entro il 2050.

L'Italia ha risposto a questa strategia con l'introduzione del *Superbonus* 110%, che consiste in una detrazione fiscale o rimborso a fine lavori, delle spese sostenute per l'adeguamento energetico e strutturale degli edifici residenziali.

I numeri di cantierizzazione sono in costante aumento a meno di un anno dall'entrata in vigore<sup>77</sup>, ma le associazioni di categoria, professionisti e cittadini invocano al Governo italiano una proroga dello strumento in quanto, ad oggi, la scadenza risulta essere al 2022.

Pertanto, anche in questo caso si spera in una presa di posizione più incisiva da parte dell'Unione Europea.

#### 1.2.1.2\_Le Direttive: EPBD, ESD EED

Il quadro normativo comunitario offre agli stati membri numerosissimi riferimenti, che si configurano normativamente talvolta con obblighi di recepimento, per il raggiungimento dell'efficienza energetica nel campo delle costruzioni, esprimendosi prevalentemente in un assetto regolatorio articolato in direttive, raccomandazioni, norme tecniche, linee guida e regolamenti comunitari.

I primi strumenti regolatori emanati dall'Unione che presentano concetti apripista quali la certificazione energetica, l'isolamento ed il controllo dei sistemi impiantistici, sono le Direttive 89/106/CEE e 93/76/EEC, in parte revisionate o abrogate da successiva normazione.

A fondamento dell'attuale quadro regolatorio in materia di efficienza energetica, si situa però la Direttiva 2002/91/UE, meglio nota come *EPBD* (*Energy Performance of Buildings Directive*), emanata dal Parlamento e dal Consiglio d'Europa e recepita come legge nazionale italiana nel 2005 con il

---

<sup>77</sup> L'Enea (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) svolge la funzione di gestore delle asseverazioni necessarie per l'avvio dei cantieri di ristrutturazione che usufruiscono del Superbonus 110. L'ultima lettura rilevata al 13 maggio 2021, conta circa 13.000 interventi, con una prevalenza delle case unifamiliari, per un totale di 1,6 miliardi di euro di investimenti, con un importante impatto anche in termini di posti di lavoro sia negli studi professionali che in tutta la filiera delle costruzioni.

D.lgs. 192 del 19 agosto 2005<sup>78</sup>: quest'ultima rappresenta indubbiamente il primo grande passo in avanti mosso intorno alla questione energetica nelle costruzioni, avendo merito di introdurre un'impronta metodologica comune di riferimento per il calcolo della prestazione energetica negli edifici, con il correlato obbligo di certificazione energetica, oltre ad imporre una serie di requisiti energetici minimi per le nuove costruzioni. Alla lettura della direttiva oggi, risultano non di poco conto le novità introdotte agli artt. 1 e 6, nei quali si fa un primo cenno alle costruzioni esistenti e storiche: infatti, seppur in maniera alquanto blanda, il problema dell'efficienza energetica nell'edificato esistente inizia ad essere preso in considerazione per la prima volta, come emerge dall'art. 1 con “[...] edifici esistenti di grande metratura-superiore a 1000mq sottoposti ad importanti ristrutturazioni”<sup>79</sup> e dall'art.6, nei termini di miglioramento del rendimento degli impianti, “[...] al fine di soddisfare i requisiti minimi per quanto tecnicamente, funzionalmente e economicamente fattibile”.

Purtroppo, l'efficacia della direttiva nel connubio efficienza e costruito storico, oltre all'introduzione di questi nuovi concetti, risulta abbastanza limitata, per via delle problematiche legate al recepimento e raccordo con le normative locali da parte stati membri: la norma lascia aperta la possibilità di non applicare i principi previsti agli edifici di culto e ai monumenti vincolati, in virtù di interventi di adeguamento che potrebbero compromettere il valore storico o architettonico. Questo verrà ribadito anche all'art 3, comma 3 del D. lgs 192/05: “Sono escluse dall'applicazione del presente decreto le seguenti categorie di edifici: a) gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda art. 136, comma 1, lettere b,c del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio”.

---

<sup>78</sup> Si cfr. al riguardo: European Parliament and Council, *Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings*, Official Journal of the European Communities 2002. La norma viene recepita con Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, Attuazione della direttiva (UE) 2018/844, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, della direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia, e della direttiva 2002/91/UE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

<sup>79</sup> Per ristrutturazione importante la direttiva si basa sul costo dell'intervento che deve essere superiore del 25% del valore dell'immobile o alla superficie di involucro cui si interviene con una percentuale superiore al 25% del totale.

A seguire, l'emanazione della *Energy Service Directive*, Direttiva ESD-2006/32/EC come abrogazione della vecchia 93/76/EEC (*SAVE*)<sup>80</sup>, fissa un altro importante paletto per la legislazione comunitaria in campo energetico prevedendo per tutte le nazioni comunitarie il raggiungimento entro il 2016 del *target* del 9% in riduzione energetica (dalla fornitura agli utilizzatori finali), oltre all'introduzione dei Piani energetici nazionali (*NEEAPs*): la norma non riguarda nello specifico il campo delle costruzioni, ma ha il merito altresì di spingere verso la razionalizzazione dell'uso dell'energia, mediante la diffusione di impianti a più alto rendimento energetico e l'utilizzazione di sistemi di certificazione di qualità.

Nel 2010 gli organi comunitari emanano la *EPBD recast*, Direttiva 2010/31/EC<sup>81</sup> revisione della precedente *EPBD*, recepita a livello nazionale con Decreto-legge 63 del giugno 2013 convertito poi in Legge 90 del 2013: l'aspetto più importante della *recast* riguarda l'introduzione dell'obbligatorietà di certificazione energetica in caso di compravendita, locazione e ristrutturazione e, proprio per quest'ultimo caso con differenza della 2002/91/UE, per tutti gli edifici sottoposti a ristrutturazione importante viene prevista la rispondenza a requisiti minimi di prestazione energetica, definiti in raccordo con la Direttiva dagli Stati membri. Sempre nella medesima si stabilisce il raggiungimento di obiettivi entro il 2050, prevedendo l'importante abbattimento dei gas serra mediante l'incentivazione di interventi sull'edilizia esistente a partire dal 2014. All'art. 9 si introduce una grande innovazione, quella degli edifici ad energia quasi zero (*NZEB, Near Zero Energy Buildings*), prevedendo autonomia energetica per tutti gli edifici realizzati dopo il 31 dicembre 2020, mediante l'esclusivo uso di energia rinnovabile, con un impegno da parte degli Stati

---

<sup>80</sup> European Parliament and Council, *Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC*, Official Journal of the European Union 2006.

<sup>81</sup> European Parliament and Council, *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*, Official Journal of the European Union 2010; la recezione italiana è Dl. 4 giugno 2013, n. 63, *Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale*, convertita nella Legge agosto 2013, n. 90, *Conversione in legge del DL 4 giugno 2013*.



membri a definire report e criteri di raccordo con alle normative locali: in questa direzione viene prevista una maggiore restrizione, in termini di limiti temporali, per quanto riguarda gli edifici pubblici, i quali dovranno rispettare questo obbligo già a partire dal 31 dicembre 2018.

La direttiva abroga anche l'art. 6 della precedente, che richiedeva il miglioramento delle prestazioni degli edifici superiori a 1000 mq sottoposti a ristrutturazione, introducendo la rispondenza ai requisiti minimi: questo punto dell'*EPBD* creerà dei problemi attuativi riguardo gli interventi sull'esistente, in quanto operativamente inizieranno a delinearsi delle difficoltà di applicazione con conseguente aumento dei costi di intervento.

Confermando la linea della precedente, restano esclusi dagli obblighi normativi d'intervento gli edifici religiosi e i beni vincolati, portandosi dietro anche l'art. 3 del DL 63/2013: quest'ultimo, tuttavia, arreca come innovazione l'introduzione dell'attestazione di prestazione energetica per gli stessi. Anche per questa *recast*, come la precedente, se da un lato si spinge verso una migliore gestione dell'energia nel settore edilizio, dall'altro non viene affrontato come dovrebbe il tema dell'intervento nel costruito esistente: gli strumenti suggeriti, dalla valutazione della prestazione alle strategie, risultano piuttosto adatti alle nuove costruzioni, o forse adattabili per le ristrutturazioni, ma per quanto riguarda l'intervento sul contesto storico manca ancora quell'anello di congiunzione tra efficienza e intervento.

Con l'emanazione di due *EPBD* e per dare modo agli Stati membri di allinearsi nel miglior modo al quadro comunitario condiviso in raccordo alla propria legislazione statale e concorrente, la Commissione ha delegato il CEN (*European Committee for Standardization*)<sup>82</sup> nell'emissione di norme tecniche riguardanti procedure di calcolo della prestazione e del fabbisogno energetico negli edifici, le quali costituiscono il comune riferimento metodologico di tutte le nazioni aderenti alle direttive in via vincolante e obbligatoria: ad oggi

---

<sup>82</sup> La Commissione delega il CEN, come organismo tecnico di riferimento, per l'emanazione di norme tecniche (EN-ISO, nella versione italiana CEN) riguardanti il calcolo convenzionale della prestazione energetica degli edifici con i mandati M/348 del 2004 e M/480 del 2010: dai mandati sono state elaborati diversi *standards* normativi frutto di diverse commissioni tecniche (TC). Al CEN aderisce l'organismo di normazione tecnico italiano, il quale recepisce le EN sottoforma di norma UNI. Si cfr. al riguardo AAVV, *Review of 50 years ...*, op. cit., pp. 10-11.

l'organo, anche attraverso il lavoro di sottocommissioni tecniche (CEN/TC), ha emanato moltissimi *standards* sotto forma di EN-Norma Europea e CEN/TS-Specifiche Tecniche, finalizzati alla valutazione della prestazione energetica degli edifici e a chiarificare le procedure di riferimento che tengono conto delle singole variazioni e situazioni nazionali.

Il procedere a passo veloce e determinato dell'Europa sul versante dell'efficienza energetica viene confermato dall'uscita nel 2012 della *Energy Efficiency Directive*, Direttiva EED-2012/27/EU<sup>83</sup>, considerata il pilastro della politica energetica europea e parte integrante del "Pacchetto Energia e Clima": adottata alla fine di ottobre del 2012 ed entrata in vigore all'inizio di dicembre dello stesso anno, la direttiva riguarda tutta la catena energia, dall'utilizzo alla fornitura e impiego finale.

Il nodo centrale della direttiva sta nella definizione di strategie a lungo termine da parte degli Stati membri per incentivare l'efficienza energetica a tutto campo e porre particolare importanza al ruolo giocato dal settore pubblico nel campo delle ristrutturazioni edilizie e rinnovamento energetico: infatti quest'ultimo, per suo statuto, deve fungere da esempio nei comportamenti così da guidare in maniera virtuosa la popolazione. Per la prima volta viene quantificato l'obiettivo del 20% entro il 2020<sup>84</sup> e attraverso gli artt. 4, 5 e 6. si obbligano gli stati comunitari a stabilire una strategia di lungo termine per la ristrutturazione degli edifici residenziali e commerciali, sia pubblici sia privati. Infatti, l'art. 5 prevede che a partire dal 2014 si raggiunga a livello nazionale almeno il 3% di ristrutturazioni di edifici di proprietà pubblica o comunque occupati dal governo centrale: a leggere bene quest'obbligo, il 3% degli edifici pubblici ristrutturabili rappresenta una fetta comparabile al 12% degli edifici dell'Unione. Inoltre, l'art. 6 stabilisce l'obbligo per pubblico di acquistare solo prodotti, servizi e edifici ad alta efficienza energetica: quest'ultimo punto è molto importante, considerato che le spese pubbliche nei paesi europei ammontano a circa il 19%

---

<sup>83</sup> European Parliament and Council, *Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*, Official Journal of the European Union 2012.

<sup>84</sup> Nel 20% viene ricompresa la riduzione percentuale del fabbisogno energetico rispetto l'anno di riferimento (1990) dando in più la stima di un valore effettivo raggiungibile entro il 2020 pari a 1483 Mtoe (million tonnes of oil equivalent).

del prodotto interno lordo ed è perciò evidente che l’impatto di questa norma possa essere molto rilevante.

In sintesi, quest’ultima direttiva si è profilata innovativa ma ancora non del tutto incisiva dal punto di vista delle politiche di rinnovamento del parco edilizio, tenendo in piedi ciò che era stato introdotto dalla normativa precedente senza apportare contributi sostanziali riguardo l’intervento sugli edifici esistenti e vincolati: la novità più importante è stata quella di obbligare gli stati membri ad introdurre dei sistemi di finanziamento e incentivazione per innescare un mercato virtuoso di opere di efficientamento energetico.

A seguire di diversi anni giunge l’ulteriore revisione ed implementazione dell’*EPBD* e della *EED*, la Direttiva 2018/844/EU<sup>85</sup>, *EPBD III*, valida risposta dell’Unione all’accordo di Parigi ed ai *target* fissati nell’Agenda 2030: questa rappresenta l’esplicitazione di un nuovo sistema di *governance europea sull’energia*<sup>86</sup>, basato sui presupposti operativi innescati da quasi 20 anni di regolazione energetica in materia di miglioramento e mappatura delle condizioni energetiche del costruito.

Rispetto le precedenti, la presente ha sicuramente il merito di porre ancor più attenzione al costruito esistente, attenzionato speciale degli ultimi anni per consumi e inquinamento: quest’ultimo viene notevolmente investito di aspettative, costituendo la maggior parte del costruito europeo energivoro e carbonizzante, ed il conseguimento degli ambiziosi obiettivi entro il 2050 è legato soprattutto al suo rinnovamento e ristrutturazione.

I nodi cruciali della nuova direttiva sono tanti e di diverso tipo, ma risulta più opportuno soffermarsi su quelli che riguardano il rapporto tra efficienza energetica e costruito storico: un’innovazione significativa è la costituzione di un’anagrafe energetica, *Eu Building Stock Observatory*, oltre alla spinta verso

---

<sup>85</sup> European Parliament and Council, *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency*, Official Journal of the European Union 2018. La presente direttiva è stata recepita in Italia mediante il Decreto legislativo n. 48 del 10 giugno 2020, *Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell’edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica*.

<sup>86</sup> Sulla *governance* UE dell’energia e sull’azione dell’Italia si cfr. al riguardo [https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18\\_risparmio\\_efficienza\\_energetica.html](https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18_risparmio_efficienza_energetica.html).

le azioni di ristrutturazione edilizia con strategie a lungo termine. Infatti, viene posto il risparmio energetico nel settore edilizio con un sistema di traguardi a *step* fatto di obiettivi a breve (2030) medio (2040) e lungo termine (2050): si assiste anche all'introduzione di un nuovo concetto, quello della "soglia di intervento", vale a dire il momento opportuno nel ciclo di vita di un edificio in una prospettiva di efficacia in termini di costi o di disfunzione, per la realizzazione di interventi di ristrutturazione a fini di efficienza energetica.

Gli Stati membri, vincolati alla ricezione entro il marzo 2020, sono chiamati oggi a promuovere e a sviluppare meccanismi finanziari, sotto forma di incentivi e prestiti, che incoraggino privati e pubbliche amministrazioni ad effettuare ristrutturazioni in senso energetico degli immobili di loro proprietà, seguendo un sistema di asseverazione sull'effettiva efficienza energetica raggiunta: l'Italia sembra si stia muovendo verso la direzione suggerita, non solo con l'adozione del *Piano nazionale integrato per l'energia e clima 2021-2030* (PNIEC), con l'adozione del PNNR ma soprattutto attraverso l'incentivazione alla ristrutturazione edilizia, derivata dal meccanismo fiscale già esistente dell'*Ecobonus* e rivisitato dal 2020 in *Superbonus*<sup>87</sup>.

Per i nuovi edifici e gli edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti, gli Stati membri vengono invitati ad incoraggiare sistemi alternativi ad alta efficienza, se tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibili, occupandosi anche delle questioni relative alle condizioni di benessere climatico degli ambienti interni, alla sicurezza in caso di incendi e ai rischi connessi all'intensa attività sismica, conformemente alla normativa in materia di sicurezza domestica.

A assoluta novità è il raggiungimento di una nuova consapevolezza sulla particolare condizione degli edifici storici; infatti, in premessa al *corpus* normativo e al comma 18, la direttiva recita: "[...] È opportuno promuovere la ricerca e la sperimentazione di nuove soluzioni in grado di migliorare la

---

<sup>87</sup> Sulla misura, cui si è già fatto riferimento nei paragrafi precedenti, il riferimento normativo è il Decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34, cd. *Decreto Rilancio*, convertito in Legge 77 del 17 luglio 2020, *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34, recante misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19. (20G00095)*.

prestazione energetica degli edifici e dei siti storici, garantendo allo stesso tempo la protezione e la conservazione del patrimonio culturale [...]”. Questo importante raggiungimento è risultato del grande lavoro svolto durante la fase di aggiornamento trasposto nelle cosiddette *factsheet*, contributi di revisione e rimodulazione alla direttiva: da questi emerge che, per gli edifici storici, la proposta di interventi di mero adeguamento agli attuali livelli di *performance* potrebbe comportare un risultato irreversibile, invadente e inaccettabile. Perciò, risulta auspicabile la via dell’equilibrio tra massima efficienza e conservazione. e in questa prospettiva sembra si stia muovendo l’*EPBD III*, analizzando anche le potenzialità derivanti da un’analisi dalle *best practices* in atto, col fine di classificare i tipi di edifici storici e le diverse soluzioni adeguate, sia in termini di efficacia che in sostenibilità economica: questo potrà contribuire all’ulteriore sviluppo di linee guida per il miglioramento energetico oltre ad un maggiore coordinamento tra gli attori istituzionali che si occupano di energia e di patrimonio culturale, nella logica pianificatoria della conservazione integrata.

#### 1.2.1.3\_ Le norme tecniche (UNI)

Come già evidenziato sopra, le Direttive europee vengono emanate dagli organi legislativi comunitari con obbligo di ricezione da parte degli Stati membri: per armonizzare i singoli contesti normativi nazionali al quadro comunitario, nell’ottica di una migliore declinazione e integrazione all’interno dei singoli legislativi, le Direttive sono accompagnate da un ricco corredo di normative tecniche e linee guida elaborate dal CEN.

In Italia le CEN sono trasposte in UNI, le quali dettagliano ulteriormente il livello operativo e procedurale degli *standards* europei con la finalità di favorire la buona applicazione dei principi previsti dalle Direttive a livello locale e non in contrasto con il quadro europeo.

Le norme UNI emanate nel periodo in cui si sono susseguite le Direttive in materia di efficienza energetica in edilizia sono tantissime: pertanto, si cercherà di restituire, anche sotto forma di elencazione, un quadro piuttosto sommario delle norme tecniche attive, virando l’attenzione soprattutto a quelle inerenti al miglioramento energetico.

In particolare, va ricordata la UNI/TS 11300 in tutte le sue parti e dalla quale viene volontariamente esclusa la UNI/TS 11300-6, poiché riguarda il fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili e non assume un significato rilevante nell'ottica degli interventi di *retrofit* energetico e bioclimatico.

Di seguito un elenco sommario delle sue parti:

- UNI/TS 11300-1; norma che fornisce dati e metodi per determinare i fabbisogni energetici termici dell'edificio funzionali alla climatizzazione estiva ed invernale, definendo inoltre le modalità per l'applicazione nazionale della norma UNI EN ISO 13790:2008, con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per umidificazione e per deumidificazione;
- UNI/TS 11300-2; norma fornisce dati e metodi di calcolo per determinare i fabbisogni di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria, nonché per il calcolo di energia fornita e di energia primaria per la climatizzazione invernale e per ACS. Nella norma sono inoltre forniti sia il metodo di calcolo per la determinazione del fabbisogno di energia primaria per la ventilazione indoor sia le indicazioni e i dati nazionali per la determinazione dei fabbisogni di energia primaria funzionali alle esigenze di illuminazione, in accordo con la norma UNI EN 15193;
- UNI/TS 11300-3, la norma tecnica fornisce dati e metodi per determinare i rendimenti ed i fabbisogni di energia relativi ai sistemi di climatizzazione estiva e per il calcolo dei fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione estiva.;
- UNI/TS 11300-4, la norma tecnica calcola il fabbisogno di energia funzionale alla climatizzazione invernale ed alla produzione di acqua calda sanitaria nelle situazioni in cui sono previsti sistemi ed impianti per la produzione energetica da fonte rinnovabile, o comunque metodi di generazione termica differenti dalla combustione a fiamma di combustibili fossili. Per la produzione di energia termica e/o elettrica da fonte rinnovabile si considerano i seguenti sottosistemi ed impianti:

- impianti solari termici;
  - generatori a combustione alimentati a biomasse;
  - pompe di calore;
  - impianti fotovoltaici;
  - cogeneratori.
  - sottostazioni di teleriscaldamento.
- UNI/TS 11300-5, la norma tecnica fornisce metodi di calcolo per determinare il fabbisogno di energia primaria degli edifici sulla base dell'energia consegnata ed esportata, nonché la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. Fornisce inoltre precisazioni e metodi di calcolo relativi alla modalità di valutazione dell'apporto di energia rinnovabile nel bilancio energetico, alla valutazione dell'energia elettrica esportata, alla definizione delle modalità di compensazione dei fabbisogni con energia elettrica attraverso energia elettrica prodotta da rinnovabili e alla valutazione dell'energia elettrica prodotta da unità cogenerative.

Altre norme tecniche cui è possibile far riferimento come valido supporto e guida per la progettazione degli interventi di *retrofit* energetico in edifici esistenti sono le seguenti:

- la norma UNI EN ISO 6946 (edizione dicembre 2007) introduce il metodo per il calcolo della resistenza termica e della trasmittanza termica dei componenti e degli elementi edilizi, escluse le porte, le finestre e altre parti vetrate, le facciate continue, i componenti che implicano uno scambio termico con il terreno ed i componenti percorsi dall'aria di ventilazione, per i quali componenti si fa riferimento a norme più specifiche;
- la norma UNI 10349-1 fornisce i dati climatici convenzionali, relativamente al territorio italiano, necessari per la verifica delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici e degli impianti tecnici per la climatizzazione estiva e invernale; sono fornite inoltre specifiche indicazioni e metodi di calcolo per ripartire l'irradianza solare oraria nelle componenti di radiazione diretta e diffusa,

- nonché specifici criteri di calcolo per la valutazione dell'energia raggiante ricevuta da una superficie comunque inclinata ed orientata;
- la norma UNI 10349-2 fornisce i dati climatici, in riferimento al territorio italiano, necessari per la progettazione ed il controllo delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici, compresi gli impianti tecnici per la climatizzazione estiva ed invernale. I dati di progetto a cui si fa riferimento sono rappresentativi delle condizioni climatiche limite e possono essere utilizzati per il dimensionamento degli impianti tecnici per la climatizzazione estiva e invernale, così come per la valutazione del rischio di surriscaldamento estivo;
  - la norma UNI 10349-3 che fornisce metodi di calcolo e prospetti di sintesi di indici sintetici da utilizzare per la descrizione climatica del territorio. È fornita inoltre la metodologia di calcolo per la determinazione, sia nella stagione di raffrescamento che nella stagione di riscaldamento degli edifici, dei seguenti valori: gradi giorno, differenze di umidità massica, radiazione solare cumulata su piano orizzontale ed indice sintetico di severità climatico del territorio;
  - la norma UNI EN ISO 13789 (edizione dicembre 2007) fornisce metodo e convenzioni di riferimento per il calcolo del coefficiente di perdita di calore per trasmissione e ventilazione in regime stazionario di un intero edificio o di parti dell'edificio. La norma si applica sia nel caso di perdite di calore verso l'esterno (quando la temperatura interna risulta più alta di quella esterna), sia di guadagni di calore (quando la temperatura interna risulta più bassa di quella esterna);
  - la norma UNI EN ISO 13786 (2007) definisce i metodi per la valutazione ed il calcolo del comportamento termico, in regime dinamico, di componenti edilizi; specifica inoltre le informazioni sul componente edilizio che è necessario acquisire per il calcolo. Le appendici forniscono inoltre dei metodi semplificati per la stima delle capacità termiche dei componenti edilizi, oltre ad un esempio di calcolo per un componente edilizio;



- la norma UNI EN ISO 13790 (edizione marzo 2008) fornisce metodi di calcolo per la valutazione del fabbisogno di energia funzionale al riscaldamento ed al raffrescamento degli ambienti di edifici residenziali e non residenziali, o di una parte degli stessi;
- la norma UNI EN ISO 10077-1 (edizione settembre 2006) specifica i metodi di calcolo della trasmittanza termica di finestre e porte costituite da vetrate o pannelli opachi inseriti in telai, con o senza chiusure oscuranti. Si applica a differenti tipi di vetrate (vetri o anche superfici trasparenti in materiale plastico, vetrate singole o multiple, con o senza rivestimenti a bassa emissività, con intercapedini riempite di aria o altri gas), ad eventuali pannelli opachi all'interno della finestra o della porta, a differenti tipi di telai (in legno, plastica, metallo con o senza taglio termico, metallo con connessioni puntiformi o per qualsiasi altra combinazione di diversi materiali);
- la norma UNI EN ISO 12631 descrive un metodo per il calcolo della trasmittanza termica delle facciate continue costituite da vetrate e/o da pannelli opachi inseriti o collegati a telai. Si applica a diversi tipi di vetrate: a vetro semplice, a superfici trasparenti in materiale plastico, a vetrate singole o multiple, con o senza rivestimento basso emissivo, con intercapedini riempite di aria o altri gas (argon, kripton, xenon). Si applica inoltre a vetrate realizzate con differenti tipi di telai (con qualsiasi combinazione di materiale), con o senza taglio termico, nonché a diversi tipi di pannelli opachi rivestiti con metallo, vetro, etc;
- la norma UNI EN ISO 13788 (edizione dicembre 2012) fornisce metodi di calcolo per la determinazione della temperatura superficiale interna di componenti, o elementi edilizi, al di sotto della quale è probabile il determinarsi di fenomeni di degrado (condensazioni e muffe), in funzione dei valori di temperatura e di umidità relativa interni. Il metodo può anche essere utilizzato per la previsione del rischio di ulteriori problemi di condensazione superficiale. Sono inoltre forniti metodi di calcolo per la valutazione del rischio di condensazione interstiziale dovuta a fenomeni di diffusione del vapore acqueo;

- La norma UNI EN 13363-1 (edizione luglio 2007) tiene conto dell'errata corrige del dicembre 2008. Illustra e descrive un metodo semplificato per determinare la trasmittanza totale di energia solare relativa ad un dispositivo di protezione solare abbinato a una vetrata;
- la norma UNI EN 13363-2 (edizione aprile 2005) specifica un metodo dettagliato, basato sui dati relativi alla trasmissione spettrale dei materiali, per il calcolo della trasmittanza solare e di altri parametri ottici dei dispositivi di protezione solare abbinati a vetrate. Il metodo risulta valido per tutti i tipi di sistemi di protezione solare paralleli alle vetrate, quali sono, ad esempio, tende veneziane, persiane avvolgibili.

Da questa carrellata sugli standard UNI non può sfuggire quella che deve essere considerata, insieme alle *Linee Guida* ministeriali trattate a seguire, come riferimento imprescindibile per gli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica del costruito storico: la EN 16883 del giugno 2017, nella versione italiana dell'Aprile 2018 UNI EN 16883, *Conservazione dei beni culturali - Linee guida per migliorare la prestazione energetica negli edifici storici*.

La norma europea è l'esito del lavoro del comitato specifico istituito all'interno del CEN/TC 346, *Conservation of Cultural Properties, WG8, Energy efficiency of historic building*, nato nel 2012 come luogo di dialogo tra esperti internazionali sul tema efficienza energetica e patrimonio storico<sup>88</sup>.

La norma, generata sicuramente in un mutato scenario culturale e legislativo europeo più orientato a captare le necessità operative e pratiche relative al miglioramento energetico del costruito storico, si pone come traccia procedurale atta ad orientare e guidare gli interventi, offrendo ai progettisti una rapida sintesi, oltretutto un'agevole schema, da seguire in cui non si può prescindere però dal momento metodologico della conoscenza, analisi e documentazione sull'edificio, asserto fondamentale per il riconoscimento del valore del bene<sup>89</sup>.

---

<sup>88</sup> Per una panoramica sul comitato e sugli scopi del CEN/TC 346, agente nell'ambito della conservazione del patrimonio culturale si cfr. Fassina V., *Il Comitato Europeo di Normativa CEN/TC 346 Conservazione dei Beni Culturali*, in "Kermes", 71, luglio-settembre 2008, pp. 14 e ss. Per il WG8 istituito nel 2012 si cfr. <https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/782ad083-d5d4-4d4f-ac6d-36572d262c15/cen-tc-346>.

<sup>89</sup> Per un maggiore approfondimento sugli aspetti dello standard europeo si cfr. Buda A., Pracchi A., *Le linee di Indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio costruito: indagini per la definizione di uno strumento guida adeguato alle esigenze di tutela*, in Maria

L'intento della norma non è di fornire una standardizzazione unitaria nella forma di linea guida per interventi su beni riconosciuti come culturali, ma di estendere tutti i ragionamenti al costruito storico più in generale, offrendo ai proprietari di immobili, autorità locali e professionisti un approccio sintetico, non prescrittivo e finalizzato principalmente ad individuare opportunità e correlati rischi derivanti dal miglioramento sostenibile della prestazione energetica nel costruito esistente: asserto di partenza è che la migliore misura per conservare sia mantenere, e che quindi qualsiasi misura orientata al miglioramento dovrebbe accompagnare ed agevolare la manutenzione costante nel rispetto dei caratteri distintivi dell'edilizia nell'ottica dell'interdisciplinarietà del *team* agente<sup>90</sup>.

Il pregio della procedura è di riuscire a guidare e canalizzare le ipotesi di intervento mediante un percorso a *step*, esplicitato sotto forma del diagramma di flusso, la cui parte finale consiste in una valutazione del rischio. Il processo suggerito è di natura iterativa ed inizia idealmente, come si vede in Fig. 5, con la pianificazione dell'intervento (punto 6 del diagramma) seguita da un'indagine a tutto campo sull'edificio, la quale raccoglie in sette punti (punto 7 e sottopunti relativi) più momenti informativi e documentali relativi al valore, all'uso, alla tipologia strutturale, alla valutazione della prestazione energetica (seguendo la procedura valutativa della EN 15603) e del *comfort indoor*. La

---

Grazia Ercolino (a cura di), *Restauro: Conoscenza e conservazione, Sezione 5.2 - Tutela, pratica, codici e norme - Casistiche e interpretazioni*, Quasar, Roma 2020, pp. 772 e ss. Inoltre, per porre a confronto la standardizzazione europea con la *Linea d'indirizzo ministeriale* (trattata a seguire) applicata a 3 casi pratici, si veda il contributo delle stesse autrici: Buda A., Pracchi V., *Potentialities and criticalities of different retrofit guidelines in their application on different case studies, The 3<sup>rd</sup> International Conference on Energy Efficiency, in Historic Buildings*, Visby Sweden, September 26- 27 2018, Uppsala University, pp. 283-293.

<sup>90</sup> Al riguardo si veda il dettato dell'UNI EN 16883:2017, p. 8.

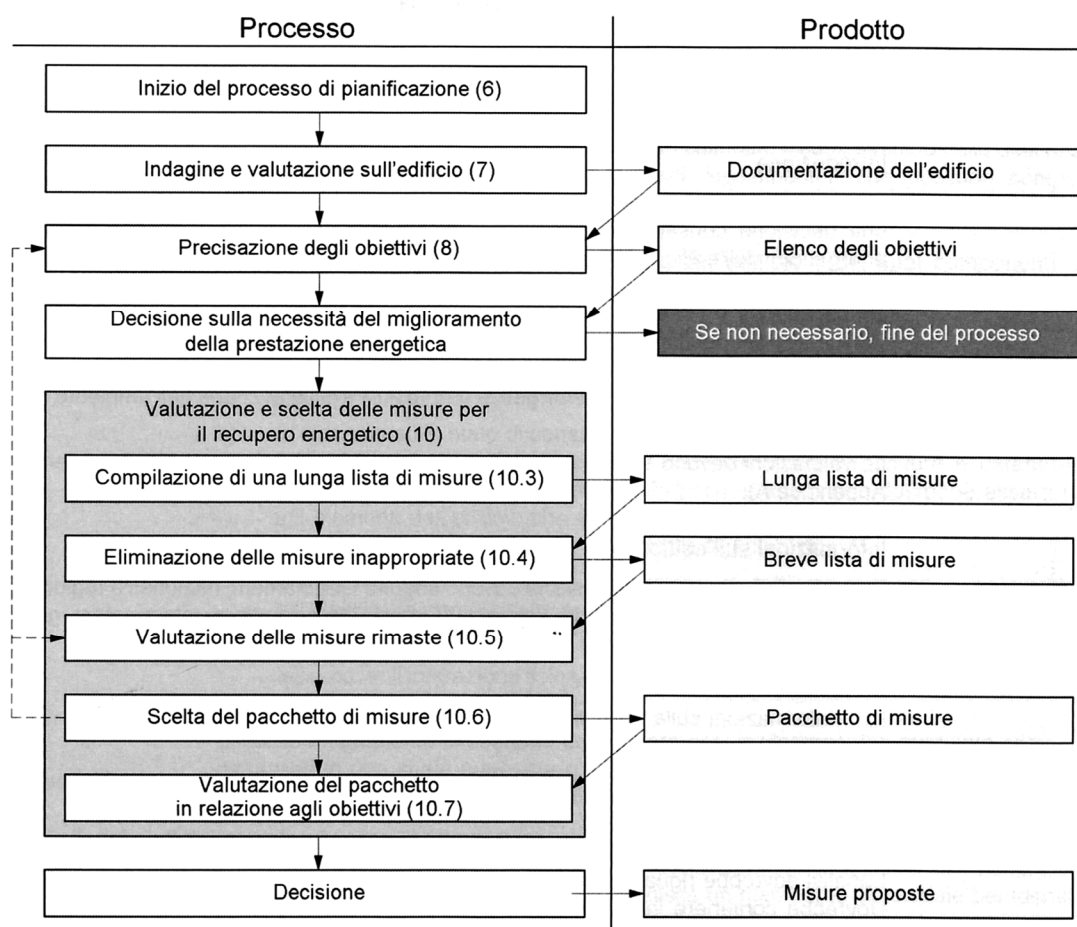


Figura 5 - Diagramma di flusso della procedura proposta  
 Fonte: UNI EN 16883:2017, p. 13

seconda fase della procedura si concentra piuttosto sull'indicazione di obiettivi prioritari che integrino gli interventi alla logica conservativa e sulla valutazione della effettiva necessità di intervenire (punto 8 e 9): per la specificazione degli obiettivi a lungo termine si suggerisce di tener conto di una valutazione sulla compatibilità tecnica degli interventi e sulla fattibilità economica, oltre alle opportunità derivanti in termini energetici e di raggiungimento di *comfort*. Segue la valutazione finale e la scelta del recupero energetico (punto 10 e relativi sottopunti), nella quale viene suggerita la compilazione di una lunga lista di misure (sulla traccia della EN 16247-2) emergente da una valutazione basata su valutazione dei rischi-benefici (in base alla compatibilità, al valore, alla sostenibilità economica, all'energia, alla qualità e all'uso dell'edificio) e sulla scala valutativa (rischio alto, basso, neutro, bassi benefici e alti benefici): risultato è una lista di esclusione di misure inappropriate (10.4), una lista delle

misure rimanenti (10.5) e la scelta definitiva di un pacchetto di misure (10.6): il processo iterativo prevede che le misure selezionate devono corrispondere agli obiettivi di cui al punto 8 per e a seguito delle quali succederà la decisione.

### ***1.2.2\_ Il contesto italiano***

Lo sviluppo delle politiche energetiche in Italia è avvenuto negli stessi anni ed alla stregua del dibattito internazionale ed europeo sul contenimento dei consumi energetici e sullo sviluppo sostenibile: la spinta che forse ha portato il paese all'introduzione di una normativa specifica, finalizzata all'istituzione di un percorso di monitoraggio dei consumi energetici, è stata nel 1973 quando, per via dell'embargo decretato dall'OPEC<sup>91</sup>, si è verificato un aumento del costo del petrolio di oltre il 70% dirottando verso l'emanazione di drastiche misure di contenimento energetico dovuta alla totale dipendenza energetica dai paesi arabi, sia dal punto di vista del trasporto su gomma che dal punto di vista del riscaldamento domestico,.

Oggi, alla luce di un cambiato e fervente clima culturale, l'Italia riveste un ruolo determinante sul piano energetico sia a livello comunitario, che globale come paese membro del G7: nonostante l'alternanza governativa degli ultimi decenni determinante uno scenario di forte instabilità politica, le scelte strategiche effettuate in campo energetico sono riuscite a raggiungere ai *target* imposti dall'UE, con l'allineamento anche a quelli dell'*Agenda 2030*, tracciando l'inizio di un lungo percorso da orientare forzosamente, per la mole degli investimenti previsti e per le tempistiche serrate, alla massima lungimiranza di azione dei governi centrale e locali.

La cornice normativa italiana relativa al rapporto tra efficienza energetica e costruito costituisce senz'altro un valido riferimento per la presente trattazione tematica, avendo la medesima alimentato i dibattiti pluridisciplinari e costituendo il presupposto di ogni ipotesi e pratica interventiva: l'attuale assetto

---

<sup>91</sup> L'OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*) è l'organizzazione dei Paesi esportatori di petrolio fondata nel 1960, con sede a Ginevra e poi Vienna, come associazione tra 12 Paesi finalizzata alla negoziazione del petrolio e dei prezzi con le compagnie petrolifere: i membri OPEC controllano circa il 79% delle riserve mondiali accertate di petrolio, circa il 35% di quelle di gas naturale e forniscono il 39% della produzione mondiale di petrolio e circa il 16% di quella di gas naturale. La procedura di embargo, decretata nel 1973, è stata sancita come conseguenza della guerra siriana.

normativo vive sicuramente del riflesso e del recepimento dell'evoluzione normativa europea, ma va guardato più in profondità attraverso le agende energetiche che si sono succedute negli ultimi due decenni nel paese, le quali hanno inciso non solo a livello legislativo ma soprattutto in quello economico: l'espressione più diretta dell'agire energetico in Italia sono i *Piani Energetici Nazionali*, oggi *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e Clima, PNIEC*.

Quest'ultimo fissa obiettivi definiti e raggiungibili in FER (fonti energetiche rinnovabili), EE (efficienza energetica) e E (emissioni): l'attuale *PNIEC*, con operatività 2021-2030<sup>92</sup>, conferma alcuni concetti fondamentali della *governance europea per l'energia*, prevedendo, come dimensioni operative principali, la decarbonizzazione, l'economia circolare, l'uso razionale delle risorse e l'efficienza energetica: come azioni determinanti per raggiungere le dimensioni vengono elencate le misure politiche e azioni statali adottate nel raggiungimento dell'efficienza energetica dell'ambito residenziale e pubblico<sup>93</sup>. L'Italia prevede il raggiungimento di un risparmio energetico annuo di 0,927 Mtep mediante interventi effettuabili tra il 2021-2030, con una stima di contributo del 3,3% su 9,3% proveniente solo dal settore residenziale<sup>94</sup>: ciò conferma che l'azione di efficientamento sul settore civile-residenziale riveste una priorità e valenza incisiva nella strategia nazionale, riconfermando, nell'asse europeo, la necessità di attivare a marcia più alta l'ondata di riqualificazione edilizia, innalzando il tasso virtuale di ristrutturazione profonda<sup>95</sup>.

Premessa questa quadratura, a meglio definire lo scenario nazionale, ai fini della presente trattazione torna anche utile ribadire che nel campo dell'efficientamento energetico del patrimonio costruito si muove un doppio

---

<sup>92</sup> Per un'analisi più dettagliata si cfr. Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), *PNIEC*, Dicembre 2019, si veda in MISE, [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf).

<sup>93</sup> *Idem*, pp. 26-27.

<sup>94</sup> *Idem*, pp. 65-68.

<sup>95</sup> *Idem*, pp. 72 e ss.: la stima sul tasso di ristrutturazione virtuale profonda del parco immobiliare nazionale, raggiunta mediante il cd. *Ecobonus*, comma 344 tra il 2014-2018, si aggira al 0,26% partendo dalla media del risparmio energetico in kWh/m<sup>2</sup>. Gli obiettivi dell'attuale *PNIEC* puntano a conseguire entro il 2030 lo 0,7% di tasso agendo più profondamente sul parco immobiliare: relativamente alla riqualificazione energetica della superficie degli immobili della Pubblica Amministrazione centrale, di cui all'articolo 5 della Direttiva EED, il tasso è sempre previsto al 3% annuo.

assetto legislativo, quello relativo alle norme sulle costruzioni in generale e quello relativo ai beni culturali: ciò evidenzia la necessità del raccordo e della sintesi normativa che aiuti e supporti nella calata della pratica professionale, orientando chiaramente la scelta interventiva; l'Italia, più degli altri paesi europei, deve fronteggiare più agevolmente con le problematiche dell'efficientamento patrimoniale, detenendo una grande percentuale di costruzioni vincolate oltre ad un paesaggio diffuso<sup>96</sup>.

Pertanto, a seguire, verrà proposta una disamina evolutiva sullo stato legislativo pertinente all'efficienza energetica del costruito, volgendo lo sguardo verso quello che può essere considerato il primo strumento legislativo che può costituire il valido anello di congiunzione tra istanze conservative e miglioramento energetico: le *Linee di Indirizzo Mibact per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale*.

#### *1.2.2.1 Un quarantennio legislativo sul tema dell'efficienza energetica*

Il quadro normativo italiano, dal punto di vista dell'efficienza energetica, si è evoluto viaggiando di riflesso a quello che succedeva in ambienti extranazionali: infatti, la prima legge che ha dato inizio al percorso regolatorio sul risparmio energetico nelle costruzioni è la Legge 373 del 1976, *Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici*, la quale ha merito di introdurre per la prima volta, l'obbligo del controllo periodico sulle prestazioni degli impianti termici in installazione, esercizio e manutenzione oltre ai primi concetti sull'isolamento termico per le nuove costruzioni. Nei successivi decreti attuativi, D.P.R. 1052/1977 e D.M. 10 marzo 1977, sono introdotti termini e temi che non avrebbero condotto a quella che oggi definiamo come "certificazione energetica": infatti, negli stessi riconosciamo le zone climatiche, i coefficienti di dispersione termica, il rapporto S/V e i gradi giorno.<sup>97</sup>

---

<sup>96</sup> Calzolari M., *Prestazione energetica delle architetture storiche: sfida e soluzioni*, Franco Angeli, Milano 2016, p. 35.

<sup>97</sup> Questi sono parametri essenziali per l'impostazione di calcolo delle dispersioni energetiche dell'edificio attraverso l'involucro rispetto la posizione geografica e i rapporti dimensionali tra

A distanza di quindici anni, ed in raccordo con il Piano Energetico Nazionale del 1988, viene emanata la legge n. 10 del 1991, che interagisce in maniera molto approfondita con l'abroganda legge precedente: si inizia a considerare l'impianto come parte integrante dell'edificio, giungendo alla definizione del "sistema edificio-impianto".

Scopo della legge è regolamentare l'uso dell'energia impiegata per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria, e quindi determinare il fabbisogno energetico di un edificio (FEN), introducendo anche l'impiego di energie alternative: questo non comporta unicamente la necessità di un'attenta progettazione dell'involucro edilizio, che deve possedere un discreto livello di isolamento, ma anche il calcolo della trasmittanza termica come momento preliminare alla progettazione. Le caratteristiche del sistema progettuale devono essere inserite in una relazione<sup>98</sup> da allegare obbligatoriamente al permesso di costruire, permettendo così l'avvio di un monitoraggio sulla qualità delle venture costruzioni. Altro merito della norma sta nell'aver introdotto le aree geografiche, periodi di esercizio e dati climatici, integrando il quadro complessivo delle verifiche sulle prestazioni da imporre in fase di progettazione: la norma con i suoi decreti attuativi, D.P.R. 412/1993 e D.P.R. 551/1999, resta ancora in vigore con le modifiche succedute a seguito del recepimento delle Direttive comunitarie.

Dal 2005 inizia un periodo di fervido aggiornamento normativo, molto più attivo di quanto visto precedentemente, di riverbero al clima normativo comunitario: il primo provvedimento è il D.lgs. 192 che recepisce la direttiva 2002/91/CE, traducendola con l'introduzione dell'obbligo della certificazione energetica per i nuovi edifici (ACE)<sup>99</sup>.

---

la superficie disperdente e il volume. Si cfr. al riguardo il contributo di Lucchi E., Piannezze F., *Quadro legislativo*, in *Efficienza energetica ...*, op. cit., p. 18-19.

<sup>98</sup> La relazione citata è sul contenimento dei consumi energetici: questa relazione, aggiornata e ampliata nelle diverse parti dai successivi decreti, è ancora oggi obbligatoria per qualsiasi modifica all'involucro ed agli impianti.

<sup>99</sup> Attestato di Certificazione Energetica, col quale un tecnico abilitato certificava la classe energetica dell'edificio in una scala da A a G che rappresentava in maniera semplificata e comprensibile anche ai non addetti ai lavori l'indice di prestazione energetica, calcolato mediante il formulario dettato dalla norma UNI 11300.



La norma impone limiti di trasmittanza termica dell'involucro edilizio, definiti come requisiti minimi per le nuove costruzioni e per la ristrutturazione-manutenzione in base alle zone climatiche alla tipologia di componente, oltre alla valutazione dei fabbisogni limite di energia e le verifiche sul rispetto: per la prima volta vengono introdotti parametri in termini dimensionali dell'edificio con un'applicabilità totale o parziale della legge<sup>100</sup>.

Sul versante patrimonio storico la legge presenta, come richiamato sopra nella disamina normativa europea, il concetto di valutazione della compatibilità d'intervento per quanto riguarda i beni vincolati (art. 3, commi 3-3bis1), dichiarando una sorta di non apertura all'efficientamento, o meglio una valutazione caso per caso effettuata dalle Autorità competenti (soprintendenze): infatti, viene riconosciuta la possibilità di non intervenire negli edifici ricadenti nelle tutele del D. lgs. 42/2004, *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*, art. 136 se l'azione di efficientamento comporta alterazioni sostanziali del carattere e aspetto; comunque resta obbligatorio per i medesimi il rilascio dell'ACE e l'esercizio della manutenzione impiantistica (art. 3, comma 3bis).

L'anno successivo, con il D. lgs 311, viene ampliata l'obbligatorietà dell'ACE a tutti gli edifici, sia nuovi che esistenti, ed introdotta nel certificato energetico una sezione apposita chiamata "interventi migliorativi": in questa, la figura del tecnico certificatore viene chiamata ad ipotizzare uno scenario di interventi di efficientamento energetico a propria scelta tra il miglioramento delle prestazioni dell'involucro o il sistema di generazione di calore, valutando un ritorno economico (costi di intervento e risparmio energetico annuale) in almeno 10 anni.

Il D. M. 26 giugno 2009, decreto attuativo del D. lgs 19 agosto 2005, n.192, *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici e gli strumenti di raccordo, concertazione e cooperazione tra lo Stato e le Regioni*,

---

<sup>100</sup> Il rispetto dei requisiti che la legge impone è valido per tutti gli edifici di nuova edificazione e per quelli sottoposti a ristrutturazione edilizia/ricostruzione in manutenzione straordinaria, purché la superficie utile sia > 1000mq; in tal caso le verifiche da effettuare riguardano il rispetto dei valori limite dell'indice di prestazione energetica (per la climatizzazione invernale ed estiva dell'involucro, Epi-Epe), dei valori di trasmittanza dell'involucro e del rendimento termico globale. Nel caso si abbiano degli ampliamenti del 20% il rispetto dei parametri di legge va applicato al solo ampliamento mentre per ampliamenti minori del 20% si effettua una verifica limitata al singolo elemento di involucro.

ha per obiettivo l'“applicazione omogenea, coordinata ed immediatamente operativa della certificazione energetica degli edifici su tutto il territorio nazionale”, e cioè fare in modo che in tutte le Regioni ci sia una compatibilità nelle certificazioni uscenti: per questo la norma offre una linea guida metodologica, suggerendo per il calcolo delle prestazioni quanto previsto in UNI TS 11300. La norma ha subito un aggiornamento attraverso l'emanazione del D. M. 26 giugno 2015, “*Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*”, nel quale vengono definite modalità di applicazione della metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, con criteri generali volti a regolamentare l'utilizzo delle fonti rinnovabili, ma anche le prescrizioni e i requisiti minimi da soddisfare per edifici sia pubblici che privati.

In attuazione della direttiva 2009/28/CE, giunge il Decreto Legislativo 3 marzo 2011 n. 28, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, che introduce il meccanismo incentivante per raggiungere obiettivi previsti entro 2020: questo “*definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti*” (art.1). Nello specifico la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia da conseguire nel 2020 è pari a 17%, secondo prescritto all'art.3. All'art. 11 viene introdotto l'obbligo d'integrazione delle fonti rinnovabili sia negli edifici di nuova costruzione, che in quelli esistenti sottoposti ad operazioni di ristrutturazione rilevante: in entrambe le tipologie di edifici descritte si deve prevedere l'impiego di fonti rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento.

Sul fronte efficienza e patrimonio culturale tuttavia la norma conferma la linea già adottata, e cioè della quasi rinuncia all'intervento attraverso l'istituto della deroga, come si legge al comma 2: “*gli edifici di cui alla Parte seconda e all'articolo 136, comma 1, lettere b) e c), del codice dei beni culturali e del*

*paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni, e a quelli specificamente individuati come tali negli strumenti urbanistici, qualora il progettista evidenzi che il rispetto delle prescrizioni implica un'alterazione incompatibile con il loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici e artistici”, e che “l'inosservanza dell'obbligo di cui al comma 1 comporta il diniego del rilascio del titolo edilizio”, così come pure che “gli impianti alimentati da fonti rinnovabili realizzati ai fini dell'assolvimento degli obblighi accedono agli incentivi statali previsti per la promozione delle fonti rinnovabili, limitatamente alla quota eccedente quella necessaria per il rispetto dei medesimi obblighi”.*

Nel 2013 segue il Decreto-Legge 4 giugno 2013, n. 63 che rende obbligatoria l'attestazione di prestazione energetica (APE)<sup>101</sup>, finalizzata a valutare la prestazione energetica di un edificio attraverso l'utilizzo di specifici descrittori, come per l'ACE: vengono anche qui fornite raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica mantenendo il rientro economico in 10 anni.

A riconfermare quanto previsto nel D. Lgs. 28/2011, la norma entra più nel merito delle detrazioni fiscali cui è possibile accedere nel caso di interventi volti all'efficienza energetica degli edifici, disponendo che esse siano applicate nella misura del 65% (art.14): a far data dal decreto, dal 2014 al 2018, si apre in Italia una fervida stagione di interventi d'efficientamento energetico e riqualificazione, godendo di un regime di defiscalizzazione, attraverso la procedura del cd. *Ecobonus*.

La Legge di Bilancio 2018 ha apportato importanti modifiche al D.L. n. 63/2013, stabilendo che:

- a. la detrazione è ridotta al 50% per interventi di acquisto e posa in opera di finestre comprensive di infissi, di schermature solari e di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione con efficienza almeno pari alla classe A;

---

<sup>101</sup> L'APE (attestato di prestazione energetica) è stato introdotto in sostituzione dell'ACE (attestato di certificazione energetica) il 4 giugno 2013 con il decreto legge n.63. Rispetto all'ACE, l'APE recepisce la direttiva europea 2010/31/UE, attualmente in vigore, mentre l'ACE recepisce la precedente direttiva europea 2002/91/CE.

- b. sono esclusi dalla detrazione gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione con efficienza inferiore alla classe A;
- c. la detrazione è pari al 65% per gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione di efficienza almeno pari alla classe A e contestuale installazione di sistemi di termoregolazione evoluti, o con impianti dotati di apparecchi ibridi, costituiti da pompa di calore integrata con caldaia a condensazione, assemblati in fabbrica ed espressamente concepiti dal fabbricante per funzionare in abbinamento tra loro, o per le spese sostenute all'acquisto e posa in opera di generatori d'aria calda a condensazione.

Il già citato Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 delinea le prescrizioni e i requisiti minimi da applicare a tutti gli edifici oggetto di ristrutturazione, definendo differenti tipologie di intervento. È definita infatti la categoria di intervento della “Riqualificazione energetica” (Allegato 1 – *Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici*, che comprende quegli interventi che, pur generando un impatto sulla prestazione energetica dell’edificio, non coinvolgono più del 25% della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio: tali interventi possono inoltre consistere nella nuova installazione o nella ristrutturazione di un impianto termico asservito all’edificio.

Laddove gli interventi volti al miglioramento delle prestazioni energetiche siano più consistenti, seguendo logiche di modificazione morfologica e fisico-costitutiva, di addizione e/o sottrazione volumetrico-spaziale, di integrazione e sostituzione dei componenti edilizi o di riconfigurazione dell’assetto funzionale ed impiantistico dell’edificio, si fa riferimento alla tipologia delle “Ristrutturazioni importanti”: esse interessano “*gli elementi e i componenti integrati costituenti l’involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall’ambiente esterno e da ambienti non climatizzati, con un’incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio*”. Le ristrutturazioni importanti si articolano

ulteriormente in due sottocategorie, le “Ristrutturazioni importanti di primo livello” e le “Ristrutturazioni importanti di secondo livello”, a seconda della superficie di involucro interessata dall'intervento, come in elenco:

1. Ristrutturazioni importanti di primo livello: l'intervento, oltre a interessare l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprende anche la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio. In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati;
2. Ristrutturazioni importanti di secondo livello: l'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva. In tali casi, i requisiti di prestazione energetica da verificare riguardano le caratteristiche termo-fisiche delle sole porzioni e delle quote di elementi e componenti dell'involucro dell'edificio interessati dai lavori di riqualificazione energetica e il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione ( $H_T$ ) determinato per l'intera parete, comprensiva di tutti i componenti su cui si è intervenuti...”

L'appartenenza dell'intervento previsto sull'edificio all'una o all'altra categoria varia sostanzialmente il quadro delle prescrizioni e dei requisiti di livello energetico a cui far riferimento:

- nel caso delle ristrutturazioni importanti di primo livello, la norma specifica di riferimento è costituita dall'Appendice A – “Descrizione dell'edificio di riferimento e parametri di verifica”. I requisiti sono determinati con l'utilizzazione del cosiddetto “edificio di riferimento”, intendendo un edificio identico a quello di progetto sia in termini di geometria (superficie degli elementi costruttivi, superficie calpestabile, volumi, morfologia architettonica), che di orientamento, di ubicazione territoriale, destinazione d'uso e condizione ambientale al contorno, al

quale si attribuiscono parametri fisico-energetici e termici predeterminati in maniera conforme a quanto disposto dalla citata Appendice A all'Allegato 1.

- nel caso delle ristrutturazioni di secondo livello, la norma specifica di riferimento è costituita dall'Appendice B – “Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a riqualificazione energetica”. I parametri fisico-energetici e termici di riferimento sono differenti da quelli relativi all'edificio di riferimento e utilizzati per le ristrutturazioni importanti di primo livello, mentre coincidono con quelli indicati anche nell'ambito degli interventi di “riqualificazione energetica”.

I parametri da considerare per ristrutturazioni importanti, siano esse di primo o di secondo livello, individuano i requisiti energetici delle strutture opache e trasparenti in riferimento ai valori di trasmittanza termica.

L'ultimo provvedimento legislativo, in recepimento della *EPBD III*, è il D. Lgs. 48/2000 che rappresenta senz'altro il punto di partenza attuale, ma allo stesso tempo approdo, della riqualificazione edilizia in senso energetico puntando agli obiettivi del 2050: infatti, ritornando sui punti dell'art. 2 del D. Lgs. 192/2005, vengono ribaditi i requisiti minimi e le prestazioni raggiungibili per interventi di ristrutturazione importanti, oltre all'APE; inoltre, conferma sempre l'istituto della deroga all'efficientamento sui beni culturali.

Dalla disamina legislativa effettuata finora, che risulta comunque in costante evoluzione, non sfugge il fatto che per le costruzioni esistenti, e forse più segnatamente per il patrimonio vincolato, il raccordo giuridico dei due orizzonti normativi, delle norme tecniche e dei beni culturali, sia piuttosto foriero dell'elusione di un problema evidente, quello della conciliazione tra efficientamento e conservazione del costruito storico: infatti, soprattutto laddove esiste il vincolo, la deroga assicura una sorta d'intangibilità del bene e, allo stesso tempo, quasi un'aperta rinuncia ad intervenire in virtù di una quanto semplicistica ed invocata impossibilità di adattare l'esistente a parametri prestazionali vigenti per le nuove costruzioni.

Il problema si allarga ancora di più quando l'intervento è sul costruito non vincolato che, come evidenziato ampiamente sopra, costituisce la maggioranza

del tessuto connettore del paesaggio peninsulare nella forma aggregativa dei centri o nuclei storici: in questo caso, uscendo al di fuori dell'istituto della deroga e del controllo di Autorità competenti, il rispetto dei termini legislativi appena richiamati profila un campo pienamente aperto all'efficientamento energetico del costruito esistente, da foraggiare e spingere anche in virtù di una possibile valorizzazione economica e sociale di uno *stock* immobiliare obsoleto o in progressivo disuso.

Tuttavia, il rischio corrente è che, una troppo semplicistica applicazione dei principi normativi di efficientamento alle costruzioni del passato, provochi effetti irreversibili, evidenti e dilanianti sugli aspetti materiali e tipologici dell'esistente, determinando anche impatti significativi sul paesaggio.

Affinché questa problematica, sempre più cogente anche per la mancanza di una diffusa cultura professionale sulla tematica, possa essere quanto meno arginata, è sforzo da parte del Mibact la costituzione di una linea di indirizzo, strumento non prescrittivo ma capace di veicolare un pensiero e una visione propria del miglioramento energetico piuttosto che dell'adeguamento, come si vedrà a seguire.

#### *1.2.2.2 L'integrazione tra la tutela e l'efficienza: le linee guida MIBACT per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici storici*

La ricerca di un equilibrio tra conservazione e efficienza energetica ha caratterizzato indubbiamente i dibattiti specialistici dell'ultimo decennio, ma una trasposizione chiara ed efficace di principi meramente teorici, come visto sopra, non è stata ancora effettuata al livello normativo: innegabile affermare che la progettazione sul costruito storico possa rappresentare un affare di "ordinaria amministrazione" per tutti i progettisti, e questi, nelle necessità operative, si vedono più fortemente richiamati a rispettare requisiti e prescrizioni della legislazione corrente nel campo delle costruzioni, piuttosto che ad orientare criticamente gli interventi in base alle peculiarità di ogni singolo edificio. Ciò comporta che, se da un lato uno sguardo assertivo alle regole edilizie (si veda ad es. il rispetto dei parametri di prestazione energetica per le ristrutturazioni edilizie) assicura la bontà degli interventi da un punto di vista energetico,

dall'altro, come già ampiamente evidenziato, potrebbe comportare ricadute materiali su una consistenza edilizia comunque portatrice di valori storici, culturali ed architettonici, anche se non direttamente tutelati (vedi il caso dei centri storici): pertanto, quell'equilibrio richiamato tra conservazione e ricerca di una migliore prestazione, è del tutto affidato alle sensibilità e attitudini personali di ogni singolo progettista.

Ammessa la forte eterogeneità nell'azione professionale e un'intrinseca debolezza normativa, nel 2015 l'allora Mibact giunge alla redazione delle *Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale*, documento frutto del lavoro di un gruppo pluridisciplinare composto da dirigenti, funzionari del MIBACT e docenti universitari<sup>102</sup>, addetti ai lavori appartenenti al mondo del restauro ed alla ricerca universitaria applicata nel campo tecnologico e della fisica tecnica.

Il documento nasce con l'intento di rispondere più efficacemente alle problematiche legate alla tematica, ed ispirare, mediante indicazioni e suggerimenti pratici (*case studies*), l'azione professionale non solo di progettisti e operatori del Mibact, ma anche delle pubbliche amministrazioni, nell'approccio al costruito storico genericamente inteso, quindi non unicamente patrimonio vincolato.

Per loro natura, le *Linee* non hanno valore di legge, ma fanno riferimento agli obblighi normativi previsti in materia di risparmio energetico: pertanto, si limitano a fornire ai fruitori indicazioni utili per la valutazione e il miglioramento della prestazione energetica, richiamando allo stesso tempo alla necessità di guardare agli obblighi legislativi vigenti in ambito nazionale, ma di contemperare le misure di adeguamento nel rispetto dell'autenticità degli edifici storici.

I progettisti che si interfacciano coi beni tutelati, o con il costruito esistente in centri o aggregati storici, possono riferirsi a questo come uno *vademecum* attraverso il quale utilizzare un metodo per determinare il comportamento energetico dell'edificio storico e attingere a spunti operativi per la progettazione

---

<sup>102</sup> Per una panoramica sulle Linee Guida, in relazione al contesto italiano e le politiche europee, si cfr. A. Battisti, *Guidelines for energy efficiency in the cultural heritage*, in "Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment", 12, 2016, pp. 65-73.



di eventuali interventi di riqualificazione energetica. I suggerimenti sono opportunamente calibrati sul rispetto delle specifiche peculiarità del manufatto architettonico: le linee, infatti, risultano ricche di riferimenti operativi che non hanno la volontà di offrire soluzioni preconfezionate, ma piuttosto di concedere indicazioni-guida affinché il progettista stesso, guidato dalla propria cultura professionale, delinea un progetto rispondente anzitutto alle regole di protezione e conservazione del patrimonio culturale e contestualmente migliorativo nel livello di prestazione energetica.

Oltre ad essere una pubblicazione a fini prettamente operativi, si sofferma anche sulle riflessioni che un uso efficiente dell'energia può provocare per la conservazione dei centri storici: si lascia spazio aperto anche alla riflessione sulla qualità dell'intervento contemporaneo per la riqualificazione degli edifici e dei nuclei urbani, soprattutto nell'integrazione e nell'impatto paesaggistico delle fonti energetiche rinnovabili, come ad es. il solare termico o il fotovoltaico.

L'articolazione delle *Linee* in capitoli permette di approcciare al documento come manuale operativo, in cui sono sintetizzati i principi della conservazione e dell'efficienza energetica: dopo un'ampia premessa teorica e procedurale dei capitoli 1 e 2, nel capitolo 3 viene offerta una possibile procedura per la diagnosi e la valutazione energetica degli edifici storici, mentre nel capitolo 4 vengono schedati i possibili interventi migliorativi su involucro verticale, orizzontale e opaco, sugli impianti e sull'illuminazione.

Il percorso valutativo suggerito nel capitolo 3 è del tipo procedurale a cascata<sup>103</sup>, secondo uno schema di flusso il cui punto di partenza è la diagnosi, conseguita secondo la UNI EN 16247-1 attraverso una raccolta dei dati dell'edificio, variabile a seconda del livello di accuratezza perseguibile (I, II, III livello cui seguirà la modellazione energetica: lo scopo del percorso valutativo è la generazione di una diagnosi della prestazione energetica dell'edificio, traducibile in un indice di prestazione energetica globale dell'edificio (*E<sub>pgl</sub>*) pre-intervento (*E<sub>p</sub>*) e, sulla base di interventi migliorativi proponibili, una indice

---

<sup>103</sup> La procedura suggerita segue lo schema Aicaar, precedentemente richiamato in De Santoli Livio (a cura di), *Efficienza energetica ...*, op. cit., p. 22.

di prestazione post-intervento ( $Ep'$ ). Presupposto fondamentale è che la diagnosi energetica per l'edilizia storica può presentare incertezze, dovute primariamente alla mancanza di dati dimensionali-geometrici, materici e tipologico-costruttivi: le incertezze si traducono in una procedura di calcolo spesso standardizzata, la quale mal si attaglia agli edifici esistenti; pertanto, più sono accurati i dati rilevati meglio sarà la definizione della prestazione globale dell'edificio.

Dopo il percorso diagnostico, nel successivo capitolo 4 vengono dettagliati i possibili interventi migliorativi, descritti attraverso una suddivisione per componenti edilizi (involucro edilizio, chiusure orizzontali inferiori-superiori, verticali trasparenti e opache): a corredo della parte descrittiva, un'utile schedulazione che, mediante indici e graficizzazione delle componenti, permette di visualizzare rapidamente possibili materiali e soluzioni interventistiche da impiegare <sup>104</sup>. Questa schedulazione torna utile per approntare il progetto, in quanto sono presenti in sintesi le descrizioni dei principi di funzionamento dei componenti, presentate mediante *case studies* di riferimento, con interessanti valutazioni sull'applicabilità, vantaggi, svantaggi e rischi del tipo di intervento considerato: sono inoltre descritte possibili sinergie ed integrazioni con l'azione prevista, di cui al tempo stesso è valutata la compatibilità, la reversibilità e l'invasività rispetto all'edificio di valore storico. A corredo finale, una serie di schede analitiche raccolgono le *best practises* in corso.

### ***1.2.3 Uno sguardo al presente: opportunità applicative derivanti dalle Linee d'indirizzo, della norma UNI e dai protocolli di certificazione esistenti in Italia***

La panoramica effettuata sugli strumenti normativi in atto, sia in contesto europeo che italiano, permette di rilevare il raggiungimento di uno stadio di maturità capace di orientare le azioni di ristrutturazione e miglioramento energetico sul costruito esistente: seguendo i dispositivi esistenti, sembra chiaro che non sia possibile applicare alle costruzioni storiche le misure di adattamento

---

<sup>104</sup> Per prendere in analisi le singole schede riassuntive degli interventi si cfr. *Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale*, op. cit., pp. 81-107.

ai parametri prestazionali previsti per il nuovo, ma, nonostante l'aggiornamento culturale e normativo offerto dal Mibact e la standardizzazione europea, tutto quello che non rientra nel cosiddetto "vincolato" viene lasciato alle sensibilità del progettista.

Le contingenze del momento presente costituiscono sicuramente l'elemento forzante e spingente a continuare il connubio già avviato tra efficienza e conservazione, ma, forse, uno sforzo in più dovrà essere effettuato per far sì che venga diffusa, con maggiore capacità di permeazione nella pratica professionale, la cultura del miglioramento energetico.

Di certo le *Linee d'indirizzo* e la norma EN 16883 possono rappresentare dei validi riferimenti nell'orientamento delle scelte progettuali, fornendo vere e proprie piste metodologiche da intraprendere sia per opere di restauro che, più largamente, per interventi ed azioni che comunque implicano una riqualificazione in senso energetico del costruito storico (recupero, manutenzione straordinaria, ristrutturazione edilizia), quindi richiedenti una maggiore attenzione conservativa. Per entrambi i documenti, il carattere non vincolante lascia anche al professionista notevole spazio d'azione: come evidenziano Buda, Pracchi<sup>105</sup>, è possibile effettuare anche una messa a confronto dei due strumenti, rilevandone opportunità e criticità applicative. Il carattere più discorsivo e sistematico del documento ministeriale, articolato in più capitoli, si scontra con la massima sintesi offerta invece dalla EN 16883, che, rispettando la logica dello *standard*, presenta un vero e proprio carattere procedurale: infatti, la snellezza della norma EN potrebbe tornare sicuramente utile in fase di valutazione e progettazione degli interventi per via dello schematismo proposto nella procedura.

In questa panoramica strumentale, bisogna anche fare cenno all'azione svolta dai protocolli che, su assoluta base volontaria, possono essere redatti per certificare la prestazione raggiunta e la sostenibilità degli interventi effettuati sul costruito storico, suggerendo virtuose piste operative e spunti per il miglioramento: è questo il caso del rinomato protocollo internazionale *LEED*,

---

<sup>105</sup> Buda A., Pracchi V., *Le linee di Indirizzo per il miglioramento ...*, op. cit., p. 773.

che nel contesto nazionale dal 2014 ha visto una declinazione mediante l'azione del *Green Building Council Italia* in *GBC-Historic Building*<sup>106</sup>. Questo protocollo, su base facoltativa e volontaria, rappresenta ad oggi una valida base metodologica per la progettazione degli interventi di recupero, riqualificazione e restauro degli edifici storici in senso energetico e, inserendosi nell'alveo dei protocolli *LEED*, punta particolarmente sulla matrice dell'ecosostenibilità dei processi: non offre pertanto un approccio di natura valutativa, ma sicuramente permette di impostare la progettazione della riqualificazione energetica del costruito su attendibili miglioramenti energetici senza compromettere il valore culturale.

L'*iter* procedurale prevede l'adesione ad un sistema di valutazione della sostenibilità durante l'intero ciclo di vita dell'edificio attraverso l'impiego di otto categorie ambientali: valenza Storica (VS), sostenibilità del Sito (SS); gestione delle Acque (GA); energia e Atmosfera (EA); materiali e risorse (MR); qualità ambientale Interna (QI); innovazione nella Progettazione (IP); priorità Regionale (PR)<sup>107</sup>. Ogni categoria, o meglio area impatto, presenta un *range* di punteggio ed un peso percentuale revisionabili sia in fase di progetto che in fase di costruzione, la cui sommatoria finale si esplicita in un massimo di 110 punti: in sede di certificazione, effettuata dal GBC Italia come revisione nelle diverse fasi di lavoro previste, la sommatoria dei punteggi per categorie configura più livelli di raggiungimento di sostenibilità, base, argento, oro, platino.

---

<sup>106</sup> Per una panoramica sul protocollo si guardi in: <http://2016.gbitalia.org/risorse/169?locale=it>. Inoltre, per una disamina sull'applicazione del protocollo si cfr. Baggio M. L., et al., *Sustainability of a historical building renovation design through the application of LeeD® rating system*, in "Energy Procedia", 113, 2017, pp. 382-389.

<sup>107</sup> La categoria VS, valore storico, rappresenta l'aggiuntivo rispetto il protocollo LEED Italia (basato su 7 categorie, SS, GA, EA, MR, QI, IP, PR) e intende circoscrivere tutti quei processi finalizzati a valorizzare (quindi creare valore) la conoscenza dell'edilizia storica nello stato conservativo.

### **1.3\_Le esperienze significative di efficientamento del costruito storico in ambito nazionale ed europeo**

Conseguentemente all'emanazione delle Direttive sopra descritte, si sono sviluppati diversi programmi comunitari<sup>108</sup> allo scopo di dare attuazione all'agenda energetica europea intrapresa nelle varie tematiche di azione (ambiente, industria, agricoltura, etc.): questo ha presupposto la messa a sistema di molte conoscenze e competenze, oltre che la cooperazione tra diversi soggetti istituzionali e no degli Stati membri, affinché le azioni progettuali fungessero da volano per indicare percorsi e scenari europei futuri ed indicare *best practices*.

Non solo in ambito europeo ma anche italiano sono stati approntati alcuni progetti e programmi pilota orientati alla congiunzione tra efficientamento energetico e patrimonio culturale, con il coinvolgimento a livello locale e sovralocale di attori della conoscenza e istituzionali: anche in questo caso, l'esito della programmazione rappresenta oggi un valido strumento di confronto e supporto per i progettisti.

Per quanto riguarda la ricerca sul risparmio energetico nel settore edilizio, nell'ultimo decennio molto è stato fatto grazie appunto ai finanziamenti e la capacità di cooperazione prevista da questi programmi: i finanziamenti elargiti attraverso i programmi comunitari hanno reso possibile investire in interessanti progetti di ricerca che hanno coinvolto *partner* appartenenti a più Paesi, in genere istituti di ricerca, università ed enti locali, per dimostrare quale impatto possa produrre un progetto sostenibile e orientato al risparmio energetico sul futuro dell'Europa. Alcuni di questi progetti hanno concentrato l'attenzione proprio sull'annosa questione che insiste tra efficientamento energetico degli edifici e tutela del patrimonio storico, affrontando diverse tematiche come, ad

---

<sup>108</sup> I programmi comunitari sono linee di finanziamento gestite direttamente dalla Commissione europea che, attraverso le sue Direzioni Generali (DG) o Agenzie Esecutive, si occupa della pubblicazione delle linee programmatiche e dei bandi, della selezione dei progetti e del loro monitoraggio, erogando i fondi ai beneficiari senza ulteriori passaggi intermedi. Ad esempio, *Horizon 2020* aveva un budget di 80mld di euro per ricerca scientifica, innovazione e applicazioni nell'industria e nella società; *Life* finanziava fino a 3,4mld progetti su: ambiente, risorse, efficienza energetica, biodiversità e clima.

esempio, lo studio di un intervento di un singolo edificio, di quartieri ormai datati oppure su una classificazione energetica delle tipologie abitative.

Di seguito una disamina dei principali progetti di ricerca ormai portati a termine.

### ***1.3.1\_Progetto A.T.T.E.S.S.***

Il progetto, acronimo di *Azioni di trasferimento tecnologico per il miglioramento delle prestazioni energetico ambientali dell'edilizia storica secondo i criteri dell'edilizia sostenibile*, è frutto dell'accordo stretto nel 2010 tra Regione Veneto, Metadistretti della Bioedilizia e dei Beni culturali e Direzione per i Beni Culturali e Paesaggistici allo scopo di definire delle linee guida per il miglioramento delle prestazioni energetico ambientali del patrimonio culturale <sup>109</sup> : l'intento di partenza è proprio quello di consapevolizzare gli attori progettuali sui magisteri e saperi costruttivi locali, che presentano già in *nuce* accorgimenti bioclimatici, la cui conoscenza e recupero, in sede di progettazione, enfatizza e proietta verso un intervento ecosostenibile. Frutto della progettualità è l'emanazione della *Linee Guida A.T.T.E.S.S. (Edilizia Storica e Sostenibilità Ambientale) - La qualità delle prestazioni energetico - ambientali nella manutenzione dell'architettura storica* <sup>110</sup>, nella quale vengono suggeriti criteri per la valutazione della sostenibilità degli interventi considerando aree tematiche come la qualità degli ambienti indoor e outdoor, il risparmio delle fonti energetiche naturali, la gestione del cantiere: alla stregua di un protocollo (si cfr. GBC-HB sopra) pone al progettista utili strumenti di confronto, nella forma tabellata, per impostare ex ante la progettazione e valutare post il raggiungimento.

### ***1.3.2\_3encult***

Il progetto *3encult*, che sta per *Efficienza Energetica per il Patrimonio Culturale Europeo* <sup>111</sup>, è stato finanziato con il VII Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo del 2010-2014: al progetto fanno parte università, enti di ricerca,

---

<sup>109</sup> Si cfr. al riguardo <https://www.veneto.beniculturali.it/progetto-attess>.

<sup>110</sup> A.T.T.E.S.S., *La qualità delle prestazioni energetico - ambientali nella manutenzione dell'architettura storica*, Metadistretto Veneto Beni Culturali, Regione Veneto, Venezia, 2010.

<sup>111</sup> Per maggiori riferimenti sul progetto si cfr. <https://www.3encult.eu/en/project/welcome/default.html>.

imprese e soggetti pubblici e privati uniti dallo stesso obiettivo, e cioè di sviluppare delle soluzioni innovative per migliorare l'efficienza energetica degli edifici storici. Questo si focalizza sulla registrazione delle analisi e soluzioni di risanamento su singoli edifici e capire se queste metodologie possano essere ripetibili in altri contesti.

Sono 8 gli edifici storici che sono stati scelti come casi studio, disseminanti in diversi stati europei, di questi, due solo in Italia: a Bolzano, la casa della Pesa e a Bologna, Palazzo D'Accursio<sup>112</sup>.

Nei due *cases* italiani sono stati previsti distinti ambiti di intervento, uno che riguarda la coibentazione interna e l'altro, invece, si concentra sul risparmio dell'energia per l'illuminazione. Per quanto riguarda il caso di Bolzano, i ricercatori hanno elaborato un pannello che sia allo stesso tempo isolante e traspirante, e lo hanno testato proprio nel palazzo del centro storico bolzanino: il sistema consiste in un pannello di materiale molto isolante a cui sono stati praticati dei piccoli fori riempiti di materiale minerale traspirante che fa passare l'umidità. Il materiale nei fori si comporta come una cannuccia che preleva l'umidità e favorisce la sua fuoriuscita: questa combinazione permette di isolare in modo energeticamente efficiente ed è vantaggiosa anche dal punto di vista dei costi. Per quanto riguarda il caso di Bologna, si è brevettato un sistema di illuminazione testato nel Palazzo D'Accursio, che utilizza lampade led combinate a dei riflettori. In questo modo illumina in modo omogeneo anche pareti molto alte senza che la fonte di luce disturbi l'utente. Le lampadine a risparmio energetico non emettono né raggi UV né calore, quindi non danneggiano gli affreschi.

La volontà del progetto *Encult* è quello di andare oltre al singolo caso, senza individuare uno standard: infatti, la ricerca ha concluso il suo percorso, con una sorta di manuale di progettazione<sup>113</sup>, che sempre ai fini della disseminazione

---

<sup>112</sup>Per i due cases si veda in:

[https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT\\_Case%20Study%201.pdf](https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT_Case%20Study%201.pdf)-  
[https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT\\_Case%20Study%202.pdf](https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT_Case%20Study%202.pdf)

<sup>113</sup> Eurac, *Energy efficiency solutions for historic buildings. A handbook*, Birkhäuser, Basel 2014.

culturale ed aggiornamento tecnico, può risultare un utile *vademecum* di riferimento per valutare e ispirarsi alle soluzioni che sono state individuate.

### *1.3.3\_Effesus*

Il progetto di ricerca *EFFESUS*<sup>114</sup> ha ricevuto finanziamenti dal settimo programma quadro dell'Unione europea, dal 2012 al 2016 con il coinvolgimento di 25 partner di 13 paesi europei.

La ricerca si focalizza sull'efficienza energetica e la sostenibilità dei distretti urbani storici europei e le misure e strumenti per apportare miglioramenti significativi salvaguardando al tempo stesso il valore del patrimonio: i distretti urbani storici sono parte integrante dell'identità e del patrimonio culturale europeo, migliorare sensibilmente la loro efficienza energetica significherà proteggere questo patrimonio per le generazioni future. Il progetto EFFESUS ha fatto sua una particolare definizione di distretti urbani storici: un significativo gruppo di edifici, costruiti prima del 1945 e rappresentativi del periodo della loro costruzione o della loro storia, comprendenti edifici che non sono protetti dalla legislazione sul patrimonio.

In generale, come si è visto anche dalla legislazione, l'efficienza energetica punta a rivolgersi alle nuove costruzioni senza affrontare l'unicità delle strutture storiche e le interconnessioni tra edifici e gruppi di edifici adiacenti come nel caso della dimensione urbana. In questo caso, è stata sviluppata una serie di metodologie, tecnologie e strumenti per supportare l'adattamento degli ambienti storici alle esigenze moderne. Il *Decision Support System* informa la gli abitanti della zona presa in considerazione sulle misure di miglioramento insieme ad attività formative e di sensibilizzazione; Inoltre, questo strumento software è supportato da modelli di città 3D multiscala insieme ad un sistema di dati territoriali e una divisione in categorie di edifici, con l'obiettivo di aiutare i responsabili decisionali a selezionare strategie sostenibili idonee per i distretti urbani storici. La categorizzazione degli edifici include: l'età dell'edificio, la superficie, il volume, l'uso, la tipologia costruttiva e il valore testimoniale. Questo sistema informatico è stato provato su sette casi studio; sette diverse

---

<sup>114</sup> Si veda in: <https://www.effesus.eu/>.



parti di città europee Bamberg (Germania), Budapest (Ungheria), Genova (Italia), Glasgow (Regno Unito), Istanbul (Turchia), Santiago de Compostela (Spagna) e Visby (Svezia).

I risultati sono stati quelli di monitorare la domanda di energia e le relative emissioni di carbonio per l'intero distretto, un elenco di misure di retrofit che dovrebbero essere adatti ed efficaci per i diversi tipi di edifici identificati come rappresentativi: La riduzione della domanda di energia e delle emissioni di carbonio raggiunte dalle misure di retrofit selezionate.

#### ***1.3.4 Tabula***

Il progetto *Tabula*, finanziato dal programma *Intelligent energy Europe* nel periodo compreso tra giugno 2009 e maggio 2012 con la partecipazione del Politecnico di Torino, ha eseguito una mappatura delle diverse tipologie edilizie nazionali creando un vero e proprio *database* di facile ed utile consultazione sugli interventi migliorativi attuati<sup>115</sup>.

La categorizzazione di edifici proposta in *Tabula* parte dalla considerazione del fatto che ciascuna tipologia residenziale si differisce per particolari caratteristiche energetiche: ogni edificio che viene preso in considerazione rappresenta un preciso periodo di costruzione e uno standard dimensionale.

Questi dati di partenza sono necessari per individuare la prestazione energetica del parco edilizio e il risparmio energetico potenziale attraverso interventi sull'involucro e sugli impianti.

Il progetto ha analizzato due livelli di riqualificazione dell'edificio-tipo: una "riqualificazione tipica", mediante l'applicazione di misure comunemente utilizzate, ed una "riqualificazione avanzata", attraverso l'introduzione di interventi che riflettono le migliori tecnologie disponibili.

In maniera più approfondita il progetto al fine di individuare la tipologia edilizia nazionale ha individuato dapprima le 6 zone climatiche<sup>116</sup> che definiscono la

---

<sup>115</sup> Si veda in: <https://episcopes.eu/welcome/>. Per la consultazione del database tipologie edilizie italiano si veda in: <https://episcopes.eu/building-typology/country/it/>.

<sup>116</sup> Il D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 ha introdotto, in base al calcolo dei gradi-giorno, sei zone climatiche sul territorio italiano: Zona A, comuni con gradi-giorno inferiori a 600; Zona B, comuni con gradi-giorno tra 600 e 900; Zona C, comuni con gradi-giorno tra 901 e 1400, Zona D, comuni con gradi-giorno tra 1401 e 2100; Zona E, comuni con gradi-giorno tra 2101 e 3000, Zona F, comuni con gradi-giorno superiori a 3000.

penisola italiana semplificandole in tre: *area climatica media*, *area climatica alpina* e *area climatica mediterranea costiera*.

Per ogni area climatica individua in essa ulteriori otto classi che definiscono il periodo di costruzione e rappresentano perciò delle caratteristiche costruttive che identificano un particolare periodo costruttivo. Per ognuna di quest'ultime classi, sono individuate delle classi di dimensione edilizia che si riferiscono a specifiche tipologie dimensionali caratterizzate da una specifica estensione e geometria. La classificazione di questi edifici ha comportato anche uno studio dei particolari costruttivi e quindi anche una dettagliata rielaborazione delle caratteristiche dell'involucro esterno. Lo sviluppo di questi raggruppamenti ha permesso di individuare quegli edifici tipo ai quali è stato possibile condurre uno studio più approfondito a livello energetico e applicare quegli interventi di riqualificazione cui si parlava all'inizio del paragrafo.

## **1.4\_Verso prospettive future. La riqualificazione del patrimonio attraverso sistemi di gestione delle informazioni a supporto delle politiche territoriali**

In coda di trattazione, dalla panoramica effettuata sullo stato dell'arte e sui tanti spunti provenienti dalle varie progettualità attuate e *in fieri*, il connubio efficienza energetica e conservazione del costruito si appresta ora ad aprirsi a nuovi concetti ed integrazioni, caratterizzanti sempre di più il contesto operativo della progettazione ad ampio spettro, ma soprattutto il governo e la gestione intelligente delle risorse nel territorio.

Concetti come *Smart Metering*<sup>117</sup> e *Smart City*<sup>118</sup>, sono molto in voga nel glossario tecnologico della nostra epoca, rappresentando un obiettivo cui tendere nella pianificazione delle infrastrutture, nella previsione dei comportamenti della società, nella progettazione degli ambienti di vita e pertanto, non da ultimo, negli interventi sul costruito esistente.

Normalmente gli ambienti vitali vengono identificati con la città come aggregato dei nuclei vitali primordiali che sono le case, i luoghi di lavoro e i luoghi di aggregazione: in questi si interagisce e inevitabilmente si usano le risorse energetiche, si programmano interventi per il miglioramento del comfort e della sicurezza, si diramano le infrastrutture di servizi di cui tutti usufruiscono. Il fattore comune degli ambiti sopra richiamati è senza dubbio costituito dalla necessità e dall'opportunità di controllo, conoscenza e dominio del territorio e degli eventi che nel territorio stesso si sviluppano. Controllare e conoscere cosa

---

<sup>117</sup> Con *smart metering* si vuole definire tutti quei sistemi di controllo che si basano su delle reti di sensori che monitorano in tempo reale i consumi delle utenze necessarie per l'abitabilità di un immobile residenziale, parliamo quindi di luce, gas e acqua. La possibilità di interfacciare, tecnologie informatiche e di comunicazione, consente di intervenire sugli impianti in maniera tale da regolare lo l'impiego di energia necessaria e in caso di guasti intervenire da remoto senza l'urgenza di recarsi sul posto. Lo smart metering rappresenta una tecnologia che nel campo dell'efficienza energetica ne fa da padrona in quanto permette la misurazione dei risparmi ottenibili a seguito di interventi di retrofit energetico impiantistico e d'involucro.

<sup>118</sup> Per una comprensione del significato della *Smart City* si cfr. la definizione data dalla Commissione Europea in [https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en](https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en) : "A smart city is a place where traditional networks and services are made more efficient with the use of digital solutions for the benefit of its inhabitants and business. A smart city goes beyond the use of digital technologies for better resource use and less emissions. It means smarter urban transport networks, upgraded water supply and waste disposal facilities and more efficient ways to light and heat buildings. It also means a more interactive and responsive city administration, safer public spaces and meeting the needs of an ageing population".

accade nel territorio consente allo stesso tempo di poter intervenire tempestivamente per sanare situazioni critiche e riuscire a pianificare azioni, sia preventive che correttive.

Questo può avvenire solo grazie allo studio dei dati provenienti dal territorio stesso: il controllo del territorio, e quindi delle informazioni, può essere attuato efficacemente solo in presenza di un sistema di comunicazione e aggiornamento costante dei dati; di tutti quei dati necessari allo scopo del sistema di monitoraggio che si vuole progettare. Questo aggiornamento può passare sia attraverso una comunicazione costante di eventuali trasformazioni del territorio e tutti i sistemi in esso contenuti come ad esempio il tessuto edilizio o il sistema di infrastrutture, sia attraverso una serie di misuratori ovvero dei dispositivi per il monitoraggio e la misurazione di parametri relativi ad eventi e fenomeni presenti nell'ambiente, del tipo: inquinamento acustico, qualità dell'aria e delle acque, controllo smottamenti (accelerometri), livello acque, controllo odori, controllo umidità, controllo meteo, controllo elettrosmog, ecc. I dispositivi "misuratori" devono essere in grado di trasmettere i dati rilevati, in maniera automatica, al livello gerarchico immediatamente più alto nella rete.

Queste informazioni saranno poi gestite da un gestore di controllo che, una volta rielaborati i dati, li reimmetterà in rete con un sistema di lettura più efficace e comprensibile ai più.

Il sistema di lettura finale è concepito come un contenitore in grado di gestire innumerevoli informazioni in maniera integrata.

Dal punto di vista del rilievo 3D, gli strumenti oggi presenti sul mercato ci consentono di acquisire una quantità infinita di informazioni, in tempi ridottissimi. La possibilità di lavorare con la terza dimensione è di certo un valore aggiunto che apre moltissimi spiragli di utilizzo, grazie all'opportunità di gestire i dati messi a disposizione anche attraverso modalità di tipo immersivo.

Le tecnologie descritte potranno essere il mezzo del cambiamento tecnologico e culturale che stiamo vivendo e vivremo per anni venturi. Gli edifici saranno interconnessi e accessibili tramite smartphone e risponderanno appieno alla normativa, che già da diversi anni annuncia un drastico cambiamento dal punto

di vista energetico ma ora, ed esattamente dal 1° gennaio 2021, questo cambiamento è diventato lo standard, e cioè l'obbligo per le nuove costruzioni di essere nZEB (Zero Energy Buildings) dove la n, contrazione della parola «network», sta ad indicare che gli edifici sfrutteranno la rete elettrica come volano energetico, pur garantendo un bilancio energetico nullo.

I nuovi edifici risulteranno quindi essere sostenibili energeticamente e nel loro ciclo di vita ed andranno ad integrarsi perfettamente con la città che cambia al cambiare delle politiche territoriali ad essa connesse, ed il suo essere “*smart*” o più semplicemente “*intelligente*”, contribuirà far crescere l'*intelligenza* stessa della città in cui gli edifici sono situati.<sup>119</sup>

Per un maggiore approfondimento i temi riguardanti le smart city, la gestione dei dati e l'intelligenza artificiale, saranno trattati in maniera più esaustiva nel corso del terzo capitolo.

---

<sup>119</sup> Dall' O G., “*Smart City, la rivoluzione intelligente delle città*”, Il Mulino, Bologna, 2014

## **2\_CAPITOLO SECONDO**

**Il miglioramento dell'efficienza energetica del costruito storico.  
Studio e articolazione di un metodo per la riqualificazione  
energetica da applicare a borghi colpiti da eventi calamitosi**

## **2.1\_Verso un approccio metodologico per il miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio costruito: gli step da intraprendere dalla valutazione alla proposta di interventi migliorativi.**

Dal capitolo precedente è quindi emersa la imminente necessità di intervento di ristrutturazione e di miglioramento energetico del patrimonio architettonico storico ma, nonostante gli sforzi fatti a livello culturale e legislativo, sta di fatto che intervenire in una struttura storica non è come intervenire in una costruzione standardizzata. L'edificio storico e a maggior ragione l'agglomerato edilizio storico a cui la presente ricerca fa riferimento, presenta una cospicua serie di "incertezze", come si usa dire nel lessico più ingegneristico; vale a dire quella serie di anomalie riconducibili, ad esempio, a sezioni murarie variabili, discontinuità delle caratteristiche dei materiali da costruzione, disomogeneità del nucleo della mutatura in quanto caratterizzato spesso da ciottoli di varia pezzatura e terra. Queste caratteristiche incidono negativamente nella valutazione energetica dell'immobile in quanto i software di prevalutazione energetica utilizzano modalità di calcolo più strettamente consone a edifici di nuova edificazione perché si basano sul confronto di una casistica in relazione alle percentuali di superfici opache o trasparenti e se queste possono essere leggere o pesanti.

La volontà di individuare quindi una metodologia per il miglioramento energetico del patrimonio storico, non è tanto per individuare un metodo che porti alla certificazione energetica puntuale del manufatto, quanto a mettere in atto una serie di azioni che consentano di intervenire in ambiti più sfortunati come ad esempio borghi da ricostruire quasi integralmente in quanto colpiti da calamità naturali o ormai abbandonati; luoghi dell'entroterra o comunque luoghi che hanno già vissuto un forte spopolamento negli anni del boom economico per la ricerca di lavoro in aree più produttive del Paese, lasciando molte abitazioni all'abbandono o nella migliore delle ipotesi raggiunte durante le vacanze. In genere in queste abitazioni si provvede al riscaldamento e alla generazione dell'acqua calda sanitaria con metodi alternativi all'energia di rete, proprio perché se utilizzate, sono utilizzate in maniera sporadica; pertanto, non sarebbe possibile nemmeno una ricostruzione dei consumi tramite uno storico

delle bollette energetiche. Una riflessione da fare riguarda anche e soprattutto la presenza di ruderi o edifici parzialmente distrutti; un metodo potrebbe essere una ricostruzione virtuale della volumetria rimasta, e rilevare dai ruderi rimasti le stratigrafie delle murature e della tipologia degli infissi offrendo l'opportunità di stabilire una valutazione energetica dello stato di fatto ipotizzando la perdita di energia termica attraverso l'involucro. Questo tipo di approccio energetico potrebbe essere riconducibile ad una azione di diagnosi energetica come descritto dalla Direttiva 2012/27/UE <<...una procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo di un edificio, o di un gruppo di edifici, di un'altra attività di un impianto industriale o di un servizio pubblico o privato, ad individuare o a quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici e a riferire in merito ai risultati.>>. La metodologia che vorrà essere strutturata prende in parte spunto da questa definizione in quanto come accennato precedentemente, l'intenzione non è quella di rilasciare attestati di prestazione energetica di ogni singola unità immobiliare ma strutturare una metodologia che parta dalla comprensione del contesto e di quella semantica e materica del nucleo abitativo ed ipotizzare una valutazione del consumo energetico mediante le dispersioni dell'involucro e il consumo degli impianti eventualmente installati in quanto un rilievo strumentale diretto su un edificio semidistrutto risulterebbe poco efficace per la mancanza di una netta differenza tra lo spazio chiuso riscaldato e l'esterno; fino ad ipotizzare una serie di interventi adatti alla tipologia di edificio analizzato e ottenere in fine una valutazione di costo per l'efficientamento.

La metodologia di riferimento vuole approcciarsi in tre fasi ben diverse tra loro, caratterizzata dalla fase *Conoscitiva, Diagnostica e Interventistica*.

Il percorso della conoscenza rappresenta un punto di partenza nel processo metodologico di riabilitazione e rivitalizzazione dei contesti storici è ad oggi la modalità attraverso cui possiamo intraprendere la strada della trasformazione controllata. E' necessario raggiungere una completa comprensione del contesto climatico dell'ambiente. Per questo è necessaria anche una adeguata conoscenza di tutte quelle componenti che caratterizzano l'analisi bioclimatica quali il



soleggiamento, la radiazione, la ventilazione, l'umidità e le precipitazioni, basati sia sulle condizioni estive che invernali.

La conoscenza delle trasformazioni attraverso le quali la storia ci ha trasmesso il centro storico, intese come analisi evolutiva della costruzione, di spazi chiusi e aperti, tipi di costruzione, è l'unica risorsa che ci consente di capire e ottenere consapevolezza dei valori da preservare e degli elementi da cui iniziare il cambiamento e la conservazione attiva. Mediante un accurato rilievo geometrico e semantico delle strutture esistenti, possiamo comprendere al meglio le tipologie edilizie e le tecniche costruttive utilizzate e magari poter circoscrivere degli aggregati per continuità strutturale o materica o volumetrica per poter intervenire in futuro in maniera univoca.

Il percorso della diagnostica individuato come secondo step si concentra invece nella individuazione del comportamento energetico dell'involucro dell'edificio o dell'aggregato in questione, indirettamente mediante, laddove possibile, nella ricerca di uno storico dei consumi e nel rilievo diagnostico strumentale col quale è possibile dedurre la quantità di energia persa attraverso l'involucro.

Infine, la fase interventistica, in cui si prende atto delle precedenti fasi e si elabora un progetto di intervento che deve tenere conto sia delle discipline che operano nella conservazione sia delle elaborazioni che devono essere svolte affinché si possa migliorare energeticamente l'immobile in questione. Passando per interventi preliminari imprescindibili quali ad esempio gli interventi di consolidamento, seguono quelli che sono gli interventi legati all'involucro con l'eventuale l'inserimento di materiale isolante e la sostituzione dei infissi fino alla gestione degli impianti.

## ***2.2\_ La fase conoscitiva***

Come accennato nel paragrafo precedente ciò che caratterizza questa prima parte metodologica lo spiega ampiamente la fase stessa nel citare il proprio nome: conoscitiva per l'appunto. La caratteristica di questa fase è quella di prendere atto dello stato delle cose dal generale al particolare. Nulla deve sfuggire in quanto ogni aspetto è di fondamentale importanza per le fasi successive. Avere una comprensione quanto più ampia del manufatto

architettonico, di ciò che lo circonda e dell'ambiente entro cui è immerso sono aspetti che consentono di poter agire in maniera cosciente e mirata nei futuri interventi di ristrutturazione, restauro e efficientamento energetico.

Questa fase copre molti aspetti e di conseguenza anche diversi ambienti disciplinari, in quanto saranno importanti le analisi climatiche, fisiche ambientali del luogo di fondazione dell'ambito urbano; capire come questo si sia evoluto anche mediante l'interpretazione di dati su fonte statistica per capire se e come suddividere l'agglomerato urbano per caratterizzazione del tessuto per epoca di costruzione, per tipologia edilizia o per stato di conservazione, ma anche per continuità volumetrica.

Ciò è possibile con un approfondimento dello studio mediante un rilievo geometrico-semanticò con quale interrogarsi sulla geometria dell'aggregato sui materiali da costruzione utilizzati e sulle tecnologie costruttive utilizzate per poter redigere una suddivisione del tessuto costruttivo in singoli edifici o aggregati. Nel rilievo dovranno emergere anche quelle informazioni di carattere più tecnologico che riguardano specialmente gli aspetti tecno-fisici dell'edificio intendendo le stratigrafie degli elementi di involucro opaco quali, murature solai e coperture e le tipologie di infissi, dalla quale sarà possibile risalire e avvicinarsi quanto più possibile ad una stima dei consumi per il riscaldamento laddove non possono essere rintracciate informazioni più precise.

### ***2.2.1\_La prenoscenza a scala territoriale e paesaggistica dell'aggregato urbano attraverso l'analisi di fattori fisici, ambientali e climatici***

Effettuare opere in termini di miglioramento energetico sul costruito necessita fin dalle prime riflessioni di stabilire una stretta integrazione tra edificato e ambiente circostante inteso come località geografica e le relazioni che tra essi possono instaurarsi o che si sono già instaurate. Queste relazioni possono fare riferimento all'esposizione solare, alla direzione del vento, le precipitazioni siano esse piovose o nevose in quanto in base all'orientamento dell'edificato queste possono essere più o meno gravose dal punto di vista del dispendio energetico dell'ambiente riscaldato.

In particolari contesti territoriali può accadere che i dati climatici raccolti nella UNI 10349:2016 non riescano a fornire indicazioni per specifici luoghi perché caratterizzati da microclimi differenti in una superficie territoriale piuttosto ristretta. Un caso specifico può essere lo studio condotto sul territorio del Comune di Arquata del Tronto in provincia di Ascoli Piceno<sup>1</sup>. Il territorio comunale a cui fanno riferimento sotto lo stesso comune diverse località e frazioni è caratterizzato da situazioni geografiche sensibilmente differenti tra loro. Si passa da condizioni ambientali con clima da fondovalle a circa 600mt s.l.m, a condizioni climatiche molto più estreme che sono riconducibili a località di area montana a circa 1500mt s.l.m. Benché dal punto di vista normativo le diverse località facciano comunque parte dello stesso comune e quindi della stessa fascia climatica resta comunque il fatto che alcuni borghi soffrono di scarsa irradiazione solare, altri di fondovalle di più l'umidità, altri a quote più alte di temperature sensibilmente più basse in inverno e una esposizione maggiore ai venti. Questo per dire che la conoscenza delle condizioni climatiche non dovrebbe fermarsi alla sola individuazione della posizione climatica ma analizzare nel dettaglio tutte le caratteristiche. Questo è possibile mediante software come METEONORM<sup>2</sup> il quale, mediante l'inserimento delle coordinate geografiche permette di generare un file climatico del luogo specifico. Il file può essere esportato in diversi formati che possono essere letti da diversi programmi di valutazione energetica. In questo caso e in questa fase di conoscenza è utile l'utilizzo del tool WHEATHER<sup>3</sup> il quale permette di visualizzare mediante grafici tutte le informazioni climatiche necessarie per

---

<sup>1</sup> Pierleoni A., Losco G. Roncaccia E., *Guidelines for the environmental sustainability and the energy efficiency of Arquata del Tronto*, in Fiore P., D'Andria E. a cura di "I centri minori... da

*problema a risorsa*", Franco Angeli, Milano, 2019

<sup>2</sup> METEONORM è un software che fornisce una banca dati di dati meteorologici per la progettazione di sistemi solari e la simulazione energetica degli edifici per qualsiasi località del mondo. Mediante il software è possibile individuare la località e ottenere dati sulla temperatura, umidità, piovosità, venti di quella zona in particolare. Questi dati possono essere esportati mediante diversi formati di file compatibili con numerosi software di modellazione energetica.

<sup>3</sup> WHEATHER TOOL è un tool che mediante il file climatico generato da software tipo Meteonorm, graficizza i contenuti del file e permette una rielaborazione e interpretazione dei dati. Tra i dati più significativi emerge la possibilità di conoscere la direzione prevalente dei venti durante l'arco dell'anno, l'intensità, la temperatura, l'umidità di questi oltre la temperatura e l'umidità dell'aria. La posizione del sole la sua inclinazione e quindi la radiazione seguendo il grafico del percorso solare. Questi dati permettono al tool di generare la posizione ottimale dell'edificio in relazione ai punti cardinali.

avere una più ampia conoscenza del luogo. Viene offerta la possibilità di conoscere la direzione, la velocità, la temperatura e la prevalenza di tutti i venti che insistono in quel punto specifico, e poi le temperature giornaliere medie, l'umidità, la radiazione solare incidente; tutte queste condizioni climatiche favorevoli o sfavorevoli caratterizzano a loro volta il luogo e il software ipotizza una posizione ideale dell'edificio che dovrebbe essere costruito o attenzionato. Questo tipo di processo tiene conto di dati climatici rilevati e osservati dal 1990 al 2010 e sono dati medi del periodo. Per una effettiva e più puntuale conoscenza del luogo sarebbe opportuno un rilevamento mediante centralina meteorologica con datalogger, ma l'acquisizione di tutti i dati relativi all'intero periodo annuale comporterebbe un dispendio di tempo enorme.

Un'ulteriore informazione sempre di tipo territoriale-climatico, non meno importante ma a integrazione di quanto precedentemente descritto, è quella di comprendere il rapporto tra l'illuminazione solare e il borgo su cui intervenire. Questo tipo di analisi è possibile svolgerla sia in maniera bidimensionale, sia in tridimensionale. Nella prima modalità è possibile sovrapporre il diagramma solare<sup>4</sup> alla planimetria del borgo e in base alle stagioni evidenziare quali possono essere i fronti che rimangono illuminati dalla luce solare. Per una più accurata analisi è opportuno conoscere le altezze dei fronti per capire quali interferenze possono sorgere tra un edificio e l'altro; potrebbe capitare quasi sicuramente che un edificio, specialmente durante il periodo invernale possa soffrire della mancata illuminazione diretta per effetto dell'edificio adiacente più alto. Ma riuscire ad avere l'altezza degli edifici significherebbe avere di fatto la possibilità di costruire un modello tridimensionale del borgo associando alle altezze dei fronti, una planimetria catastale e le curve di livello, ottenendo tramite rielaborazione grafica con software di modellazione tridimensionale un modello come visibile nella Figura 5.

---

<sup>4</sup> Il Diagramma solare Il diagramma solare è un grafico in cui è rappresentato il moto apparente del sole nella sfera celeste, proiettato sul piano orizzontale (diagramma polare) o verticale (diagramma cilindrico). viene utilizzato per determinare i periodi di tempo nei quali un punto assegnato di una superficie è affetto da ombreggiamento a causa di ostacoli che intercettano i raggi solari. La posizione del sole viene identificata tramite l'altezza solare  $\alpha$  e l'angolo azimutale solare  $\gamma$ , ossia l'angolo formato tra la proiezione sul piano orizzontale dei raggi solari e la direzione sud, considerato positivo se la proiezione cade verso est.

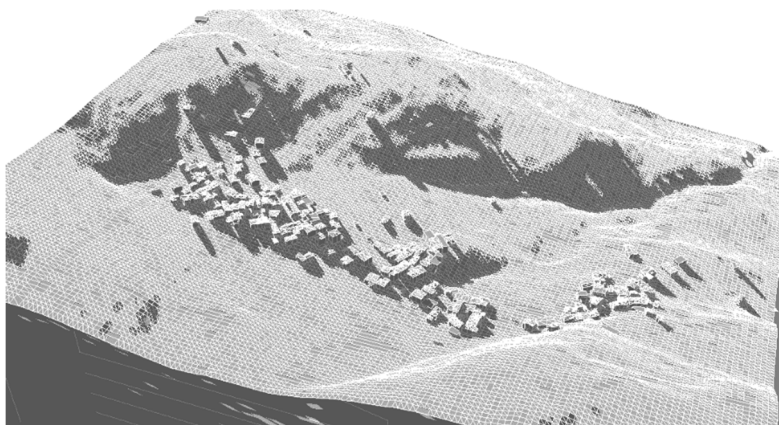


Figura 6 - Esempio di ricostruzione 3d del borgo

Il tridimensionale eventualmente ricostruito o in alternativa ricavato mediante un rilievo laser da drone unito ad un modello del terreno, potremmo leggerlo mediante un software di simulazione del percorso solare, col quale è possibile visualizzare le effettive zone irraggiate dal sole e potremmo persino individuare per ciascun edificio o gruppi di edifici per quanto tempo nell'arco di un giorno e per quali pareti questi possono ricevere beneficio in termini energetici dal calore prodotto dai raggi solari incidenti. Un software di simulazione del percorso solare, potrebbe essere ECOTECH, o in alternativa anche software open sources come SKETCHUP o software nativi bim come ARCHICAD o REVIT possono offrire lo stesso risultato semplicemente caricando il file climatico della zona in questione.

Un'analisi di questo tipo potrebbe essere per certi aspetti molto dispendiosa sia dal punto di vista tecnico ed economico ma i risultati che possono essere ottenuti saranno sicuramente preziosi per tutte le fasi di intervento successive.

### ***2.2.2\_La conoscenza dell'aggregato attraverso la raccolta ed interpretazione dei dati su fonte statistica per una mappatura sintetica e l'individuazione di ambiti omogenei per epoca di costruzione, stato di conservazione e consistenza edilizia***

Successivamente all'analisi di ambito territoriale, restringendo leggermente il campo di indagine, si inizia un percorso di conoscenza dell'aggregato o del borgo in questione cercando di raccogliere quante più informazioni che possano illustrare e far comprendere le caratteristiche costruttive e insediative e il suo stato di conservazione.

Questo tipo di approccio potrebbe anche avere all'interno di esso due modalità di approfondimento; una prima fase, che è quella che tratteremo in questo paragrafo, vuole essere più generale e speditiva, la seconda che tratteremo successivamente mediante il rilievo sul posto ha un'impronta più analitica e puntuale.

La prima fase, quindi, è caratterizzata da una conoscenza indiretta che permette un'acquisizione di informazioni su base statistica che inquadra la situazione del contesto in maniera più generale. Da questo punto di vista vengono in aiuto le informazioni che possono essere estratte e rielaborate dai censimenti ISTAT e nella fattispecie dal quindicesimo censimento del 2011<sup>5</sup>. Per la narrazione si consideri come riferimento gli insediamenti dell'entroterra marchigiano. L'ISTAT attraverso il data warehouse<sup>6</sup> offre la possibilità di avere delle informazioni via via sempre più dettagliate che vanno da indici a livello nazionale fino a livello comunale. Ad esempio, se volessimo conoscere qualche informazione sulle tecniche costruttive delle diverse provincie marchigiane (Fig.6) otterremmo un grafico dal quale vedremmo che queste si caratterizzano per un'alta percentuale di presenza di edifici in muratura, circa il 35% del costruito. La sola provincia di Ascoli Piceno è caratterizzata nello specifico da circa il 32% di costruzioni in muratura portante nel periodo "fino al 1918 e precedenti" (Fig.7).

---

<sup>5</sup> "Le informazioni raccolte per il 15° Censimento generale si riferiscono al 9 ottobre 2011 e sono tutelate dalle disposizioni in materia di segreto statistico e sottoposte alla legge sulla protezione dei dati.

La popolazione censita, pubblicata in Gazzetta Ufficiale n. 209 del 18 dicembre 2012, diviene riferimento legale per il Paese fino alla successiva rilevazione censuaria ed è perciò definita "popolazione legale", salvo che non intervengano modifiche dipendenti da eventuali variazioni territoriali nella circoscrizione comunale, posteriori alla data del 9 ottobre 2011. Sito internet [www.istat.it](http://www.istat.it)

<sup>6</sup> "Il data warehouse del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni contiene informazioni, disaggregate fino a livello subcomunale, sulla struttura demografica e sociale della popolazione con dimora abituale in Italia e sul patrimonio abitativo italiano. Con il completamento del processo di produzione dei dati, verranno aggiunte le informazioni sulle altre variabili rilevate. La data di riferimento delle informazioni diffuse è il 9 ottobre 2011.(...) Il sistema è basato sulla tecnologia del data warehouse dell'Oecd (OECD.Stat), una piattaforma di software e servizi statistici adottata anche dall'Istat. L'accesso al sistema è libero e gratuito. I dati sono presentati in tavole multidimensionali, che offrono la possibilità di comporre tabelle e grafici personalizzati agendo sulle variabili, i periodi di riferimento e la disposizione di testate e fiancate. Un ampio apparato di metadati agevola il reperimento e la comprensione delle statistiche da parte degli utenti." Sito internet [www.istat.it](http://www.istat.it)

### Diffusione delle tecnologie costruttive per periodi di riferimento nelle provincie marchigiane

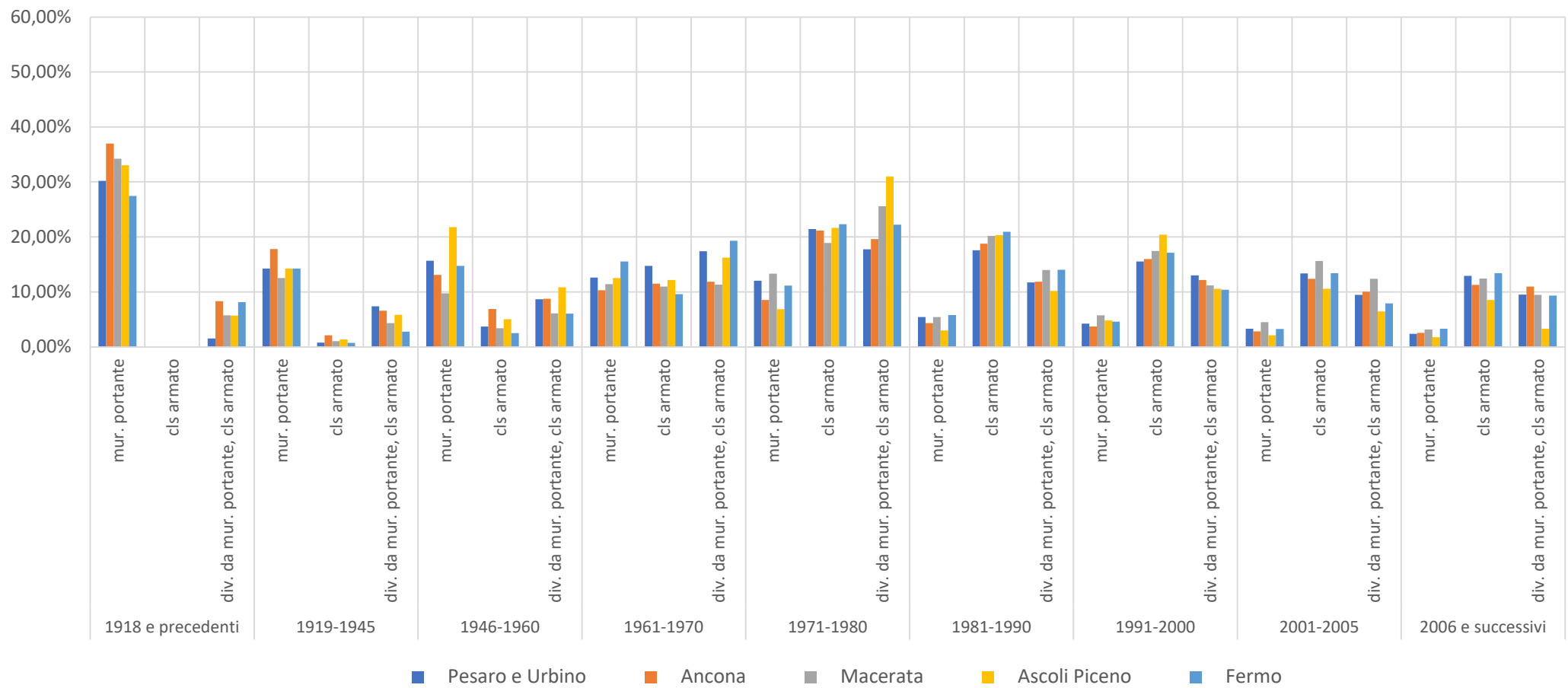
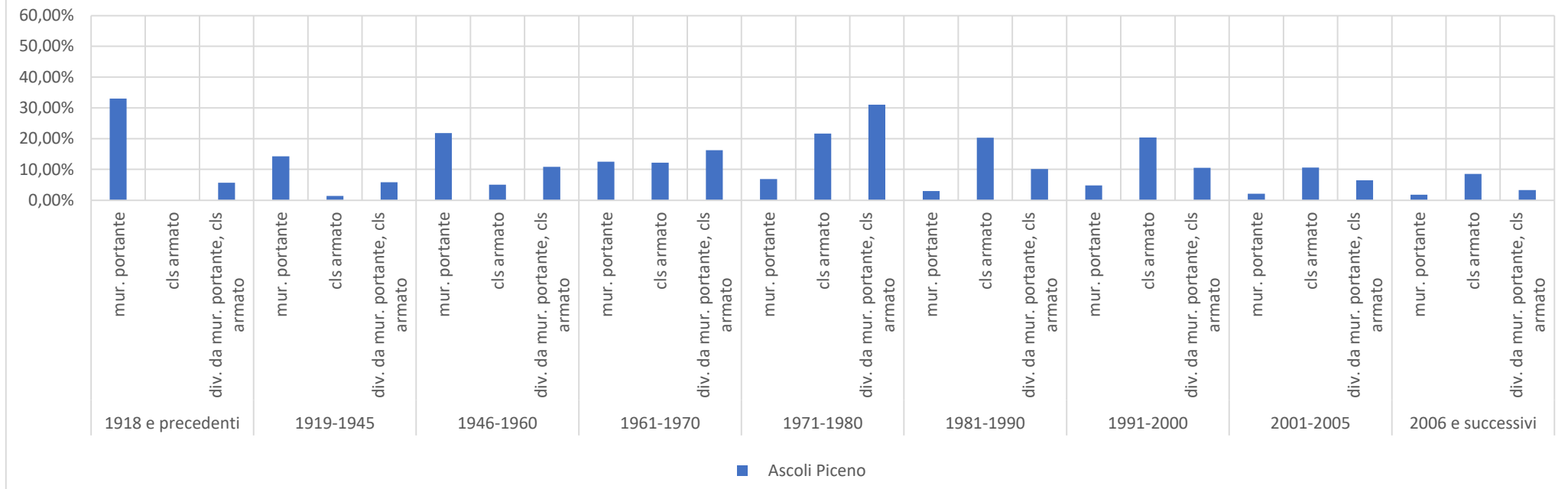


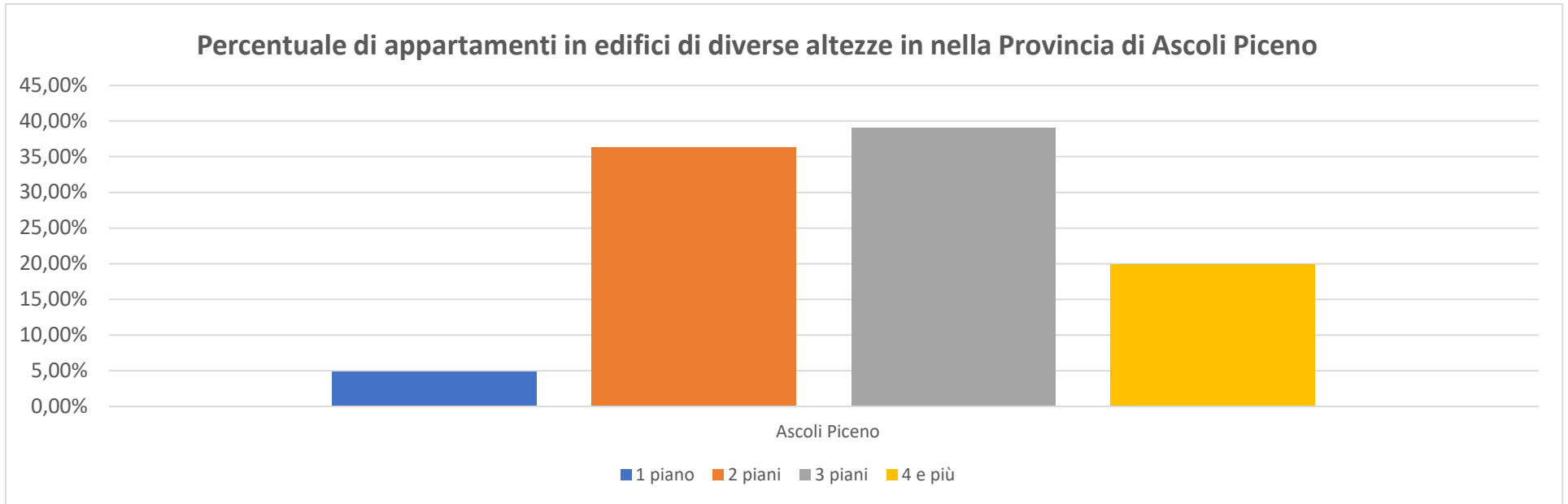
Figura 7 - Rielaborazione dati ISTAT sulle tecnologie costruttive diffuse nelle provincie marchigiane

### Diffusione delle tipologie costruttive per periodi di riferimento nella Provincia di Ascoli Piceno

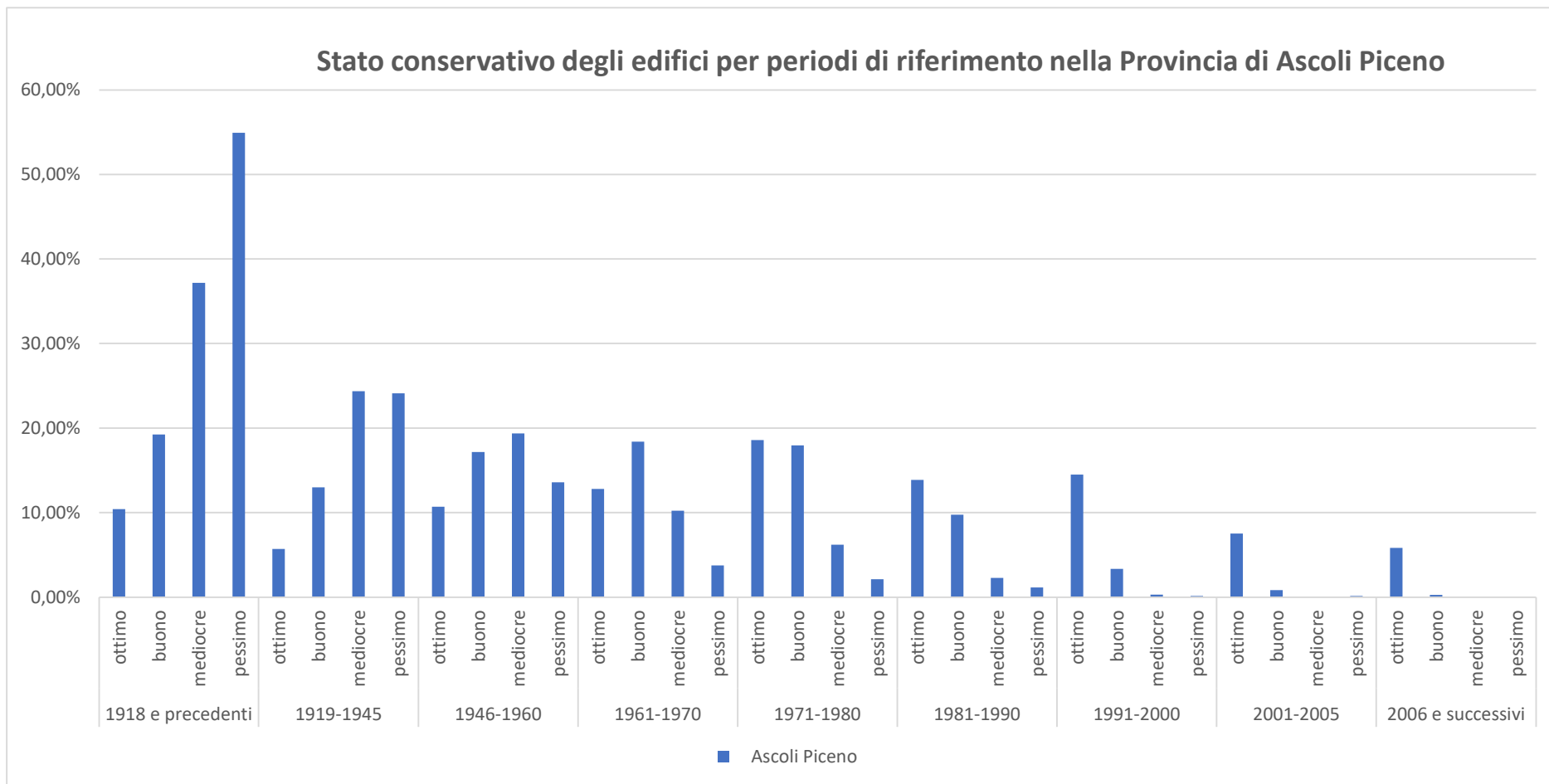


*Figura 8- Rielaborazione dati ISTAT sulle tecnologie costruttive diffuse nella provincia di Ascoli Piceno*





*Figura 9- Rielaborazione dati ISTAT sulla diffusione degli appartamenti per edifici*



*Figura 10- Rielaborazione dati ISTAT sullo stato conservativo degli edifici nella provincia di Ascoli Piceno*

Di questa percentuale è possibile constatare in maniera approssimativa che la maggior parte degli edifici è di circa 2 o 3 piani come visibile nella figura 8.

Dall'ISTAT è possibile anche avere una indicazione percentuale dello stato conservativo delle costruzioni diviso, anche in questo caso, per periodi di riferimento e si può constatare anche come le costruzioni tra il primo e secondo periodo per lo più in muratura portante necessitano di interventi, in quanto si presentano in un pessimo stato conservativo. (Fig 9). Questa scala è data dal giudizio delle condizioni degli intonaci, degli infissi, se insistono danni strutturali e le condizioni del tetto.

Inoltre, laddove presenti, è possibile avere le stesse informazioni elencate nei grafici precedenti ma a scala comunale. Questo permette di avere una ulteriore chiarezza dello stato dei luoghi prima di intervenire.

### ***2.2.3\_La conoscenza del tessuto edificato attraverso l'analisi tecnotipologica***

All'interno di questa prima macroarea della fase conoscitiva, ci si interroga sulle caratteristiche e sulle condizioni dell'incasato che si desidera trattare in maniera più puntuale. Il rilievo è la disciplina che caratterizza questa fase in quanto è l'unica attività svolta in sito che ci consente di conoscere da diversi punti di vista le caratteristiche dell'aggregato edilizio; caratteristiche intese come articolazione geometrica, esatta consistenza volumetrica e il dimensionamento delle componenti edilizie siano esse di natura strutturale e non per quanto riguarda i caratteri meramente dimensionali. A questo ne consegue anche un rilievo materico che ci permette di dare un contenuto e una qualità alle misure raccolte e quindi poter analizzare le componenti edilizie di diversa natura materica e le eventuali stratigrafie di cui queste sono composte, mediante un rilievo visivo e fotografico. L'acquisizione di queste preziose conoscenze ci permetterà di poter eventualmente suddividere l'incasato in aggregati laddove sussistono degli elementi comuni quali la volumetria, la continuità strutturale ed i materiali d'involucro.

#### ***2.2.3.1\_Il rilievo come strumento per la conoscenza della consistenza materiale e la geometria dell'aggregato***

Il rilievo è “l’insieme di operazioni di studio, di misurazione e di analisi che permettono di comprendere e documentare il bene architettonico, sia in se stesso che nel rapporto con il contesto urbano o territoriale, nelle sue caratteristiche geometriche, dimensionali, strutturali e costruttive, oltre che formali e funzionali. Una buona campagna di rilevamento deve fornire una conoscenza dei caratteri formali e geometrici (tramite il rilievo topografico, architettonico e del colore), tecnologici e materici (con l’ausilio del rilievo tecnico-strutturale e dello stato di conservazione, statico e dei materiali) del manufatto. Le informazioni così ottenute possono poi costituire la base per approfondire aspetti particolari dell’opera rilevata, in funzione anche delle esigenze che, caso per caso, possono manifestarsi (ad esempio tavole degli impianti, carte tematiche, mappe delle indagini strumentali ed eventuale monitoraggio nel tempo dei fenomeni rilevati...). Solo in questo modo, facendo quindi tabula rasa e mettendosi al completo ascolto, nel senso più ampio del termine, di ciò che abbiamo di fronte, la fondamentale fase di rilievo può fornirci il necessario bagaglio di conoscenze per affrontare in maniera consapevole le successive fasi di intervento”<sup>1</sup>.

La tecnica del rilievo può essere sia analitica che digitale; la seconda offre senza dubbio maggior vantaggio rispetto la metodologia analitica in quanto mediante l’utilizzo di droni, laser scanner 3d uniti ad una post-produzione informatica con strumenti BIM<sup>2</sup> si ha in un tempo molto ridotto sia il rilievo geometrico che, la ricostruzione tridimensionale non del singolo manufatto ma dell’intero nucleo costruito. Questo non significa però superare la metodologia del restauro, in quanto le nuove tecnologie di rilevamento sono strumenti che accelerano l’acquisizione dei dati ma la rielaborazione e interpretazione e i livelli di approfondimento seguono comunque i dettami della disciplina del rilievo e restauro. Il livello di approfondimento che si richiede in questa fase potrebbe essere ricondotto a quello di un rilievo speditivo caratterizzato da un sopralluogo preliminare da interpretarsi come una “*dettagliata ricognizione seguendo un’accurata metodologia di indagine indirizzata a valutare i problemi*

---

<sup>1</sup> Si cfr il *Manuale di restauro*, Zevi (a cura di), in *Approcci Metodologici*, Mancosu Editore, Roma, 2007 p. H10

<sup>2</sup> BIM, Buildings Information Modeling

*in maniera rigorosa così da ridurre eventuali rischi di valutazioni approssimative e superficiali. In linea generale, l'obiettivo primario del sopralluogo dovrà indirizzarsi verso l'acquisizione dei primi elementi di conoscenza delle caratteristiche dimensionali e costruttive del manufatto e del suo stato di conservazione”<sup>3</sup>.*

*“Questo sopralluogo dovrà terminare con la redazione di schede di rilevazione rapida con le quali poter raccogliere, in maniera il più possibile esaustiva e immediata, il maggior numero di informazioni sull'edificio. Tali nozioni riguardano le caratteristiche strutturali della fabbrica, le patologie dei vari elementi che la compongono, le tecniche di costruzione, i materiali in opera, gli stati di dissesto e le patologie che cause diverse possono avere innescato: tali dati, necessariamente quantificabili, possono essere ottenuti solo attraverso un rilievo completo dell'edificio. Sarebbe opportuna quindi la creazione di schede di rilevazione, al contempo generiche, al fine di essere utilizzate per un numero elevato di edifici, e flessibili rispetto alle caratteristiche peculiari di ogni fabbrica, al fine di non ridurre la complessità”<sup>4</sup>.* Come evidente si denota al tempo stesso la necessità di agire in maniera piuttosto rapida e la necessità di raccogliere quelle informazioni proprie di un rilievo critico-descrittivo e di un rilievo critico-strutturale.

#### *2.2.3.2\_L'analisi dei dati per la conoscenza delle principali tipologie edilizie e delle tecniche costruttive tradizionali*

*“La conoscenza delle principali tipologie edilizie e delle tecniche costruttive passa per il rilievo critico-strutturale che denuncia tutte le caratteristiche costruttive, strutturali e materiche delle strutture evidenziando, allo stesso tempo, il loro stato conservativo (ossia il quadro fessurativo e deformativo dell'edificio). Il suddetto rilievo/analisi potrà essere suddiviso in quattro punti principali ma nel caso della ricerca l'attenzione si focalizza in soli due aspetti che sarebbero:*

---

<sup>3</sup> Si cfr il Manuale operativo per il restauro architettonico, DEI,2003, p.41

<sup>4</sup> Si cfr il *Manuale di restauro*, Zevi, in *Approcci Metodologici*, p.H11

- *la classificazione dei materiali (l'indicazione dettagliata dei tipi di materiale utilizzati per ogni singola tipologia costruttiva);*
- *la tipologia degli elementi strutturali (l'individuazione delle tipologie costruttive con particolare attenzione alle modalità di assemblaggio dei singoli elementi);*

*A scopo di indirizzo, di seguito sono indicati gli elementi di conoscenza richiesti per i diversi elementi costitutivi.*

*Fondazioni: l'analisi prevede l'utilizzo di saggi fondali, sia sulla parte esterna che sulla parte interna delle murature perimetrali; quando le condizioni lo consentono, è opportuno individuare il tipo e le caratteristiche del terreno, le caratteristiche dimensionali e materiche, la qualità dell'esecuzione e lo stato di conservazione, il tipo (continuo o discontinuo), la collocazione degli elementi fondali, la presenza di locali interrati o seminterrati.*

*Per quanto riguarda il quadro dei dissesti: la presenza di lesioni, degrado del materiale e umidità, anche in relazione alle condizioni e allo stato di conservazione degli elementi verticali in prossimità delle fondazioni, la presenza e lo stato conservativo dei vespai, scannafossi, gattaiolati o simili e di sistemi di smaltimento delle acque piovane e fognarie.*

*Strutture verticali: per la valutazione dei materiali utilizzati, delle dimensioni e della consistenza degli elementi e delle modalità costruttive potrà essere fatto ricorso a saggi superficiali o nello spessore di limitate dimensioni, quali ad esempio la rimozione di limitate porzioni di intonaco. Il rilievo, in buona sostanza, dovrà indicare le casistiche delle diverse apparecchiature murarie presenti nel manufatto e di conseguenza: il tipo del materiale impiegato (conci in pietra lavorata, elementi in pietra appena sbazzata, pillole di fiume, mattoni pieni, mattoni forati, mattoni cotti o lasciati asciugare al sole ecc.) includendo, se possibile, anche informazioni sul tipo di malta, la geometria dell'apparecchiatura (piani di posa più o meno orizzontali, tipologia dei giunti ecc.), la tipologia di struttura (continua, discontinua, portante, di tamponamento, di foderia ecc.), la modalità di esecuzione, il quadro del degrado e dei dissesti (lesioni, localizzate o diffuse, fuori piombo, spanciamenti, espulsione di materiale, presenza di umidità, forme di degrado superficiale o*

*interno), nel caso di elementi portanti di dimensioni molto diverse sarà necessario allestire un apposito abaco.*

*L'analisi delle strutture murarie verticali può, talvolta, necessitare di carte di rilievo specifiche quali, ad esempio, rilievi di campioni di muratura (generalmente 100x100 cm) in scala 1:10-1:5 o superiore. La campionatura dovrà prendere in esame le parti più significative del manufatto così da poter stabilire, con buona approssimazione probabilistica, la condizione anche di parti non direttamente rilevate. La scelta del campione dovrà possedere due prerogative: essere significativa per se stessa (avere cioè una propria valenza) ed essere sufficientemente rappresentativa della totalità. Utilizzando tale sistema, risulterà fondamentale individuare accuratamente l'area campionata registrando le coordinate di riferimento in modo da poterla rintracciare, con esattezza, all'interno della visione complessiva dell'oggetto. È opportuno, inoltre, che ogni campione sia registrato in schede, appositamente redatte, contenenti tutte le informazioni ad esso attinenti, più gli eventuali rimandi alle relative schede stratigrafiche e cronologiche. Al fine di completare l'indagine nel modo più corretto possibile è doveroso dichiarare il livello di conoscenza, il grado di approfondimento ed il grado di attendibilità ottenuto da una indagine di questo tipo. In presenza di superfici molto estese un valido sistema di campionatura è quello realizzato per mezzo di "transetti" (fasce caratterizzate in una direzione da una misura costante, ad esempio un metro, ed estese, nell'altra direzione, per una lunghezza che si relaziona alla specifica esigenza) in quanto capaci di definire un ambito di osservazione limitato rispetto alla totalità delle superfici ma che, allo stesso tempo, sia significativo anche delle parti non rilevate.*

*Strutture orizzontali piane: il rilievo dovrà indicare la geometria della struttura indicando i vari "strati" che la compongono e di conseguenza, il materiale utilizzato sia nell'orditura (portante e secondaria) sia negli elementi dell'impalcato indicando nello specifico la tipologia (in legno con tavolato o con piastrelle, con struttura in acciaio – specificando il tipo di travi – con voltine, a volterrane, con tavelle, in latero-cemento ecc.), le dimensioni dei singoli elementi dell'orditura (portante e secondaria) e gli interassi; le modalità di*

*esecuzione con riferimento alla regola d'arte; il quadro dei dissesti (degrado dei materiali, posizione e andamento delle lesioni, presenza di deformazioni o cedimenti, anche localizzati).*

*Strutture orizzontali voltate: il rilievo dovrà indicare la geometria della struttura indicando i vari "strati" che la compongono e di conseguenza il materiale utilizzato, specificandone la pezzatura, le dimensioni e la modalità di messa in opera, se visibile, (apparecchiatura a coltello, a foglio, a spina di pesce ecc.); il tipo (a botte, a crociera, a padiglione, a vela, a botte con testa a padiglione, a schifo, unghiata ecc.), specificandone le dimensioni in pianta e lo spessore in chiave e alle reni, l'altezza alle imposte e in chiave, la presenza e l'entità del riempimento; le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte; il quadro dei dissesti (posizione e andamento delle lesioni in chiave, alle reni, lungo i costoloni, parallele alla linea d'imposta, ortogonali alla linea d'imposta ecc., la presenza di deformazioni o cedimenti).*

*Strutture di copertura: il rilievo dovrà indicare la geometria della struttura indicando i vari "strati" che la compongono e di conseguenza il materiale utilizzato sia nell'orditura (portante e secondaria) sia negli elementi dell'impalcato; il tipo (in legno: a capriate, con falsi puntoni ed arcarecci, con trave di colmo e travicelli ecc, con struttura in acciaio – specificando il tipo di travi, in latero-cemento ecc.), le dimensioni dei singoli elementi dell'orditura (portante e secondaria), gli interassi, il tipo di azione esercitata da questi sulla struttura sottostante (spingente o a spinta eliminata) e l'eventuale presenza di elementi di cordolatura o di tiranti e catene; le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte; il quadro dei dissesti (degrado dei materiali, presenza di lesioni tra gli elementi dell'impalcato, negli elementi dell'orditura e di deformazioni o cedimenti, anche localizzati), la presenza e lo stato di sistemi di coibentazione o impermeabilizzazione.*

*Nel caso di analisi di strutture di copertura lignee complesse, al fine di classificare in modo rigoroso gli elementi che la compongono sarà opportuno allestire un apposito abaco quotato distinguendo l'armatura primaria (capriate, travi di colmo, puntoni, arcarecci o terzere ecc.) da quella secondaria (correnti, travicelli, palombelli, passa fuori ecc.).*



*Strutture di collegamento verticale: il rilievo dovrà indicare la geometria della struttura, il materiale utilizzato per la realizzazione, il tipo con riferimento agli elementi portanti e alla loro connessione con le strutture adiacenti (scala a stretta, ad anima, a volo, a sbalzo, a pozzo ecc.); le modalità di esecuzione con riferimento alla regola d'arte, il quadro dei dissesti (degrado dei materiali, presenza di lesioni e di deformazioni o cedimenti). Per quanto riguarda gli ascensori dovrà esserne indicato il tipo e la relazione con gli elementi strutturali dell'edificio, al fine di individuare le relazioni tra il funzionamento ed eventuali dissesti.*

*Elementi di presidio statico: sarà utile accertarne l'efficacia, anche mediante indagini distruttive. Nel rilievo dovranno essere segnati: i materiali, il tipo e le dimensioni, queste ultime da comparare con le esigenze statiche attuali.*

*Pareti non portanti: per le pareti non portanti dovranno essere fornite le informazioni relative ai materiali, alle modalità di messa in opera, anche in relazione al collegamento (dovrà essere indicato se è presente ammorsamento o meno) o alla posizione rispetto agli elementi strutturali vicini e soprattutto al quadro dei dissesti, con particolare attenzione per il degrado. Dovrà, inoltre, essere accertata l'assenza di funzioni strutturali delle pareti non portanti.*

*Controsoffittature: il rilievo delle controsoffittature dovrà evidenziare i materiali, le tecniche esecutive, l'eventuale presenza di decorazioni e stato di conservazione (ad es. per quanto riguarda le controsoffittature definite "incannucciate" – strato di intonaco steso su una trama di cannuccie spaccate e intrecciate fissate a regoli lignei inchiodati alle travi del solaio – occorre verificare che siano sempre funzionanti le bocchette per l'aerazione indispensabili onde evitare, all'interno, il formarsi di muffe ed il ristagno dell'umidità, entrambi fattori dannosi per la buona conservazione del solaio sovrastante).*

*Aperture: intese come soluzioni di continuità della cortina muraria: il rilievo dovrà indicare il tipo e la posizione, la modalità esecutiva di stipiti, dell'architrave e del davanzale con riferimento alla regola d'arte, il quadro dei dissesti (presenza di lesioni d'angolo a 45°, di lesioni verticali in corrispondenza dei maschi murari e al centro della luce), elementi decorativi,*

*materiali e modalità di esecuzione delle mostre. Nelle piante redatte alla quota dei solai (con gli elementi strutturali sottostanti) dovranno essere indicate (tratteggiate) le proiezioni delle aperture (finestre e porte) situate sotto il piano di sezione e localizzate nella parete muraria”<sup>5</sup>*

#### *2.2.3.3\_L’aggregazione degli edifici per tipologia, dimensione e tecniche costruttive*

Questi dati raccolti possono essere utilizzati per organizzare una catalogazione delle singole strutture al fine di suddividere il borgo in unità che non riflettono l’unità abitativa ma una “unità edilizia” che può essere una singola abitazione o più abitazioni accomunate da stessa tipologia edilizia in continuità strutturale e materica che potremmo chiamare aggregato, in quanto l’obbiettivo come vedremo nei capitoli successivi, non è tanto classificare energeticamente la singola unità abitativa, quanto quello di ottenere una valutazione del fabbisogno energetico globale di tutto il borgo in questione. Questo processo purtroppo non può avere un carattere standardizzato o comunque riconducibile ad una tabella con diverse corrispondenze tra tipologie costruttive, materiali e tecniche costruttive, in quanto alla base di questa metodologia che si vuole proporre, per eseguire la suddivisione del costruito è considerare sempre il volume riscaldato. Pertanto, le aggregazioni che possono essere eseguite saranno sempre e solo in considerazione della continuità strutturale e quindi volumetrica; il lavoro di analisi di queste caratteristiche va svolto in maniera puntuale, seguendo come una trama filata, la continuità del tessuto edilizio che sovente si manifesta in quasi tutti i piccoli borghi e non solo.

#### *2.2.4\_La conoscenza “energetica” dell’aggregato*

In questa ultima parte della prima fase ci si concentra invece sull’acquisizione di dati che permetteranno di elaborare una prevalutazione energetica dell’immobile o dell’aggregato. È una parte che si pone in bilico tra la prima e la seconda fase, quella della diagnosi, perché è proprio lì che si realizza una

---

<sup>5</sup> Si cfr il Manuale operativo per il restauro architettonico, DEI,2003,pp.52-55

campagna di acquisizione di dati utili ad una effettiva valutazione energetica sulla base di informazioni dirette e indirette.

Per acquisire una conoscenza energetica dell'aggregato dovremmo svolgere una valutazione energetica degli edifici che compongono l'aggregato e quindi sulla base della direttiva 2012/27/UE dovremmo eseguire una diagnosi energetica seguendo la normativa UNI CEI EN 16247 parte 1,2 e 3 che fornisce indicazioni su come eseguire una diagnosi energetica. Alla base di questo metodo viene stabilito che le informazioni sui dati dei consumi devono essere il più aggiornati possibile e che tengano conto del profilo energetico dell'occupante e in ultimo deve considerare il costo del ciclo di vita dell'edificio stesso.

*“La diagnosi energetica deve essere realizzata sull'intero edificio in condizioni d'uso sufficientemente rappresentative per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale e di individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative. In linea di massima si compone di quattro fasi che riguardano*

- *Raccolta di informazioni relative agli aspetti edilizi ( caratteristiche geometriche e fisiche dell'edificio, caratteristiche termofisiche dell'involucro), impiantistici (prestazioni di impianti di climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, elettrico, ecc.) e gestionali ( orari di accensione e giorni di attivazione degli impianti, temperature di funzionamento, dati di consumo delle utenze elettriche, termiche, frigorifere e di acqua calda sanitaria;*
- *Realizzazione del modello energetico dell'edificio e valutazione puntuale dei reali flussi di energia, attraverso l'individuazione dei sistemi informatici più idonei per simulare il comportamento energetico dell'edificio;*
- *Individuazione degli interventi migliorativi più opportuni per ridurre le dispersioni termiche e le spese energetiche, per migliorare il comfort ambientale degli utenti e la classe energetica dell'edificio.*

- *Valutazione tecnico economica della fattibilità degli interventi proposti.*<sup>6</sup>

Operare però in contesti limite rende la questione assai più difficoltosa non tanto per l'acquisizione di informazioni relative agli aspetti edilizi come elencato al primo punto del paragrafo precedente, quanto alla raccolta delle informazioni che riguardano ad esempio la prestazione degli impianti, gli orari di accensione e spegnimento e le relative temperature di funzionamento. Questi dati possono essere reperibili nel caso in cui esista ancora un occupante dell'edificio e lo stesso è ancora perfettamente in funzione con tutte le eventuali anomalie. La difficoltà rimane nel caso in cui si è di fronte a contesti abbandonati da decenni ed edifici quasi tutti danneggiati e in parte crollati.

#### *2.2.4.1\_Raccolta e analisi di parametri valutativi per una prevalutazione energetica*

Dal rilievo che è stato effettuato è utile iniziare a elencare le componenti edilizie e le loro stratigrafie che in prima battuta ci hanno permesso di dividere il tessuto urbano in aggregati; ora invece è la fase in cui le stratigrafie delle componenti vanno esaminate in dettaglio e più precisamente dal punto di vista fisico. Sarebbe opportuno iniziare a descrivere un dataset in cui organizzare tutte le stratigrafie divise in componenti opachi verticali, orizzontali e vetrati. Per ognuno di questi macro gruppi identificare la tipologia di stratigrafia indicando se portante o solo di tamponamento con l'indicazione del materiale predominante. A questo punto l'ulteriore passo è eseguire un calcolo del valore della trasmittanza dello stato di fatto; cioè il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C, calcolato secondo la normativa UNI EN ISO 10077-1:2018 (Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità) e UNI EN ISO 10077-2:2018 (Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai). Più basso è il valore di trasmittanza termica degli elementi

---

<sup>6</sup> Si cfr Lucchi E. Pracchi V., *Efficienza Energetica e Patrimonio Costruito, la sfida del miglioramento delle prestazioni dell'edilizia storica*, Maggioli Editore, Milano, 2013, p.121

che costituiscono l'involucro edilizio, minore sarà il flusso di calore che attraversa gli elementi stessi. Stesso concetto vale anche per gli infissi (porte, finestre). Questo procedimento può essere svolto mediante software specifici. L'ANIT<sup>7</sup> fornisce un tool di calcolo PAN specifico per il calcolo delle trasmittanze delle strutture opache col quale è possibile creare la stratigrafia dell'elemento sottoposto a calcolo scegliendo diversi materiali da una vasta libreria di fonte normativa<sup>8</sup> e implementabile con materiali forniti da imprese che operano sul mercato. I dati di output che il software fornisce sono diversi a partire dal valore di trasmittanza, fornisce anche la verifica della formazione di condensa superficiale e interstiziale e la trasmittanza periodica con sfasamento, molto utile per lo studio delle pareti massive.

Per quanto riguarda le superfici vetrate l'ANIT propone un altro strumento individuato col nome di APOLLO, nel quale si possono ricostruire le tipologie di infissi esistenti scegliendo il materiale del telaio e la tipologia del vetro o dei vetri nel caso si dovesse trattare una struttura a doppio o triplo vetro.

Attraverso questi software possiamo conoscere quanta energia viene dispersa attraverso l'involucro e mettendo insieme questi dati ai ricambi d'aria e alla differenza di temperatura tra interno ed esterno potremmo in seguito calcolare una valutazione di massima dell'energia.

La precalcolazione energetica può comunque essere svolta tramite diversi software a regime stazionario o dinamico. *“Attualmente esistono molti software per l'analisi del comportamento energetico di un immobile che permettono livelli di accuratezza differenziati in base alla finalità dell'indagine, alla sofisticazione degli algoritmi di calcolo, all'utenza cui si rivolgono, alla modalità di introduzione dei dati, alla tipologia di risultati prodotti, alla possibilità di simulare specifiche condizioni architettoniche, ecc. I primi software di questo tipo sono nati negli anni Sessanta per rispondere alle esigenze di dimensionamento impiantistico: si trattava di procedure di calcolo*

---

<sup>7</sup> ANIT Associazione Nazionale Isolamento Termico. E' è un'associazione senza fini di lucro i cui obiettivi sono la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone. Promuove la normativa legislativa e tecnica partecipando attivamente ai principali comitati e gruppi di lavoro del settore presso il Ministero dello sviluppo economico, Ministero dell'ambiente, UNI, Comitato Termotecnico Italiano.

<sup>8</sup> UNI 10351, UNI 10355, UNI EN ISO 10456 e UNI/TR 11552

*semplificate operanti in regime stazionario che consentivano di progettare parti specifiche di impianti meccanici in funzione delle prestazioni termiche e del comportamento energetico dell'involucro edilizio. [...] Gli strumenti di simulazione di nuova generazione sono pensati esplicitamente per valutare l'efficienza energetica di un edificio e per proporre gli interventi di efficientamento più opportuni. Le procedure attualmente in uso e, di conseguenza, i software di simulazione del comportamento energetico dell'edificio sono basati su due modalità distinte di calcolo energetico:*

- *Calcolo in regime quasi stazionario effettuato su base mensile o stagionale, che prevede semplificazioni nell'introduzione delle informazioni relative agli scambi termici che interessano l'edificio.*
- *Calcolo in regime dinamico che considera intervallo di tempi brevi (un'ora) al fine di tenere conto del calore accumulato e rilasciato dalla massa dell'edificio.*

*In base a questa distinzione si dividono i sistemi operanti (in regime quasi stazionario, di analisi precoce, e dinamico). Ciascun strumento è costituito da tre parti:*

- *Variabili in ingresso, che forniscono le informazioni essenziali per definire le caratteristiche climatiche e termofisiche dell'ambiente di riferimento;*
- *Struttura del sistema che identifica le proprietà e i parametri energetici e prestazionali necessari per descrivere le caratteristiche fisiche dei componenti edilizi e impiantistici;*
- *Dati di uscita che individuano la reazione dell'organismo quando è sollecitato dalle variabili in ingresso di risposta (il fabbisogno energetico) o dipendenti (la temperatura e l'umidità relativa interne). In sostanza, il software mette a sistema la modellazione dell'edificio, rispettivamente con il modello d'uso e con gli impianti.*

*L'utilizzo di questi strumenti ha modificato sostanzialmente il metodo di progettazione che richiede sempre di più l'integrazione tra diverse*

*discipline. Un edificio deve essere visto come elemento sistemico, dinamico, non lineare e complesso. La validità di ciascuno strumento dipende dall'approccio usato nella modellazione che deve consentire l'analisi simultanea di tutti i flussi energetici, con un livello di dettaglio adeguato agli obiettivi del problema e alla qualità dei dati in possesso. Negli studi che si stanno compiendo si è cercato di valutare l'applicabilità di questi software per simulare il comportamento di un edificio storico, andando ad indagare l'attendibilità dei risultati rispetto ai modelli energetici e ambientali reali monitorati attraverso analisi diagnostiche e tecniche di diagnosi energetica”<sup>9</sup>.*

### **2.3\_ La fase diagnostica**

Operare in contesti storici quasi o se non del tutto inabitati per effetti di migrazione verso aree produttive o a seguito di eventi devastanti, rende l'acquisizione dei dati molto più difficile per via della perdita di documentazione e per il semplice fatto che alcuni luoghi possono non essere stati raggiunti dalla rete di distribuzione del gas, pertanto il riscaldamento poteva avvenire mediante l'uso di altri combustibili quali, kerosene stoccato in serbatoi oppure con bombole di gas propano che venivano sostituite regolarmente; di conseguenza non esisterà uno storico delle bollette delle utenze per il riscaldamento, al massimo si potrebbero rintracciare le ricevute di pagamento dei rifornimenti di tali carburanti e sulla base del potere calorifico del materiale stabilire quanti kw di energia potessero produrre e risalire quindi ai kilowattora impiegati per il riscaldamento e la generazione di acqua calda se quest'ultima non fosse riscaldata elettricamente o perché no col camino. Il calcolo potrebbe dare dei risultati importanti ma sarebbe comunque dispendioso in termini temporali e avrebbe comunque un margine di discostamento rispetto al reale utilizzo ancora troppo alto e comunque disomogeneo rispetto al resto del

---

<sup>9</sup> Si cfr, Lucchi E., Pracchi V., Efficienza energetica e patrimonio costruito. La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica, Maggioli Editore, Milano, 2013, p. 121-122

comparto edilizio. Sarebbe quindi opportuno individuare una metodologia di acquisizione di dati che sia quantomeno comune a tutto il resto del borgo. Considerando le difficoltà che possono verificarsi nel requisire le informazioni utili ad una prevalutazione energetica, è comunque importante partire da qualche dato che ci permetta di stabilire un valore di riferimento del consumo energetico di partenza per poter calcolare in seguito una percentuale di miglioramento energetico a seguito di possibili interventi.

### ***2.3.1\_La diagnosi indiretta degli edifici attraverso raccolta di dati sull'andamento dei consumi energetici***

Qualora quindi non sia possibile raccogliere bollette energetiche, consumi, informazione sulla gestione dell'energia, un metodo che potrebbe ottemperare a questa mancanza se pur generalizzato è quello di acquisire i dati forniti dall'agenzia ARERA sui consumi medi delle famiglie italiane<sup>10</sup> che nel rapporto annuale risalente al 2019 quantifica ad esempio un consumo medio di 1330 mc di gas per famiglie di 3 persone. Sempre facendo riferimento ad una famiglia così composta possiamo individuare anche il consumo medio dell'energia elettrica sia dall'agenzia ARERA che dall'ENEA mediante il portale on line KILOWATTENE<sup>11</sup> in cui si stima un consumo medio di 2581 Kwh.

Una ulteriore stima dei consumi per il riscaldamento, ma del tutto sperimentale, potrebbe essere la via del calcolo del fabbisogno di riscaldamento tenendo conto degli abitanti potenziali che il singolo borgo può ospitare sulla base della volumetria costruita.

In mancanza di un numero di abitanti massimo, l'obbiettivo del calcolo sperimentale è proprio quello di poter ottenere il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento in base a tutta la volumetria esistente residenziale.

---

<sup>10</sup> ARERA Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente. Si cfr la Relazione annuale 2019 con i dati relativi ai servizi pubblici per elettricità, gas, acqua, rifiuti

<sup>11</sup> KiloWattene nasce da una collaborazione tra Comune di Bologna ed ENEA, l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile. Questo strumento rientra tra i tool utili a informare e sensibilizzare cittadini e famiglie a ridurre i consumi energetici e di conseguenza l'emissione di CO2 nell'aria. Tali finalità sono in linea col protocollo di Kyoto, i Piani di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) emanati da molti comuni italiani, le finalità istituzionali di ENEA.



Per ottenere questo dato è opportuno conoscere innanzi tutto la dimensione geometrica di tutto l'edificato e quindi volume lordo, superfici di involucro e poi la zona climatica, i gradi giorno, i giorni e le massime ore consentite di riscaldamento.

E stato utile fare riferimento alla L 373/76 e dai relativi decreti di accompagnamento. Tale legge ormai superata dalla Legge 10/91 e s.m.i, viene a nostro favore poiché possiamo prendere come riferimento le formule di calcolo in essa contenute per ottenere i risultati desiderati, in quanto il criterio seguito nella legge, era quello di limitare i flussi termici massimi uscenti dall'edificio, attraverso l'introduzione di un coefficiente di dispersione volumico Cd.

$$C_d = \frac{q_d}{V(t_i - t_e)_{max}} = \frac{(\sum U_j A_j b_j)(t_i - t_e)_{max}}{V(t_i - t_e)_{max}} = \frac{\sum U_j A_j b_j}{V} \quad (1)$$

e di un coefficiente di ventilazione Cv

$$C_v = \frac{q_v}{V(t_i - t_e)_{max}} = \frac{[(\rho c_p)/3600]nV(t_i - t_e)_{max}}{V(t_i - t_e)_{max}} = \frac{\rho c_p}{3600}n \quad (2)$$

entrambi espressi in watt per metro cubo e kelvin [W/(m<sup>3</sup>K)].

Nella definizione (1), q<sub>d</sub> è il flusso conduttivo totale, espresso in watt [W], U<sub>j</sub> è il coefficiente globale di scambio termico per la superficie j-sima, espresso in watt per metro quadrato e kelvin [W/(m<sup>2</sup>K)], A<sub>j</sub> è l'area della superficie j-sima, espressa in metri quadrati [m<sup>2</sup>], (t<sub>i</sub> - t<sub>e</sub>) è la differenza, espressa in kelvin [K], tra la temperatura interna t<sub>i</sub> e la temperatura esterna t<sub>e</sub>.

Analogamente, nella definizione (2) q<sub>v</sub> è il flusso totale, espresso in watt [W], ρc<sub>p</sub> è la capacità termica per unità di volume dell'aria, espressa in joule per metro cubo e kelvin [J/(m<sup>3</sup>K)], V<sub>j</sub> è la portata di ventilazione della zona j-sima espressa in metri cubi al secondo [m<sup>3</sup>/s], V è il volume totale riscaldato, espresso in metri cubi [m<sup>3</sup>], n è il numero di rinnovi orari dell'aria nel volume

considerato e 1/3600 s/h è il fattore di conversione necessario a passare dai rinnovi per ora ai rinnovi per secondo.

Per quanto riguarda il significato fisico delle definizioni, dalla (1) emerge chiaramente che  $C_d$  è legato alle trasmittanze e, quindi, all'isolamento termico dell'involucro, mentre dalla (2) si ha che  $C_v$  dipende unicamente dal numero di ricambi naturali d'aria.

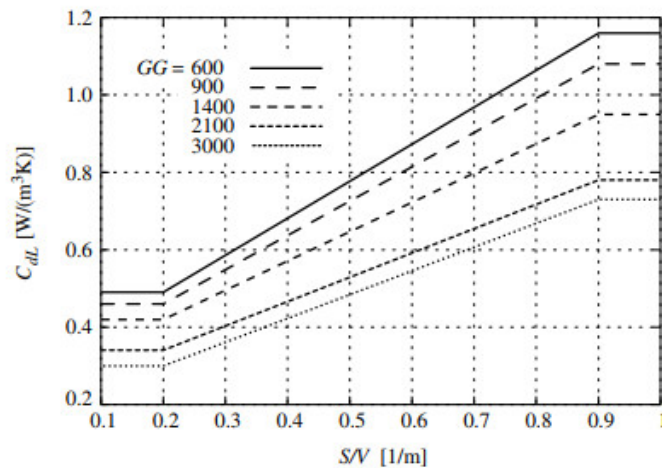


Figura 11- Valori limite del coefficiente di dispersione  $C_{dL}$  per edifici residenziali

Il coefficiente  $C_d$  per gli edifici residenziali deve essere inferiore ad un valore limite  $C_{dL}$  determinato per interpolazione lineare dai valori diagrammati nella Fig. 10 (a sua volta ricavata per elaborazione dei valori riportati nel DM 30/07/86). In figura, GG indica i gradi giorno, mentre nel rapporto  $S/V$  si intende con  $V$  il volume di edificio riscaldato, espresso in metri cubi, e con  $S$  la superficie esterna che delimita il volume  $V$ , espressa in metri quadrati. Sempre in base alla L 373/76, il valore di  $C_{vL}$  veniva determinato ponendo:  $n = n_L$  nella (2) ed ottenendo quindi

$$C_{vL} = \frac{\rho c_p}{3600} n_L$$

dove  $n_L = 0,5$  era il valore limite di stima per il numero di ricambi d'aria naturali all'ora. La somma dei coefficienti di dispersione e di ventilazione limite, infine, dava luogo ad un coefficiente globale

$$C_{gL} = C_{dL} + C_{vL}$$

utilizzabile per la determinazione del valore

$$q_{max} = C_{gL}V(t_i - t_e)_{max}$$

che la L 373/76 interpreta come potenza massima consentita per il generatore di calore.

### ***2.3.2\_ Il rilievo e monitoraggio strumentale sugli edifici***

Dopo avere descritto puntualmente come poter valutare i consumi energetici di abitazioni esistenti privi della documentazione necessaria che possa attestare e quantificare i consumi energetici annuali partendo dal volume e dal flusso termico uscente dall'involucro, facendo entrare tra questi casi anche gli edifici ad oggi distrutti o semi distrutti calcolando il volume esistente prima del crollo o demolizione, vediamo come, nel caso di edifici ancora in funzione, possono essere svolti dei rilievi strumentali per analizzare il comportamento energetico dell'involucro; quindi effettuare delle analisi specifiche che non si limitano a rilevare i soli consumi ma individuare i punti in cui l'involucro presenta delle "falle", punti in cui si verifica una concentrazione del flusso di energia termica che viene ceduta verso l'esterno. In questo caso laddove ci sia la possibilità di analizzare un edificio ancora in funzione, si andrà ad effettuare un approfondimento dei dati che si è riusciti a ricavare in precedenza. Si andrà quindi a capire il perché di eventuali consumi notevoli. La prassi è dispendiosa in termini di tempo e la strumentazione deve essere utilizzata da personale qualificato in grado di rielaborare i dati e valutarli sulla base di un modello fisico dell'edificio dal quale è possibile comprendere il comportamento energetico globale.

Come indicato dalla normativa EN 16883:2017<sup>12</sup> una fase importante dopo l'analisi funzionale dell'utilizzo pregresso, corrente e futuro dell'edificio è

---

<sup>12</sup> EN 16883:2017, Conservazione del patrimonio culturale - Linee guida per il miglioramento del rendimento energetico degli edifici storici. Questa norma europea fornisce delle linee guida

appunto la diagnosi energetica che mediante l'utilizzo di particolari strumenti di diagnostica permette di scovare le fragilità presenti in un sistema cosiddetto edificio-impianto. Questi tipi di analisi che devono essere svolte hanno il vantaggio di essere non distruttive, proprio perché non c'è bisogno di effettuare rotture o sondaggi che possono provocare danni a intonaci, stucchi ecc. Gli strumenti e le operazioni da effettuare ormai più diffuse per questo tipo di rilievi e monitoraggi è la termografia, l'analisi termoflussimetrica e il monitoraggio delle temperature e umidità interne e in fine anche la verifica delle perdite di pressione interna attraverso il Blower Door test. Oltre a quanto indicato e prettamente legato alla materia energetica, risulta essere utile anche effettuare l'analisi sonica per la verifica della consistenza delle murature.

Scopriremo nel dettaglio, spiegando in cosa consistono queste particolari analisi, perché vengono riconosciute come non distruttive. La termografia (Fig.11) ad esempio è un rilievo, perché possiamo chiamarlo anche tale, della temperatura della facciata di un edificio individuabile mediante una scala cromatica che rappresenta le variazioni di temperatura che possono verificarsi in una muratura anche se questa superficialmente viene vista integra e dello stesso materiale. Questa analisi viene effettuata mediante l'uso di una fotocamera a infrarosso che, rilevando le variazioni di temperatura di una superficie, ci permette di indagare e capire a cosa sia dovuta tale anomalia; potrebbero verificarsi infatti problematiche legate a diminuzione della sezione della muratura, infiltrazioni d'acqua, umidità interstiziale, carente isolamento degli impianti di riscaldamento o una porzione di stratigrafia di diverso materiale che risponde ad una trasmittanza diversa.

---

per migliorare in modo sostenibile le prestazioni energetiche degli edifici storici, ad esempio edifici di valore storico, architettonico o culturale, nel rispetto della loro importanza per il patrimonio. L'uso di questo standard non è limitato agli edifici con designazione legale del patrimonio, si applica agli edifici storici di tutti i tipi ed età.



*Figura 12- Esempio di termografia eseguito su un edificio residenziale*

Si può associare al rilievo termografico il Blower Door Test (Fig.12) che permette di rilevare le infiltrazioni d'aria che possono verificarsi nell'involucro. Il caso tipico è l'errata installazione di nuovi infissi, i cassonetti male isolati o scatole di derivazioni non chiuse ermeticamente. Tutto questo crea infiltrazioni d'aria che producono perdite di energia interna; Il Blower Door Test in genere negli edifici storici non si applica come indagine preliminare in quanto sovente le infiltrazioni sono sempre molto alte e già allo stato di fatto è facile capire se un edificio rientri nella differenza di pressione tra aria entrante e uscente di 50Pa come regolamentato dalla normativa di riferimento UNI EN 13829. Il test anch'esso non invasivo viene effettuato montando un ventilatore su di un telaio di supporto che sigilla con telo sintetico la porta principale della casa o della singola stanza qualora si volesse esaminare più in dettaglio la situazione e introduce una determinata quantità di aria e ne calcola quanta ne viene persa.



*Figura 13- Esempio analisi tramite Blower door test*

L'indagine termoflussimetrica (Fig.13) è prettamente strumentale dove la complessità del calcolo e la risposta è affidata totalmente allo strumento di rilievo senza interpolazioni e rielaborazioni a posteriori. Il risultato che offre il termoflussimetro è la trasmittanza della porzione di parete che si vuole analizzare quindi il calcolo del flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad  $1^{\circ}\text{C}$  misurato in  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . Si tratta di uno strumento composto da una centralina collegata ad un sensore da incollare nella parete interna e una sonda wifi da porre esternamente in corrispondenza del sensore interno; Lo strumento va lasciato rilevare per almeno 72 ore e oltre per ottenere un risultato il più vero possibile quando si parla ovviamente di pareti storiche.



Figura 14- Esempio di indagine con termoflussimetro (fonte: [www.testo.com](http://www.testo.com))

Le indagini soniche, attraverso la conoscenza delle modalità di propagazione delle onde elastiche nei corpi solidi, permettono di conoscere l'omogeneità di una parete e, quindi, di capirne i materiali costituenti. Il test è particolarmente indicato per conoscere la densità e l'uniformità delle pareti e, quindi, può essere utilizzato in supporto all'analisi termografica per conoscere la stratigrafia di pareti spesse e complesse<sup>13</sup>.

## 2.4\_ La fase interventistica

Nel primo capitolo si è affrontato ampiamente quali sono i principi secondo cui si possa conciliare un intervento di restauro a un rinnovamento dell'immobile del punto di vista energetico. In questa sezione si affronterà l'argomento in maniera più tecnica senza voler avvicinare la trattazione in una sorta di manuale d'opera ma quantomeno far emergere le problematiche che possono sicuramente comparire quando si opera in un edificio storico.

Intanto appare chiaro e senza ombra di dubbio che l'equilibrio tra la protezione del valore del patrimonio dell'edificio e gli interventi di miglioramento energetico si trova anzitutto dal punto di vista economico in quanto, la riduzione dei costi di climatizzazione a seguito degli interventi e il miglioramento del

---

<sup>13</sup> LUCCHI E., "Diagnosi energetica strumentale degli edifici. Termografia e analisi non distruttive. Normativa e procedure operative", Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2012

comfort degli occupanti, garantiranno una cospicua redditività a lungo termine dell'edificio magari reinvestendo su di esso per altri scopi. Su quest'ultimo aspetto, infatti, in questi ultimi anni si è discusso molto sulla necessità di agire nel patrimonio architettonico storico con interventi di retrofit energetico proprio per contrastare l'abbandono e quindi il decadimento fino alla non recuperabilità degli edifici storici. Un modo, ad esempio, per garantire la conservazione di edifici storici è quello di adattarli alle necessità contemporanee, il cosiddetto "riutilizzo adattivo". La Dichiarazione Leeuwarden<sup>14</sup> sottolinea che il "riutilizzo adattivo" del nostro patrimonio costruito apporta molteplici vantaggi agli individui e alla società, per le generazioni presenti e future; un atteggiamento che consideri il nostro patrimonio costruito un paesaggio artificiale che può essere rielaborato e rimodellato quando necessario in base alle esigenze sociali, culturali, ambientali ed economiche del nostro tempo. In tal modo, il nostro patrimonio costruito può essere integrato in modo significativo e creativo nella società contemporanea e quindi essere conservato in modo sostenibile per le generazioni future.

E' importante quindi operare affinché si possano eseguire interventi, prima ancora che efficaci energeticamente, che siano "non invasivi" e "compatibili"; I primi devono garantire che l'impatto visivo degli interventi siano minimi, mentre i secondi sono più legati alla valutazione degli effetti fisici sulla materia storica.

Gli interventi di miglioramento energetico siano essi pesanti o leggeri hanno comunque una notevole influenza sul comportamento fisico ormai instaurato negli anni. Pertanto qualsiasi intervento deve sempre essere valutato accuratamente, specialmente per quanto riguarda gli aspetti della migrazione dell'aria umida e quindi le eventuali formazioni di condensa superficiale e

---

<sup>14</sup> Durante l'Anno europeo del patrimonio culturale appena trascorso, le reti finanziate dall'UE, la Commissione europea e le altre parti interessate hanno collaborato per condividere esperienze, discutere sfide e identificare i principi di qualità sul riutilizzo del patrimonio arrivando alla fine del 2018 con una dichiarazione sul riutilizzo adattivo del patrimonio costruito per preservare e valorizzare i valori culturali per le generazioni future. La direttiva *Adaptive reuse of the built heritage: Preserving and enhancing the values of our built heritage for future generations* è stata adottata dalle parti interessate il nel novembre 2020 a Leeuwarden come eredità dell'Anno europeo per l'iniziativa "Patrimonio in transizione".



interstiziale, le quali se irrisolte comprometterebbero il risultato degli interventi e la comparsa di ulteriori complicazioni.

L'isolamento può avvenire esternamente o internamente ma ogni scelta ha un effetto: da un lato ci scontriamo con il problema prettamente estetico e conservativo, dall'altro qualora potremmo non avere problemi dal punto di vista conservativo, ma non è detto che non ne potremmo avere per via di particolari rivestimenti, decorazioni, affreschi, ne avremo sicuramente a livello fisico in quanto senza dovute accuratezze incentiveremo la formazione di condensa.

Osservando le proprietà bioclimatiche degli edifici nel quale si va ad intervenire, viene rilevato come i moderni materiali da costruzione non si relazionano correttamente con la costruzione storica per via della presenza di componenti sintetiche e poco traspiranti, peggiorando talvolta il risultato finale. La sfida maggiore è quindi, quella di riuscire a prevedere attraverso simulazioni termoisometriche l'influenza che i nuovi materiali introdotti nella struttura esistente avranno sul benessere termoisometrico interno e della struttura stessa.

Attualmente alla luce delle nuove misure governative emanate per la ripresa dell'attività economica post pandemica e al contestuale recepimento della nuova EPBD2018 in cui si chiede agli stati membri di intervenire energeticamente nel patrimonio edilizio esistente decarbonizzando il comparto edilizio, il legislatore ha voluto investire cospicue somme di denaro proprio incentivando i proprietari immobiliari ad intervenire nel patrimonio costruito migliorandolo energeticamente e strutturalmente offrendo detrazioni fino al 110% dell'importo dei lavori. Questo incentivo ha creato molto caos che man mano ha trovato una definizione con l'emanazione di numerosi decreti attuativi e chiarimenti da parte dell'Agenzia delle Entrate, tra i quali si chiarisce anche quale sia la parte di tutti quegli immobili storici vincolati o ricadenti in zona A. L'attivazione del superbonus 110% avviene dimostrando che l'intervento di retrofit faccia aumentare di due classi la prestazione energetica dell'edificio per mezzo di interventi cosiddetti "trainanti" quali cappotto termico, sostituzione dell'impianto di climatizzazione e interventi antisismici. Per quanto riguarda gli edifici vincolati e in zona A esiste la deroga a questa condizione, infatti viene riconosciuta la detrazione al 110% anche a interventi "trainati" che

diversamente andrebbero in detrazione con aliquote diverse ma non così appetibili; sempre che si attesti attraverso questi interventi un salto di due classi energetiche ove non possibile deve essere attestato un miglioramento se l'immobile sia già nella penultima o terzultima classe energetica. In questa partita uffici comunali e soprintendenze saranno ora più che mai richiamati ad una attività di vigilanza che scongiuri qualsiasi forzatura progettuale per risanare edifici storici a costo pressoché vicino allo zero in quanto in questo momento storico questo tipo di incentivazione ha tutte le potenzialità per rinnovare tutto il patrimonio costruito nazionale ma se mal utilizzato pensando solo al profitto che potrebbe generare senza avere alla base conoscenze tecniche e culturali per affrontare tutto ciò allora potrebbe avere una ricaduta dannosa specialmente e forse unicamente per il patrimonio culturale architettonico.

#### ***2.4.1\_ Gli interventi preliminari in base allo stato di conservazione***

Un intervento di miglioramento energetico avviene per livelli di intervento a mano a mano sempre più incisivi. Ciò significa stilare una classificazione di interventi che in maniera aggiuntiva vanno a migliorare le condizioni termoigrometriche della struttura e quindi dell'ambiente riscaldato. In generale prima di agire eventualmente con un intervento di isolamento termico interno o esterno in relazione alla finitura del paramento murario dobbiamo essere certi che questo sia in buone condizioni sia dal punto di vista strutturale che fisico. Conoscere attentamente le condizioni dell'involucro edilizio storico significa anche conoscere le cause del degrado a cui esso possa essere esposto in maniera tale che si possa adottare la migliore soluzione tecnica per eliminare la causa e l'effetto innescato.

Principalmente le cause di degrado possono essere ricondotte a due macro tipologie, intrinseche ed estrinseche. Cause introdotte già dall'Alberti in un passo del suo *De Re Aedificatoria*, dove si legge che *"i difetti degli edifici possono essere quasi congeniti e connaturati, e provengono dall'architetto, ovvero derivare da cause esterne"*

Le cause intrinseche possono essere classificate ulteriormente in tre tipologie perché dovute:

- alle condizioni sito
- ai difetti di progettazione
- ai materiali, tecnologie costruttive e uso

Le cause intrinseche dovute alle condizioni del sito in quanto questo può presentare caratteri non ideali per la nascita della costruzione, quali, ad esempio, condizioni climatiche estreme (per temperatura, ventilazione, piovosità, nebbie ecc.), morfologia accidentata o sconveniente, composizione del suolo non idonea a sopportare carichi o soggetta a modifiche per variazioni di falde idriche. Queste caratteristiche possono incidere in maniera tale la costruzione tanto da creare problemi col passare degli anni.

Le cause intrinseche dovute ai difetti di progettazione sono ad esempio quelle scelte progettuali che non hanno tenuto conto delle particolarità del sito, come una adeguata impermeabilizzazione delle fondazioni, opere di difesa da agenti atmosferici come vento o pioggia o anche troppo soleggiamento. Oppure in aggiunta l'uso di materiali non idonei alla costruzione di murature perché non permettono la corretta legatura.

Le cause intrinseche dovute ai materiali, tecnologie costruttive e uso, sono una serie di alterazioni fisiologiche date dal fattore tempo che dipendono sia da agenti esterni, sia dal materiale stesso. Il fenomeno rappresenta sostanzialmente un processo di modifica e di adeguamento all'ambiente circostante, producendo un degrado del materiale stesso. Spesso causa di degrado è stata l'alterazione del materiale in conseguenza a un mutato rapporto di uso del manufatto. Per concludere, parlare di alterazioni intrinseche di questo tipo significa riconoscere il fatto che ogni elemento costruttivo di qualsiasi natura porta in sé le caratteristiche del proprio decadimento.

Le cause estrinseche sono legate invece alla storia dell'edificio, alle vicende che hanno gravato attorno ad esso nel corso del tempo. Per una migliore comprensione possono essere suddivise in due categorie principali, ciascuna delle quali in due sotto categorie. Quindi possiamo dire che le cause estrinseche possono essere riconducibili a:

- Azioni antropiche
  - Dirette

- Indirette
- Azioni naturali
  - Improvvise
  - Prolungate nel tempo

Le cause antropiche dirette sono legate all'intervento umano. Gli edifici sono legati direttamente all'intervento umano sia nella loro costruzione sia nella loro decadenza e quindi nel degrado. Questo può manifestarsi sia in maniera attiva, e quindi mediante trasformazioni e modifiche, cambi di destinazioni d'uso e comunque tutte quelle operazioni svolte direttamente sul manufatto storico come, ad esempio, tracce per impianti o apertura di vani che indeboliscono la struttura originaria; sia in maniera passiva, quando ad esempio l'edificio viene lasciato all'abbandono e all'incuria, producendo un degrado fisico-chimico graduale e progressivo.

Le cause antropiche indirette sono anch'esse legate all'azione dell'uomo quando però queste non sono direttamente legate all'architettura ma bensì ad un'alterazione di un equilibrio naturale che può tramutarsi come causa diretta sul manufatto. Sono un esempio le frane, alluvioni, che trovano una concausa nello sfruttamento indiscriminato del territorio. Da aggiungersi anche l'inquinamento atmosferico e le vibrazioni del traffico veicolare che sollecitano col passare degli anni la struttura dell'edificio storico.

Le Azioni naturali sono strettamente legate a fattori climatici diversi come pioggia, aggressione biologica, che intervengono dall'esterno ma che agiscono direttamente nel materiale dell'edificio.

Le azioni naturali possono essere improvvise come tifoni, trombe d'aria, uragani, fulmini. In genere questo tipo di manifestazioni metereologiche tendono in prima battuta ad arrecare danni di tipo meccanico, quindi portare al collasso strutture magari sollecitate oltre il loro grado di resistenza, in quanto le forze esercitate da questi tipi di eventi hanno direzioni non coincidenti con quelli per i quali l'edificio storico è stato costruito. Sovente sono proprio gli sforzi a trazione cui l'edificio non è in grado di opporre resistenza che determinano appunto collassi parziali o totali della struttura. Tra gli eventi naturali improvvisi i fulmini sono eventi a cui dedicare attenzione. Colpiscono in genere edifici più

alti e magari con una elevata presenza di umidità interna e il loro effetto è quello di creare delle lesioni nelle murature.

Le azioni prolungate nel tempo invece sono da attribuire sempre ai fenomeni naturali ma che attivano i vari processi di degrado proprio in virtù del tempo trascorso. Infatti, in genere gli agenti che attivano questi tipi di processi di degrado non sempre consentono di risalire alla causa proprio perché l'effetto risulta evidente solo dopo un periodo di tempo. Questi tipi di fenomeni sono in larga parte da ricondurre alla presenza di acqua nelle strutture. I meccanismi di degrado legati più direttamente alla presenza di umidità consistono nella cristallizzazione dei sali e nelle gelività, mentre in maniera indiretta alcuni effetti possono essere ricondotti all'aggressione biologica. La presenza di umidità può dipendere da diversi casi:

- umidità da costruzione
- risalita capillare
- igroscopicità
- condensazione dell'umidità atmosferica
- infiltrazioni

In genere il problema dell'umidità è molto diffuso in quanto come abbiamo visto l'origine può avere molte cause, pertanto, prima di eseguire qualsiasi lavoro di restauro o ristrutturazione di un edificio è bene individuare ed eliminare il problema dell'umidità.

In genere si esegue una prima indagine visiva per assicurarsi che la muratura non soffra di umidità di risalita o risulti bagnata da qualche infiltrazione d'acqua. L'acqua all'interno delle strutture murarie risulta essere una patologia nociva quando la sua presenza non è più legata a residui di lavorazione ma il rapporto tra la sua quantità e quella della porosità del materiale non è più in equilibrio. Ciò comporta l'innescarsi di fattori degenerativi di varia natura: fisica, chimico-fisica e biologica. Rispetto quanto detto, i primi si presentano come effetti creati da gelo e disgelo specialmente in climi montani, il secondo potrebbe dare luogo a fenomeni di cristallizzazione dei sali e in fine il terzo

fattore è caratterizzato dall'eventuale proliferazione di patine biologiche, vegetazione infestante, muschi e licheni.

Quindi nel caso in cui l'acqua dovesse manifestarsi, è opportuno indagare in maniera più specifica con strumenti in grado di quantificare la percentuale di acqua presente nella muratura ed essere certi della sua origine. Capire quindi la provenienza dell'acqua in quanto la sua presenza su determinate parti dell'edificio può essere letta e attribuita a cause completamente diverse una dall'altra. Se l'umidità si presenta relegata solo in alcune parti potrebbe dipendere da qualche perdita di impianto, canale o qualche infiltrazione puntuale; se dovesse presentarsi subito al di sotto della copertura è facile prevedere che potrebbe trattarsi di problemi riconducibili al non corretto smaltimento delle acque meteoriche in copertura. Pertanto l'intervento da effettuare in presenza di macchie di umidità come precedentemente descritte che possono essere anche individuate come cause dirette sono finalizzati a ripristinare lo stato dei luoghi e quindi la corretta rimessa in funzione delle strutture deteriorate o impianti ammalorati e attendere il ritiro dell'umidità. Le cosiddette cause dirette, quindi, sono facilmente risolvibili poiché è sufficiente riparare il danno che ha innescato la diffusione di acqua nella muratura.

Quando ci si scontra con fenomeni più complessi e quindi con le cause indirette vediamo invece che il rientro dell'umidità risulta molto più complesso e per certi aspetti anche economicamente più costoso.

Infine, non per ordine di importanza ma per la natura più complessa dell'argomento, nel caso in cui la macchia di umidità risulta essere distribuita in maniera uniforme su tutte le pareti, si deve supporre la presenza di umidità di risalita capillare proveniente dal terreno. In genere in edifici di epoca prebellica o costruiti in economia l'evento è molto diffuso in quanto le parti strutturali che delimitano l'interno verso l'esterno sono in diretto contatto con il terreno e non presentano alcun strato di impermeabilizzazione. I metodi di intervento sono di 4 tipi:

- Interventi meccanici: taglio della parete alla base e inserimento di materiali che bloccano la risalita dell'umidità;

- interventi chimici: creazione di una barriera chimica all'interno della muratura;
- interventi elettrosmotici: inversione della direzione dell'acqua tramite corrente elettrica;
- intonaci evaporanti: intonaci macroporosi che, grazie alla loro velocità di evaporazione, assorbono rapidamente l'acqua dalla parete restituendola all'ambiente.

*Interventi meccanici.* Il taglio meccanico blocca definitivamente la risalita d'acqua per capillarità, favorendo l'asciugatura completa della muratura. I valori originali di coibentazione vengono ripristinati. È una tecnica efficace ma invasiva, che può comportare lesioni, cedimenti o assestamenti della struttura. Questo sistema è quindi sconsigliato nelle zone sismiche, come l'Italia.

*Interventi chimici.* L'iniezione all'interno del muro di sostanze idrofobizzanti ha la stessa efficacia dell'intervento meccanico, ma non comporta problemi per la solidità della struttura. Il sistema è meno invasivo e, grazie alle tecniche di ultima generazione, risulta anche di facile applicazione. Risolve il problema dell'umidità di risalita in modo definitivo

*Interventi elettrosmotici.* L'applicazione di corrente elettrica, grazie al processo dell'osmosi, provoca la risalita dell'umidità verso la pavimentazione. Metodologia efficace, ma che può richiedere tempistiche non indifferenti. Il processo di asciugatura inoltre lascia i sali all'interno della parete: quando tali sali solubili superano una determinata quantità, l'elettrosmosi risulta inefficace e si deve procedere alla desalinizzazione della struttura.

*Intonaci evaporanti.* Gli intonaci macroporosi eliminano i sintomi dell'umidità, ma non risolvono il problema alla radice. Anche se la muratura si presenta apparentemente asciutta per alcuni anni, l'interno rimane perennemente umido, con una fortissima dispersione termica. Col passare del tempo i sali si accumulano sulla superficie degli intonaci sino alla saturazione degli stessi e, a quel punto, i fenomeni disgregativi riprendono. Questa tecnica funziona bene

come sistema addizionale per accelerare la dispersione dell'umidità presente nella muratura, ma non risulta efficace come soluzione unica.

A seguito di un intervento sopra descritto devono conseguentemente essere eliminate le macchie e le efflorescenze createsi a seguito di presenza di acqua sulla muratura

*Le efflorescenze.* Uno dei problemi più frequenti dovuto all'umidità nelle murature è dato dalle efflorescenze saline. Le aree deumidificate sono caratterizzate dalla presenza di filamenti lanosi, generalmente di colore bianco. Si tratta in questo caso, dell'efflorescenza dei sali precedentemente disciolti nell' acqua. Le cause della presenza di sali nella muratura possono essere di varia natura ma quelle più diffuse sono: il naturale inquinamento del sottosuolo, l'inquinamento della falda, le perdite del sistema delle canalizzazioni, il sale antigelivo o l'urina. Le efflorescenze oltre ad essere antiestetiche possono anche arrecare danno al laterizio e alla malta. Per questo motivo la deumidificazione dovrebbe essere seguita da un intervento di riduzione dei sali che possono essere dannosi. Nella maggior parte dei casi, subito dopo l'allontanamento dell'umidità, è sufficiente procedere alla completa rimozione dell'intonaco, alla spazzolatura di fondo della superficie muraria e alla pulitura con raschiamento dei giunti di malta nelle zone particolarmente danneggiate circoscritte. E' possibile in aggiunta, prevedere la sostituzione della muratura. Se l'intervento non dovesse essere sufficiente, potrebbero essere rimossi con l'aiuto di procedimenti di pulitura elettrica o a vuoto. Un altro sistema consiste nella stesura di un cosiddetto intonaco a perdere, composto in questo caso di malta di calce o desalinizzante con caratteristiche assorbenti, da rimuovere dopo alcuni mesi insieme ai sali assorbiti.

*Pulitura.* Per metodi di pulitura si intendono tutte quelle operazioni che sono volte all'eliminazione dalla superficie muraria, intonacata e no, di formazioni dovute ad agenti esterni patogeni, causa di degrado. La pulitura non significa rendere gradevole il risultato finale, ma sanare uno stato alterato. Le puliture tendono a eliminare materia pertanto risultano essere dannose eventuali puliture insistenti finalizzate a riportare alla luce il materiale allo stato originale. E'



opportuno invece eseguire operazioni calibrate e graduali magari effettuando prove su campioni. Esistono diverse tipologie di pulitura in base al materiale su cui operare.

La Pulitura ad acqua nebulizzata viene usata spesso per superfici architettoniche consiste nello spruzzare acqua in goccioline quasi invisibili sulla superficie da trattare permettendo l'azione solvente dell'acqua. Questo modo di operare, in relazione ai lunghi tempi di trattamento, permette un notevole risparmio di quantità di acqua necessaria e allo stesso modo imbeverare oltremodo i materiali porosi che caratterizzano la superficie soggetta a trattamento.

La tecnica degli Impacchi generalmente viene utilizzata quando l'azione dell'acqua non è sufficiente, o i tempi della nebulizzazione risultano essere troppo lunghi. Viene allora dato spazio a prodotti chimici capaci di sciogliere le incrostazioni e che non ledono la materia della superficie. Sono effettuati mediante l'uso di argille spalmate sulla superficie o fibre imbevute di agenti chimici attivi e coperti con fogli sintetici per evitare l'evaporazione. Questi impacchi vengono lasciati agire per un periodo di tempo e poi rimossi.

La pulitura meccanica viene effettuata per sabbiatura e per gli stessi motivi dell'acqua nebulizzata, questa deve essere eseguita con estrema cura e dovute precauzioni lavorando ad esempio a basse pressioni e scegliendo la durezza giusta dell'abrasivo, per asportare il minor materiale possibile durante la pulitura. Ad esempio, la microsabbiatura viene effettuata alla pressione di 1bar e abrasivi teneri a grana fine di 100 mesh. È comunque un tipo di intervento molto delicato perché la probabilità di effettuare danni risulta comunque alta e la qualità finale è da attribuire completamente all'operatore.

*Protezione.* Abbiamo detto che una parte importante del degrado delle costruzioni è dovuto all'azione dell'acqua della pioggia o dell'umidità penetrata o risalita all'interno delle murature. Quindi dal punto di vista architettonico è opportuno studiare tutti gli elementi che erano stati progettati appunto per l'allontanamento delle acque meteoriche come ad esempio tetti, gronde e guaine che col passare del tempo sono risultati insufficienti o deteriorati innescando quindi dei degradi. In genere tutte le sporgenze (cornicioni, marcapiani) delle facciate sono state progettate non solo per motivi decorativi ma bensì la loro

funzione principale era proprio quella di evitare il percolamento dell'acqua in facciata. La migliore protezione di questi elementi potrebbe essere l'inserimento di una copertina a base di calce a patto che sia ancora integra tutta la parte sottostante della cornice o una lastra in piombo comprensiva di gocciolatoio. Il piombo può risultare pressoché invisibile se mimetizzato con una pittura.

Una ulteriore soluzione per proteggere le superfici quando non si ha elementi architettonici a cui fare riferimento potrebbe essere l'uso di strati protettivi idrorepellenti. L'applicazione esercita un notevole effetto protettivo in quanto essendo appunto idrorepellente evita la penetrazione di acqua nei pori del materiale evitando l'attivazione di processi chimici e fisici di degrado collegati al contatto con l'acqua.

Il migliore effetto dei protettivi è riscontrabile in materiali a basso indice di porosità. La nota negativa di questo tipo di prodotto è che il film protettivo trasparente, può dar luogo ad un effetto bagnato che aumenta all'aumentare dello spessore del trattamento. Diversi materiali sono utilizzati per questo tipo di trattamento ma purtroppo nessun materiale è eterno e privo di difetti. I materiali più diffusi sono ad esempio l'olio di lino che scurisce molto col passare del tempo; la paraffina o cere ma di contro attirano la polvere; le resine acriliche che mantengono la trasparenza ma col passare del tempo perdono l'idrorepellenza. Quindi per concludere, il potere idrorepellente viene meno in generale per tutti i tipi di protettivi dopo un certo tempo, pertanto le opere di protezione dovrebbero essere ripetute periodicamente per un tempo non superiore ai 15 anni ma ad oggi non si ha la giusta esperienza per capire gli effetti della stratificazione di questi prodotti dopo un lungo periodo.<sup>15</sup>

#### ***2.4.2 Possibili interventi di miglioramento energetico sui componenti edilizi***

Già da precedenti considerazioni si è più volte ribadito il concetto di miglioramento in quanto le operazioni da svolgersi, affinché un edificio esistente possa riuscire a soddisfare le richieste della normativa, risulterebbero

---

<sup>15</sup> Franceschi F., Germani L., *Manuale operativo per il restauro architettonico, metodologie di intervento per il restauro e la conservazione del patrimonio storico*, DEI, Roma, 2003.

molto invasive; stravolgerebbero l'entità del manufatto architettonico a prescindere dalla sua rilevanza storico -artistica, e il ritorno economico sarebbe di fatto talmente lungo che non avrebbe benefici verso le casse della proprietà sia essa pubblica o privata. Risulta evidente che operando su manufatti esistenti di diversa epoca e tipologia costruttiva, non è possibile offrire una un manuale o prontuario a cui ricorrere per trovare una soluzione ad un problema dato come ad esempio il rispetto della trasmittanza termica. Potrebbe avvenire nel momento in cui, date le circostanze, si ha la necessità di ricostruire una porzione ex-novo, ma restano comunque episodi isolati che vanno allo stesso modo attenzionati in relazione all'esistente.

E 'per questo motivo quindi che la metodologia che si intende sviluppare è proprio quella di mettere in relazione più fattori che interessano il miglioramento dell'efficienza energetica delle costruzioni storiche. Si è preferito analizzare i sistemi costruttivi più diffusi, che rappresentano allo stesso tempo l'involucro esterno dell'edificio, analizzando per ciascuno la loro trasmittanza; i principali sistemi di isolamento esistenti in commercio e quindi le loro caratteristiche fisiche come spessori e conducibilità, in fine una giusta attenzione è stata data anche a ciò che rappresenta l'involucro trasparente ovvero le finestre con le sue vetrate. Il tutto con riferimenti economici per valutare a quanto ammonta il maggiore costo in fase di restauro o ristrutturazione di un intervento di miglioramento energetico. Valutare di fatto la loro applicabilità in un contesto storico, in quanto un inserimento di un sistema di isolamento o un eventuale impianto potrebbe col tempo avere riscontri negativi; pertanto, una riflessione fondamentale è quella di strutturare un intervento che sia la somma di più soluzioni che insieme raggiungano un risultato soddisfacente.

Un ulteriore aspetto che non è di minore importanza è quello di riuscire ad avere una padronanza a 360gradi dell'edificio o aggregati al fine di saper scegliere le giuste alternative di intervento che come accennato precedentemente possono concentrarsi solo dove necessario oppure su più parti in relazione anche alla tipologia di impianto di climatizzazione interno. In questa fase è di fondamentale importanza quantificare il fabbisogno energetico dell'edificio,

perché assunto tale dato si può iniziare a ragionare dove intervenire. Proprio perché il risultato del fabbisogno energetico deriva da molti fattori quali la qualità dell'involucro verticale, orizzontale, vetrato e efficienza dell'impianto di riscaldamento o condizionamento, le alternative di intervento che abbiamo davanti sono diverse. Possiamo quindi caso per caso ipotizzare di intervenire sull'involucro o nell'impianto, in tutti e due i casi oppure in parti dell'involucro come, ad esempio, solo la copertura purché il risultato finale, in relazione al costo e all'efficacia sia un intervento di miglioramento energetico. È evidente che, vista la pluralità di soluzioni, sia più efficace offrire una modalità con cui approcciarsi allo studio di efficientamento piuttosto che una serie di soluzioni da manuale.

In generale non è possibile stabilire quale tipo di intervento sia necessario in un edificio a priori senza conoscere bene le proprietà termiche degli elementi che lo compongono o le caratteristiche degli impianti in uso, in quanto ciò risulta legato alle condizioni climatiche del sito e alla sua esposizione. Per conoscere le dispersioni e i consumi occorre eseguire una diagnosi e quindi una valutazione delle dispersioni generali. In alternativa, quando per qualsiasi motivo non è possibile effettuare una diagnosi, si possono stimare i consumi sulla base della tipologia, dimensione volumetrica e ubicazione dell'edificio al fine di individuare interventi possibili in relazione alla loro applicabilità e efficacia sul patrimonio costruito. Sta però di fatto che per limitare le perdite di calore dall'interno verso l'esterno, gli interventi da effettuarsi sono tutti a ridosso dell'involucro opaco inserendo uno strato di isolante termico alle pareti, alle coperture e ai solai rivolti verso l'esterno o il terreno e alle finestre con la sostituzione delle stesse o della sola vetrata laddove il telaio possa essere recuperato per mantenere quanto più intatta l'immagine del manufatto architettonico. Ovviamente tutto ciò deve fare i conti con la durabilità degli interventi specialmente quando correndo dietro all'innovazione tecnologica si tende ad applicare nuovi materiali, magari di ottime performance, dove però non si ha uno storico su cui ci si possa confrontare e non si è a conoscenza di come questi possano negli anni mantenere lo stesso livello di compatibilità di quando sono stati installati e causare, magari in maniera indiretta fenomeni di degrado.

### 2.4.2.1 *Involucro verticale*

Quando dobbiamo isolare una parete esistente di un edificio storico, come nella maggior parte dei casi accade, questo risulta essere strutturale e quindi un muro pieno. Può essere in laterizio o pietra, con o senza nucleo centrale ma comunque pieno e senza intercapedine centrale. Questa caratteristica incide sensibilmente sul tipo di isolamento da scegliere in quanto abbiamo solo due strade da perseguire: l'isolamento esterno a cappotto o l'isolamento interno come contro parete. Nel caso in cui però operiamo ad esempio su un particolare contesto urbano e su un edificio a faccia vista vedremo che queste scelte si ridurranno obbligatoriamente a una e cioè quella di scegliere la soluzione dell'isolamento interno al fine di non compromettere la facciata esterna. Delle volte però la scelta dell'isolamento interno oltre ad essere il sistema più compatibile con le esigenze di tutela, risulta essere la soluzione migliore anche quando potrebbe essere possibile l'isolamento esterno perché magari non sono state riscontrate particolari esigenze di tutela della facciata. Ciò accade perché per il placcaggio dell'isolante esterno occorre avere una superficie esterna con precise proprietà meccaniche che non sempre il paramento storico può offrire a partire dalla planarità superficiale alla resistenza a strappo del paramento. Un'alternativa valida per il trattamento delle murature esterne dopo un'analisi della fattibilità è l'utilizzo di particolari intonaci integrati con additivi che aumentano la resistenza termica della malta da intonaco, i cosiddetti "termointonaci". In termini di prestazioni non sono sostituibili a materiali isolanti sintetici ma applicati con generosi spessori da 4cm associati alla massa esistente della muratura migliorano sensibilmente la prestazione termica di circa il 20%.

Appurato il discorso della fattibilità tecnica, si deve far presente anche la profonda differenza di prestazioni che si ottengono su una parete massiva tra le due soluzioni proposte. In termini di trasmittanza termica c'è da dire che il risultato è lo stesso in quanto la trasmittanza è semplicemente la sommatoria delle conducibilità per metro quadro dei materiali che compongono una parete e quindi se l'isolante è esterno o interno da questo punto di vista la differenza è pressoché nulla. La differenza sostanziale invece è nella gestione del vapore acqueo e nell'effetto della massa. La migrazione del vapore in un elemento di

involucro è una questione molto delicata che deve essere ben studiata per evitare fenomeni di condensa interstiziale che col passare degli anni possono generare vere e proprie cause di degrado. Caratteristica riscontrabile in un isolamento termico esterno o in intercapedine, è l'effetto della massa che è la capacità delle partizioni pesanti di immagazzinare calore proveniente dai locali interni offrendo buone prestazioni di inerzia termica rispetto ad un isolamento interno. Ciò lo vedremo in maniera più approfondita durante la trattazione delle due tipologie di isolamento.

L'isolamento a cappotto e più precisamente l'isolamento esterno è la soluzione ottimale, dal punto di vista strettamente energetico, in quanto riveste interamente l'edificio riducendo se non eliminando le dispersioni energetiche anche attraverso ponti termici. Potrebbe verificarsi una mancata riuscita nel caso in cui l'involucro originale presenti delle dimensioni variabili diminuendo di conseguenza le prestazioni di isolamento in alcune porzioni di muratura.

La particolarità di un intervento di isolamento a cappotto esterno in un edificio massivo, cioè un edificio costituito da un involucro pesante, in mattoni o pietra, proprio delle costruzioni antiche, è quello di avere una buona capacità di trattenere il calore generato dagli ambienti interni; parliamo quindi di inerzia termica. In questo modo avvengono contemporaneamente due fattori del tutto positivi ai fini del contenimento delle dispersioni perché nel periodo invernale quando vengono accesi i riscaldamenti, il calore interno non viene disperso ma lentamente immagazzinato dalla muratura e trattenuto dall'isolante esterno. Arrivato a regime, cioè quando le pareti raggiungono livelli di temperatura superficiale pari a quelli dell'aria interna aumenta anche il livello di comfort interno e conseguentemente si riducono le accensioni del sistema di riscaldamento.

Durante il periodo estivo invece, avere un isolante verso l'esterno significa trattenere l'onda termica derivante dall'irraggiamento solare. Questa quantità di calore viene trattenuta dall'isolante e rilasciata lentamente alla muratura in modo tale che questa onda di calore migri verso l'interno dell'edificio in un arco temporale di almeno 12 ore, facendo il suo ingresso all'interno durante le ore notturne più fresche aumentando quindi i valori di sfasamento e trasmittanza

termica periodica. In buona sostanza un isolamento a cappotto esterno, non snatura le caratteristiche fisiche della muratura, lascia ad essa quella capacità di rilascio di calore data appunto dalla consistenza massiva e aggiunge un notevole aumento di isolamento termico.

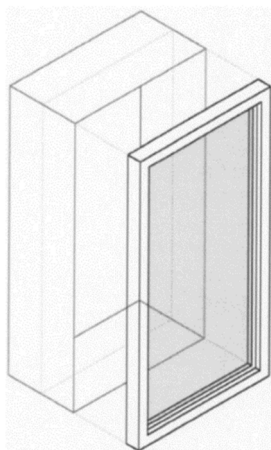
Fenomeni di condensa hanno la propensione a verificarsi quando l'isolante è posto verso la zona interna o comunque la zona più calda. Ciò accade perché l'aria umida che dall'interno migra verso l'esterno attraversa i diversi strati di materiale e nel momento in cui si scontra con uno stato più freddo, la quantità di umidità dell'aria si condensa per effetto dell'abbassamento della temperatura, trasformandosi quindi in acqua. Una certa quantità può essere tollerata per il fatto che nei mesi caldi possa asciugarsi ma col tempo queste continue fasi di bagnatura e asciugatura portano a stressare i materiali al fine di portarli alla malora. La soluzione a questo fenomeno è quello di installare nel lato caldo dell'isolante una barriera al vapore che blocca la migrazione dell'aria umida eliminando il problema precedentemente descritto.

#### *2.4.2.2\_Involucro trasparente*

Le parti trasparenti determinano un punto critico dell'involucro di un edificio sia perché disperdono calore attraverso superfici vetrate, giunti e guarnizioni sia perché svolgono la funzione di assicurare ricambi d'aria e ventilazione. In inverno, colpite dai raggi solari, queste parti assorbono la radiazione delle ore diurne, per poi distribuire il calore immagazzinato nelle ore notturne. In estate tale apporto termico deve essere evitato o attraverso l'impiego di schermature oppure mediante un'efficace ventilazione. È importante in ogni caso che si realizzino giunti a tenuta d'aria tra i telai delle finestre e le pareti, così da scongiurare infiltrazioni o perdite di calore indesiderate per ventilazione. A seconda delle caratteristiche dell'edificio storico su cui si agisce, si può intervenire con diversi gradi di compatibilità come, ad esempio, la sostituzione delle finestre esistenti con serramenti ad alta prestazione energetica, ovviamente a seguito di uno studio sulle logiche estetiche e conservative connesse all'edificio storico (Fig.14). In alternativa si potrebbe procedere con la sostituzione dei vetri esistenti con altri dotati di resistenza termica più elevata.

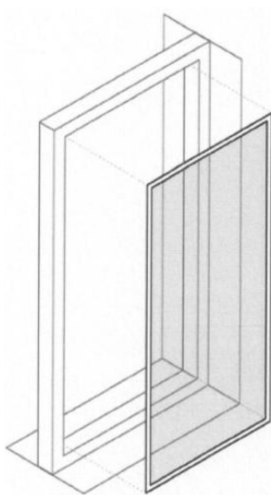
È la scelta consigliabile laddove per ragioni conservative non sia possibile sostituire l'intero serramento.

L'inserimento di un vetro nuovo può anche ridurre le infiltrazioni d'aria che si manifestano generalmente tra vetro e telaio (Fig.15). Prevedere la messa in opera di una seconda anta vetrata direttamente all'interno della finestra originale. È consigliabile laddove sia necessario preservare l'aspetto esterno dell'edificio senza alcun tipo di modificazione; al contrario si consiglia laddove insorgano altrettante esigenze conservative degli spazi interni. La seconda anta vetrata deve essere apribile verso l'interno così da permettere facilmente la movimentazione del serramento esistente (Fig.16).



*Figura 15- Sostituzione del serramento con modelli ad alta prestazione*

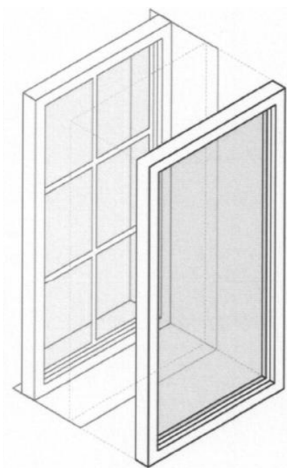
*Fonte: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio culturale, 2015*



*Figura 16- Sostituzione dei vetri con modelli isolanti o captanti su telaio esistente*

*Fonte: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio culturale, 2015*



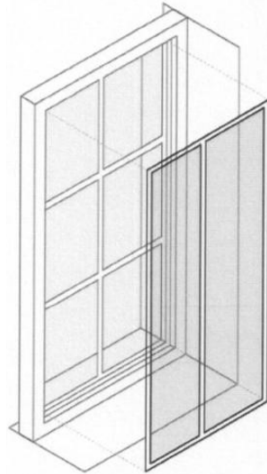


*Figura 17- Messa in opera di una seconda anta vetrata*

*Fonte: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio culturale, 2015*

Inserire un controvetro, un sistema smontabile e apribile, inquadrato in un profilo metallico, che genera un'intercapedine d'aria per l'aumento dell'inerzia termica. È meno efficiente rispetto agli interventi di sostituzione di vetri o serramenti, ma riduce sia i problemi di compatibilità che i costi di installazione (Fig.17).

D'altro canto, le chiusure trasparenti rivestono un ruolo importante anche per il raffrescamento estivo perché la radiazione solare incidente sulle superfici genera un guadagno termico peggiorativo a cui si può ovviare introducendo sistemi di schermatura. Ovviamente l'intervento in se e la sua applicabilità non è sicuramente non invasivo dal punto di vista estetico, pertanto la tipologia di schermi laddove possibile dovrà essere valutata nel caso particolare in relazione al suo impatto estetico.



*Figura 18- Messa in opera di una seconda lastra di vetro*

*Fonte: Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio culturale, 2015*

#### *2.4.2.3\_Involucro orizzontale e coperture*

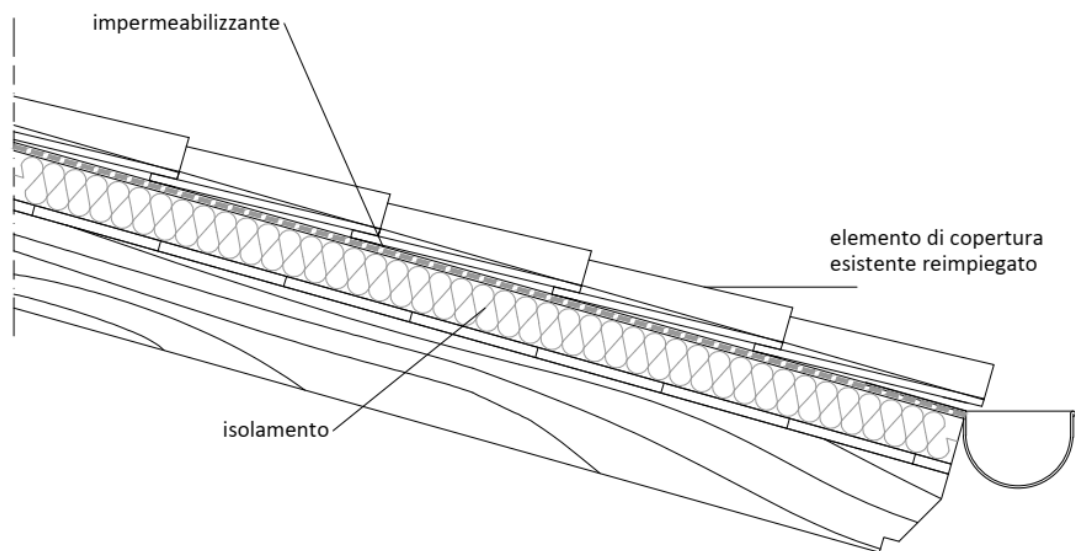
L'ottimizzazione passiva della prestazione energetica dell'edificio è conseguita in inverno contenendo le dispersioni, in estate minimizzando la radiazione incidente e dissipando il calore in eccesso. È inoltre importante che la copertura orizzontale garantisca la tenuta all'acqua durante le precipitazioni atmosferiche, visto che piccole infiltrazioni, che si verificano per capillarità o per cicli di gelo e disgelo, sono responsabili di ponti termici e fenomeni di condensa. Nei manti di copertura discontinui ciò è conseguibile per sovrapposizione di elementi in pendenza, così da assicurare lo smaltimento dell'acqua per gravità.

Un altro possibile intervento è quello di prevedere l'aggiunta di un'intercapedine ventilata attigua allo strato isolante. Ciò permette di evitare la formazione di condensa e il ristagno di umidità, e nel periodo estivo induce il generarsi di fenomeni convettivi che dissipano il calore in eccesso delle strutture e migliorano il raffrescamento passivo degli ambienti sottotetto.

Nelle coperture inclinate il flusso d'aria è determinato dal gradiente termico dovuto all'elevata temperatura dell'aria contenuta nell'intercapedine e all'effetto camino; benché le giaciture orizzontali riducano al minimo l'effetto camino, al tempo stesso la movimentazione d'aria generata dal vento provvede comunque al ricambio d'aria nell'intercapedine. La presenza dello strato di ventilazione rende superflua la presenza di barriere al vapore. Vale anche in questo caso quanto detto al punto precedente riguardo la possibilità di reimpiegare gli

elementi di finitura esistenti così da preservare l'estetica dei prospetti dell'edificio.

Per quanto riguarda il riscaldamento invernale, è opportuno migliorare la coibentazione delle chiusure orizzontali, tanto più che nel caso dell'edilizia storica sono generalmente impiegati tetti di ridotta massa termica e ridotto spessore, che quindi raramente garantiscono un sufficiente grado di inerzia termica. Si rende quindi necessaria l'apposizione di uno strato isolante che può essere posto, a seconda delle caratteristiche della copertura, all'estradosso o all'intradosso. (Fig.18)



*Figura 19- Isolamento all'estradosso della copertura non ventilata*

Per quanto riguarda invece il raffrescamento, le strategie progettuali possono compiere due azioni alternative: ridurre gli apporti termici esterni prima che arrivino all'edificio, oppure controllare i flussi di calore che, attraversando le pareti, possono essere dissipati all'interno. Nel primo caso si può agire sulla morfologia delle superfici di copertura e sulle loro finiture superficiali (angolo di incidenza, rugosità della superficie e coefficiente di riflessione del materiale modificano la quantità di energia solare riflessa o assorbita), sebbene ciò debba avvenire nel rispetto del carattere storico dell'edificio. Nel secondo caso si possono variare capacità termica e potere coibente dei materiali oppure introdurre sistemi di ventilazione naturale o controllata.(Fig.19)

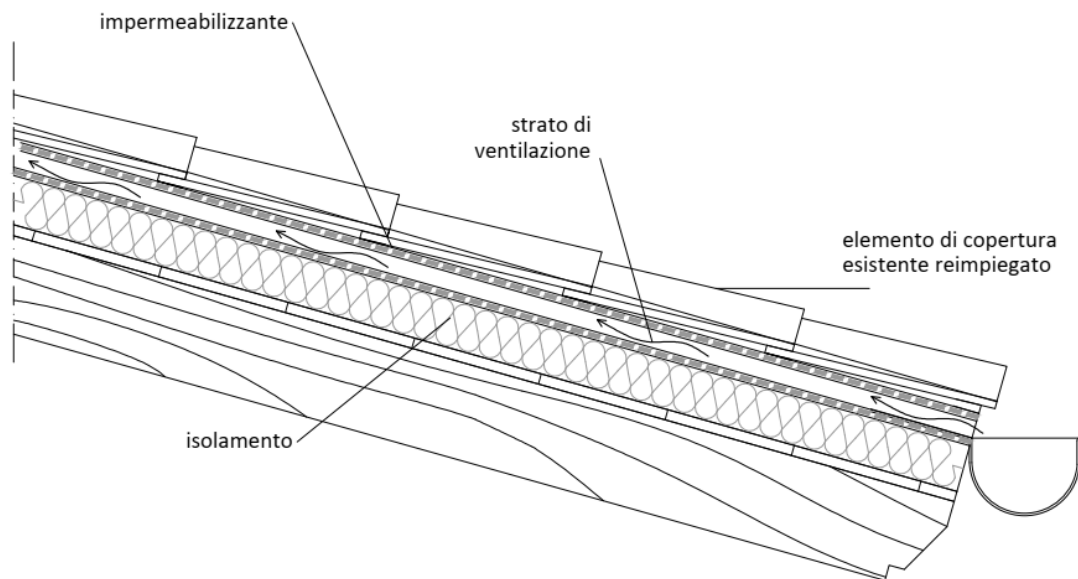


Figura 20- Isolamento all'estradosso della copertura ventilata

Per quanto riguarda il controllo degli scambi termici tra gli ambienti interni di un edificio e il suolo, l'ottimizzazione del riscaldamento invernale può avvenire limitando le dispersioni, quindi adottando uno strato isolante; durante l'estate è invece possibile ottenere un processo di raffrescamento radiativo verso il terreno con il quale dissipare il calore in eccesso. Nelle chiusure orizzontali inferiori si devono inoltre evitare le infiltrazioni d'acqua dovute ad eventuali fenomeni di risalita capillare dell'umidità del terreno. È opportuno pertanto apporre, oltre al materiale isolante, uno strato impermeabile al di sotto ed una barriera al vapore verso l'interno dell'ambiente in modo da evitare la condensa superficiale. Anche nel caso delle chiusure orizzontali inferiori, così come per le chiusure verticali e le coperture, il riscaldamento passivo è potenziabile incrementandone le capacità coibenti, ma a differenza delle altre componenti in questo caso si può agire esclusivamente dall'interno dell'edificio, non essendo possibile alterare la stratigrafia del terreno o le fondazioni.

Di fronte ad un solaio confinante con un locale non riscaldato si potrebbe intervenire mediante la stesura di uno strato continuo di isolante nella superficie dell'estradosso. Il volume d'aria del locale interrato, specialmente se dotato di aperture verso l'esterno, può funzionare da intercapedine ventilata, evitando la

formazione di condensa e facilitando, durante l'estate, la generazione di moti convettivi per la dissipazione del calore. Ciò rende superflua l'apposizione di una barriera al vapore. È possibile servirsi sia di pannelli isolanti (per i quali si consigliano giunti a secco) che di intonaci termoisolanti (Fig.20)

Contrariamente nei casi in cui non esistano locali interrati non riscaldati e il solaio sia posto a diretto contatto con il suolo, si agisce sulla superficie interna del solaio in modo simile a quanto operato con le chiusure verticali. Qualora l'ambiente a contatto con il suolo sia abitato è necessario prevedere un materiale isolante che si sia calpestabile e che presenti buone proprietà meccaniche e apporre una finitura/pavimentazione su un massetto di allettamento.

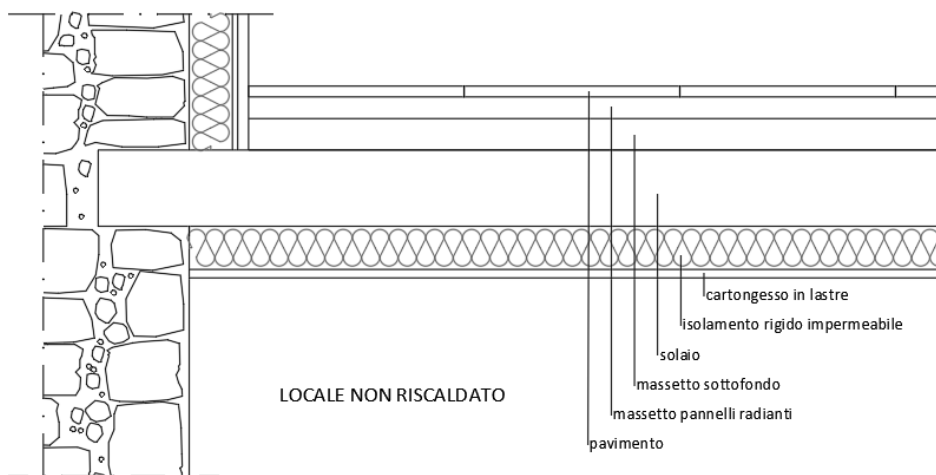


Figura 21- Isolamento all'estradosso del solaio in corrispondenza di locali non riscaldati

Attraverso le chiusure orizzontali inferiori è possibile innescare una modalità di raffrescamento radiativo che sfrutta il terreno come pozzo termico a temperatura inferiore. Il terreno, infatti, presenta una temperatura che, a partire da 5 m di profondità, risulta pressoché costante in tutto l'arco dell'anno, così che essa risulta essere più alta della media stagionale in inverno e più bassa in estate. I sistemi di scambio diretto prevedono che il calore in eccesso degli ambienti sovrastanti sia assorbito dalla massa termica delle chiusure inferiori, per poi essere dissipato verso il terreno. Ciò può avvenire solo quando non si preveda uno strato isolante. I sistemi ibridi di scambio indiretto sono più versatili. In questo caso il calore viene trasferito attraverso un fluido vettore (aria) che circola in condutture interrate, raffreddandosi prima di entrare a contatto con gli

ambienti. La circolazione del fluido può avvenire secondo la modalità a ciclo aperto, con immissione di aria esterna, oppure a ciclo chiuso, con raffrescamento dell'aria interna. (Fig.21)

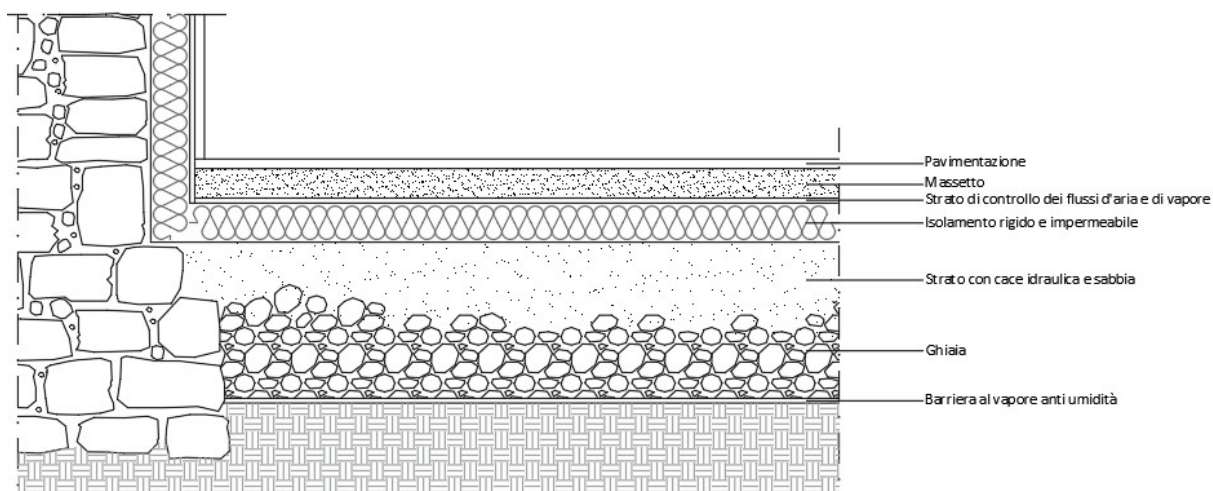


Figura 22- Isolamento all'intradosso del solaio

### 2.4.3\_ *Gli interventi sugli impianti*

Agli interventi di miglioramento energetico dell'involucro edilizio generalmente si affianca anche quello del miglioramento dell'efficienza degli impianti di riscaldamento che si concretizza nella sostituzione del vecchio generatore o nell'inserimento di nuovi impianti di climatizzazione laddove possibile per evidenti necessità di spazi e lavorazioni da eseguire non poco invasive. L'impianto a prescindere dalla tipologia del generatore deve essere dimensionato sulla base del carico termico che l'edificio richiede, considerando quindi la sommatoria dell'energia dispersa dall'involucro, per ventilazione e gli apporti gratuiti derivanti magari da grandi vetrate o pareti esposte a sud. Minore saranno le dispersioni di calore minore sarà la potenza dell'impianto, il quale dovrà provvedere a mantenere la temperatura interna desiderata compensando quindi l'energia dissipata.

La fase dell'inserimento degli impianti è molto delicata negli edifici storici in primis quelli tutelati perché presenteranno sicuramente delle finiture interne che non potranno essere compromesse pertanto l'intervento dovrà essere ben

progettato e calibrato punto per punto per evitare qualsiasi rottura o qualora fosse necessario si dovrà avere una consapevolezza dettagliata di tutti gli elementi da trattare entrando quindi in un intervento che non è una semplice sostituzione dell'impianto ma deve far parte di un intervento più completo di restauro. Fermo restando che nonostante l'eventuale presenza di vincolo si possa ad esempio procedere con uno smontaggio e rimontaggio parziale della pavimentazione questo comporta quindi analizzare gli spessori dei solai per capire se ci sia lo spazio necessario per l'alloggiamento sottotraccia delle tubazioni, se ci sia un massetto, in quali condizioni sia l'eventuale struttura portante lignea e nel caso in cui le caratteristiche lo consentissero, bisognerebbe individuare una ditta specializzata che operi nel settore; elencando tutte queste considerazioni che in un progetto di restauro devono essere poste, si vuole dimostrare come non si può pensare di intervenire singolarmente sull'impianto. Come nelle nuove costruzioni ormai gli impianti fanno parte del progetto architettonico in quanto hanno bisogno di cavedi ispezionabili, locali tecnici, sistema di isolamento, creando quello che si definisce sistema edificio-impianto, così anche l'edificio antico o meglio l'intervento di restauro e miglioramento energetico su un edificio antico deve essere progettato pensando al progetto d'impianto come parte integrante del progetto di restauro. Dopodiché l'attenzione rivolta all'edificio vincolato con l'intento di non scardinare il microclima creatosi nel corso degli anni che ha permesso il mantenimento di eventuali opere interne, o il benessere termoigrometrico degli occupanti in un edificio di carattere storico ma non vincolato che devono comunque confrontarsi con le spese per il riscaldamento, influenzano e indirizzano le scelte delle soluzioni progettuali impiantistiche. C'è anche da aggiungere che l'efficienza energetica di un edificio, in questo caso sia esso storico o no, che ha subito interventi all'impianto, si raggiunge anche mediante una manutenzione continua che è parte fondamentale di questo processo nel tempo. Infatti, un buon progetto di efficientamento energetico deve fornire tutte le indicazioni che riguardano sia la manutenzione del sistema edificio-impianto sia i comportamenti generali che gli utenti devono tenere affinché gli obiettivi del progetto possano essere raggiunti.

*“I sistemi di condizionamento dell'area e di ventilazione devono essere progettati, costruiti e installati in modo tale da consentire la pulizia di tutte le superfici interne e di tutti i componenti. In conformità con le disposizioni della norma UNI 12097 (UNI, 2007) e delle linee guida per la definizione di protocolli tecnici di manutenzione predittiva degli impianti di climatizzazione (Ministero della salute, 2006). Ciò costituisce la premessa indispensabile affinché tali sistemi possano funzionare ed essere mantenuti in modo tale che i requisiti igienici siano permanentemente rispettati. A questo proposito devono essere effettuate ispezioni tecniche manutentive regolari oltre che frequenti controlli igienici da parte di personale specializzato. Occorre pertanto prevedere l'istituzione di un registro per la documentazione degli interventi di manutenzione, ordinari e straordinari, sugli impianti idrici e di climatizzazione punto il primo controllo deve avvenire contestualmente all'attivazione dell'impianto al fine di accertare che sia stato posto in opera pulito e sanificato da eventuali impurità e i successivi controlli devono avere cadenza regolare da personale qualificato. La salvaguardia delle condizioni igieniche, per i sistemi impiantistici che utilizzano l'acqua deve essere effettuata mediante regolari controlli e procedure di sanificazione, inclusa l'eventuale sterilizzazione dei componenti”.*<sup>16</sup>

#### *2.4.3.1 Impianti di tipo autonomo*

Come introdotto precedentemente quando si parla di sistema edificio-impianto sottoposto ad un intervento di efficientamento non si può pensare di scindere i due “subsistemi” al fine di ottenere il miglior risultato possibile specialmente se, nel caso degli edifici vincolati, dovessimo avere delle prescrizioni riguardo l'isolamento dell'involucro.

*“L'energia termica necessaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria può essere attualmente prodotta in caldaie che hanno prestazioni molto elevate sia a carico nominale che a carico parziale, rispetto alle caldaie tradizionali. Tra queste vanno ricordate:*

---

<sup>16</sup> De Santoli Livio (a cura di), *Efficienza energetica negli edifici storici*, Milano 2014, IV, p. 1-70



*caldaie a tiraggio forzato e camera stagna, nelle quali vengono praticamente annullate le perdite di energia termica al camino e recuperate quelle attraverso l'involucro; caldaie a temperatura scorrevole, che sono in grado di variare la temperatura dell'acqua di mandata in funzione delle condizioni climatiche esterne, riducendo tutte le perdite. Richiede una attenta progettazione dello scambiatore di calore acqua-fumi per evitare che la temperatura superficiale sul lato dei fumi si abbassi troppo.*

*caldaie con bruciatore a irraggiamento, caratterizzate dal fatto che comburente e combustibile (aria e gas perfettamente premiscelati) si distribuiscono uniformemente su una superficie porosa ceramica o metallica, resa incandescente. Queste caldaie presentano una bassa produzione di NOx.*

*Caldaie modulari, costituite da un sistema di caldaie di piccola taglia in parallelo tra loro, in numero tale da produrre complessivamente l'energia termica che sarebbe prodotta da un'unica caldaia. In questo modo, al ridursi del carico è possibile spegnere una o più caldaie e far funzionare le rimanenti in condizioni vicine a quelle nominali, aumentando così il rendimento complessivo.*

*Caldaie a condensazione, che lavorano con temperature di ritorno dell'acqua inferiori a 50 °C, così che il vapor d'acqua presente nei fumi possa condensare rendendo quindi possibile il recupero dal calore latente di evaporazione. Tenendo presente la disponibilità di questa energia termica recuperata, il valore del rendimento della caldaia risulta pari a circa 108%. Queste caldaie, che devono essere realizzate con materiali resistenti agli acidi, la cui presenza è legata alla formazione della condensa, possono essere abbinate a impianti di riscaldamento a bassa temperatura.*

*Caldaie a biomassa, che convertono l'energia chimica delle biomasse, di cui si parlerà nel seguito, in energia termica disponibile attraverso un fluido termovettore. Utilizzano sostanzialmente la stessa tecnologia delle caldaie tradizionali”<sup>17</sup>*

---

<sup>17</sup> Si cfr. *Linee d'indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale*, MIBACT, 2015, pp. 137.

Le più efficienti tra quelle elencate, sono quelle a condensazione in quanto recuperano il calore dei fumi di scarico e raggiungono livelli prestazionali ottimali quando vengono collegate a terminali che funzionano a bassa temperatura, compresa tra i 30 e i 50 gradi, tipo i sistemi radianti a pavimento o a soffitto o i classici radiatori con valvole termostatiche; Negli ultimi tempi si stanno diffondendo sempre più altri tipi di generatori, molto più efficienti con la possibilità di scegliere tra gas e elettricità come fonte energetica. Stiamo parlando delle pompe di calore permettono di riscaldare e raffrescare un ambiente, in quanto trasferiscono il calore da un corpo a temperatura più bassa (sorgente fredda) a un corpo a temperatura più alta (pozzo caldo). Un punto a sfavore per i sistemi a pompa di calore è l'installazione su un edificio esistente in quanto necessita di uno spazio più ampio rispetto quello che può essere offerto ad una caldaia tradizionale e non sempre in questi edifici è possibile trovarlo.

*I terminali di emissione* del calore, non sono di minore importanza anzi, sono gli elementi che si interfacciano in prima persona con l'ambiente interno, essi hanno infatti la funzione di immettere energia termica prodotta dal generatore di calore e in base alle loro caratteristiche tecniche possono essere distinti in sistemi *radianti* o *convettivi*.

Radianti sono tutti quei sistemi che cedono calore per irraggiamento e generalmente sono contraddistinti in pannelli all'interno dei quali corrono serpentine riscaldate dal fluido termovettore a bassa temperatura (30°C) e possono essere posti a pavimento, a parete e a soffitto in base alle scelte del progettista. Il successo di questi tipi di sistemi è che il fluido termovettore ha una temperatura molto più bassa rispetto ai sistemi tradizionali di circa il 50%. I pannelli a pavimento sono più efficaci in termini di comfort perché sfruttano l'andamento ascendente naturale dei flussi di calore; sono però molto invasivi in quanto obbliga alla rimozione del pavimento esistente, pertanto viene scelta come soluzione nel momento in cui il pavimento debba essere rimosso per ulteriori cause come, ad esempio, per il passaggio di impianti di climatizzazione, elettrici o idrici, al fine di ammortizzare i costi.

Recentemente iniziano ad essere installati i pannelli radianti elettrici che sfruttano lo stesso principio di funzionamento ma sono alimentati da corrente elettrica. Sono sostanzialmente delle resistenze elettriche di pochi millimetri poste sotto il pavimento raggiungendo la temperatura ideale in pochissimi istanti. Anche in questo caso si preferisce l'installazione in ambienti ad uso discontinuo in cui serve un livello di temperatura da raggiungere in poco tempo. Convettivi sono invece tutti quei sistemi che generalmente lavorano a temperature più alte riscaldano l'aria dell'ambiente innescando dei moti convettivi; sono identificati tra questi i radiatori, ventilconvettori, areotermi e termoconvettori.

Questi sistemi in genere per sopperire al mancato isolamento delle strutture d'involucro venivano alimentati con la temperatura del fluido termovettore molto alta (60°-80°C) pertanto non sono efficienti in quanto il generatore deve impiegare molta energia affinché vengano raggiunte determinate temperature. L'efficienza può essere raggiunta installando le valvole termostatiche per ciascun terminale in quanto limitano l'afflusso di fluido che passa nei radiatori e viene chiuso automaticamente nel caso in cui nella stanza viene raggiunta la temperatura ideale. I radiatori, se dimensionati in maniera più generosa, possono anch'essi lavorare con una temperatura del fluido più bassa, intorno ai 50°C a patto che le condizioni termofisiche dell'involucro siano state migliorate.

I *radiatori a battiscopa* possono essere indicati in situazioni particolari di miglioramento energetico negli edifici esistenti. Sono costituiti da due tubi in rame tenuti da una serie di lamelle metalliche che hanno la funzione di dissipare calore, il tutto racchiuso in un carter posizionato al posto del battiscopa. Sono poco più evidenti di uno zoccolino battiscopa tradizionale in pietra e pertanto vengono posizionati lungo tutto il perimetro della stanza come si farebbe per un battiscopa tradizionale.

I *ventilconvettori* sono utilizzati per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti. Funzionano mediante un getto di aria spinto da un ventilatore che passa attraverso una serie di tubi saldati a delle lamelle, questi in base alla temperatura del fluido interno permettono di immettere nell'ambiente aria calda

o fredda. E' un sistema che più si adatta a edifici ad uso discontinuo in cui c'è l'esigenza di raggiungere temperature confortevoli in pochi minuti.

Da questa disamina di prodotti per la climatizzazione ci fa capire che intervenire sugli impianti degli edifici esistenti in termini di miglioramento significa che in qualche modo si è rinunciato ad avere la massima prestazione possibile a fronte di lasciare intatto il valore storico dell'edificio ma allo stesso modo si è comunque riusciti a migliorare l'efficienza.<sup>18</sup>

#### 2.4.3.2 *Impianti di tipo collettivo*

Nell'ultimo decennio la risorsa geotermica, ossia il recupero del calore accumulato nel sottosuolo come sorgente dei generatori, si sta rapidamente affermando in combinazione con l'utilizzo di pompe di calore per le esigenze del condizionamento domestico (raffrescamento e riscaldamento): la possibilità di 'utilizzare' il sottosuolo come un infinito serbatoio di energia termica, rende la risorsa molto appetibile per abbondanza, accessibilità, oltretutto integrabilità con sistemi scambiatori 'virtuosi'.

In particolar modo, la geotermia a bassa entalpia (o detta anche a basse temperature, < 50°) è la forma più facilmente ed economicamente perseguibile nella realizzazione di impianti di climatizzazione per destinazioni abitative e, pertanto, potrebbe essere presa in considerazione in una strategia di globale di miglioramento energetico dei nuclei storici valutandone anche la portata in termini di teleriscaldamento a scala comunitaria.

Infatti, seguendo un modello di produzione e condivisione energetica molto diffuso in città e centri storici del Nord Europa, ma che ha preso piede anche in Italia<sup>19</sup>, e vagliando anche l'esistenza nel sottosuolo territoriale di eventuali

---

<sup>18</sup> Si cfr. E. Lucchi, V. Pracchi, *Efficienza energetica e patrimonio costruito, la sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica*, Milano 2013

<sup>19</sup> In Italia la diffusione dei sistemi di teleriscaldamento/teleraffrescamento, ossia di il riscaldamento/raffrescamento urbano a rete che, attraverso la distribuzione di acqua calda/fredda a mezzo di reti interrate può arrivare ad approvvigionare l'abitato, è abbastanza significativa sia nelle grandi che piccole aree urbane, come testimonia il rapporto AIRU 2015 (disponibile al link: <http://www.airu.it/wp-content/uploads/2015/02/Teleriscaldamento-in-italia.pdf>). Caso significativo è quello della Regione Toscana che, grazie ad un sistema normativo regionale, ha permesso ad alcuni bacini industriali di investire enormi risorse nella creazione di bacini geotermici e sperimentazione di impianti di teleriscaldamento. Si cfr. nello specifico il caso del centro storico di Montieri nel quale è stato sperimentato un impianto di teleriscaldamento a recupero del vapore geotermico finalizzato alla distribuzione dell'acqua

fonti e bacini acquiferi caldi, si potrebbe approfondire questo suggerimento con uno studio di sito ed una progettualità specifica, mirante ad eliminare nei nuclei da ricostruire la dipendenza dalle fonti carbonatiche (facilmente impiegabili se si ricorre nuovamente alla proposizione di sistemi di condizionamento/produzione

acqua calda sanitaria autonomi) e la creazione di un sistema/infrastruttura comunitaria efficiente in rete per la distribuzione del calore.

Il recupero del calore dal sottosuolo avviene attraverso uno scambiatore (pompa di calore geotermica) il quale scambia, a temperature costanti, l'energia del sottosuolo: lo scambio energetico viene mediato da sonde geotermiche che, a una profondità variabile (50 e 100 m nel sottosuolo), alimentano in un sistema chiuso la pompa attraverso lo scorrimento di un fluido termovettore.

In un quadro di progressivo aggiornamento delle strategie energetiche, diversi progetti di ricerca hanno iniziato a contribuire al riconoscimento del teleriscaldamento come sistema strategico per l'efficienza energetica urbana grazie al recupero del calore in eccesso e lo sfruttamento su larga scala di rinnovabili locali.

Negli ultimi anni, il teleriscaldamento ha avuto una progressione di interesse per la lotta nei confronti del cambiamento climatico dal punto di vista europeo nella sua campagna di decarbonizzazione.

Ecoheatcool<sup>20</sup> è stato il primo progetto europeo a concentrarsi sulle potenzialità del teleriscaldamento come sistema di riduzione dei consumi energetici, promosso da Euroheat & Power tra il 2004 e il 2006. Il dato più significativo rilevato dallo studio è stato l'indicazione che la domanda netta europea di calore nel 2003 era equivalente al calore perso nel processo di conversione dell'energia da primaria a finale e che quindi queste perdite di calore fossero sufficienti a coprire il fabbisogno finale di calore. Al tempo stesso, però, si mostrava come esistesse la necessità di un'infrastruttura energetica in grado di veicolare il calore di scarto dal sito di produzione all'utenza finale che di quella energia

---

calda sanitaria delle circa 400 abitazioni del centro storico: al riguardo la descrizione del progetto è rinvenibile in MARINO MONTIERI 2016, pp. 87 e ss.

<sup>20</sup> S. Werner, N. Constantinescu, *EcoHeatCool WPI: The European heat market, Work Packag. Deliv. Ecoheatcool EU Proj. (2006)*, p.58-62

termica necessita: il teleriscaldamento. Venne qui introdotto un modo diverso di concepire il teleriscaldamento, come l'infrastruttura capace di fornire il calore richiesto dagli utenti con energia che altrimenti andrebbe dispersa, "qualsiasi forma di calore sensibile e latente che viene rilasciato da un sistema energetico senza essere di una qualunque utilità per il sistema energetico stesso"<sup>21</sup>.

Dal 2010, con la "*Strategia per un'energia competitiva, sostenibile e sicura*"<sup>22</sup> le direttive europee hanno iniziato a includere il teleriscaldamento tra le misure di efficienza energetica per gli edifici, specificando che l'energia da utilizzare fosse proveniente da termovalorizzazione e calore rinnovabile. Successivamente nel 2012 la direttiva europea sull'efficienza energetica ha incluso il teleriscaldamento tra le opzioni per recuperare efficacemente il calore nelle aree urbane stimolando gli Stati Membri a esercitare una valutazione tecnico- economica sulla diffusione del teleriscaldamento nei territori.

Inoltre, quel che emerge dalla sopra citata comunicazione dell'UE è che la tecnologia che può portare all'adempimento di questi ambiziosi punti esiste ed è il teleriscaldamento a bassa temperatura, detto anche teleriscaldamento di quarta generazione. Questa tecnologia, che è caratterizzata da basse temperature di distribuzione ( $\sim 55^{\circ}\text{C}/\sim 25^{\circ}\text{C}$ ), da tubi in plastica più leggeri ed economici dei tradizionali tubi in acciaio, permette infatti ampio sfruttamento delle risorse rinnovabili.

A livello nazionale, il teleriscaldamento è considerata ancora una tecnologia di nicchia, e considerando che la tecnologia richiede una dettagliata conoscenza della distribuzione e della densità di domanda termica e della presenza di fonti di calore sul territorio e rilevanti importanti investimenti iniziali di infrastrutture di lunga vita, il quadro politico e quindi normativo così altalenante di fatto non aiuta il diffondersi di tale tecnologia.

Il più recente rapporto è quello del GSE Gestore dei servizi energetici "Valutazione del potenziale nazionale di applicazione della cogenerazione ad

---

<sup>21</sup> A. Dénarié, M. Calderoni, M. Motta, *Industrial excess heat recovery in district heating : Data assessment methodology and application to a real case study in Milano* , Italy, 2019 ,p.170–182. doi:10.1016/j.energy.2018.09.153

<sup>22</sup> European Commission, DIRECTIVE 2004/8/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC, Off. J. Eur. Union. (2004) 50–60. doi:66.

alto rendimento e del teleriscaldamento efficiente”<sup>23</sup>, in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 102/2014. A fronte di una analisi geolocalizzata della domanda e dell’offerta di energia termica suddivisa per settori lo studio presenta una stima tecnica ed economica del potenziale di alimentazione di questa domanda da cogenerazione ad alto rendimento e teleriscaldamento efficiente. Sulla base delle condizioni economiche e di consumo relative al 2013 lo studio presenta un potenziale aumento dell’utilizzo della cogenerazione ad altro rendimento di circa 60% e del 40% per il teleriscaldamento.

---

<sup>23</sup> GSE, Valutazione del potenziale nazionale e regionale di applicazione della cogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento efficiente, (2016).

### **3\_CAPITOLO TERZO**

**Studio e valutazione di un prototipo di piattaforma integrata  
per la gestione dell'efficienza energetica**



Dopo aver affrontato in maniera descrittiva passo per passo l'approccio e quindi il metodo che richiede un intervento di miglioramento energetico di un edificio o gruppi di edifici storici, vediamo ora come questi passaggi salienti descritti possano essere trasferiti in una piattaforma che non vuole essere un contenitore di informazioni sull'andamento energetico di un borgo attraverso la raccolta di attestati di prestazione energetica delle singole unità abitative che, non potrà offrire risultati significativi finché non verranno eseguiti almeno la maggior parte degli APE<sup>1</sup> necessari a poter descrivere la classe energetica media del borgo. La piattaforma ha l'obiettivo di rendere dinamiche le fasi della metodologia, creare quindi una piattaforma tecnologica che sia parte integrante di una smart city con lo scopo di perseguire due obiettivi fondamentali: offrire tutte le informazioni strumentali e diagnostiche ed essere poi uno strumento dal quale indirizzare le linee operative e propositive.

### **3.1\_Sistemi informativi integrati per la gestione dell'efficienza energetica e gli Open data: analisi dello stato di fatto e casi studio.**

In Italia da qualche anno è iniziato, seppur in maniera sporadica e puntuale, un processo importante e innovativo quale quello di mettere in rete e quindi visibili a tutti i dati sui consumi energetici. Qualcuno ha preferito una visualizzazione un po' più rigida nella quale è consentito cliccare su una mappa bidimensionale di tipo catastale o fotogrammetrico, dalla quale sia possibile leggere dati sui consumi rilevati in un determinato periodo o ancor meglio i riferimenti dell'ultimo APE depositato nel catasto energetico regionale<sup>2</sup> obbligatorio per tutte le regioni. Altri enti locali hanno voluto ottenere qualcosa di più immersivo utilizzando piattaforme tipo google Earth ma sempre con il concetto di cliccare

---

<sup>1</sup> L'APE (attestato di prestazione energetica) è stato introdotto dal Decreto Legge 63/2013 e convertito dalla Legge 90/2013 e descrive le caratteristiche energetiche di un edificio, di una abitazione o di un appartamento. E' uno strumento di controllo che sintetizza con una scala da A4 a G (scala di 10 lettere) le prestazioni energetiche degli edifici ed è obbligatorio per la vendita o l'affitto di un immobile. La validità di un APE è, nella maggior parte dei casi, 10 anni. Per conservarne la validità bisogna garantire i controlli della caldaia previsti dalla legge.

<sup>2</sup>Con la Legge 90/2013 viene istituito il CATASTO ENERGETICO REGIONALE al quale vanno archiviati in formato elettronico tutti i dati degli APE eseguiti per territorio regionale. Entro il 31 Marzo di ogni anno le regioni sono obbligate a comunicare a ENEA i dati sugli APE registrati per essere poi pubblicati sul SIAPE che è un catasto energetico nazionale visitabile al sito: <https://siape.enea.it/>

nell'edificio da interrogare e ottenere tutte quelle informazioni di tipo energetico derivanti sempre da ciascun APE.

Ma prima di entrare meglio nel merito di alcune di queste piattaforme esistenti è opportuno soffermarsi sulla gestione delle informazioni che possono, come in questi casi essere liberamente pubblicate e chiedersi da dove è nata questa tendenza di pubblicazione di dati e perché in più larga parte, quelli riferiti all'andamento energetico.

*“Le pubbliche amministrazioni raccolgono, organizzano e gestiscono un'enorme quantità di dati che fino a poco tempo fa avevano un mero ruolo strumentale finalizzato al perseguimento dei compiti istituzionali assegnati alle stesse amministrazioni. L'autonomia delle singole amministrazioni e le modalità di gestione dei loro processi amministrativi hanno contribuito tuttavia a creare isole di informazioni, con scarsa visione sistemica, nonostante alcuni significativi interventi normativi che si sono succeduti tendessero a favorire un maggior livello di integrazione e condivisione dei dati. Per superare tali ostacoli, si ritiene necessario intraprendere un percorso volto a diffondere la cultura del dato nel tessuto sociale e amministrativo del Paese per aumentare la consapevolezza sul suo ruolo di elemento sistemico infrastrutturale. L'impegno è di attuare un vero e proprio cambiamento nella gestione dei dati pubblici con l'obiettivo di creare opportunità di sviluppo economico e crescita occupazionale, di ridurre gli sprechi e, allo stesso tempo, aumentare l'efficacia e l'efficienza dell'intera azione della pubblica amministrazione, contribuendo così alla valorizzazione del vasto patrimonio informativo attualmente prodotto e gestito dalle amministrazioni pubbliche. L'importanza di tali aspetti si evidenzia anche dalla presenza, nell'ambito dell'Agenda Digitale Europea, di azioni relative a tale contesto e riferibili ai pilastri del mercato unico digitale, dell'interoperabilità e standard e dell'uso dell'ICT per migliorare i servizi da offrire alla società. In particolare, la Commissione Europea, dando seguito a talune azioni, ha provveduto recentemente a revisionare la Direttiva sull'informazione del settore pubblico nell'ottica di recepire i nuovi paradigmi di apertura e riutilizzo dei dati pubblici. Si ribadisce quindi che i dati, se*

*opportunamente gestiti sulla base di principi di interoperabilità, qualità, riuso e condivisione contribuiscono a:*

- *supportare la creazione di servizi innovativi da parte di imprese, startup, comunità, associazioni, organizzazioni e singoli cittadini, per il miglioramento della vita sociale ed economica dell'intero Paese;*
- *supportare il legislatore, i regolatori e ogni altro organo politico locale nelle loro decisioni.*

*Tali opportunità, se colte efficacemente, possono inoltre assicurare trasparenza dell'azione amministrativa e accountability del governo del Paese: condividere dati tra le amministrazioni, rendere aperti e accessibili i dati pubblici non personali come parte integrante del processo amministrativo, rinnovare l'azione delle amministrazioni grazie alla partecipazione della società civile agevola il dialogo con quest'ultima e contribuisce a far comprendere ai cittadini e alle imprese come le amministrazioni operano nell'interesse pubblico. In virtù di tali considerazioni, si ritiene cruciale identificare un percorso che porti gradualmente alla valorizzazione del patrimonio informativo presente nel settore pubblico, partendo dall'individuazione di basi di dati di interesse nazionale ovvero basi di dati altamente affidabili ed essenziali per un elevato numero di procedimenti amministrativi (altrimenti dette "authentic source" secondo la terminologia prevista nell'ambito dell'European Interoperability Framework), passando per la piena condivisione dei dati tra ciascuna amministrazione, nel rispetto dei requisiti di sicurezza e privacy previsti, fino ad arrivare all'apertura, secondo il paradigma dei dati di tipo aperto, della gran parte dei dati prodotti dalle amministrazioni e per i quali non sono previste specifiche limitazioni per il loro trattamento (e.g., protezione dei dati personali, segreto di stato, segreto statistico). La presente agenda nazionale identifica il percorso di valorizzazione del patrimonio informativo pubblico, per l'anno corrente, come composto da tre direttrici principali:*

- 1. basi di dati di interesse nazionale;*
- 2. convenzioni aperte tra pubbliche amministrazioni;*
- 3. dati di tipo aperto.*

*L'agenda individua, inoltre, i principi alla base del percorso e, per ciascuna direttrice, un insieme di obiettivi che i destinatari dell'agenda, come di seguito identificati, si impegnano a perseguire per favorire una maggiore fruibilità e interoperabilità del patrimonio informativo pubblico nazionale.*

*I destinatari, secondo quanto previsto dal Codice dell'Amministrazione Digitale per l'applicazione del Capo V sono tutte le pubbliche amministrazioni, le società interamente partecipate da enti pubblici o con prevalente capitale pubblico inserite nel conto economico consolidato della pubblica amministrazione, come individuate dall'ISTAT ai sensi dell'art. 1, co. 5, della L. 311/2004 nonché, i gestori di servizi pubblici e gli organismi di diritto pubblico”<sup>3</sup>.*

I dati di tipo aperto, cosiddetti OPEN DATA sono appunto dati che devono essere liberi da restrizioni sia dal punto di vista dell'accesso che dal riutilizzo. Sono tre gli aspetti che caratterizzano un open data file:

- *disponibilità e accesso*: i dati devono essere disponibili in maniera completa, aggiornata e facilmente accessibile (preferibilmente via Internet);
- *riutilizzo e redistribuzione*: i dati devono essere forniti a condizioni e in formati tali da permetterne il riutilizzo, la redistribuzione e la ricombinazione (detta “interoperabilità”) con altri dati;
- *partecipazione universale*: tutti devono essere in grado di usare, riutilizzare e redistribuire i dati. Non devono esserci, dunque, discriminazioni né di ambito di iniziativa né contro soggetti o gruppi.

Un documento in formato Pdf, ad esempio, non può essere considerato “aperto” perché non permette la rielaborazione e la ricombinazione dei dati in esso contenuti.

Secondo le disposizioni del Codice dell'Amministrazione Digitale tutti i dati delle Pubbliche Amministrazioni dovrebbero essere pubblicati come Open Data, ma risulta però che alcuni dati sono più richiesti rispetto ad altri; secondo

---

<sup>3</sup> AGENDA NAZIONALE PER LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO INFORMATIVO PUBBLICO (ANNO 2015)

una ricerca <sup>4</sup> i dati più richiesti sono appunto quelli che riguardano le informazioni di tipo energetiche. Nella fattispecie si individuano:

- *i dati relativi alle certificazioni energetiche degli edifici*
- *i dati relativi agli interventi di efficientamento energetico realizzati*
- *i dati relativi alla localizzazione degli impianti di produzione alternativa dell'energia*
- *i dati sui consumi energetici relativi alle proprie utenze*

Sono così importanti perché come tutti in tutti i campi di ricerca, prima di pianificare delle strategie è importante conoscere i dati. In questo caso a livello di pianificazione, per fare una politica corretta sul risparmio energetico è opportuno che le amministrazioni locali conoscano i consumi degli edifici per avere innanzitutto consapevolezza di una situazione dello stato di fatto ad un certo periodo, e in secondo luogo per monitorare l'effetto di determinate azioni. Infatti, alcuni comuni hanno anche sentito un forte interesse su questo tema per poter programmare politiche di risparmio energetico sul proprio territorio: per esempio, tutti quei Comuni che hanno aderito al patto dei Sindaci<sup>5</sup> e hanno approvato il PAES, cioè il Piano per l'Energia Sostenibile<sup>6</sup>.

Il comune di Bolzano, ad esempio, è entrato a far parte del Patto dei Sindaci nel 2011 e nel 2017 aderendo nuovamente al nuovo piano PAESC, *Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima*, ha introdotto una serie di azioni di

---

<sup>4</sup> AA.VV., *Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information*, The McKinsey Global Institute, Ottobre 2013

<sup>5</sup> Il Patto dei Sindaci è stato lanciato nel 2008 in Europa con l'ambizione di riunire i governi locali impegnati su base volontaria a raggiungere e superare gli obiettivi comunitari su clima ed energia. L'iniziativa riunisce ad oggi oltre 7.000 enti locali e regionali in 57 Paesi, attingendo ai punti di forza di un movimento mondiale multi-stakeholder e al supporto tecnico e metodologico offerto da uffici dedicati. Dal 2017 sono stati istituiti uffici regionali del Patto in Nord America, America Latina e Caraibi, Cina e Asia sud-orientale, India e Giappone ad integrazione di quelli esistenti.

<sup>6</sup> Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) è un documento chiave che indica come i firmatari del Patto rispetteranno gli obiettivi di riduzione dei gas serra che si sono prefissati per il 2020. Definisce misure concrete per la riduzione dei consumi finali di energia, insieme a tempi e responsabilità, in modo da tradurre la strategia di lungo termine in azione. I firmatari si impegnano a consegnare il proprio PAES entro un anno dall'adesione. Il PAES deve, pertanto, contenere un elenco di azioni finalizzate alla riduzione dei consumi finali di energia, migliorando l'efficienza energetica e promuovendo l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili negli edifici residenziali e del terziario, nell'industria, negli impianti di pubblica illuminazione e di altro tipo, e nei trasporti pubblici e privati. Ad oggi, sono quasi 3.000 i Comuni italiani che hanno aderito al PAES, che rappresentano più di un terzo del totale e quindi coprono una parte rilevante del territorio nazionale.

mitigazione del cambiamento climatico per ridurre le emissioni di CO2 di almeno il 40% nel 2030 rispetto ai valori del 2010. Brochure, convegni, progetti, installazione di colonnine per la ricarica di veicoli elettrici e una piattaforma on line<sup>7</sup> di tipo informativo sui consumi energetici degli edifici pubblici e privati, al fine di promuovere interventi di efficientamento energetico. A partire dai dati dei consumi aggregati per edificio, assieme con i dati sulle superfici forniti dal Catasto edilizio si è individuato per ogni edificio (pubblico o privato) il consumo medio reale dello stesso espresso in [kWh/m2/anno]. Tale valore risulta spesso diverso da quanto riportato da un certificato energetico, poiché questi ultimi si basano su un consumo teorico standard e non rappresenta l'effettivo utilizzo dell'edificio.

Un altro Comune di modesta entità, rispetto l'estensione del comune di Bolzano è il Comune di Anzola nell'Emilia, indicato per evidenziare come il tema può essere perseguito da tutte le realtà amministrative e non dalle più importanti, anch'esso membro del Patto dei Sindaci, che con lo slogan "*Raw data energy now*" ha fortemente voluto che tutti i dati energetici accessibili fossero stati utilizzati per essere inseriti nel Sistema Informativo Territoriale per visualizzarli sulla mappa del territorio e, successivamente, elaborati con un algoritmo che compara i consumi totali di un edificio con la superficie dell'immobile. Dalla sovrapposizione di tre diverse banche dati (catasto immobili, anagrafe, consumi energetici) è quindi stato possibile realizzare non solo un sistema di monitoraggio dei consumi energetici del territorio, ma anche renderli a disposizione di tutti, in formato Open, tramite *kml*<sup>8</sup>, che è immediatamente visibile e rappresentabile con Google Earth<sup>9</sup>. L'immediata lettura dei consumi energetici è data dalla scala di colore che corrisponde a un livello di classificazione dell'immobile.

---

<sup>7</sup> <http://sit.comune.bolzano.it/mapstore2/?locale=it#/viewer/openlayers/1681>

<sup>8</sup> La sigla KML è l'acronimo di *Keyhole Markup Language*, ed indica un particolare formato indispensabile per gestire e visualizzare i dati geospaziali.

Tale formato è stato introdotto da Google per gestire i dati in Google Earth e in Google Maps in seguito, però, è stato utilizzato anche da molte altre applicazioni tra cui Flickr, Live Search Maps, Microsoft Virtual Earth e NASA World Wind in quanto è in grado di specificare un set di elementi (segnalibri geografici, immagini, poligoni, modelli 3D, descrizioni ed etichette testuali, etc) da visualizzare in Google Earth, Maps e Mobile o in altre applicazioni geografiche.

<sup>9</sup> <http://dati.emilia-romagna.it/dato/item/41-41-08-consumi-di-energia-3d-2011-2012-kml.html>

Un altro Comune che ha investito in questa direzione e ha voluto ottenere qualcosa in più rispetto le altre mappature proposte è il Comune di Torri di Quartesolo, in Veneto. È stata una mappatura in ambiente WebGis<sup>10</sup> con l'orientamento di dare un taglio ai consumi energetici attraverso interventi di efficientamento consente in pochi click di individuare il più adatto, calcolare le spese e i risparmi accedendo dal noto software gratuito Google Heart. Si avvia il programma e viene visualizzata la città con gli edifici colorati a seconda della classe energetica, mappando il territorio in zone più e meno energivore. Cliccando in un edificio è possibile visualizzare tutti gli interventi di efficienza e risparmio energetico realizzabili insieme ad una informativa sul sistema di incentivazione e detrazione fiscale attiva per poter calcolare l'investimento da effettuare e calcolare i tempi di rientro. L'iniziativa è stata adottata per cercare di sensibilizzare i cittadini sul tema del risparmio energetico domestico con l'opportunità concreta di utilizzare le detrazioni fiscali per ristrutturazione ed efficienza energetica. Il sistema informativo offre una valutazione sintetica di quanto può incidere energeticamente ogni intervento possibile.

### **3.2\_ Intelligenza artificiale**

Il Geographic Information System (GIS) che verrà trattato in maniera più approfondita nei paragrafi successivi, sta cambiando molto velocemente avvicinandosi sempre più al mondo dell'intelligenza artificiale, al mondo della gestione dei Big Data<sup>11</sup> e a quello dell'IoT (Internet of Things)<sup>12</sup>. Il sistema

---

<sup>10</sup> Il GIS, acronimo di Geographical Information System, è un sistema informativo che visualizza, analizza, archivia e gestisce le informazioni digitali georeferenziate, dotate quindi di un riferimento geografico. Il webGIS, invece, è un'applicativo del GIS che permette di interrogare on line una mappa attraverso un browser internet. Il webGIS è dunque l'estensione al web degli applicativi nati e sviluppati per gestire la cartografia numerica.

<sup>11</sup> I big data sono dati che superano i limiti degli strumenti database tradizionali, ma con questo termine si intendono anche le tecnologie finalizzate ad estrarre da essi conoscenze e valore. In pratica, potremmo definire big data l'analisi di quantità incredibilmente grandi di informazioni

<sup>12</sup> Internet of Things (IoT) è un termine nato nel 1999 presso un centro di ricerca del MIT, famosissima università degli Stati Uniti. Concettualmente descrive una realtà dove le cose, gli oggetti di uso comune, sono in grado di scambiarsi informazioni e comunicare i dati raccolti "misurando" la realtà che li circonda. Queste misure, raccolte ad esempio attraverso sensori, sonde, GPS, costituiranno un flusso enorme di informazioni che adeguatamente processate permetteranno di ricostruire la realtà di un luogo fisico in maniera "virtuale" anche a chi si trova a chilometri di distanza. I dati trasmessi attraverso la rete Internet inoltre potranno essere raccolti in un database centrale e quindi monitorati, analizzati, elaborati.

informativo territoriale si sta evolvendo costantemente e sta diventando una piattaforma comune per queste nuove modalità di utilizzo dei dati e il perché sta proprio nel fatto che siamo sempre più portati a chiedere “dove” e la risposta a questa domanda sta nell’utilizzo del parametro della geolocalizzazione.

La ricerca aziendale soprattutto sta facendo passi da gigante nel settore dell’intelligenza artificiale applicata alla georeferenziazione sia in ambito civile che territoriale e sta lavorando all’integrazione di questa con le informazioni provenienti dal BIM (Building Information Modeling). Da questa integrazione potrebbero nascere una moltitudine di informazioni come, ad esempio, se un edificio rispetta tutta una serie di parametri, se è dotato di pannelli solari, quanto è la superficie vetrata e quanto è la dispersione termica, posso conoscere le caratteristiche dell’impianto elettrico, della caldaia con la sua rete di distribuzione di calore o più semplicemente l’organizzazione degli spazi interni delle abitazioni e così via. L’utilizzo poi di questi dati potrebbe aprire a scenari molto diversi che può passare dal semplice monitoraggio a usi più interessanti come, ad esempio, in caso di intervento di emergenza la squadra addetta saprebbe come muoversi all’interno dell’edificio arrivando all’obiettivo in maniera veloce ed efficace. Il contributo delle tecnologie e dell’intelligenza artificiale sarà determinante per l’efficacia di qualsiasi intervento di prevenzione. L’integrazione tra big data e georeferenziazione sono elementi fondamentali dell’intelligenza artificiale e diventeranno asset sempre più importanti per la pubblica amministrazione.

L’intelligenza artificiale tra qualche anno diventerà il metodo attraverso cui dare vita a iniziative intelligenti e rispettose dell’ambiente nelle smart city ad esempio. Cresceranno probabilmente sempre più anche su altri campi di lavoro in quanto queste iniziative produrranno business sia dal punto di vista dell’efficienza governativa, intesa come governo del territorio e sia sul potenziamento e miglioramento delle attività sociali, come ad esempio:

- *il miglioramento della qualità della vita dei residenti;*
- *l’aumento e la facilità di fare affari;*
- *attrarre più investimenti e attenzione da parte delle aziende globali.*



Probabilmente la trasformazione della gestione territoriale e urbana cui assisteremo in un futuro non troppo lontano, sarà molto incisiva dal punto di vista della gestione delle informazioni, pertanto sarà opportuno iniziare sin da ora un percorso gestionale che accompagni questa trasformazione prendendo spunto da migliori casi di successo.

### **3.3\_Funzionalità della piattaforma: finalità, obiettivi e attori coinvolti per una governance energetica**

Il prototipo di piattaforma che si vuole presentare in questa sede rispetto alle piattaforme già esistenti sul territorio nazionale grazie allo sforzo di alcune amministrazioni lungimiranti delle quali sono state esposte precedentemente, vuole tentare di essere ancor più completa, che accompagni il visitatore, sia esso semplice cittadino o amministratore, ad una consapevolezza che abbracci tutto il percorso del miglioramento energetico e non solo la mera parte che riguarda il dato finale della prestazione.

Nel secondo capitolo c'è stato modo di capire come sia lungo ed articolato il processo di miglioramento energetico degli edifici storici e come in alcuni casi forse, nonostante gli sforzi, sia più auspicabile non accanirsi con interventi che per questioni di mancata esposizione solare o particolari tecniche costruttive non permettono risultati eccellenti ma soltanto modesti miglioramenti. E 'proprio per questo motivo che si vuole offrire al fruitore della piattaforma una consapevolezza quanto più dettagliata a partire dalla conoscenza del luogo, affinché possa comprendere, ad esempio, le differenze di consumi energetici tra un edificio e un altro di uguale metratura ma di esposizione differenti. Conseguentemente offrire all'amministratore pubblico uno strumento per pianificare gli interventi da effettuare e i relativi costi approssimativi di efficientamento energetico per partecipare a eventuali bandi europei o statali di finanziamento dei lavori da eseguire.

L'innovazione che vuole essere apportata è quella di formulare una piattaforma tecnologica per smart cities orientata al miglioramento delle condizioni di comfort dei centri storici. Questa piattaforma avrà l'obiettivo finale di dare due linee di lettura, una che si limita alla lettura dei dati, l'altra detta le linee operative e propositive, ma prima di arrivare ai risultati attesi fornisce una serie di informazioni molto più ampie del dato finale sui consumi energetici, che vanno dalla consapevolezza climatica del sito agli spazi del borgo da esaminare, fino alla lettura geometrica e semantica del modello dell'edificio cui intervenire e una casistica già prevista di interventi possibili per il miglioramento energetico. La piattaforma di fatto segue la stessa struttura metodologica

ampiamente descritta nella parte centrale della presente tesi dove in maniera molto semplificata è possibile “navigare” e leggere le informazioni riguardanti il borgo di riferimento e per livelli di approfondimento, l’aggregato urbano e il singolo edificio.

Una domanda che viene naturale porsi è chiedersi chi sono gli attori, i fruitori o chi ne crea un guadagno non tanto dal punto di vista economico ma di efficienza e prestigio da questa piattaforma. Per rispondere a questa domanda va ricordato che è una piattaforma sviluppata per centri storici, borghi minori che hanno subito gravi danni generalizzati su tutto il tessuto edificato emersi a seguito di una mancata manutenzione frutto di abbandono della popolazione verso mete più appetibili dal punto di vista lavorativo e sociale e per opera di ripetuti eventi calamitosi.

Di carattere semplice ed intuitivo la piattaforma si rivolge al cittadino, che vorrebbe comprendere come potrà il suo bene rivalutarsi a seguito di interventi e come potrebbe migliorare dal punto di vista energetico ed avere allo stesso tempo una reale comparazione con altri proprietari; l’amministrazione pubblica e quindi il comune avrebbe già nel cassetto un potenziale progetto di ristrutturazione di tutto il nucleo storico migliorato energeticamente da mettere sul tavolo e pianificare eventuali interventi in comparti, sulla base dei proventi economici. In comparti perché nella piattaforma il borgo viene suddiviso per cluster di intervento, in maniera tale da ottenere i risultati divisi per singolo edificio o aggregato, per cluster di massimo dieci edifici. La descrizione si è concentrata nella presentazione di una piattaforma di tipo valutativo, ma con un costante aggiornamento i risultati delle valutazioni a seguito di interventi, potrebbero diventare i nuovi dati dello stato di fatto, pertanto la piattaforma si potrebbe rigenerare passando dalla valutazione previsionale al monitoraggio continuo garantito da un aggiornamento costante dei dati che può avvenire tramite controllo remoto o immissione diretta di dati. La piattaforma potrebbe essere collocata tra gli ambiti di applicazione delle Smart city; il building, ad esempio, è quell’ambito di riferimento dove si inseriscono tutte quelle iniziative che puntano ad ottenere maggiore efficienza negli edifici. In genere quest’ambito fino ad ora, nella breve storia delle Smart city, è stato sempre applicato

a nuovi edifici o gruppi di nuovi edifici. La piattaforma energetica per edifici storici potrebbe rappresentare quel tassello mancante della smart city così come è stata concepita fino ad oggi.

### **3.4\_Proposta di una piattaforma interoperabile mediante sistemi *open sources***

Prima di entrare nell'illustrazione più dettagliata della piattaforma che si vuole sviluppare occorre a mio avviso cercare di capire il perché dell'utilizzo del termine piattaforma. Dal sito internet Treccani nella sezione lessico del XXI secolo, si legge la definizione di piattaforma come *“infrastruttura hardware o software che fornisce servizi e strumenti tecnologici, programmi e applicazioni, per la distribuzione, il management e la creazione di contenuti e servizi digitali gratuiti o a pagamento, anche attraverso l'integrazione di più media (integrated digital platform). Attraverso le p. m. è possibile costituire ambienti di apprendimento virtuali, sistemi di formazione in e-learning, ambienti di lavoro, management, ricerca, monitoraggio, nonché repository di esperienze e servizi organizzati su più livelli di accesso, per tipologia di utente. La p. d. può essere open source o commerciale e può essere strutturata per un pubblico accesso o per un target circoscritto, previa registrazione. Essa può prevedere servizi informativi, interattivi, di file sharing, downloading e uploading, streaming nonché di comunicazione e condivisione di materiale multimediale.”*

La volontà, e quindi l'obiettivo del progetto di questa piattaforma sta proprio nel significato stesso del suo termine, e cioè renderla un ampio contenitore di informazioni, di collegamenti esterni di supporto integrandola con sistemi cosiddetti open source di visualizzazione grafica in due e tre dimensioni.

La piattaforma è formata da più elementi dove il principale è il database, il contenitore di tutte le informazioni di cui abbiamo bisogno formato da schede in formato *.xlsx* di tipo archivistico e una serie di schede sempre in formato *.xlsx* che permettono il calcolo delle valutazioni energetiche. La struttura di fondo che è un po' la spina dorsale della piattaforma è la struttura ad albero che gestisce le informazioni del borgo; ogni edificio o agglomerato di edifici fa parte di un cluster di massimo dieci edifici, il quale cluster insieme agli altri descrive il borgo nella sua totalità (Fig. 22). Questo è importante perché in un eventuale

intervento è possibile selezionare e cantierizzare porzioni dell'incasato rispettando la divisione in gruppi del borgo già effettuata per il calcolo del miglioramento energetico e tenere sotto controllo in maniera più oculata quali sono i cluster che hanno un largo margine di miglioramento rispetto ad altri che per particolari posizioni o caratteristiche tipologiche non riescono a ridurre sensibilmente le dispersioni energetiche.

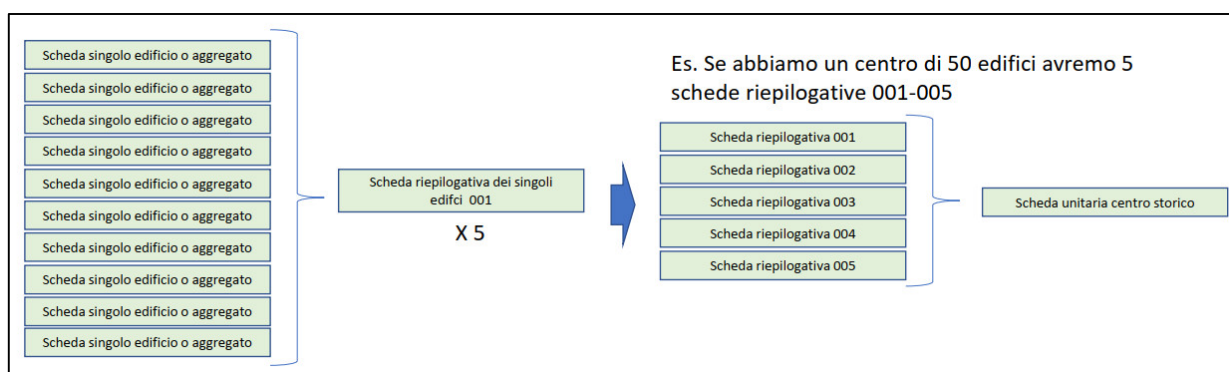


Figura 23- Schema dell'impianto della piattaforma

L'accessibilità alla piattaforma è garantita da una presentazione di tipo on line sottoforma di pagina web che ripercorre quasi totalmente gli step metodologici di cui abbiamo parlato nel secondo capitolo, in questo caso si distinguono in:

- *Analisi*
- *Diagnosi*
- *Intervento*
- *Risultati*

Ognuno di questi presenta delle sottocategorie che descrivono passo dopo passo le operazioni da svolgere. Una leggera distinzione nell'inquadramento metodologico va fatta individuando la tipologia di immobile cui intervenire. Considerato che la piattaforma lavora in un contesto urbano potrebbe verificarsi che alcuni edifici possano essere distrutti, ed altri momentaneamente abbandonati ma comunque in uso con lievi danni, pertanto gli interventi da svolgere sono diversi per le due casistiche evidenziate; infatti lo schema metodologico (Fig.23) distingue gli interventi da effettuare qualora l'edificio dovesse risultare ancora in funzione o di fatto distrutto in toto o in parte avendo

quindi dei risultati finali differenti. Con molta probabilità l'edificio più danneggiato avrà un miglioramento energetico più importante rispetto all'edificio che non ha subito danni in quanto l'opera ricostruttiva risulterà più efficace rispetto un intervento puntuale.



Figura 24- Schema metodologico della piattaforma

Entrando nel merito della piattaforma, questa ci consente di avere una comprensione dei dati geografici del territorio, cui fanno parte l'altezza s.l.m., le coordinate geografiche, la zona climatica, la temperatura e l'umidità media, possiamo avere delle informazioni ancor più interessanti quali quelle dell'esposizione solare mediante collegamento esterno a pagina web dove visualizzare il grafico solare e quindi analizzare l'incidenza solare su ogni singola faccia dell'edificio per capire se questo sia irradiato o meno dai raggi solari, e un collegamento all'ormai noto Google Street View che ci permette di visualizzare il borgo laddove possibile, prima degli eventi calamitosi. Possiamo poi conoscere eventuali vincoli sull'edificio collegandoci con link diretto al sito "Vincoli in rete" del MIBACT<sup>1</sup>. Sempre attraverso un clic è possibile

<sup>1</sup> Il sito internet *Vincoli in rete* basandosi sulle applicazioni informatiche esistenti nel MiBAC, consente l'accesso in consultazione e la gestione degli atti di tutela dei beni culturali, a partire dai Beni Architettonici e Archeologici per proseguire con i Beni Paesaggistici, ad utenti autorizzati e a diverse tipologie di professionisti. <http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login>

visualizzare il modello 3d in modalità BIM<sup>2</sup>. Questo è un tassello molto importante ai fini dello sviluppo della piattaforma perché oltre alle note qualità della visualizzazione 3d per facilità di comprensione, il bim offre la possibilità di interrogare i componenti, di misurare direttamente l'oggetto, visualizzare sezioni e planimetrie. Entrando in fase di diagnosi, uno step fondamentale dell'interrogazione del database è quella della conoscenza del manufatto da un punto di vista materico e tecnologico (peculiarità dell'edificio storico) che difficilmente può essere ricondotta alla standardizzazione di componenti edilizi, pertanto caratterizzante del metodo di studio oggetto di tesi è la definizione diagnostica dell'involucro attraverso la definizione dei materiali (il più delle volte espressione delle potenzialità materiche del luogo, legno pietra). Il database, infatti, come vedremo più avanti, presenta le componenti edilizie che caratterizzano il borgo interessato fornendo già delle valutazioni di resistenza termica. Analizzando ogni singolo componente e nella fattispecie l'involucro opaco verticale e orizzontale, l'involucro trasparente e la tipologia di riscaldamento, possiamo ottenere una prevalutazione energetica di partenza calcolata con scheda di calcolo interna alla piattaforma qualora non dovessero essere presenti dati provenienti da diagnosi specifiche provenienti da professionisti commissionati esternamente da privati.

Una volta eseguita la prevalutazione energetica si passa alla fase interventistica nella quale si ha l'opportunità di scegliere come intervenire e con quali tipologie di materiali, mediante una matrice che agevola la scelta dell'intervento in base alla componente edilizia, alla finitura, e se si tratta di un intervento di un edificio in uso o da recuperare.

Una volta effettuate le simulazioni delle singole abitazioni i risultati ottenuti e i costi di intervento possono nuovamente essere visualizzati in 3d con una scala cromatica che rappresenta l'edificio con la migliore percentuale di risparmio sino alla situazione in cui per ragioni tecnologiche l'intervento di miglioramento

---

<sup>2</sup> Il BIM è l'acronimo di "Building Information Modeling" (Modello di Informazioni di un Edificio) ed è definito dal National Institutes of Building Science come la "rappresentazione digitale di caratteristiche fisiche e funzionali di un oggetto". E' un **contenitore di informazioni sull'edificio** in cui inserire dati grafici (come i disegni) e degli specifici attributi tecnici (come schede tecniche e caratteristiche) anche relativi al ciclo di vita previsto.

non ha potuto avere effetti notevoli. Del resto in linea con la nuova direttiva EPBD 2018 recepita nel marzo 2020 dal Governo italiano in cui dal punto di vista del miglioramento energetico del parco immobiliare esistente l'intervento dettato è quello di «...*accelerare la ristrutturazione economicamente efficiente degli edifici esistenti.*» Quindi in sostanza non «stressare» troppo gli edifici ma fare il massimo in termini di costi-benefici.

Per poter far funzionare insieme tutti questi contenuti appena descritti, c'era bisogno di un sistema dinamico e relativamente semplice da gestire per una eventuale vera e propria pubblicazione on line della piattaforma. Una visualizzazione di facile comprensione e dettata dal tipo di utenza che non sempre è formata per potersi districare nel web. Dopo diverse ricerche ho reputato di adottare come gestore delle informazioni l'ambiente GIS. E ho voluto sperimentare la versione opensources con l'uso di Quantum gis in quanto essendo gratis si sta diffondendo sempre più tra le amministrazioni pubbliche, è una cross-platform (multipiattaforma) cioè utilizzabile su qualsiasi sistema operativo compreso android e quindi la possibilità di utilizzarlo tramite smartphone.

Il gis al di là del programma scelto è un sistema interrogabile, implementabile, interoperabile. In più è un sistema già largamente diffuso per la gestione urbana dei dati.

Offre la possibilità di integrare 3d degli edifici per il perseguimento dell'obiettivo conservativo a più livelli di dettaglio in base alle necessità. Viene da sé quindi che parlando di gestione territoriale e modello dell'edificio in 3d si può avere una lettura multi scalare in un unico sistema.

### **3.5\_ Organizzazione e contenuti dei livelli informativi**

La piattaforma per come progettata, permette di leggere il borgo analizzato per livelli di approfondimento partendo da dati generali che riguardano tutto l'incasato urbano e oltre, cioè il contesto ambientale. Successivamente il borgo viene suddiviso in gruppi per lo più contigui che rappresentano l'inizio di un primo approfondimento scendendo sempre più di scala sino al singolo edificio o aggregato per i quali si arriva ad un livello di conoscenza dettagliato, dal



rilievo geometrico, al rilievo semantico per arrivare alla determinazione degli interventi. I gruppi appena citati, che chiameremo cluster nei paragrafi successivi, rappresentano intanto una scansione formale del borgo per agevolare e snellire la procedura di calcolo del miglioramento energetico ma allo stesso tempo sono individuati come future UMI, Unità minime di intervento, in un'ottica di intervento di recupero del centro storico in un futuro prossimo.

### ***3.5.1\_L'integrazione tra GIS e BIM***

Per lo sviluppo della piattaforma si renderà necessario l'utilizzo delle metodologie GIS e BIM e relativi software di elaborazione di riferimento come, ad esempio, Quantum GIS e Autodesk Revit.

La volontà di adottare questa integrazione deriva dal fatto che queste due discipline o metodologie del Gis e del Bim, alla luce dello stato di fatto hanno iniziato già un percorso di integrazione e andranno ad interagire sempre più per sviluppare e migliorare la gestione del territorio digitale al fine di mettere insieme, e più tecnicamente mettere in rete, diverse fonti di dati o i cosiddetti database. Questi collegamenti, che possono instaurarsi, risultano essere un grande vantaggio per le pubbliche amministrazioni, le quali possono gestire il territorio dalla scala urbanistica e infrastrutturale a quella edilizia. Questo comporta di conseguenza una maggiore disponibilità di dati open in quanto le pubbliche amministrazioni avranno il compito di creare la cartografia e renderla pubblica contrariamente a quanto era di uso comune fino ad alcuni anni fa, quando ancora queste operazioni avvenivano in maniera cartacea e l'accesso alle informazioni passava sempre attraverso una richiesta e il più delle volte a pagamento. Ma entrando più nello specifico vediamo quali sono questi aspetti comuni tra Bim e Gis che permettono la loro interoperabilità.

Entrambi fanno parte del processo di digitalizzazione della realtà avviato in questo secolo, offrono delle informazioni associando la geometria a delle informazioni, infine entrambi sfruttano le nuove tecnologie (rilievo laser scanner, droni, ecc) permettendo l'abbattimento dei tempi e il miglioramento dei risultati. Si instaura quindi un processo per cui il Gis può dare informazioni al Bim, a sua volta il Bim può rifornire il Gis (Fig.24)

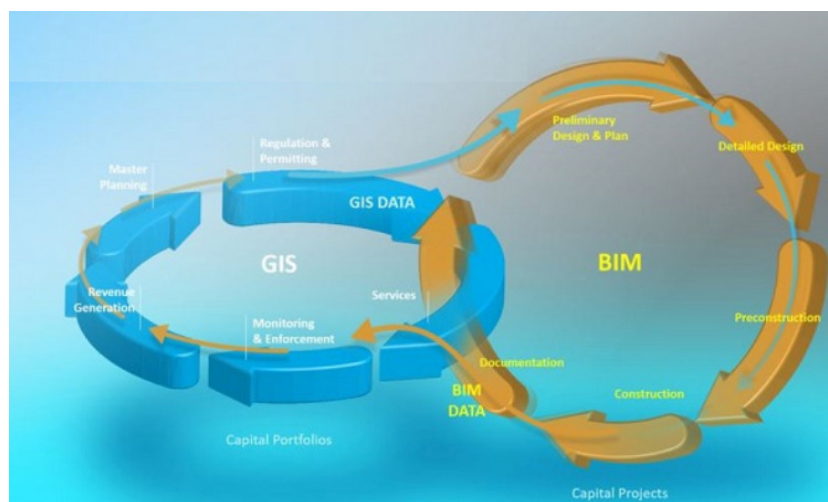


Figura 25- Infografica interoperabilità GIS e BIM  
 Fonte: [www.gisinfrastrutture.it](http://www.gisinfrastrutture.it)

Quindi i vantaggi si possono avere sono legati al fatto di poter integrare il contesto per comprendere l'opera, andando ad attingere a quelle informazioni territoriali fornite dal Gis.

Con le basi geografiche collegate si acquisisce rapidamente i dati rilevati e osservarli nei propri oggetti in real time. Le informazioni proprie del Bim in questo caso possono anche essere prese e riportate a livelli superiori che vanno oltre la scala del singolo edificio e che trovano applicazione appunto nella programmazione urbana e territoriale.

Nel caso specifico la piattaforma avendo l'obiettivo di lavorare in Open source non tanto per la possibilità di offrire un codice di progettazione collaborativo in quanto non stiamo parlando di un vero e proprio software ma di un contenitore che vuole avvalersi dell'utilizzo di strumenti open source fino a dove possibile. Pertanto, vengono colti i principi dell'interoperabilità tra Gis e Bim senza però l'utilizzo di software che di fatto rendono operativa questa caratteristica come, ad esempio, Arcgis che gestisce i flussi di informazioni tra Bim e Gis.

Nel metodo proposto il Gis diventa l'ambiente contenitore principale e il bim, cui si fa collegamento attraverso il modello tridimensionale in Revit, porta tutte quelle informazioni che servono al calcolo del miglioramento energetico, dove poi i risultati saranno reimmessi nel Gis per la visualizzazione degli stessi a livello urbano-territoriale.

### ***3.5.2\_Visualizzazione tridimensionale e georeferenziazione dei dati, il GIS***

La piattaforma per avere un approccio dinamico e in linea con gli strumenti digitali accessibili gratuitamente dalla rete, si avvale dell'utilizzo di risorse come il GIS opensources insieme alla visualizzazione tridimensionale che facilita l'accesso alle informazioni. Questi servizi offriranno un supporto fondamentale alla piattaforma in quanto permetteranno di gestire in maniera molto più efficaci le informazioni e i collegamenti a visualizzatori esterni.

Il lettore viene immerso nella rappresentazione geografica del territorio attraverso i dati impiegati nel Gis. Questi dati che siano geografici o no, possono entrare nel database del GIS ma a condizione che alcuni concetti della georeferenziazione siano chiari come ad esempio le coordinate geografiche, il sistema di proiezione e il sistema di riferimento geografico.

Il termine georeferenziazione sta per indicare il corretto posizionamento dei dati e delle informazioni ad esse associate, detti attributi, in un determinato sistema di riferimento. Caratteristica fondamentale di un GIS è la sua capacità di georeferenziare i dati: ad ogni elemento che si vuole visualizzare sulla mappa devono essere attribuite le sue coordinate spaziali reali. La scala di rappresentazione è dunque il parametro per definire il grado di accuratezza e la risoluzione della rappresentazione grafica e quindi utilizzabile, ad esempio, per definire la densità di rappresentazione: ad una scala minore elementi di dettaglio come gli edifici di una città non verranno rappresentati e compariranno solo gli isolati o le aree urbanizzate. Georeferenziare un oggetto sulla mappa significa collocarlo nella esatta posizione da esso occupata nella realtà territoriale da rappresentare.<sup>3</sup>

#### ***3.5.2.1\_GIS 2D/3D opensource (Quantum GIS)***

La scelta di utilizzare QuantumGIS è stata dettata soprattutto per il fatto di essere un software opensources che consente in questo caso l'utilizzo di un programma GIS professionale senza l'obbligo del pagamento della licenza d'uso. L'idea era quella di realizzare una piattaforma quanto più legata a

---

<sup>3</sup> CAIFFA E., *Sistemi informativi geografici*, ENEA, 2006, Roma pp.53-54

software facilmente accessibili considerando l'eventuale sviluppo in uso a amministrazioni pubbliche che differentemente si troverebbero costrette ogni anno a riacquistare le licenze d'uso con tutte le lungaggini proprie degli acquisti delle pubbliche amministrazioni per motivi di trasparenza, generando delle ingiustificate sospensioni del lavoro che si sta svolgendo.

Ma al di là del software utilizzato il GIS come per il BIM è un metodo, letteralmente significa Geographical Information System, da cui l'acronimo GIS con cui esso è correntemente indicato. Il GIS dicevamo, è un metodo informatico per la catalogazione e l'analisi di fenomeni del territorio e per la generazione di mappe. Consente di studiare e visualizzare, per livelli tematici sovrapponibili, moltissime informazioni geografiche che, se collegate al database, consentono di effettuare analisi statistiche, mappe tematiche derivate, analizzare elementi grafici e consentire valutazioni geo-ambientali. La realizzazione di mappe del rischio viene incontro all'esigenza di programmare interventi di strategie di mitigazione nelle aree esaminate. E' quindi un sistema che offre ampie possibilità di interazione con chi lo utilizza e un insieme di strumenti che ne facilitano la personalizzazione e l'adesione a problematiche specifiche.

I dati nel GIS sono conservati mediante una descrizione fatta da numeri e archiviati sottoforma di coordinate x, y attraverso le quali il sistema è in grado di manipolarne la geometria e le relazioni tra essi esistenti. Con il GIS è possibile associare ai dati geografici informazioni descrittive denominate "attributi" e possono comprendere diverse informazioni organizzate in tabelle: ogni colonna o campo contiene i valori o singole caratteristiche dell'attributo ed ogni riga o record rappresenta i valori di tutti gli attributi relativi ad un singolo elemento geografico.

La creazione, organizzazione e gestione delle tabelle è compito specializzato del sottosistema del GIS di gestione dei dati. Il legame tra elementi geografici e attributi è la caratteristica base del funzionamento del GIS, questo legame è realizzato mediante un "identificatore", ovvero un codice unico composto da numeri o da lettere, che viene assegnato contemporaneamente all'elemento geografico e al record che identifica l'insieme dei suoi attributi nella tabella.

La visualizzazione grafica di base può avvenire mediante l'uso di punti linee e superfici, situati in appositi layer ai quali si associano i cosiddetti *shapefile* che conservano questa vastità di informazioni. Le forme inserite possono essere colorate e caratterizzate da tutte le informazioni che si desidera visualizzare e quindi gli attributi che vogliamo far evidenziare cliccando col cursore del mouse del nostro pc nell'oggetto che intendiamo interrogare. Questi oggetti possono essere sovrapposti a immagini raster che rappresentano una porzione di territorio per rendere più comprensibile la mappa che stiamo creando, ma lavorando sempre nelle due dimensioni del piano cartesiano x e y.

Una funzionalità che offre anche QGis (QuantumGIS) è la possibilità di trasformare queste informazioni bidimensionali in tridimensionali aggiungendo quindi la dimensione dell'asse Z. Una volta create le superfici che ad esempio possono rappresentare edifici in pianta, queste, possono essere estruse nella direzione Z creando dei volumi. Anche la porzione di mappa territoriale può essere rappresentata in 3d inserendo però un layer che contiene un file DTM (Digital Territorial Map) che tratteremo più avanti, il quale contiene le informazioni altimetriche della mappa territoriale che si sta utilizzando.

Queste funzionalità mi hanno permesso di trasferire molte parti della piattaforma in questo ambiente specialmente per agevolare la parte dell'Analisi e dei Risultati dell'impostazione metodologica in quanto sussisteva la necessità di avere diverse informazioni provenienti da tools o siti internet esterni.

#### *3.5.2.2\_File DTM (Digital Terrain Model)*

Il passo principale per la creazione del file territoriale in GIS e quindi la base per l'inserimento del modellato urbano è stato quello dell'individuazione del file DTM, cioè il file della morfologia del territorio e più precisamente, l'andamento della superficie del suolo senza gli elementi antropici e vegetazionali, edifici, alberi ed altri manufatti, rappresentando così la superficie terrestre nel modo più naturale possibile. Per definizione un modello digitale delle altezze è un insieme di dati che permette il calcolo per interpolazione della quota di un punto arbitrario del terreno con precisione assegnata. In questo senso, quindi, il DTM si distingue nettamente dalle curve di livello di una carta. Una curva di livello fornisce informazioni di quota solo lungo la linea stessa;

inoltre, il disegno delle curve di livello deve far percepire la morfologia del terreno (terreno liscio: linee con debole curvatura; terreno molto ondulato: linee con forte curvatura, ecc.); sono quindi destinate principalmente alla visualizzazione del terreno, mentre i dati per la produzione di un DTM sono destinati a fornire informazioni di quota sull'intero territorio rappresentato. I dati necessari per un DTM sono costituiti da un seminato di punti e da linee caratteristiche del terreno e in genere i limiti dell'area rappresentata e la quota di un punto viene ottenuta per interpolazione lineare tra punti adiacenti. Quando le tecniche di rilevazione sono invece più dettagliate effettuando un sovra campionamento del terreno (come con il laser a scansione) si deve allora operare uno sfoltimento dei punti rilevati. Dal software è possibile costruire un file di questo tipo se viene effettuato un rilievo laser, ma nel mio caso ho effettuato una ricerca che mi ha consentito di effettuare un download gratuito, dopo aver effettuato la registrazione al sito della NASA<sup>4</sup>, il file DTM dell'area di studio di cui parleremo nel capitolo successivo, con una risoluzione a 30m dal terreno. Il risultato è un'immagine in scala di grigio che rappresenta la superficie del territorio che si vuole analizzare in modalità ombreggiata e più è montuosa l'area selezionata più si visualizzerà una sorta di increspatura dell'immagine data dalla visualizzazione dei rilievi (Fig. 26). Un'immagine di questo tipo per quanto esplicativa con una risoluzione abbastanza elevata non può però superare la qualità e la lettura che può offrire un'immagine satellitare del suolo. E' per questo che successivamente ho voluto sovrapporre con un altro layer un'immagine satellitare 2d della stessa porzione del territorio con la foto aerea di Google Heart. Il risultato è stato quello di ottenere un modello tridimensionale del terreno con l'immagine satellitare proiettata sul modello DTM (Fig. 27)

---

<sup>4</sup> <https://earthdata.nasa.gov/>

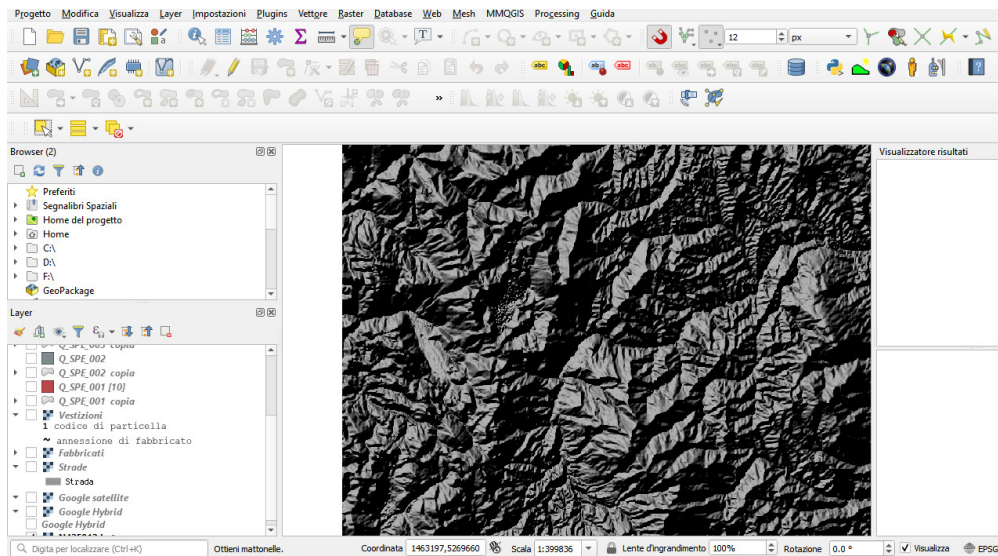


Figura 26- Visualizzazione del file DTM

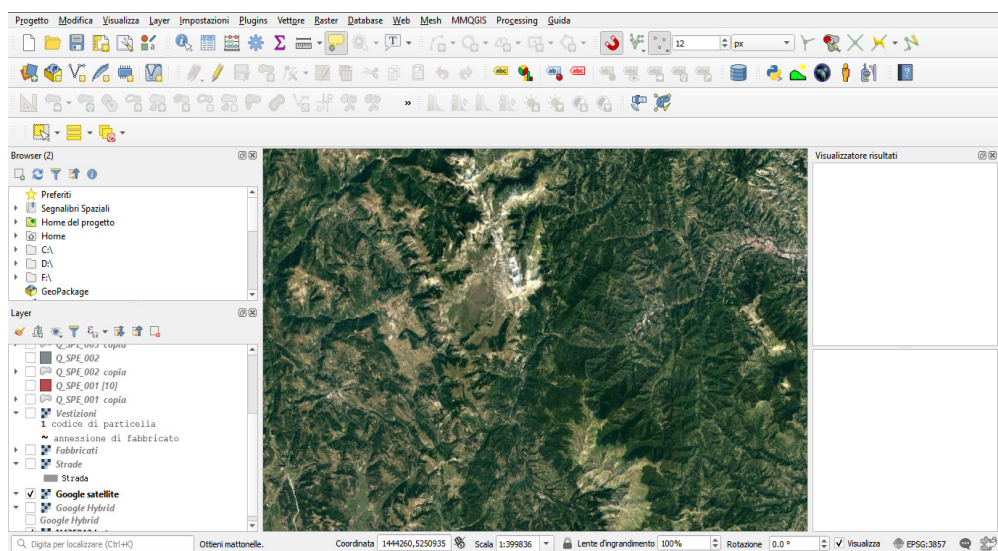


Figura 27- Sovrapposizione dell'immagine satellitare al file DTM

### 3.5.2.3\_Shapefile

La moltitudine di informazioni di cui si parlava (vedi par. 3.5.2.1) di tipo vettoriale sono memorizzate in appositi file creati appositamente per contenere questo tipo di informazione. Uno dei formati più popolari è l'ESRI Shapefile. Questi sono costituiti da entità grafiche bidimensionali, raster o vettoriali, cariche di attributi, tanto che si parla di 2.5D, una dimensione intermedia fra il

2D e il 3D dove la dimensione 0.5 è rappresentata dalle informazioni legate alla geometria.

Lo "shapefile" conserva l'informazione sul sistema di coordinate da usare per visualizzare le geometrie e descrive spazialmente punti, polilinee e poligoni, noti come dati geometrici, che ad esempio rappresentano elementi concreti come edifici, strade o fiumi.

Per ogni elemento possono essere associati altri attributi inseriti un'apposita tabella o chiamiamolo pure casellario, che descrivono ad esempio nomi, metrature, volumetrie, numero di piani dell'edificio, in base alle nostre necessità.

Quindi tornando alla descrizione del lavoro svolto, mediante la creazione degli appena citati Shapefile che semplificando di molto possono essere descritti come layer interrogabili, ho suddiviso il borgo secondo la suddivisione in cluster, e successivamente ho estruso nella direzione z creando di fatto i volumi semplici delle abitazioni di Spelonga.

Per ogni edificio a questo punto, ho la possibilità di individuare una quantità di attributi che nient'altro sono i contenuti che la mia piattaforma prevede. Possono essere descrittivi o dei link a file o siti internet. Grazie a questo ho potuto inserire tutti i dati che avevo già strutturato e ottenere un unico file di visualizzazione on line che va ad integrare specialmente la parte iniziale e finale il prototipo di piattaforma.

#### *3.5.2.4 Plugin necessari*

Come già evidenziato precedente, l'utilizzo del software Qgis essendo opensource si adatta e implementa funzionalità non presenti nella versione base del software mediante plugin aggiuntivi anch'essi a licenza gratuita.

La necessità, una volta iniziati a caricare i dati nel software, era quella di visualizzare il contenuto in una pagina web dalla quale fosse stato possibile navigare all'interno del territorio completato delle volumetrie delle abitazioni del borgo analizzato. In questo senso è venuto in aiuto il plugin Qgis2treejs. Un plugin molto semplice ed intuitivo ma dalle grandissime potenzialità, potrei anche affermare che è stato grazie ad esso se è stato possibile arrivare ad una conclusione dal punto di vista formale della piattaforma. Ebbene il Plugin ha la



funzione di trasferire tutto ciò che è visibile dalla schermata di progettazione del QGis in una pagina di formato html, dove tramite i classici comandi di movimento effettuati per mezzo del mouse come tutte le visualizzazioni 3d è possibile eseguire zoom, ruotare e traslare l'oggetto importato. Per oggetto si intende la porzione di terreno con le abitazioni inserite le quali a questo punto possono essere interrogate. Cliccando su un volume che rappresenta un'abitazione, si apre un menu a tendina dove è possibile leggere tutte le informazioni che ho deciso di inserire nella tabella dello shapefile di cui abbiamo parlato nel paragrafo precedente. E' possibile visualizzare tramite link interno le immagini di Google Street View, il collegamento a siti internet esterni per la comprensione del contesto e la radiazione solare della zona, la possibilità di visualizzare il modello bim di ciascun edificio che fa parte del borgo e tante altre informazioni che vedremo in maniera più approfondita nel capitolo successivo quando verrà trattata l'illustrazione completa della piattaforma applicata al caso studio.

Un altro plugin che seppur non legato esclusivamente al software QGIS, è comunque necessario e utile allo sviluppo della piattaforma. Questo plugin il cui nome è "*Import/export excel*" è un applicativo del software Revit Autodesk, utilizzato per la creazione dei singoli modelli 3d, che trasferisce le dimensioni di un modello BIM che l'utente decide di incasellare in un file excel. Quest'ultimo poi può essere impiegato per diversi usi, e per quanto riguarda la piattaforma mi ha consentito di utilizzare questi dati dimensionali per inserirli direttamente nel motore di calcolo.

#### *3.5.2.5\_Definizione del livello di dettaglio dei contenuti grafici: i LOD*

Essendo una piattaforma integrata e a più livelli di dettagli della lettura dei modelli che vengono visualizzati, è opportuno fare un riferimento al concetto che c'è dietro alla scelta dei livelli di dettaglio che vengono proposti. In inglese Level of detail, in italiano Livello di dettaglio hanno comunque lo stesso acronimo LOD.

Per la modellazione multiscala degli edifici 3D, vengono distinti 4 livelli che sono stati definiti dallo standard CityGML<sup>5</sup>

- LoD 0: si limita alla rappresentazione in due dimensioni degli edifici;
- LoD 1: modella l'edificio considerandolo come un blocco tridimensionale, con tetto piano non modellato;
- LoD 2: viene inclusa la modellazione tridimensionale delle coperture;
- LoD 3: rappresenta in 3D anche i dettagli esterni del tetto e le aperture, quali porte e finestre;
- LoD 4: si arriva alla modellazione degli interni.

Esiste anche un'altra scala per la definizione dei LOD fornita da dall'AIA, American Institut of Architects, con la norma G202-2013, Project Building Informaton Modeling Protocol Form, che invece esegue una suddivisione in livelli sulla base delle informazioni e della geometria del modello. La norma italiana con la UNI 11337 di riflesso alle precedenti, prevede si possa utilizzare una qualsiasi delle scale di LOD esistenti, senza esclusioni o priorità, in funzione delle specifiche esigenze dell'appalto e purché se ne definiscano a priori i riferimenti specifici, le logiche, gli obiettivi e la struttura ai fini della massima trasparenza per i soggetti interessati. Ritornando al progetto della piattaforma visto che l'impostazione del GIS è a scala territoriale si è fatto riferimento allo standard sopra citato, il CityGML. Quindi per quanto riguarda il livello di dettaglio grafico utilizzato in questa sede ho utilizzato il LOD 1 e LOD 3; in quanto per il LOD1 come citato sopra, ” *modella l'edificio considerandolo come un blocco tridimensionale, con tetto piano non modellato*” utilizzato per individuare l'articolazione del borgo nel GIS per effettuare le interrogazioni nei singoli edifici; il LOD 3 “*rappresenta in 3D anche i dettagli esterni del tetto e le aperture, quali porte e finestre*” è stato impostato come

---

<sup>5</sup> Lo standard CityGML 2.0 di Open Geospatial Consortium (2012) definisce cinque LOD. Il concetto è destinato a diverse classi tematiche di oggetti, ma è principalmente incentrato sugli edifici, e le cinque istanze descritte aumentano nella loro complessità geometrica e semantica. I cinque LOD sono stati ampiamente adottati nell'industria dei GIS 3D e ora descrivono anche la qualità di progettazione di un modello di città 3D, in particolare il suo aspetto geometrico. Pertanto hanno acquisito importanza anche nelle comunità di computer grafica e BIM.

Fonte: Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J. (2016): “*An improved LOD specification for 3D building models*”. *Computers, Environment, and Urban Systems*, vol. 59, pp. 25-37.

riferimento nella modellazione 3d in BIM all'interno dei singoli edifici, visualizzabile nella piattaforma cliccando nell'edificio di riferimento e nel sottomenu interno alla voce "modello 3d".

#### 3.5.2.6 *Sistema di collegamenti a tools esterni*

Entrando sempre più all'interno della piattaforma andiamo a scoprire come avviene la rete di collegamenti tra diversi tool. Intanto dovremmo iniziare andando ad individuare di quali tools si tratta, partendo in prima battuta dai tools o siti internet esterni che portano un notevole contributo ai fini di una migliore lettura e approfondimento delle conoscenze che si possono trasmettere attraverso la piattaforma.

Stiamo parlando intanto di collegamenti a pagine internet alle quali ci si può collegare inserendo all'interno della tabella degli attributi del GIS il link di collegamento che visualizziamo nella barra degli indirizzi internet del browser. Se volessimo però visualizzare il contenuto all'interno di una finestra o comunque incorporato nel nostro file aprendo una nuova scheda, dovremmo allora utilizzare l'"*Iframe*". Si tratta di un tag che incorpora elementi esterni alla piattaforma senza bisogno di caricare nulla nel database (Fig. 27). Ad esempio, alcuni siti internet sono già sviluppati per offrire l'opportunità di inserire i propri contenuti su altre piattaforme; è il caso ad esempio di Google Street View grazie al quale è sufficiente copiare il link HTML fornito dallo stesso sito Google per (Fig.28) per poi incollarlo nella casella della nostra tabella degli attributi del QGIS.

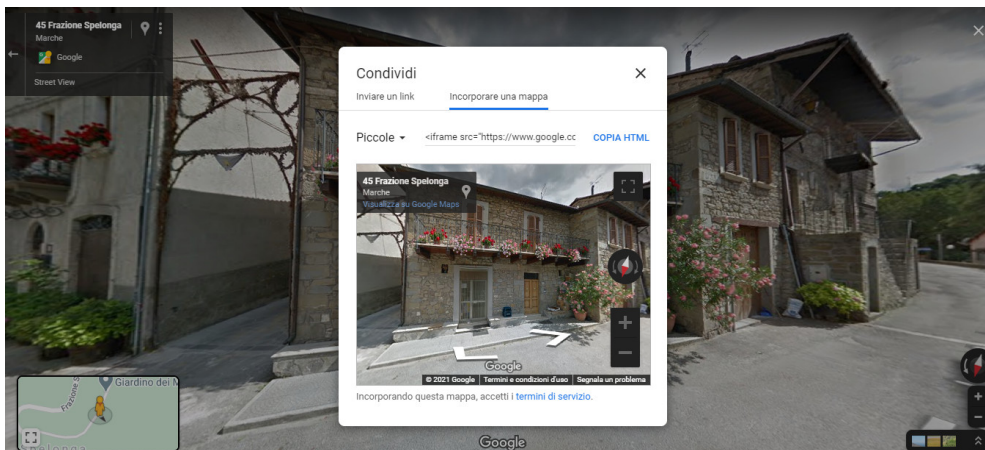


Figura 28- Esempio di Iframe che consente di incorporare contenuti online

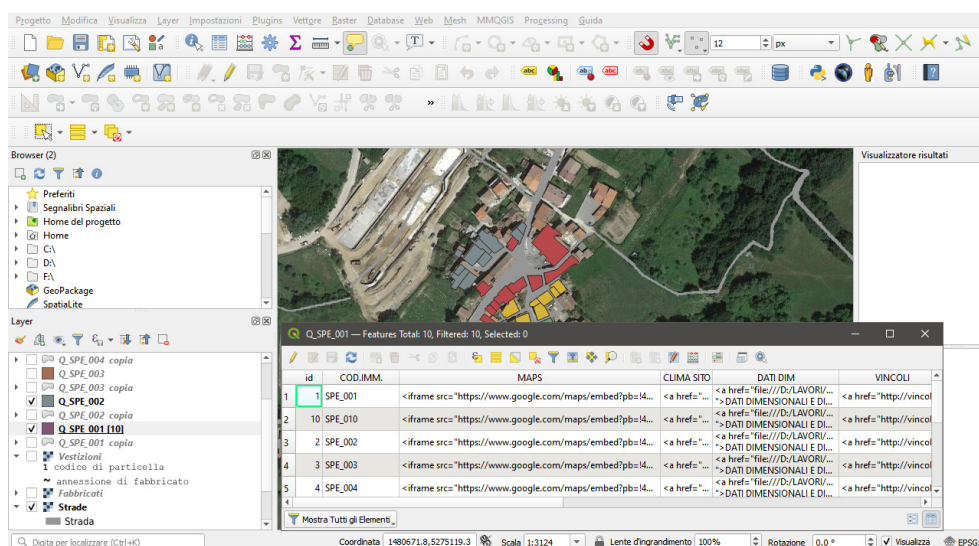


Figura 29- Inserimento dell'Iframe nella tabella attributi dello shapefile

Ma non è il solo esempio, anche per la visualizzazione del modello 3d eseguito con il software BIM Revit dell'Autodesk, l'azienda previo registrazione, offre l'opportunità di visualizzare e interrogare i modelli eseguiti sul desktop del proprio pc of line, una volta messi a disposizione e caricati nella piattaforma on line "Fusion360. Ebbene anche qui l'Autodesk offre la possibilità, come quanto offerto da Google, di pubblicare in un altro sito il proprio servizio di visualizzazione fornendo il link di collegamento sia dell'intera pagina html o attraverso la possibilità di incorporare la stessa pagina all'interno di un riquadro di misure standard mediante l'Iframe (Fig. 30).

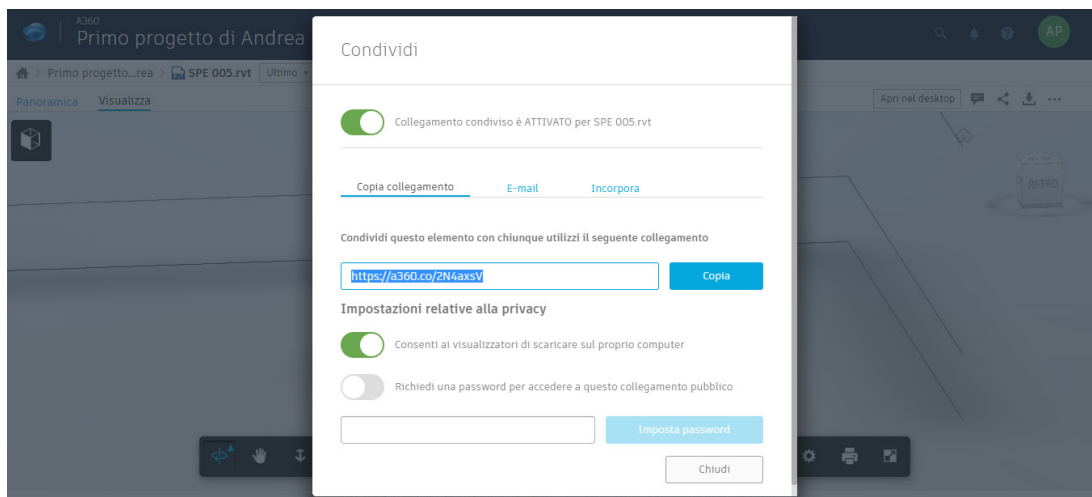


Figura 30\_ Generazione Iframe dal portale A360 Autodesk

Altri siti internet utilizzati per il completamento della piattaforma non offrono queste possibilità ma come accennato è possibile copiare l'indirizzo web dalla barra degli indirizzi del browser e incollarlo nella casella della tabella degli attributi del Qgis. Un sito decisamente importante che permette di visualizzare i vincoli presenti nell'edifici e non solo, si chiama *"Vincoli in rete"*<sup>6</sup>, in cui si consente l'accesso in consultazione e la gestione degli atti di tutela dei beni culturali, a partire dai Beni Architettonici e Archeologici per proseguire con i Beni Paesaggistici, ad utenti autorizzati e a diverse tipologie di professionisti. Ancora un altro sito internet utilizzato proprio nella parte iniziale della piattaforma è *"Sun Earth tools"*<sup>7</sup>. Ho voluto indirizzare la piattaforma a questo indirizzo in quanto è l'unico sito internet che permette di sovrapporre il grafico del percorso solare all'immagine satellitare di Google Earth e quindi sovrapponibile a una moltitudine di zone anche le più remote, non solo i capoluoghi di provincia. Grazie a questa sovrapposizione è possibile visualizzare la posizione del sole in un determinato momento, l'alba, il tramonto, e quindi e di conseguenza capire quante ore del giorno una porzione dell'edificio possa rimanere in ombra. Fornisce poi una modesta visualizzazione di grafici dai quali è possibile visualizzare anche con quale inclinazione i raggi solari colpiscono il suolo nelle diverse ore. Queste ultime potrebbero essere

<sup>6</sup> Raggiungibile all'indirizzo <http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login>

<sup>7</sup> Raggiungibile all'indirizzo <https://www.sunearthtools.com/it/tools/coordinates-latlong-sunpath-map.php>

informazioni forse troppo approfondite per un fruitore non esperto, ma comunque necessarie per avere una comprensione quanto più completa.

### *3.5.3\_Tools di calcolo e database*

Oltre ai tool esterni di cui abbiamo parlato precedentemente, andremo invece a descrivere in questo paragrafo tutti quei tools che non possono propriamente definirsi interni alla piattaforma in quanto anch'essi funzionano con collegamenti ipertestuali ma sono stati progettati ad hoc per la piattaforma stessa. Si tratta sostanzialmente di schede di calcolo in formato *.xlsx*<sup>8</sup> che svolgono il ruolo principale della piattaforma e cioè quello dei calcoli per una prevalutazione energetica del borgo cui intervenire. Infatti, alcune schede sono dedicate esclusivamente al calcolo delle dispersioni energetiche, altre hanno la funzione di far convergere i dati in una scheda di sintesi finale, altre schede invece hanno la funzione di far conoscere i materiali di isolamento e valutarli in base alle loro proprietà fisiche abbinate a strutture d'involucro precalcolate. I paragrafi successivi illustreranno nello specifico ciascuna di queste schede con le relazioni di calcolo che consentono la loro funzionalità.

#### *3.5.3.1\_Archivio dati dei materiali per l'isolamento*

Come precedentemente accennato, dalla piattaforma prima della sezione dell'intervento, c'è la possibilità di navigare all'interno di un database che raccoglie una vasta gamma di materiali per l'isolamento. Una raccolta di materiali isolanti più diffusi in commercio dai più noti ai meno noti, sia di origine naturale che di origine sintetica o minerale. Nella home vengono elencati

---

<sup>8</sup> I documenti XLSX non sono altro che dei fogli di calcolo di Excel distribuiti utilizzando il formato di file Office Open XML introdotto da Microsoft in Office 2007. Si tratta di un formato molto più evoluto rispetto al classico XLS, che assicura una maggiore compatibilità con le applicazioni di terze parti e include funzioni aggiuntive.

e incasellati nelle rispettive tipologie sopra elencate per dare una prima catalogazione e organizzazione del contenuto (Fig.31).

Tipi di materiali isolanti piu diffusi in commercio							
materiali sintetici espansi	materiali minerali espansi	fibre naturali (lana o fiocchi)	fibre vegetali	fibre minerali	riflettenti e sottovuoto	termointonaco	materiali innovativi
polistirolo espanso EPS	pannelli di minerale espanso	pannelli in lana di legno	pannelli di sughero o granuli	Pannelli o rotoli di lana di vetro	rotoli termoriflettenti	Termointonaco	aerogel
polistirolo estruso XPS	vetro cellulare	fiocchi di cellulosa	pannelli di fibra di legno	Pannelli o rotoli di lana di roccia	pannelli VACUM		PCM
poliuretano PUR							
pannelli in resine fenoliche							

Figura 31- Home del database dei materiali per l'isolamento termico

Cliccando col mouse per ogni tipologia, viene aperta una pagina di approfondimento della stessa dove è possibile visualizzare una scheda tecnica di ciascun materiale che ricade nella tipologia selezionata. Ad esempio, cliccando su “materiali sintetici espansi”, dove vengono contemplati materiali come polistirolo espanso EPS, Polistirolo estruso XPS, e poliuretano che sono materiali di derivazione sintetica ampiamente utilizzati nei progetti di miglioramento energetico, si apre una pagina che descrive nel dettaglio ciascun materiale. Una sorta di scheda tecnica di ogni materiale dove è presente una breve descrizione del prodotto e della sua modalità di applicazione insieme alle principali caratteristiche tecnofisiche come spessore, conducibilità, densità, resistenza al vapore che sono appunto le caratteristiche che consentono di capire il comportamento del materiale stesso dal punto di vista energetico e in parte anche acustico per via dell’indicazione della densità; inoltre c’è una indicazione seppur indicativa del costo del materiale posato al metro quadro senza altri oneri al fine di ottenere un costo indicativo dell’intervento (Fig. 32).




Materiali sintetici espansi		<a href="#">home</a>
<b>Polistirolo espanso EPS</b>		
	<p>Il polistirolo espanso sinterizzato (EPS) è composto da due componenti base, benzolo e etilene, che vengono ricavati da petrolio e metano.            Il polistirolo espanso sinterizzato (EPS) è composto da granuli di polistirolo espansi attraverso calore. I pannelli di polistirolo espanso sinterizzato (EPS) vengono fissati con massa collante o, in caso di sottofondo instabile, vengono incavigliati sulla struttura portante. La rigidità del pannello in polistirolo espanso sinterizzato (EPS) insieme a un intonaco leggero può andare in risonanza e ridurre l'abbattimento acustico.</p>	
	Spessori	mm da 20 a 200
Conducibilità	W/mK da 0.035 a 0.04	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 11 a 30	
Fattore di resistenza al vapore	μ da 20 a 100	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 22 a 40	
<b>Polistirolo estruso XPS</b>		
	<p>Il polistirolo espanso estruso (XPS) è ottenuto da benzolo ed etilene a loro volta ricavati da petrolio e metano.            Il propellente più utilizzato per l'espansione del polistirolo liquido è la CO<sub>2</sub>. Il polistirolo espanso estruso (XPS) ha un assorbimento d'acqua molto ridotto e per questo viene utilizzato per l'applicazione in ambienti molto umidi, come pareti e solai dei piani interrati.            E' necessario areare se per tagliare i pannelli di polistirolo espanso estruso (XPS) si utilizza il filo caldo.</p>	
	Spessori	mm da 30 a 120
Conducibilità	W/mK da 0.035 a 0.04	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 10 a 30	
Fattore di resistenza al vapore	μ da 70 a 100	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 30 a 40	
<b>Poliuretano PUR</b>		
	<p>Il poliuretano espanso (PUR) è un derivato di petrolio e metano.            Il poliuretano espanso (PUR) è di solito utilizzato per scopi specifici, quali l'isolamento continuo sopra le travi portanti, l'isolamento del pavimento come anticalpestio, l'isolamento di boiler, tubazioni e caldaie.            Durante la lavorazione del poliuretano espanso (PUR) è necessaria una areazione elevata.</p>	
	Spessori	mm da 20 a 140
Conducibilità	W/mK da 0.025 a 0.03	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> 40	
Fattore di resistenza al vapore	μ stagno	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 20 a 40	

Figura 32- Visualizzazione delle caratteristiche dei singoli materiali del database

Questa rassegna di materiali ovviamente non ha la presunzione di voler istruire l'utente inesperto nella scelta del materiale ma quantomeno fornire indicazioni anche più generali, di conoscenza dei vari prodotti e un'idea di quelli che possono essere i costi e i benefici di uno rispetto un altro materiale.

### 3.5.3.2\_Illustrazione dei tools di calcolo presenti nella piattaforma per il miglioramento dei consumi energetici e stima dei relativi costi di efficientamento

La distinzione data al database dei materiali rispetto i tools che verranno descritti di seguito è legata più che altro ad una questione di collegamenti ipertestuali tra tools. Mentre il database dei materiali rimane a se stante in quanto non si relaziona direttamente con i calcoli interni alla piattaforma, esso rimane



un tool di completamento per offrire un'idea dei materiali coibenti che possono essere utilizzati in un intervento di efficientamento.

I tools restanti sono di diverso tipo invece, in quanto alcuni svolgono operazioni di calcolo interne, altri sono di contemplazione e sono di supporto alle schede di calcolo di cui sopra in quanto forniscono delle piccole banche dati come vedremo nello specifico.

I tools a supporto della piattaforma sono i seguenti:

- *Tabelle trasmissioni pareti*
- *Tabelle trasmissioni solai*
- *Tabella trasmissioni pavimenti*
- *Tabella riepilogativa delle trasmissioni dei vetri e telai*
- *Tipi di intervento consigliati per l'involucro verticale*
- *Tipi di intervento consigliati per l'involucro orizzontale*

Le prime tre tabelle sono molto simili tra di loro, la differenza sostanziale è data dai limiti di trasmissione che queste componenti devo osservare. Nel primo capitolo abbiamo visto come la normativa nazionale ha programmato, attraverso la normativa energetica, la diminuzione dei consumi energetici nelle costruzioni; un tassello fondamentale è proprio quello di migliorare l'isolamento dell' involucro edilizio nelle nuove costruzioni e in tutte quelle sottoposte a ristrutturazione e per fare ciò ha dettato dei limiti di trasmissione sempre più restrittivi in progressione temporale dal 2015 al 2021 per le diverse zone climatiche nazionali e per le diverse componenti dell'involucro (App. A dell'All. 1 del DM 26/6/15) (Fig 33).

**TABELLA 1** (Appendice A) Trasmittanza termica U di riferimento delle **strutture opache verticali**, verso l'esterno, gli ambienti non riscaldati o contro terra

Zona climatica	U <sub>rif</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

**TABELLA 2** (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di **copertura**, verso l'esterno e ambienti non riscaldati

Zona climatica	U <sub>rif</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

**TABELLA 3** (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di **pavimento**, verso l'esterno, ambienti non riscaldati o controterra

Zona climatica	U <sub>rif</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

**TABELLA 4** (Appendice A) Trasmittanza termica U **chiusure tecniche trasparenti** e opache e cassonetti, con gli infissi, verso l'esterno e ambienti non risc.

Zona climatica	U <sub>rif</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	3,20	3,00
C	2,40	2,20
D	2,00	1,80
E	1,80	1,40
F	1,50	1,10

**TABELLA 5** (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache verticali e orizzontali di **separazione tra edifici o unità** immobiliari confinanti

Zona climatica	U <sub>rif</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
Tutte	0,8	0,8

**TABELLA 6** (Appendice A) **Fattore di trasmissione solare** totale g<sub>gl+sh</sub> per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud

Zona climatica	g <sub>gl+sh</sub> [-]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
Tutte	0,35	0,35

Figura 33- Estratto delle tabelle dell'All. 1 del DM 26/6/15

Partendo proprio da questo allegato ho voluto progettare una serie di tabelle, di cui si riporta un esempio mostrato con la Tabella 1, apportando un'integrazione, e cioè mettendo in relazione le tabelle di riferimento dell'allegato 1 del D.M 26/06/15 con un ampio range di trasmittanze per i diversi componenti edilizi in aggiunta ai diversi tipi di materiali isolanti per ottenere come risultato finale lo spessore del materiale coibente necessario per raggiungere i livelli di trasmittanza limite imposti dalla normativa.

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																				STRUTTURE OPACHE VERTICALI									
POLISTIROLO ESTRUSO (XPS) λ=0,04																				Conducibilità isolante	ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL						
dati calcolati	U iniziale muratura (W/mq K)	R iniziale muratura (kmq/W)	spessore muratura (m)	spessore isolamento (m)																									
	resistenza termica isolamento																0,040	A-B	0,4										
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																												
	trasmissione termica con isolante																												
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	C	0,36								
	0.75	1.333	1.755	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17			0.16	D	0,32					
	0.80	1.250	1.646	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17			0.16			E	0,28			
	0.85	1.176	1.549	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17			0.16					F	0,26	
	0.90	1.111	1.463	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18			0.17							0.16
	0.95	1.053	1.386	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18			0.17							0.16
	1.05	0.952	1.254	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18			0.17							0.16
	1.10	0.909	1.197	0.60	0.52	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18			0.17							0.16
	1.15	0.870	1.145	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19			0.18							0.17
	1.20	0.833	1.097	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19			0.18							0.17
	1.30	0.769	1.013	0.66	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19			0.18							0.17
	1.40	0.714	0.940	0.68	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19			0.18							0.17
	1.50	0.667	0.878	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19			0.18							0.17
	1.60	0.625	0.823	0.73	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20			0.19							0.18
	1.70	0.588	0.774	0.75	0.63	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20			0.19							0.18
	1.80	0.556	0.731	0.77	0.64	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20			0.19							0.18
	2.00	0.500	0.658	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20			0.19							0.18
2.10	0.476	0.627	0.82	0.68	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18									
2.20	0.455	0.598	0.83	0.69	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18									
2.30	0.435	0.572	0.84	0.70	0.59	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18									
2.40	0.417	0.549	0.86	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18									
2.60	0.385	0.506	0.88	0.72	0.61	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19									
2.80	0.357	0.470	0.90	0.74	0.62	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19									
3.00	0.333	0.439	0.92	0.75	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19									

Tabella 1- Esempio di una delle tabelle che descrivono la relazione tra lo spessore dell'isolante e la trasmittanza della parete

Partendo da sinistra abbiamo un range di possibili trasmittanze e resistenze termiche di una muratura di tipo portante in laterizio, dove possiamo vedere come al diminuire dello spessore diminuisce la resistenza termica R e di conseguenza aumenta la trasmittanza U essendo questa  $1/R$ . Abbiamo poi a destra in una casella gialla il valore della conducibilità dell'isolante in questione e con lo stesso principio descritto sopra possiamo calcolare un range di resistenza R e trasmittanza U in base allo spessore dell'isolante utilizzato. La resistenza termica del materiale è ottenuta dividendo lo spessore (s) del materiale per la conducibilità dello stesso ( $\lambda = W/(mK)$ ), quindi  $s/W(m/K)$ . Per ottenere la trasmittanza della parete con l'aggiunta dell'isolante intersecando i dati dello spessore dell'isolante con lo spessore della parete, si calcola l'inverso della somma delle resistenze.  $1/(R_{(isolante)}+R_{(muratura)})$ . Il risultato ottenuto si presenta come una variegata soluzione di trasmittanze in relazione agli spessori dei materiali utilizzati, dove attraverso la colorazione viene individuato il valore limite di trasmittanza necessario per rispettare i limiti imposti per le diverse zone climatiche. Volendo fare un esempio e semplificando in un concetto questa serie di passaggi tecnici, possiamo dire che la lettura potrebbe essere la seguente: per una muratura di circa 50cm di spessore sita nella zona climatica D, con un limite di trasmittanza di 0,32 W/mqK, avremmo bisogno di uno spessore di

isolante, in questo caso polistirolo, di almeno 11cm. (Vedi riquadro rosso in Tabella 1)

La stessa scheda è stata sviluppata per tutti i tipo di isolanti che sono stati inseriti nella “rassegna di materiali isolanti” descritta nel paragrafo precedente e per tutte le tipologie di componenti di involucro.

La Tabella riepilogativa delle trasmittanze dei vetri e telai, non ha in sé dei calcoli che devono essere eseguiti all’interno, si limita ad offrire una panoramica delle tipologie di telai esistenti nei diversi materiali quali legno, alluminio e PVC montando le tipologie di vetrate più diffuse come vetro singolo, doppio, triplo e con strato basso emissivo, dove per ciascuna tipologia di infisso (telaio+vetro) viene indicato un costo medio desunto dai costi presenti sul mercato (Tab. 2)

Trasmittanza termica dei vetri e telai														
Caratteristiche dei vetri					Finestra standard 2 ante 120x140									
Tipo	vetro	Dimensioni in mm	Gas in intercapedine	U(W/mqK)	telaio in legno tenero 60mm			telaio in alluminio TT 75mm			telaio in PVC 5 camere mm			
					U (W/mqK) telaio	U (W/mqK) telaio+vetro	costo mq	U (W/mqK) telaio	U (W/mqK) telaio+vetro	costo mq	U (W/mqK) telaio	U (W/mqK) telaio+vetro	costo mq	
Vetro singolo	Non trattato	4	\	5.8	1.8	4.65	\	1.6	4.58	\	1.2	4.44	\	
	basso emissivo (<=0,05)	4	\	5.7	1.8	4.63	\	1.6	4.56	\	1.2	4.42	\	
Vetro doppio con una camera	Non trattato basso emissivo (<=0,05)	4-6-4	aria	2.42	1.8	2.43	€ 300.00	1.6	2.36	€ 400.00	1.2	2.22	€ 250.00	
		4-6-4	argon	1.91	1.8	2.11	€ 300.00	1.6	2.04	€ 400.00	1.2	1.89	€ 250.00	
		4-6-4	kripton	1.25	1.8	1.68	€ 300.00	1.6	1.61	€ 400.00	1.2	1.46	€ 250.00	
	Non trattato basso emissivo (<=0,05)	4-15-4	aria	1.34	1.8	1.75	€ 300.00	1.6	1.67	€ 500.00	1.2	1.53	€ 300.00	
		4-15-4	argon	1.02	1.8	1.53	€ 300.00	1.6	1.46	€ 500.00	1.2	1.32	€ 300.00	
		4-15-4	kripton	0.91	1.8	1.46	€ 300.00	1.6	1.39	€ 500.00	1.2	1.25	€ 300.00	
	Non trattato basso emissivo (<=0,05)	4-20-4	aria	1.34	1.8	1.74	€ 350.00	1.6	1.67	€ 500.00	1.2	1.53	€ 300.00	
		4-20-4	argon	1.05	1.8	1.55	€ 350.00	1.6	1.48	€ 500.00	1.2	1.34	€ 300.00	
		4-20-4	kripton	0.91	1.8	1.46	€ 350.00	1.6	1.39	€ 500.00	1.2	1.25	€ 300.00	
	Vetro triplo con due camere	Basso emissivo(<=0,05) Non trattato +basso emissivo (<=0,05)	4-6-4-6-4	aria	1.84	1.8	2.06	€ 400.00	1.6	1.99	€ 650.00	1.2	1.85	€ 350.00
			4-6-4-6-4	argon	1.48	1.8	1.83	€ 400.00	1.6	1.76	€ 650.00	1.2	1.61	€ 350.00
			4-6-4-6-4	kripton	1.01	1.8	1.53	€ 400.00	1.6	1.45	€ 650.00	1.2	1.31	€ 350.00
Basso emissivo(<=0,05) Non trattato +basso emissivo (<=0,05)		4-9-4-9-4	aria	1.36	1.8	1.75	€ 450.00	1.6	1.68	€ 700.00	1.2	1.54	€ 450.00	
		4-9-4-9-4	argon	1.16	1.8	1.62	€ 450.00	1.6	1.55	€ 700.00	1.2	1.41	€ 450.00	
		4-9-4-9-4	kripton	0.77	1.8	1.37	€ 450.00	1.6	1.3	€ 700.00	1.2	1.16	€ 450.00	
Basso emissivo(<=0,05) Non trattato +basso emissivo (<=0,05)		4-12-4-12-4	aria	1.24	1.8	1.67	€ 500.00	1.6	1.6	€ 700.00	1.2	1.46	€ 450.00	
		4-12-4-12-4	argon	0.96	1.8	1.5	€ 500.00	1.6	1.43	€ 700.00	1.2	1.28	€ 450.00	
		4-12-4-12-4	kripton	0.71	1.8	1.33	€ 500.00	1.6	1.26	€ 700.00	1.2	1.12	€ 450.00	

Tabella 2- Trasmittanza termica dei vetri e telai

Le ultime due schede dell’elenco “*Tipi di intervento consigliati per l’involucro verticale*” e “*Tipi di intervento consigliati per l’involucro orizzontale*” sono anch’ esse di tipo consultativo e vengono utilizzate nella piattaforma per inquadrare la tipologia di intervento da effettuare in quanto come è stato ampiamente approfondito nella sezione riguardante la metodologia non tutti gli interventi sono possibili in una struttura ormai vetusta e tanto più vincolata. In

aiuto, proprio per questi aspetti vengono queste due schede strutturate allo stesso modo con la sola differenza di essere divise, come descritto dal titolo, per interventi nell'involucro verticale e in quello orizzontale.

Analizzando la scheda partendo da sinistra vedremo alcune tipologie di involucro più diffuse dopo a seguito della ricognizione e analisi del borgo da valutare con indicato il valore di trasmittanza U. Queste tipologie andranno a relazionarsi con i materiali isolanti e la scelta di quest'ultimo determinerà se tale intervento può essere svolto in ristrutturazione (R) inteso come un intervento invasivo in quanto determina demolizioni e rifacimenti e utilizzo di impalcati mentre alcuni interventi possono essere svolti nell'esistente (E) inteso invece come intervento poco invasivo senza opere di demolizione, lavorando anche all'interno o con edificio abitato. Le caselle in grigio descrivono una situazione in cui non è possibile effettuare quell'intervento sia per questioni tecno-esecutive o per questioni di rispetto dei valori architettonici; un esempio è l'applicazione di un isolamento esterno su muratura a faccia vista che è stato inserito come lavorazione non eseguibile (Tab. 3)

Descritte le schede di tipo consultativo vediamo ora i veri e propri tool di calcolo che sono alla base dello sviluppo della piattaforma. Quest'ultima è regolamentata da un piccolo protocollo strutturato in un diagramma ad albero di cui abbiamo già parlato precedentemente ma si ripropone l'immagine per avere una migliore comprensione (Fig 34).

Il tool è sviluppato in formato *.xlsx* mediante collegamenti ipertestuali tra file i diversi file del "protocollo". Dicevamo ad albero perché, al fine di consentire una migliore gestione delle informazioni nel singolo file e consentire la suddivisione del borgo in cluster anche in un'ottica di intervento e quindi cantierizzazione futura, si è generato un file di partenza che chiameremo Q\_SPE\_001 dove Q sta per *Quantum* come quantità che in questo caso è energia, SPE è il codice nome (può essere l'abbreviazione del nome del luogo) e 001 è la numerazione del cluster (Fig. 35).

Tipi di intervento consigliati per tipo di struttura

Involucro	Tipo di struttura	Materiali isolanti	*Applicazione in fase di ristrutturazione R o su esistente E					
			struttura confinante con					
			locale non risc.		contro-terra		esterno	
			isolamento all' interno	isolamento all' esterno	isolamento all' interno	isolamento all' esterno	isolamento all' interno	isolamento all' esterno
verticale	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm) (valore di K=1,26)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R
		materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E		E	
		fibre vegetali	E	E	E		E	
		fibre minerali	E	E	E		R	
		riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E	
		termointonaco	R	R	R		R	R
		materiali innovativi	E	R	E		R	
	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm) (valore di K=1,35)	materiali sintetici espansi	E		E	R	E	
		materiali minerali espansi	R		E	R	E	
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E		E		E	
		fibre vegetali	E		E		E	
		fibre minerali	E		E		E	
		riflettenti e sottovuoto	E		E		E	
		termointonaco	R		R		R	
		materiali innovativi	E		E		E	
	Muratura in laterizio intonacata ambo i lati (45/60cm) (valore di K=1,07)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R
		materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E		E	
		fibre vegetali	E	E	E		E	
		fibre minerali	E	E	E		R	
		riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E	
		termointonaco	R	R	R		R	R
		materiali innovativi	E	R	E		R	
	Muratura in laterizio a vista lato esterno (45/60cm) (valore di K=1,11)	materiali sintetici espansi	E		E	R	E	
		materiali minerali espansi	R		E	R	E	
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E		E		E	
		fibre vegetali	E		E		E	
		fibre minerali	E		E		E	
		riflettenti e sottovuoto	E		E		E	
termointonaco		R		R		R		
materiali innovativi		E		E		E		
Muratura in blocco di laterizio intonacato (30/45cm) (valore di K=0,70)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R	
	materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R	
	fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E		E		
	fibre vegetali	E	E	E		E		
	fibre minerali	E	E	E		R		
	riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E		
	termointonaco	R	R	R		R	R	
	materiali innovativi	E	R	E		R		
Parete in laterizio con intercapedine (30/45cm) (valore di K=1,10)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R	
	materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R	
	fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E	R	E		
	fibre vegetali	E	E	E	R	E		
	fibre minerali	E	E	E	R	E		
	riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E		
	termointonaco	R	R	R		E	R	
	materiali innovativi	E	R	E		E		

\* La fase di ristrutturazione è intesa come necessità di rimozione di parti dell'esistente per poter inserire il nuovo materiale isolante anche con uso di impalcato. Mentre per applicazione su esistente si intende la possibilità di applicare nuovi strati in aggiunta senza opere di demolizione lavorando nello spazio interno o abitato.

Tabella 3- Tipo di interventi consigliati per tipo di struttura

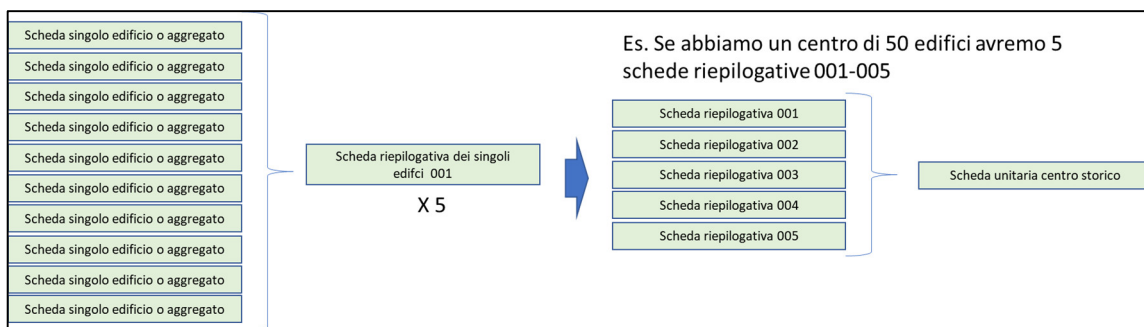


Figura 34- Schema dell'impianto della piattaforma

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_001
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_001
Codice immobile 2	SPE_002
Codice immobile 3	SPE_003
Codice immobile 4	SPE_004
Codice immobile 5	SPE_005
Codice immobile 6	SPE_006
Codice immobile 7	SPE_007
Codice immobile 8	SPE_008
Codice immobile 9	SPE_009
Codice immobile 10	SPE_010
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	

Figura 35- Porzione della scheda riepilogativa dell'aggregato urbano o cluster in cui si individuano i singoli edifici o aggregati che fanno parte del cluster

Una volta aperto abbiamo una scheda di sintesi nella quale viene inquadrato il gruppo di edifici o aggregati che fanno parte del cluster. Per i motivi sopra descritti ogni cluster deve avere massimo 10 edifici o aggregati. Di seguito

abbiamo una scheda riepilogativa in cui vengono riportati i risultati di calcolo di tutto il cluster e per risultati di calcolo si intendono:

- *Consumi (riscaldamento, acs, elettricità)*
- *Efficienza impianto*
- *Le superfici di involucro totali sottoposte ad intervento con relativi costi*
- *Installazione di eventuali pannelli solari e fotovoltaici sempre con i relativi costi*
- *Totale dei costi di intervento per il cluster*

Queste informazioni sono la sommatoria degli interventi previsti nelle schede successive di ogni singolo edificio (Fig. 36).

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_001					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_001					
Codice immobile 2	SPE_002					
Codice immobile 3	SPE_003					
Codice immobile 4	SPE_004					
Codice immobile 5	SPE_005					
Codice immobile 6	SPE_006					
Codice immobile 7	SPE_007					
Codice immobile 8	SPE_008					
Codice immobile 9	SPE_009					
Codice immobile 10	SPE_010					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	12436.06				
Sup. verticale disperdente	mq	2969.91				
Copertura	mq	1361.36				
Sup. vetrata disperdente	mq	224.01				
Sup. orizzontale	mq	1361.36				
VALORI TOTALI						
Consumi	rilevati		stimati		migliorati	
	Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento			783395.00		587579.00	75%
ACS			62180.30		30424.00	48.93%
Elettricità			95528.19		8286.00	8.67%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unità		unità		unità	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00
Risorsa idrica	mc		mc		mc	
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo €	
Sup. verticale disperdente	mq	2969.91			€ 89.097	
Copertura	mq	1361.36			€ 41.150	
Sup. vetrata disperdente	mq	224.01			€ 78.404	
Sup. orizzontale disperdente	mq	1361.36			€ 136.136	
Nuove installazioni impiantistiche					Costo €	
Pannelli solari ACS	mq	42.00			€ 42.000	
Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00			€ 60.280	
<b>TOTALI</b>					<b>€ 447.066</b>	

Figura 36- Porzione della scheda riepilogativa del cluster in cui in questo caso vengono riportati i risultati di tutto il cluster



Le schede del singolo edificio sono quelle più articolate, nel senso che sono quelle in cui insistono i maggiori collegamenti ad ulteriori tool per stimare i valori di energia risparmiata a seguito degli interventi. Mi preme sottolineare che questi valori che scopriremo più avanti possono anche derivare da altri tool o software, non solo da quelli adottati in questa sede per una prevalutazione energetica. Possono essere inseriti anche valori derivanti da software professionali; il senso della piattaforma è stato proprio quello di essere aperta come è stato descritto nella sezione della scelta del software GIS e funzionare con dati di input provenienti da altre fonti.

Ritornando alla descrizione della scheda denominata nello specifico, “*scheda riepilogativa immobile*” abbiamo una rapida descrizione dell’immobile attraverso un codice, un’immagine ed uno stralcio planimetrico. Si inizia poi la descrizione fisica nella sezione dedicata alle caratteristiche dell’involucro. In questa sezione vediamo riassunte le quattro componenti principali di involucro, *verticale, copertura, vetrato e solaio verso l’esterno o controterra*, ciascuno con la possibilità di inserire fino a quattro tipologie diverse. Queste ultime vengono scelte mediante un menu a tendina che ripropone le tipologie di involucro già inserite nelle schede precedentemente descritte nelle tipologie di strutture. Vengono inseriti poi i valori di superficie in metri quadri che possono essere immessi manualmente oppure, e qui un altro aspetto importante, leggerli direttamente dal modello 3d Bim qualora si stesse usando il software Revit. Autodesk.

Questo permette di velocizzare il processo della valutazione dell’intervento in quanto il solo aggiornamento del modello bim che rappresenta lo stato di fatto, sulla base dei materiali utilizzati andrebbe ad aggiornare i risultati della valutazione energetica. Si potrebbe ottenere quindi una valutazione di partenza, una post evento calamitoso e una di progetto. Se il bim possa sembrare la fine di un processo di analisi in realtà la modellazione si integra al modello conoscitivo. Metodologicamente la modellazione in ambiente bim non rappresenta la fase finale di un processo conoscitivo ma bensì elemento integrante. Infatti, il modello viene creato integrando a priori gli aspetti da interrogare che nello specifico afferiscono prevalentemente alla conoscenza

dell'edificio e quindi non solo al dato geometrico tridimensionale (prettamente legati al rilievo) ma a una conoscenza approfondita dei materiali e delle componenti edilizie che per ogni edificio storico rappresenta una peculiarità. Questo passaggio automatizzato ha delle prescrizioni importanti da seguire e quindi è importante impostare il modello con una corretta metodologia che permetta di codificare anche in maniera semplice le diverse componenti di cui è composto il modello. Quindi è obbligatorio fare riferimento alle diverse componenti che descrivono l'involucro edilizio e quindi codificarle in base a chiusure verticali o orizzontali o finestrate. Questo ci permette di catalogare già nel momento della costruzione le diverse tipologie di pareti se esistenti e le loro esposizioni, ad esempio, se confinano verso l'esterno o verso un'altra zona riscaldata, importante ai fini della valutazione energetica perché evidenzia se una chiusura possa essere disperdente oppure no. Una volta organizzato l'elemento architettonico il software elenca i singoli elementi in formato tabellare dal quale possiamo fare un veloce controllo e aggiungere delle operazioni di somma o prodotto qualora dovessero risultare necessarie come, ad esempio, trovare l'area totale delle singole finestre o di tutte le murature dello stesso tipo (Fig.37).

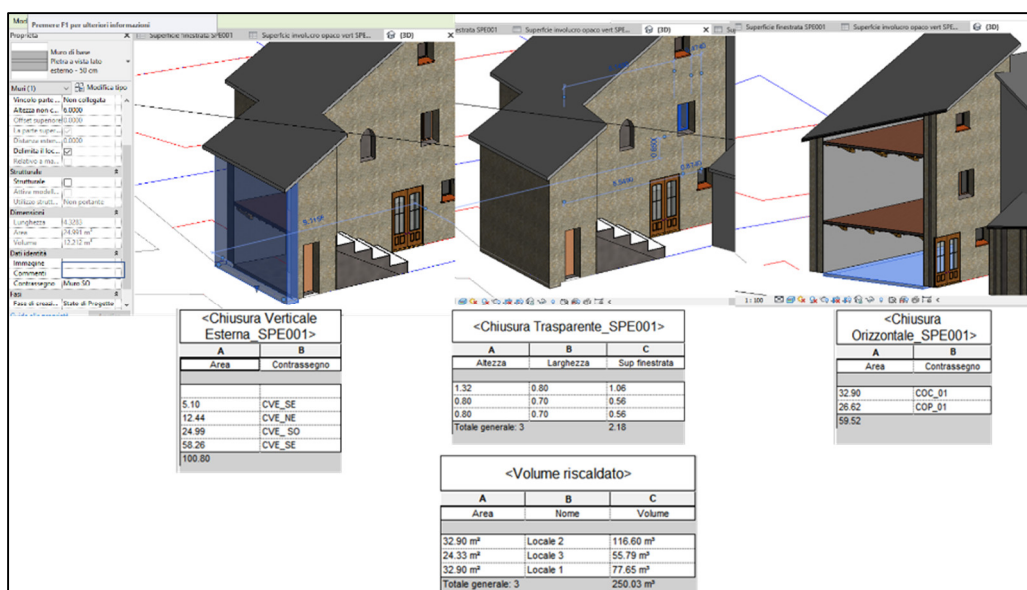


Figura 37- Rappresentazione della catalogazione in Revit delle componenti edilizie

Il trasferimento da revit ad excel avviene attraverso un'app, la quale permette appunto la traduzione delle tabelle riepilogative in formato excel dalle quali, con collegamenti ipertestuali possiamo andare ad aggiornare simultaneamente la scheda di valutazione dell'edificio preso in esame. La funzionalità interessante è che lasciando le schede aperte è possibile aggiornare il modello 3d e conseguentemente aggiornare la scheda di valutazione senza riscrivere i dati manualmente (Fig.38).

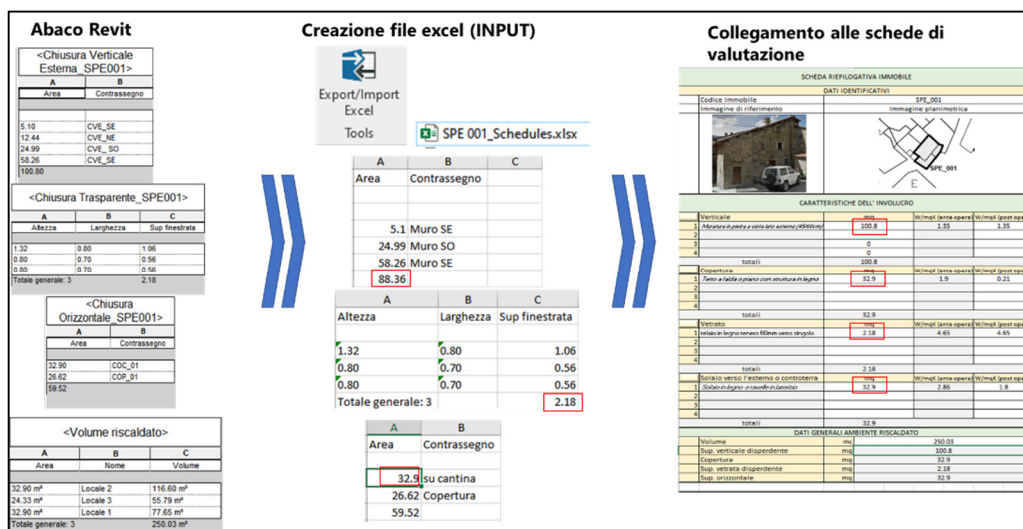


Figura 38- rappresentazione degli step di trasferimento dati da Revit alle schede di valutazione excel

Chiusa questa interessante funzionalità che mette in relazione un software di modellazione con una scheda di calcolo .xlsx torniamo alla descrizione della “Scheda riepilogativa immobile”.

Trovate quindi le superfici di involucro, dobbiamo dichiarare la trasmittanza dello stato di fatto e aiutandoci con le schede delle trasmittanze descritte sopra raggiungibili cliccando il pulsante giallo a sinistra di ogni tipologia di involucro, possiamo inserire un valore di trasmittanza che vogliamo e possiamo raggiungere in base al tipo di intervento che abbiamo intenzione di svolgere. Potrebbe verificarsi che non potendo svolgere nessun intervento per particolari condizioni costruttive, dovremmo lasciare il valore di trasmittanza dello stato di fatto.

Abbiamo poi una sezione riepilogativa con la sommatoria di tutte le superfici trattate e il volume dell'ambiente riscaldato, le quali saranno fondamentali per il prossimo passaggio. Nella sezione “energia risparmiata”, pigiando il



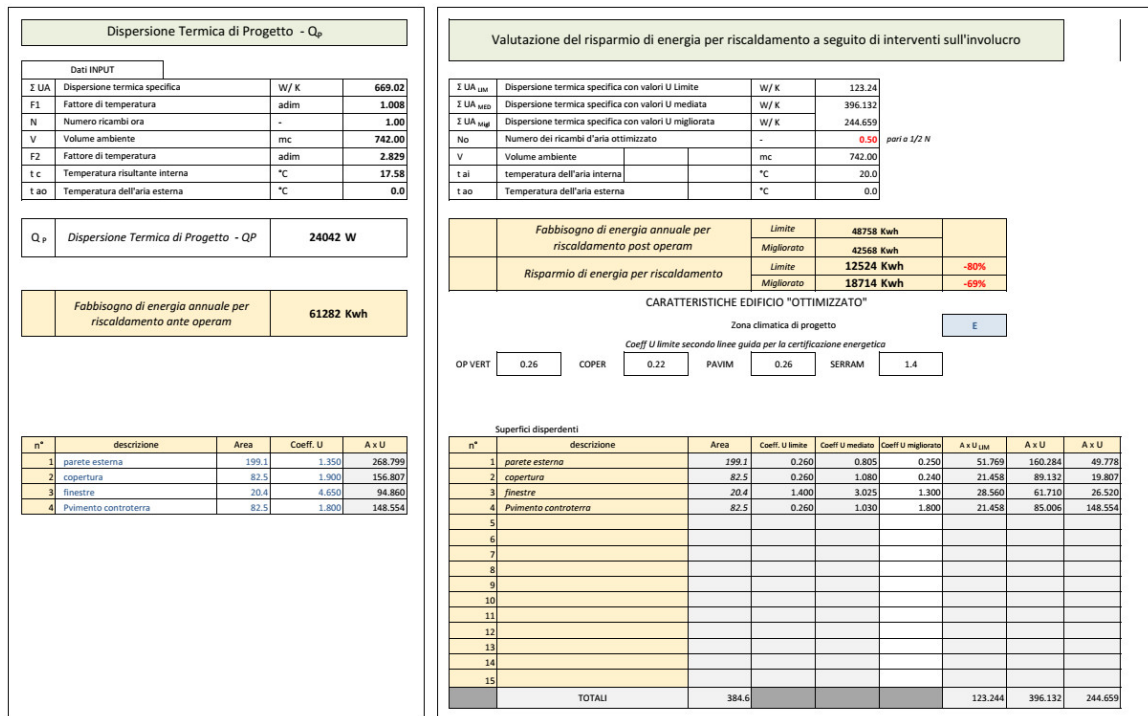


Figura 40- Rappresentazione del tool di calcolo del fabbisogno di energia annuale per riscaldamento

A seguire, il calcolo per il fabbisogno di ACS viene stimato tramite consumi standardizzati come indicato nelle istruzioni allegate al file, partendo dal fabbisogno teorico di una famiglia di 3 persone (Fig.41).

STIMA CONSUMO ACS			
1680	Consumo ACS medio famiglie	3	pers.
<a href="http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html">http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html</a>			
standard dimensionale legge 1460/63	1pers.=	80	mc
aumentato del 40% considerando i maggiori spessori murari			
80+40%= 112	3x112=	336	mc
1680= Kwh di energia consumata ogni 330 Mc			
Vol.tot / 336 = n. famiglie teorico			
n. famiglie teorico x 1680=Kwh annuali			

Figura 41- Schema di calcolo per la stima del consumo dell'ACS

Quando non abbiamo dati a cui appellarci per l'energia impiegata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria una strada percorribile è appunto quella della stima. In sostanza il calcolo viene effettuato partendo dai dati forniti dall'agenzia Arera la quale, sulla base dei consumi medi nazionali, stima per una famiglia di 3 persone un consumo di ACS di 1680Kwh annuali per la sua produzione. Il calcolo a questo punto corre a ritroso, individuando i metri cubi necessari per persona secondo la legge 1460/63 che individua gli spazi necessari

per gli alloggi, stimati a 80 mc per occupante. Si ottiene che tre persone a 80mc ciascuno sommato ad un 40% di incremento inteso come margine di sicurezza, occupano uno spazio di 336 mc. Il volume totale dell'edificio preso in esame, diviso 336 metri cubi ci fornisce il numero di famiglie teorico e moltiplicato poi per 1680kWh (consumo annuale di una famiglia) otteniamo la stima dell'energia impiegata per il riscaldamento dell'acqua sanitaria per l'edificio oggetto di calcolo.

Il risparmio invece viene ipotizzato attraverso un altro tool raggiungibile cliccando il pulsante giallo. Mediante lo stesso è possibile, indicando la località, il numero degli utilizzatori, tipologia di collettori e la quantità di questi ultimi in base all'esposizione solare e l'inclinazione della falda, l'energia prodotta dall'impianto, che sarà detratta da quella di partenza indicando anche qui il risparmio (Fig. 42)

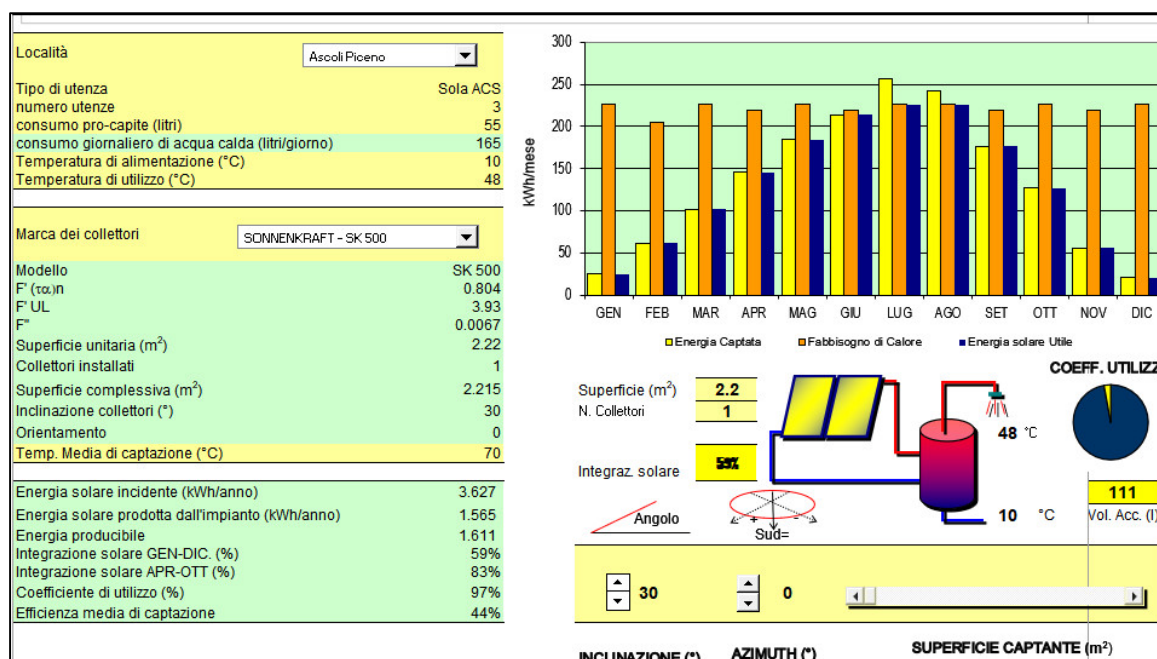


Figura 42- Tool di calcolo per il risparmio di energia per ACS mediante pannelli solari

Con la stessa metodologia con cui è stato calcolato il fabbisogno di ACS, viene calcolato il fabbisogno di energia elettrica (Fig.43).

STIMA CONSUMO ELETTRICO			
<b>2581</b>	Consumo elettrico medio famiglie	<b>3</b>	pers.
<a href="http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html">http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html</a>			
standard dimensionale legge 1460/63	1pers.=	<b>80</b>	mc
80+40%= <b>112</b>	3x112=	336	mc
2581= Kwh di energia consumata ogni 330Mc			
Vol.tot / 336 = n. famiglie teorico			
n. famiglie teorico x 2581=Kwh annuali			

Figura 43- Schema di calcolo per la stima del consumo di energia elettrica

Il risparmio in questo caso deve essere calcolato mediante l'utilizzo di software esterni, con il quale è possibile progettare un impianto fotovoltaico in base alla superficie disponibile. Questi software calcolano la resa dell'impianto e i Kwh generati e possono essere inseriti nella casella di riferimento.

Si arriva alla fine della scheda dove vengono ricapitolati tutti gli interventi eseguiti, sia sull'involucro che sugli impianti dove, in base alle superfici sottoposte ad intervento e i costi stimati per metro quadrato possiamo ottenere una stima seppur sommaria di un intervento di miglioramento su un singolo immobile o aggregato.

Gli importi dei dieci immobili e i risparmi di energia vengono sommati simultaneamente nella *scheda riepilogativa dell'aggregato urbano* che abbiamo visto in precedenza. I dati riportati in questa ultima scheda, sommati alle altre schede di aggregato che completano il centro storico analizzato, sono sommati e riportati nella scheda "*Q\_SPE\_UNITARIO*" che raccoglie in buona sostanza tutti i risparmi di energia del borgo e tutte le spese da sostenere per gli interventi individuati (Fig. 44).


SCHEDA UNITARIA CENTRO STORICO				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice scheda	Q_SPE_001			
Comune	Arquata del tronto_Spelonga			
Provincia	AP			
CAP				
DATI AGGREGATO				
Codice gruppo1	Q_SPE_001			
Codice gruppo2	Q_SPE_002			
Codice gruppo3	Q_SPE_003			
Codice gruppo4	Q_SPE_004			
Codice gruppo5	Q_SPE_005			
Codice gruppo6	Q_SPE_006			
Codice gruppo7				
Codice gruppo8				
Codice gruppo9				
Codice gruppo10				
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI				
				
SCHEDA UNITARIA CENTRO STORICO				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice scheda	Q_SPE_unitario			
Comune	Arquata del tronto_Spelonga			
Provincia	AP			
CAP				
DATI AGGREGATO				
Codice gruppo1	Q_SPE_001			
Codice gruppo2	Q_SPE_002			
Codice gruppo3	Q_SPE_003			
Codice gruppo4	Q_SPE_004			
Codice gruppo5	Q_SPE_005			
Codice gruppo6	Q_SPE_006			
Codice gruppo7				
Codice gruppo8				
Codice gruppo9				
Codice gruppo10				
CONTESTO CLIMATICO				
Gradi Giorno	2549			
Zona climatica	E			
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
Volume	mc 74616.36			
Sup. verticale disperdente	mq 18047.94			
Copertura	mq 8318.34			
Sup. vetrata disperdente	mq 1418.16			
Sup. orizzontale	mq 8318.34			
VALORI TOTALI				
Consumi	rilevati	stimati	migliorati	
		Kwh	Kwh	Kwh rid. %
Riscaldamento		4700370.00	3525474.00	75%
ACS		373081.80	182544.00	48.93%
Elettricit�		573169.12	49716.00	8.67%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO				
Consumi	rilevati	stimati	energia risparmiata	
	unit�	unit�	unit�	rid. %
Efficienza impianto	% 87.00	%	% 104.00	16%
Risorsa idrica	mc	mc	mc	#DIV/0!
				#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO				
Superfici sottoposte a intervento		Costo �		
Sup. verticale disperdente	mq 18047.94	� 648.985		
Copertura	mq 8318.34	� 251.403		
Sup. vetrata disperdente	mq 1418.16	� 496.356		
Sup. orizzontale disperdente	mq 8318.34	� 831.834		
Nuove installazioni impiantistiche		Costo �		
Pannelli solari ACS	mq 252.00	� 252.000		
Pannelli solari fotovoltaici	mq 264.00	� 361.680		
TOTALI		� 2.842.257		

Figura 44- Rappresentazione della scheda unitaria del centro storico



## **4\_CAPITOLO QUARTO**

**Sperimentazione della piattaforma applicata ad un caso studio. Il borgo di Spelonga nel comune di Arquata del Tronto**

In questo capitolo, mediante l'aiuto di immagini a supporto della descrizione, verrà presentata la piattaforma, della quale si è parlato nel capitolo precedente limitatamente ai singoli tool interni ed esterni ad essa, scopriremo invece in questa sede la sua applicazione ad un caso studio.

Dopo diverse considerazioni sulla scelta di un borgo che fosse stato una sorta di “campione” da testare ai fini della verifica della funzionalità della piattaforma, e che avesse rappresentato quelle caratteristiche proprie di uno dei tanti borghi abbandonati o distrutti da eventi calamitosi, ho ritenuto opportuno andare ad indagare proprio quei luoghi colpiti dagli eventi sismici del 2016, i quali soffrivano già di uno spopolamento avvenuto negli anni ma dove esiste ancora un forte legame da parte della comunità del luogo rimasta ma costretta ad abbandonare le case per l'inagibilità causata proprio dal sisma.

Uno di questi borghi che a mio avviso rappresenta quanto descritto e che non è stato completamente raso al suolo dal sisma e dalle successive opere di messa in sicurezza intese come demolizione totale, è proprio il borgo di Spelonga nel comune di Arquata del Tronto in Provincia di Ascoli Piceno, posto su di un pendio a nord dei Monti della Laga a 950m s.l.m., a confine con l'Abruzzo e il Lazio.

Si tratta di una piccola frazione di pochi abitanti caratterizzata da un nucleo abitativo storico che circonda la Chiesa di Sant'Agata e si espande con abitazioni più recenti.

I dati ricavati dall'ultimo censimento ISTAT ci dicono che dopo il primo insediamento risalente a prima del '900 la massima espansione edilizia del borgo è avvenuta tra i primi del 1900 e gli anni '40 e in parte fino agli anni '60 per poi rallentare fino a fermarsi all'inizio degli anni '70. Le costruzioni sono prevalentemente in muratura portante in blocchi di pietra di arenaria accuratamente giustapposti spesso senza malta con solai e coperture in legno tranne nelle costruzioni più recenti con struttura in cemento armato e solai in laterocemento.

La porzione di borgo inserito nella piattaforma comprende in larga parte tutto il nucleo storico, pertanto, non sono contemplate o comunque solo in casi puntuali tipologie costruttive più recenti.

## 4.1\_Dall’inserimento dei dati alla definizione dei risultati attesi

Prima di iniziare la descrizione è opportuno ricordare che il prototipo di piattaforma sviluppato vuole non tanto dimostrare il mero sviluppo di un software di apprendimento, ma un metodo attraverso il quale analizzare e capire come può avvenire un percorso di miglioramento energetico del patrimonio costruito esistente mediante l’uso di strumenti hardware e software possibilmente open sources al fine di creare le basi per la costruzione di una piattaforma che miri quanto più al percorso da effettuarsi quanto al mero risultato numerico.

Infatti, la piattaforma stessa nei suoi vari passaggi ripercorre tutti quelle fasi analizzate nello sviluppo della metodologia affrontata nel secondo capitolo e riproposta nell’immagine 45.

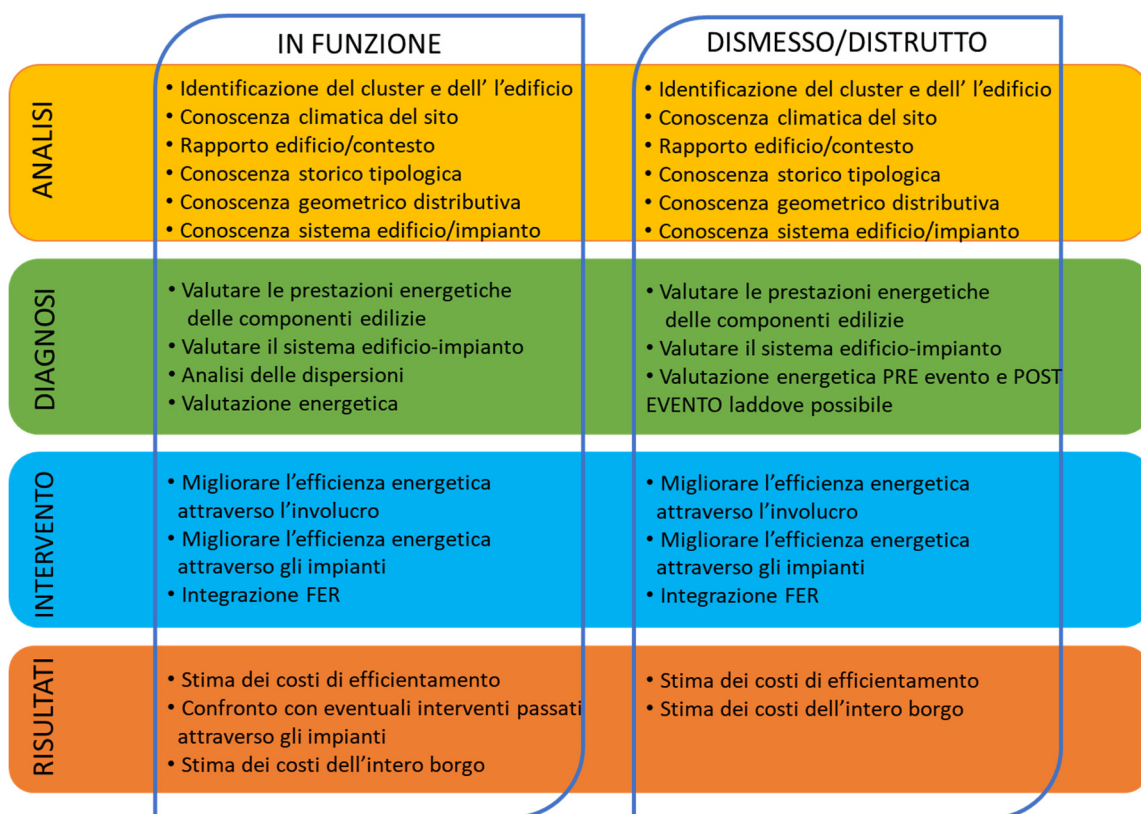
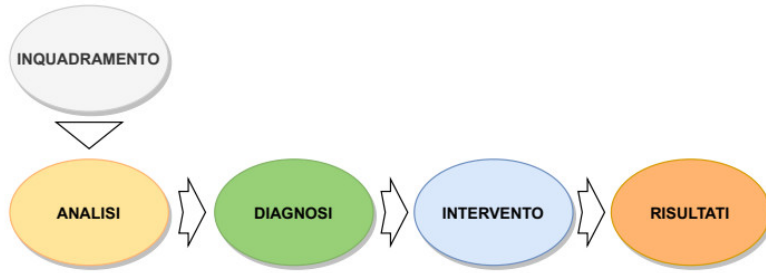


Figura 45- Schema metodologico procedurale

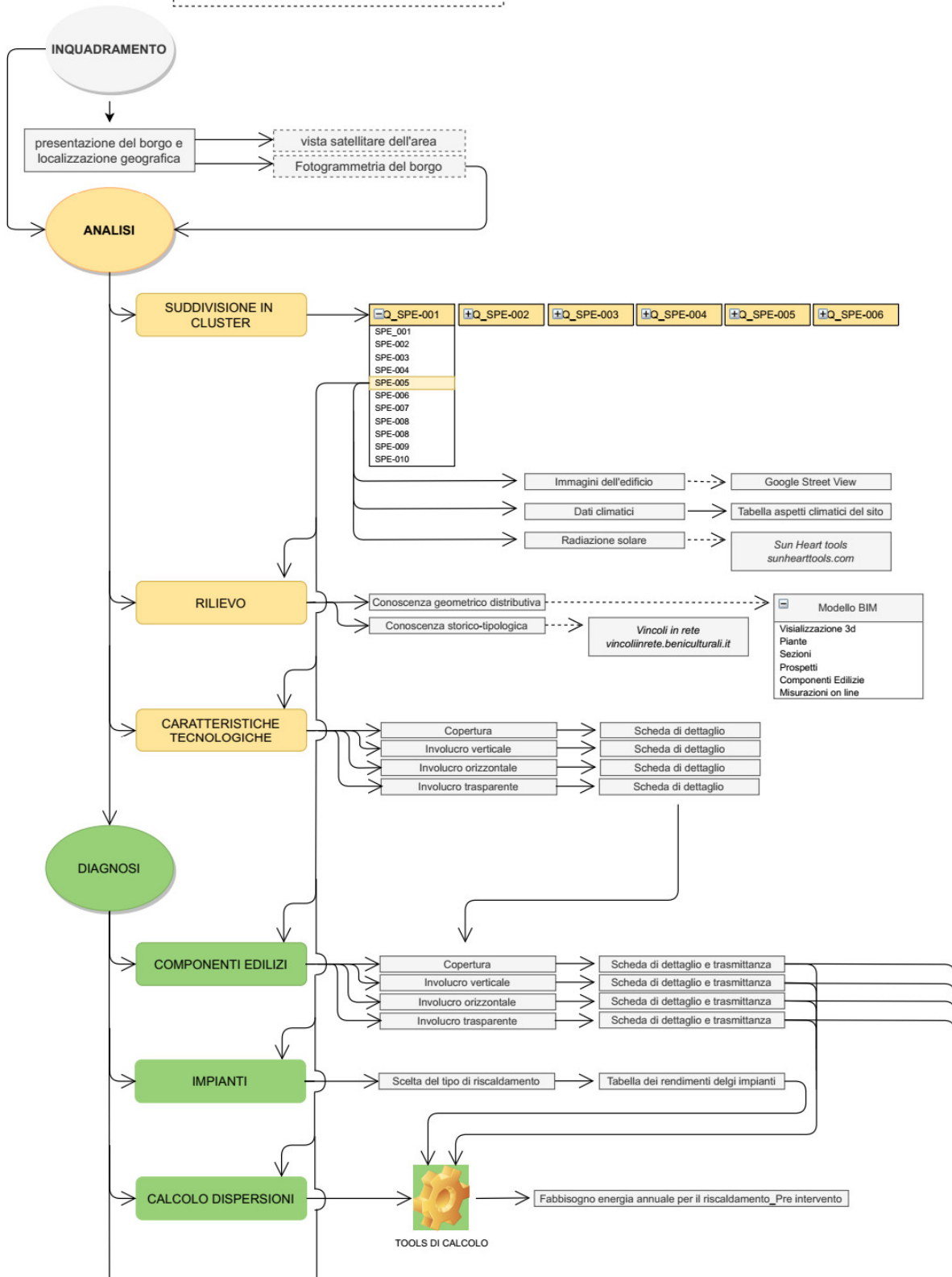
Per una più rapida comprensione delle fasi e delle informazioni visualizzabili in piattaforma, viene in aiuto un articolato diagramma di flusso che parte dalla

visualizzazione a menù chiuso per aprirsi poi nell'esempio dell'articolazione di una singola abitazione (Fig.46).

SCHEMA MENU CHIUSO



SCHEMA MENU APERTO



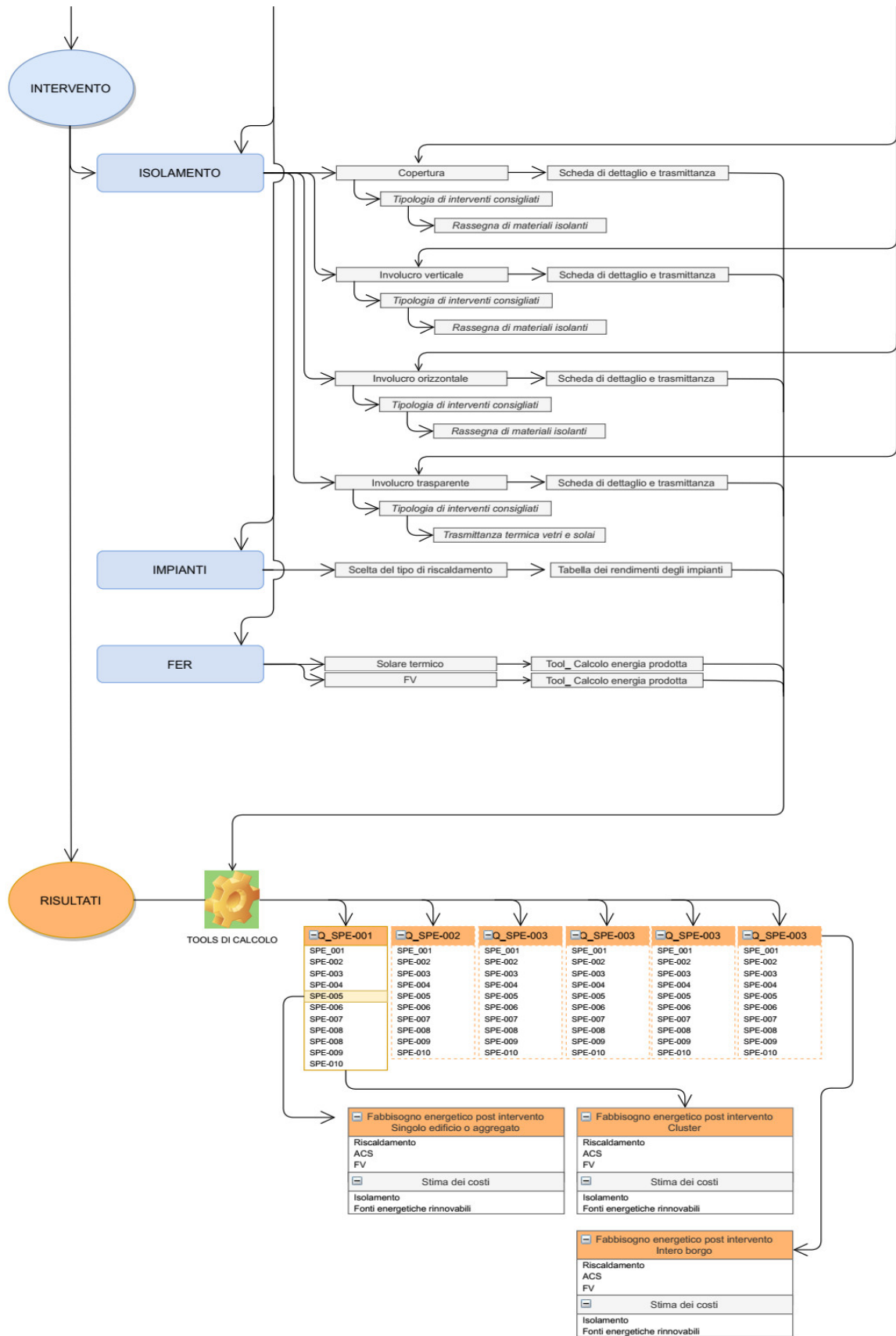


Figura 46- Diagramma di flusso della piattaforma che rappresenta i passaggi eseguiti per un solo edificio

La visualizzazione grafica della piattaforma si configura come una qualsiasi home page html dove fin da subito il menu in alto ci ricorda gli step che si affronteranno per livelli di approfondimento man mano che si prosegue nel percorso: l'*inquadramento*, l'*analisi*, la *diagnosi*, l'*intervento* e i *risultati*.

Partendo dall'inizio e quindi dall'inquadramento che in questo caso si aggiunge ai quattro step metodologici ma si presenta come una sorta di Home page che si risolve in una presentazione del borgo preso in considerazione mediante alcune informazioni sintetiche di tipo geografico e dal punto di vista della consistenza edilizia, con visualizzazioni planimetriche di tipo satellitare a diverse scale di approfondimento (Fig.47)



Figura 47-Visualizzazione della home della piattaforma

Cliccando la linguetta *ANALISI* si apre la suddivisione del borgo in 6 gruppi o cluster, che rappresentano in sostanza la suddivisione in unità minime di intervento, le quali oltre a rendere più snello il calcolo, prefigurano quello che potrebbe rivelarsi un'ipotesi di intervento futuro diviso in settori o ambiti di intervento in quanto un'operazione di ristrutturazione totale non potrebbe mai iniziare contemporaneamente su tutto il tessuto urbano. Questi cluster sono contenitori di edifici o gruppi di edifici aggregati che per esigenze di calcolo sono stati appunto uniti per via della continuità volumetrica, materica e

strutturale. Quindi per fare il punto il cluster contiene sia edifici singoli che edifici in aggregato, pertanto, non verranno mai presi in considerazione i singoli sub. catastali ma l'intero edificio, un po' come avviene in diversi protocolli energetico ambientali (Fig 48).



Figura 48- Visualizzazione della suddivisione del borgo in cluster

Da questa pagina è possibile andare ad interrogare i singoli edifici di ciascun cluster avviando quel percorso metodologico di cui si parlava in apertura del capitolo oppure cliccando sul nome del cluster, è possibile arrivare direttamente ai risultati di calcolo del singolo cluster.

Volendo quindi seguire tutto il percorso, ed è quello che faremo in questa sede, cliccando in un edificio prendendo ad esempio lo SPE\_005 del cluster Q\_SPE\_001 la piattaforma si apre ad una visualizzazione 3d di tipo GIS di tutto il territorio e l'incasato di Spelonga, al fine di visualizzare ed avere una maggiore comprensione della tipologia di territorio cui si sta parlando e il rapporto tra l'incasato e il territorio stesso e avendo anche qui la possibilità di andare ad interrogare il singolo edificio. Questa visualizzazione sarà poi, nelle fasi successive, una sorta di navigatore 3d dalla quale visualizzare ulteriori informazioni di provenienza esterna alla piattaforma (Fig. 49).



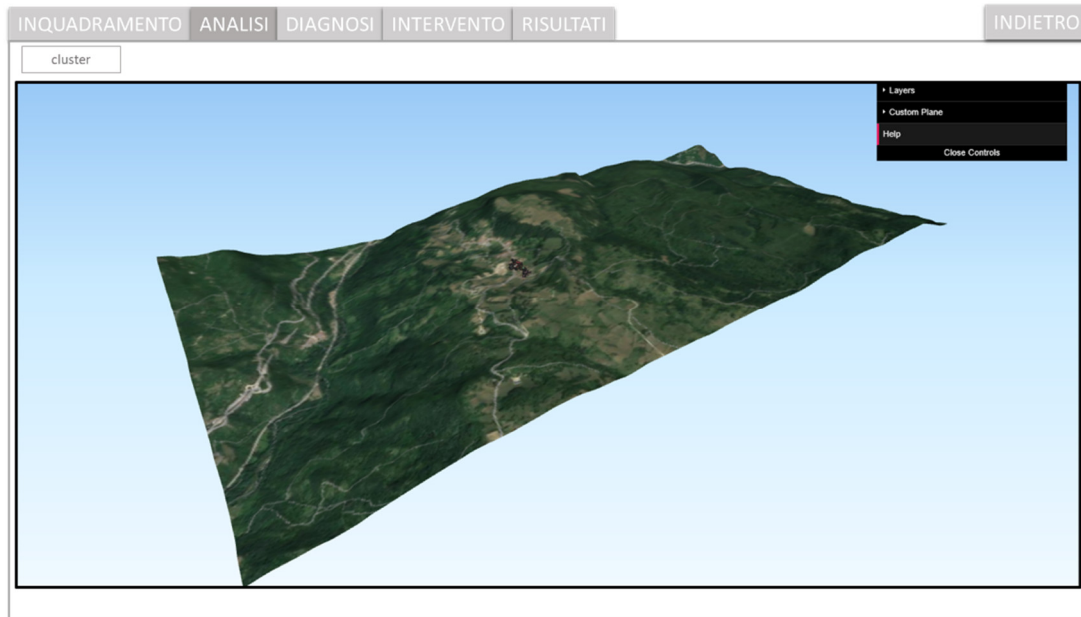


Figura 49- Visualizzazione della schermata di navigazione del modello territoriale in Gis

Entrando nell'*ANALISI* iniziamo a visualizzare tutte quelle informazioni che ci permettono appunto di analizzare quell'edificio scelto. Nel navigatore 3d cliccando nell'edificio, un menù si apre e ci permette di poter visualizzare l'edificio scelto mediante un collegamento diretto con Google Street View e vedere quell'edificio come era prima dell'evento calamitoso del 2016.

Inizia qui la fase del rilievo anche in senso più ampio dove si inizia col conoscere gli *aspetti climatici del sito* in forma tabellare e leggere i dati climatici della località e la georeferenziazione dell'edificio e le sue caratteristiche di contesto. Da questa tabella si può accedere direttamente al tool on line *sunhearttool.com* grazie al quale è possibile visualizzare il percorso solare, le ombre, la radiazione solare incidente, informazioni che permettono di analizzare il rapporto dell'edificio con l'apporto solare (Fig. 50).

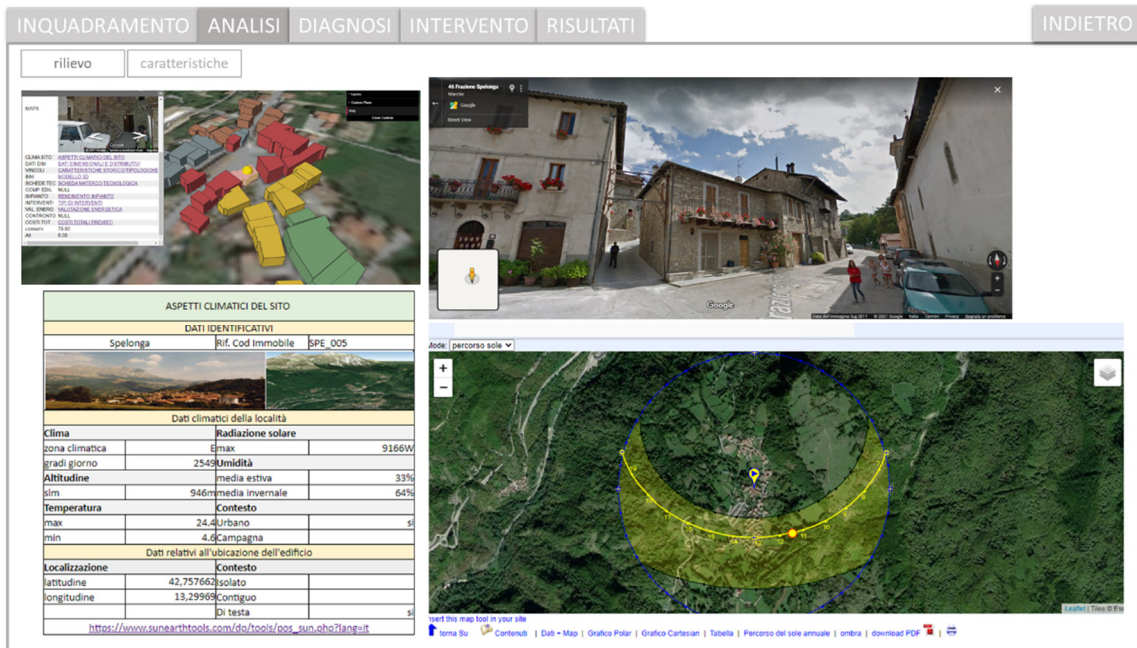


Figura 50- Visualizzazione degli aspetti climatici e Street maps

Restando sempre nell'ambito del rilievo, sempre inteso come percorso conoscitivo, c'è la possibilità di collegarsi al sito *Vincoliinrete.it* portale online del MIBACT in cui è possibile conoscere l'eventuale presenza di particolari vincoli architettonici dell'immobile che si sta studiando insieme a planimetrie catastali, foto, tutto ciò che la scheda dell'immobile mette a disposizione qualora dovesse sussistere un vincolo.

Una particolare attenzione va poi data a quella che è la restituzione del rilievo svolto, attraverso l'uso del BIM. Cliccando alla voce *Modello 3d* si apre un collegamento alla visualizzazione 3d dell'edificio preso in considerazione; da qui è possibile conoscere geometricamente tutto l'edificio, è possibile misurare, fare sezioni nei diversi assi, visualizzare piante e avere un'informazione della tipologia costruttiva selezionando gli elementi costruttivi (Fig.51-52) e utilizzare queste informazioni per eventualmente compilare le caselle del tool di calcolo che vedremo in seguito.

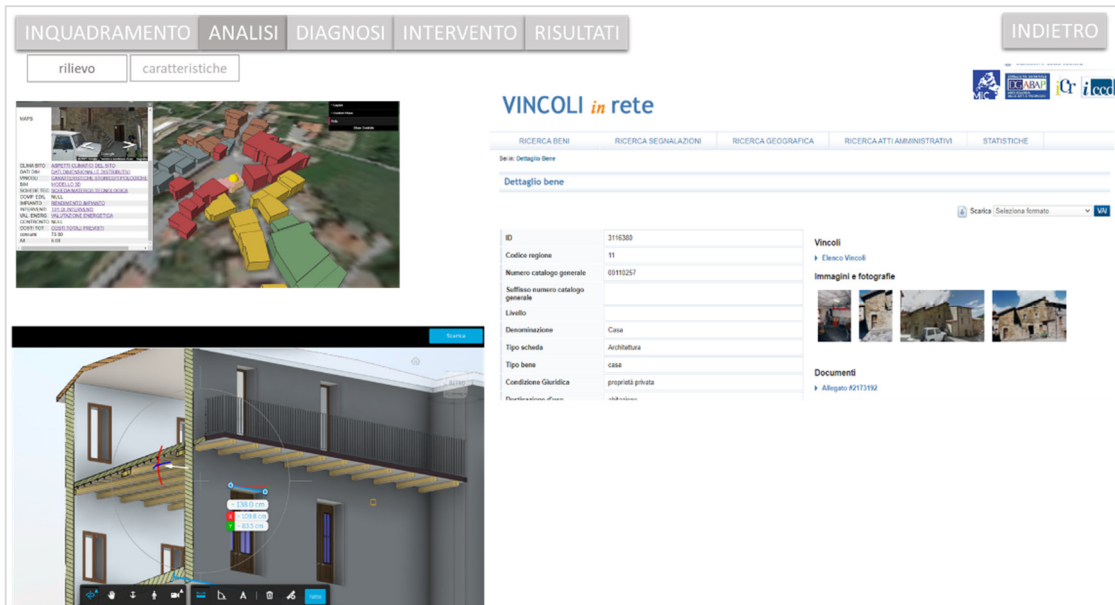
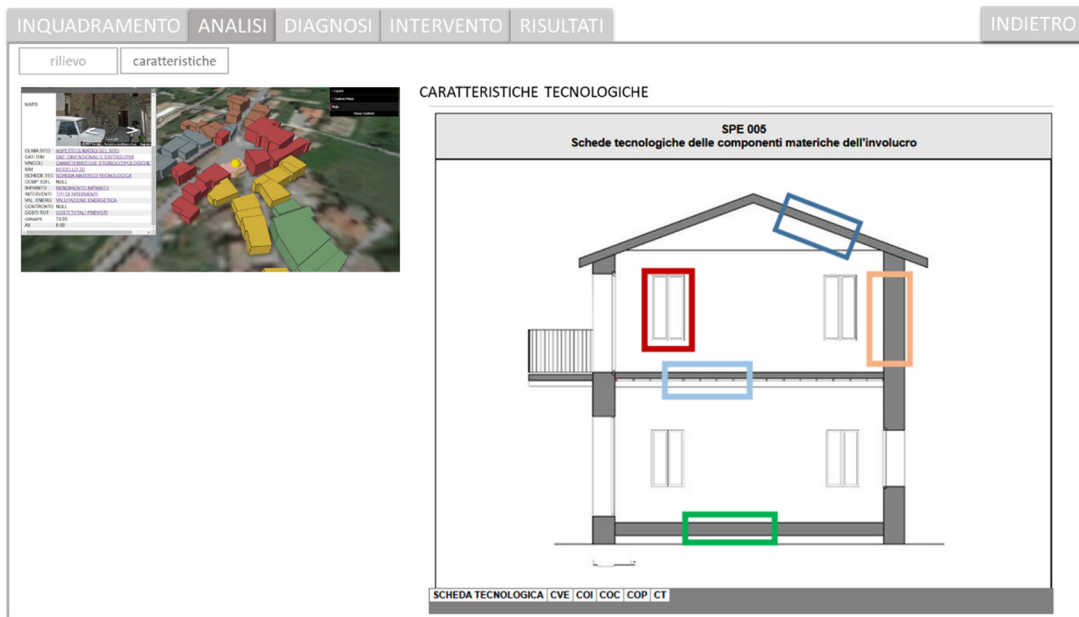


Figura 51- Visualizzazione modello 3d bim navigabile e collegamento a schede vincoli



Figura 52- Visualizzazione di alcune funzionalità del modello 3d in ambiente bim

Si chiude la parte di analisi con la conoscenza delle caratteristiche tecnologico-costruttive senza entrare nel dettaglio tecno-fisico in quanto rientra nella fase diagnostica. La visualizzazione permette di conoscere di cosa è composto l'involucro opaco e dalla sezione tipo, cliccando sulle zone colorate che contraddistinguono le diverse componenti, si entra nella scheda di dettaglio entrando di conseguenza nella fase diagnostica in quanto si inizia di fatto a valutare, e quindi diagnosticare, gli elementi di involucro (Fig.53).



*Figura 53-Visualizzazione della home delle caratteristiche tecnologiche*

Cliccando nei singoli componenti che si vede in figura si passa direttamente alla fase di diagnosi in cui si analizza nel dettaglio la componente sia essa verticale, orizzontale o trasparente fornendo dati utili a capire il livello di isolamento di partenza analizzando i dettagli fisici dei materiali che costituiscono l'involucro; di seguito è possibile inserire la tipologia di impianto di riscaldamento a scelta tra i diversi impianti proposti (Figg. 54-58).

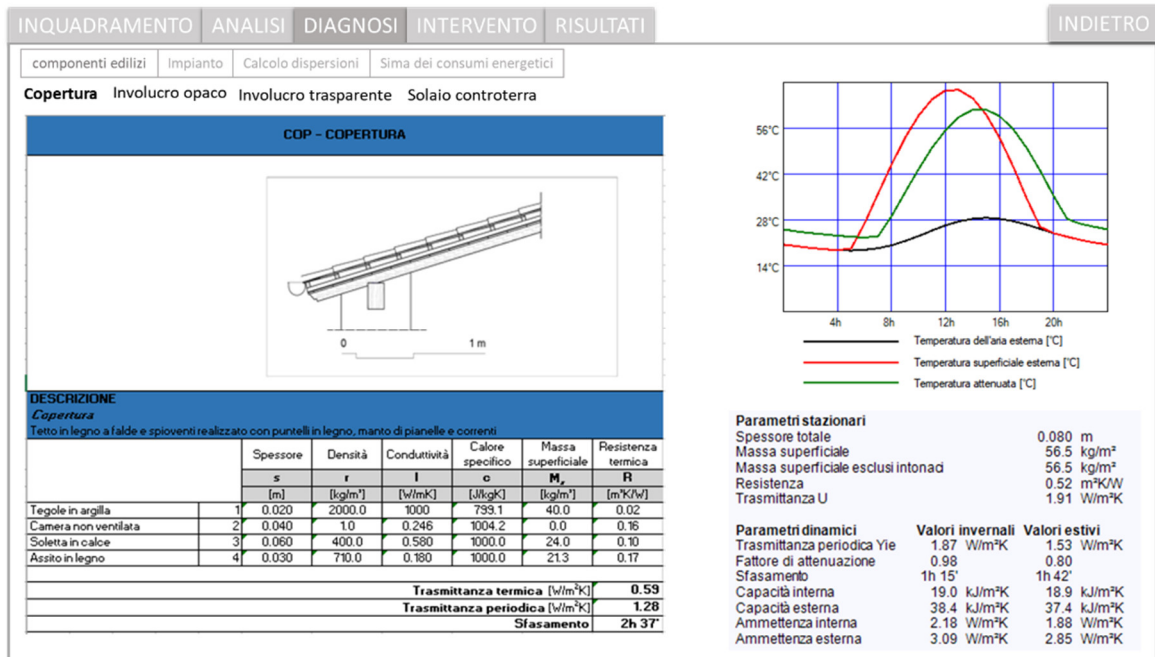


Figura 54- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche della copertura

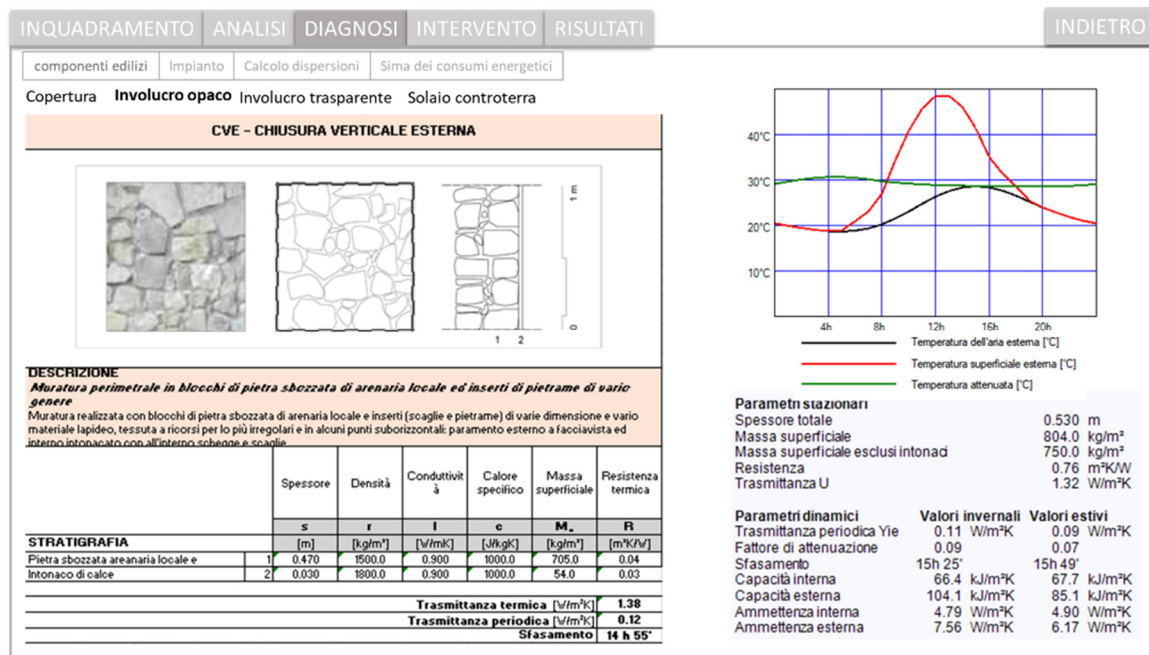


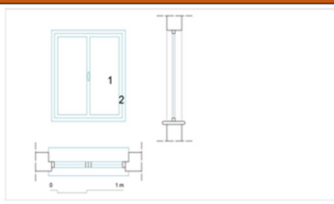
Figura 55- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche dell'involucro opaco

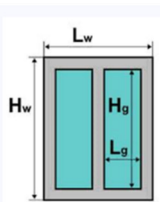
componenti edilizi Impianto Calcolo dispersioni Sima dei consumi energetici

Copertura Involucro opaco **Involucro trasparente** Solaio controterra

INVOLUCRO TRASPARENTE TIPO 1  
INVOLUCRO TRASPARENTE TIPO 2

**CT- CHIUSURA TRASPARENTE**





L<sub>w</sub> = 1.20 m  
H<sub>w</sub> = 2.20 m  
L<sub>g</sub> = 0.45 m  
H<sub>g</sub> = 2.00 m

**DESCRIZIONE**  
**Chiusura trasparente**  
Infisso tradizionale con apertura a due ante e telaio in legno a vetro singolo

	Spessore	Resistenza	Fattore di trasparenza	Fattore di riflessione	Conducibilità	Emissività lato interno	
	s	r	τ	ρ	λ	R	
	[mm]	[m <sup>2</sup> K/W]	[-]	[-]	[W/m.K]	[m <sup>2</sup> K/W]	
Vetro sodico-calico	1	3	0.003	0.88	0.07	1.00	0.837
<b>Trasmittanza termica telaio in legno duro 50 mm [W/m<sup>2</sup>K]</b>						<b>2.20</b>	
<b>Trasmittanza superficie vetrata [W/m<sup>2</sup>K]</b>						<b>5.78</b>	
<b>Sfasamento</b>						<b>2h 37'</b>	

Figura 56- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche dell'involucro trasparente

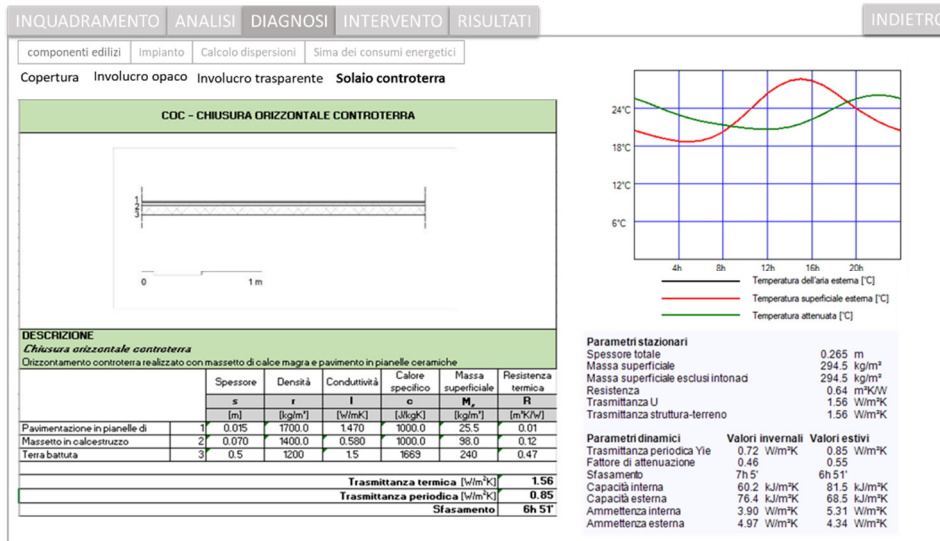


Figura 57- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche del solaio controterra

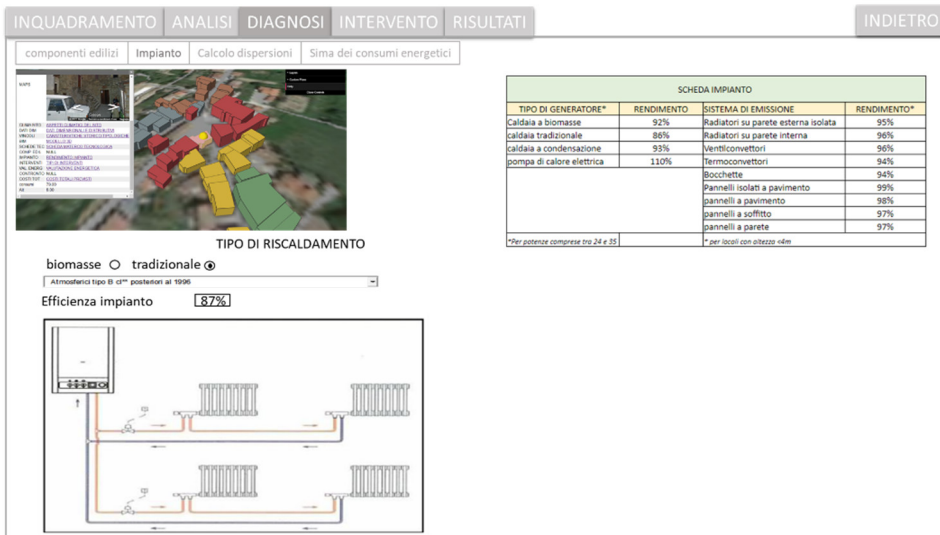


Figura 58- - Visualizzazione delle caratteristiche tecnologiche dell'impianto

Una volta calcolata la trasmittanza dell'involucro nelle sue diverse parti, si calcolano le dispersioni di energia mediante il tool interno di riferimento visualizzabile nella figura 59 in basso a sinistra nel quale andranno inseriti alcuni valori di riferimento come ad esempio il volume totale, i ricambi d'aria/h e le superfici e le trasmittanza delle diverse componenti che sono state analizzate, ottenendo l'energia dispersa per componente e l'energia dispersa totale. Questi dati andranno reinserti nella scheda delle caratteristiche di involucro nei valori totali stimati, in quanto derivano appunto da un calcolo e verranno visualizzati anche in maniera grafica col

riferimento fotografico (Figg. 60). Si continua poi nel tool di riferimento con la possibilità di calcolare una stima dei fabbisogni di energia per l'ACS e per i consumi elettrici<sup>1</sup> in riferimento a consumi standardizzati o nel caso in cui si fosse a conoscenza dei dati sul consumo energetico è possibile inserire direttamente il valore nel tool. (Fig. 61)

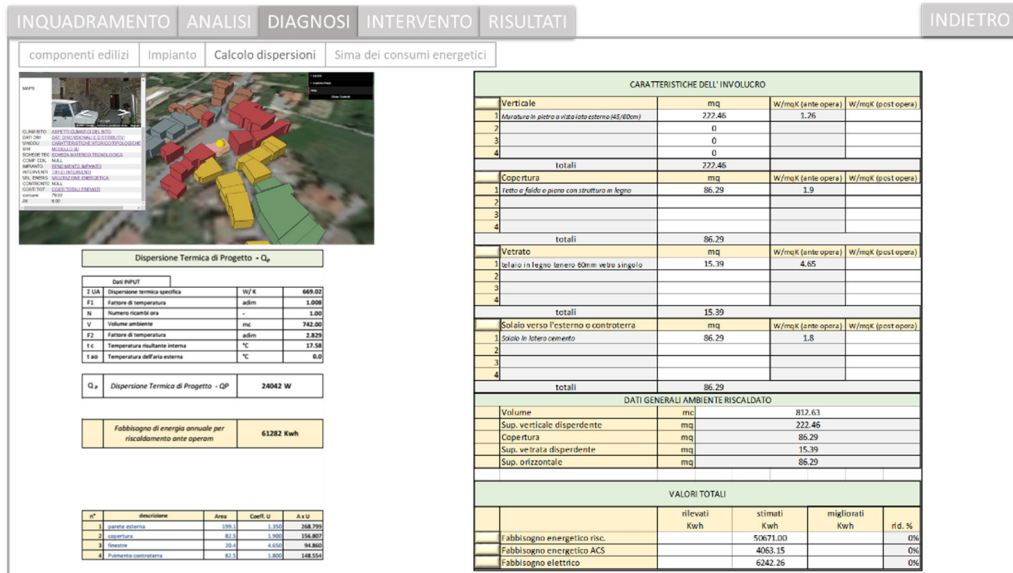


Figura 59- Visualizzazione delle caratteristiche dell'involucro dell'edificio



Figura 60- Visualizzazione delle caratteristiche d'involucro dell'edificio e le dispersioni

<sup>1</sup> Per il calcolo della stima si fa riferimento a quanto trattato nel paragrafo 3.5.3.2 a pag. 136.



STIMA CONSUMO ACS			
<b>1680</b>	Consumo ACS medio famiglie	<b>3</b>	pers.
<a href="http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html">http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html</a>			
standard dimensionale legge 1460/63		1pers.=	<b>80</b> mc
aumentato del 40% considerando i maggiori spessori murari			
80+40%=	<b>112</b>	3x112=	336 mc
1680= Kwh di energia consumata ogni 330 Mc			
Vol.tot / 336 = n. famiglie teorico			
n. famiglie teorico x 1680=Kwh annuali			

STIMA CONSUMO ELETTRICO			
<b>2581</b>	Consumo elettrico medio famiglie	<b>3</b>	pers.
<a href="http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html">http://kilowattene.enea.it/kilowattene-consumi-famiglie.html</a>			
standard dimensionale legge 1460/63		1pers.=	<b>80</b> mc
aumentato del 40% considerando i maggiori spessori murari			
80+40%=	<b>112</b>	3x112=	336 mc
2581= Kwh di energia consumata ogni 330Mc			
Vol.tot / 336 = n. famiglie teorico			
n. famiglie teorico x 2581=Kwh annuali			

Figura 61- Procedura di calcolo per la stima dei consumi di ACS e energia elettrica

Arrivati a questo punto si inizia la seconda fase che è quella dell'INTERVENTO.

In questa sezione si ripercorre in parte le tappe della diagnosi ma apportando tutte quelle modifiche che andranno ad incidere sul miglioramento energetico. Infatti, si inizia con una tabella “Scelta degli interventi” in cui ci indirizza alle parti di involucro su cui intervenire e come intervenire; cliccando in ogni componente infatti appare una ulteriore tabella in cui si mette in relazione la tipologia costruttiva con la tipologia di intervento e questo per tutte le componenti di involucro; la risposta è se si può intervenire o non intervenire, oppure se è fattibile l'intervento solo in caso di ristrutturazione oppure su un edificio esistente e in funzione (Fig.62). Al termine di questa tabella è presente un pulsante che ci collega con il tool dei materiali per l'isolamento che ci informa sulle caratteristiche isolanti dei materiali più diffusi nel mercato e il range di costo espresso in €/mq del solo materiale coibente. (Fig. 63). Diversa è invece la scheda dell'involucro trasparente in cui ci si limita a offrire alcune tipologie di infisso con materiali come il legno, l'alluminio e il pvc in abbinamento a tipologie di vetrate singole, doppie e triple (Fig. 64).

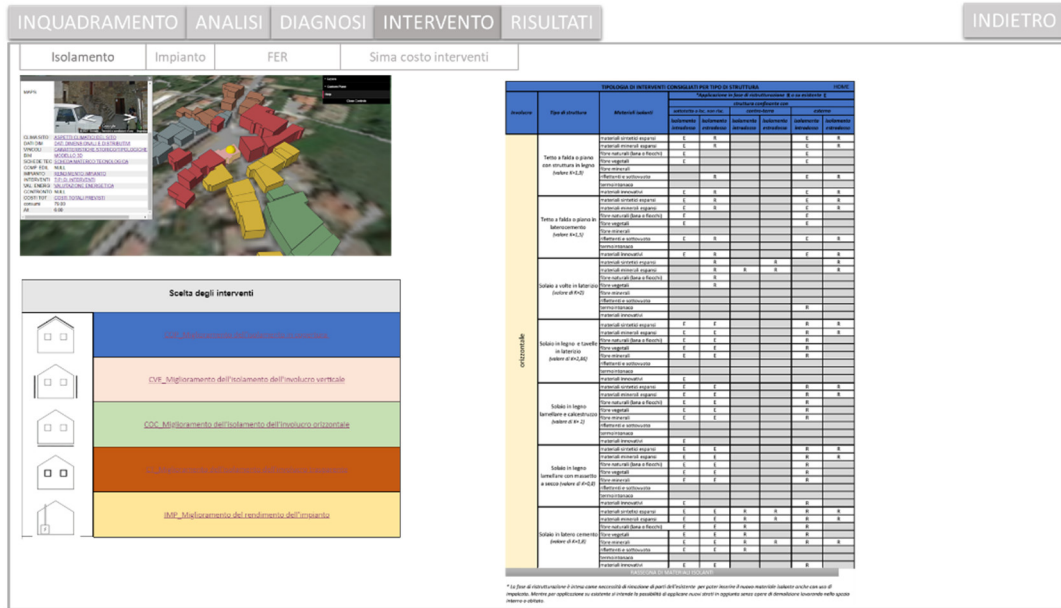


Figura 62- Visualizzazione della scelta degli interventi

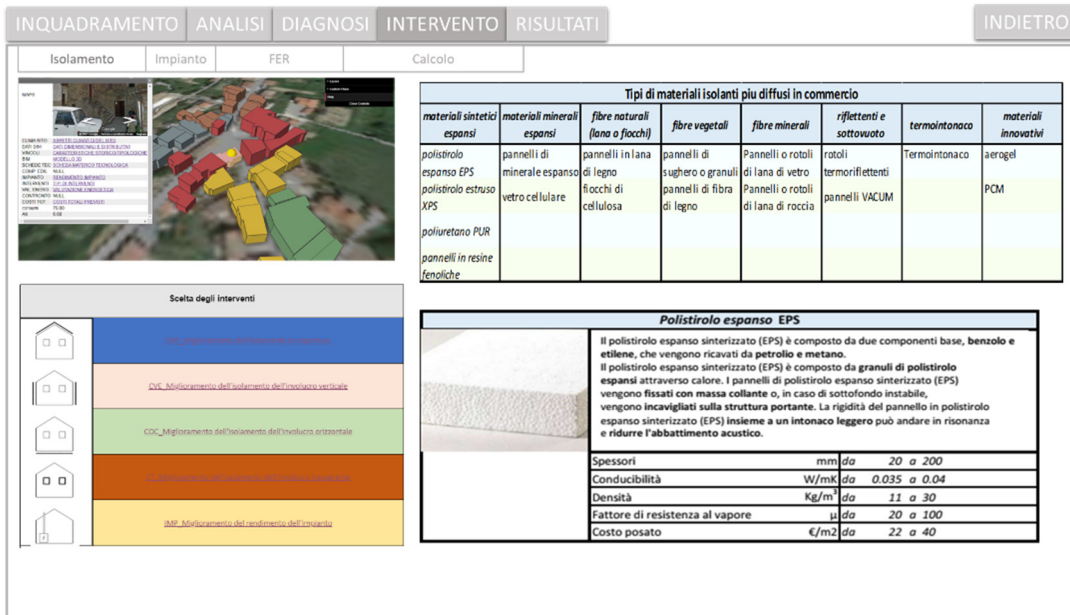



Figura 63- Visualizzazione del database dei materiali isolanti

INDIETRO

INQUADRAMENTO ANALISI DIAGNOSI INTERVENTO **RISULTATI**

Isolamento Impianto FER Calcolo



Trasmissione termica dei vetri e telai													
Tipo	vetro	Dimensioni in mm	Gas in intercapedine	U (W/mqK)	Infilzo in Regine termose (60mm)		Infilzo in allumina (77.50mm)		Infilzo in PVC 5 camere mm				
					U (W/mqK) infilo	costo mq	U (W/mqK) infilo	costo mq	U (W/mqK) infilo	costo mq			
Vetro singolo	Non trattato	4	\	5.8	1.8	4.65	\	1.6	4.58	\	1.2	4.84	\
	basso emissivo (+0,05)	4	\	5.7	1.8	4.63	\	1.6	4.56	\	1.2	4.82	\
Vetro doppio	Non trattato	4-4-4	aria	2.42	1.8	2.43	€ 900.00	1.6	2.36	€ 400.00	1.2	2.22	€ 250.00
	basso emissivo (+0,05)	4-4-4	argon	1.93	1.8	2.11	€ 900.00	1.6	2.04	€ 400.00	1.2	1.89	€ 250.00
	Non trattato	4-4-4	krypton	1.25	1.8	1.68	€ 900.00	1.6	1.61	€ 400.00	1.2	1.46	€ 250.00
	basso emissivo (+0,05)	4-12-4	aria	1.34	1.8	1.75	€ 900.00	1.6	1.67	€ 500.00	1.2	1.53	€ 300.00
Vetro doppio con una camera	Non trattato	4-12-4	argon	1.02	1.8	1.53	€ 900.00	1.6	1.46	€ 500.00	1.2	1.32	€ 300.00
	basso emissivo (+0,05)	4-12-4	krypton	0.91	1.8	1.46	€ 900.00	1.6	1.39	€ 500.00	1.2	1.25	€ 300.00
	Non trattato	4-20-4	aria	1.34	1.8	1.74	€ 950.00	1.6	1.67	€ 500.00	1.2	1.53	€ 300.00
	basso emissivo (+0,05)	4-20-4	argon	1.05	1.8	1.55	€ 950.00	1.6	1.48	€ 500.00	1.2	1.34	€ 300.00
Vetro triplo con due camere	Non trattato	4-6-4-6-4	aria	1.81	1.8	2.06	€ 400.00	1.6	1.99	€ 650.00	1.2	1.85	€ 350.00
	basso emissivo (+0,05)	4-6-4-6-4	argon	1.48	1.8	1.83	€ 400.00	1.6	1.76	€ 650.00	1.2	1.61	€ 350.00
	Non trattato	4-6-4-6-4	krypton	1.01	1.8	1.53	€ 400.00	1.6	1.45	€ 650.00	1.2	1.31	€ 350.00
	basso emissivo (+0,05)	4-6-4-6-4	aria	1.36	1.8	1.75	€ 450.00	1.6	1.68	€ 700.00	1.2	1.54	€ 450.00
Vetro triplo con due camere	Non trattato	4-6-4-6-4	argon	1.16	1.8	1.62	€ 450.00	1.6	1.55	€ 700.00	1.2	1.41	€ 450.00
	basso emissivo (+0,05)	4-6-4-6-4	krypton	0.77	1.8	1.37	€ 450.00	1.6	1.3	€ 700.00	1.2	1.16	€ 450.00
	Non trattato	4-12-4-12-4	aria	1.24	1.8	1.67	€ 500.00	1.6	1.6	€ 700.00	1.2	1.46	€ 450.00
	basso emissivo (+0,05)	4-12-4-12-4	argon	0.96	1.8	1.5	€ 500.00	1.6	1.43	€ 700.00	1.2	1.28	€ 450.00
Vetro triplo con due camere	Non trattato	4-12-4-12-4	krypton	0.71	1.8	1.33	€ 500.00	1.6	1.26	€ 700.00	1.2	1.12	€ 450.00
	basso emissivo (+0,05)	4-12-4-12-4	argon	0.71	1.8	1.33	€ 500.00	1.6	1.26	€ 700.00	1.2	1.12	€ 450.00

**Scelta degli interventi**

- VVE\_Miglioramento dell'isolamento in verticale
- CVE\_Miglioramento dell'isolamento dell'involucro verticale
- COE\_Miglioramento dell'isolamento dell'involucro orizzontale
- TE\_Miglioramento dell'efficienza dell'impianto fotovoltaico
- IMP\_Miglioramento del rendimento dell'impianto

Figura 64- Visualizzazione della scheda dell'involucro trasparente con le caratteristiche dei telai e vetri

Successivamente si passa alla scelta del sistema impiantistico che si vuole inserire, e anche qui una tabella agevola la scelta offrendo diverse soluzioni con ognuna la percentuale di rendimento (Fig. 65). Arrivando verso la fine di questa sezione si arriva alla possibilità di inserire e calcolare la scelta di un eventuale impianto di ACS mediante pannelli solari per inserire negli interventi anche una quota di energia rinnovabile. L'inserimento avviene andando nella sezione *fabbisogno energetico ACS* nella quale si apre il collegamento al tool di calcolo già descritto nel capitolo precedente che permette appunto il dimensionamento in base all'utenza di un impianto solare termico (Fig.66).

INQUADRAMENTO ANALISI DIAGNOSI INTERVENTO **RISULTATI** INDIETRO

Isolamento Impianto FER Calcolo

**Scelta degli interventi**

- CIL Miglioramento dell'isolamento laterale
- CIV Miglioramento dell'isolamento dell'involucro verticale
- CIC Miglioramento dell'isolamento dell'involucro orizzontale
- CIP Miglioramento dell'isolamento del pavimento
- IMP Miglioramento del rendimento dell'impianto

SCHEDA IMPIANTO			
TIPO DI GENERATORE*	RENDIMENTO	SISTEMA DI EMISSIONE	RENDIMENTO*
Caldaia a biomasse	92%	Radiatori su parete esterna isolata	95%
caldaia tradizionale	86%	Radiatori su parete interna	96%
caldaia a condensazione	93%	Ventilconvettori	96%
pompa di calore elettrica	110%	Termoconvettori	94%
		Bocchette	94%
		Pannelli isolati a pavimento	99%
		pannelli a pavimento	98%
		pannelli a soffitto	97%
		pannelli a parete	97%

\*Per potenze comprese tra 24 e 35      \* per locali con altezza <4m

biomasse     tradizionale     Pompa di calore

A gas a condensazione c<sup>+++</sup>

Temperatura fluido termovettore

>60°     <60°

Terminali

Radiatori su parete esterna isolata

Efficienza impianto **93%**

Figura 65- Visualizzazione delle tipologie di impianto da scegliere

INQUADRAMENTO ANALISI DIAGNOSI INTERVENTO **RISULTATI** INDIETRO

Isolamento Impianto FER Calcolo

**Disponibilità di superficie di copertura versante SUD**

0.00 mq

**SOLARE TERMICO**

0.00 mq

Località: **Avodi Perno**

Tipo di utenza: **Sola ACS**

numero utenze: **3**

consumo pro-capite (litri): **55**

consumo giornaliero di acqua calda (litri/giorno): **165**

Temperatura di alimentazione (°C): **50**

Temperatura di utilizzo (°C): **48**

Marca dei collettori: **SONNENRAFT - SK 500**

Modello: **SK 500**

P (h<sub>tot</sub>): **0.804**

F<sub>UL</sub>: **3.93**

Γ: **0.0017**

Superficie unitaria (m<sup>2</sup>): **2.22**

Collettori installati: **1**

Superficie complessiva (m<sup>2</sup>): **2.215**

Inclinazione collettori (°): **30**

Orientamento: **0**

Temp. Media di captazione (°C): **70**

Energia solare incidente (kWh/anno): **3.627**

Energia solare prodotta dall'impianto (kWh/anno): **1.565**

Energia producibile: **1.611**

Integrazione solare GEN-DIC (%): **59%**

Integrazione solare APR-OTT (%): **82%**

Coefficiente di utilizzo (%): **97%**

Efficienza media di captazione: **44%**

**COEFF. UTILIZZO**

Superficie (m<sup>2</sup>): **2.2**

N. Collettori: **1**

Integraz. solare: **59%**

Angolo: **30°**

Subs: **0°**

COEFF. UTILIZZO: **111**

Vol. Acc. (l): **111**

INCLINAZIONE (°): **30**    AZIMUTH (°): **0**    SUPERFICIE CAPTANTE (m<sup>2</sup>): **2.2**

Figura 66- Visualizzazione del tool di calcolo per il risparmio di ACS mediante pannelli solari

Dopo aver valutato gli interventi da effettuare si arriva al calcolo finale da effettuarsi mediante il tool di calcolo accessibile dalla linguetta **CALCOLO**. Il tool che nella figura 67 è presente in basso a sinistra è lo stesso utilizzato per la valutazione energetica dello stato di fatto, ma ora vengono inseriti i valori di trasmittanza che possono assumere le componenti edilizie esistenti a seguito di interventi. Per ogni componente di involucro è possibile

conoscere il nuovo valore della trasmittanza e lo spessore del materiale isolante necessario grazie a dei tool di riferimento che per interpolazione tra la trasmittanza di partenza e lo spessore del materiale coibente forniscono il valore della trasmittanza totale della struttura esaminata necessaria per il rispetto della normativa nazionale. Questo tool è accessibile dal pulsante giallo posto alla sinistra di ogni componente di involucro (Fig. 68).

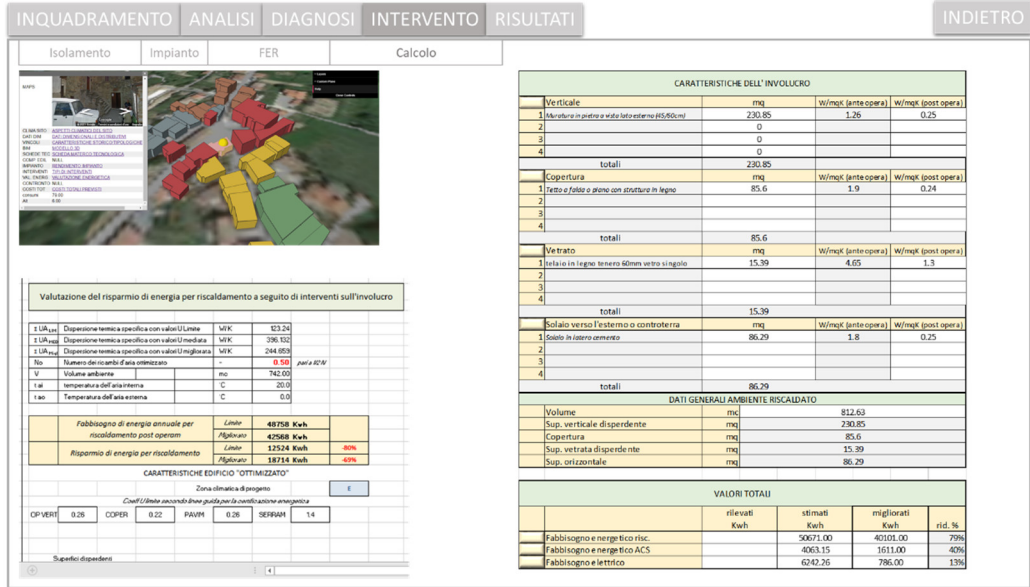


Figura 67- Inserimento dei nuovi valori di trasmittanza a seguito degli interventi scelti

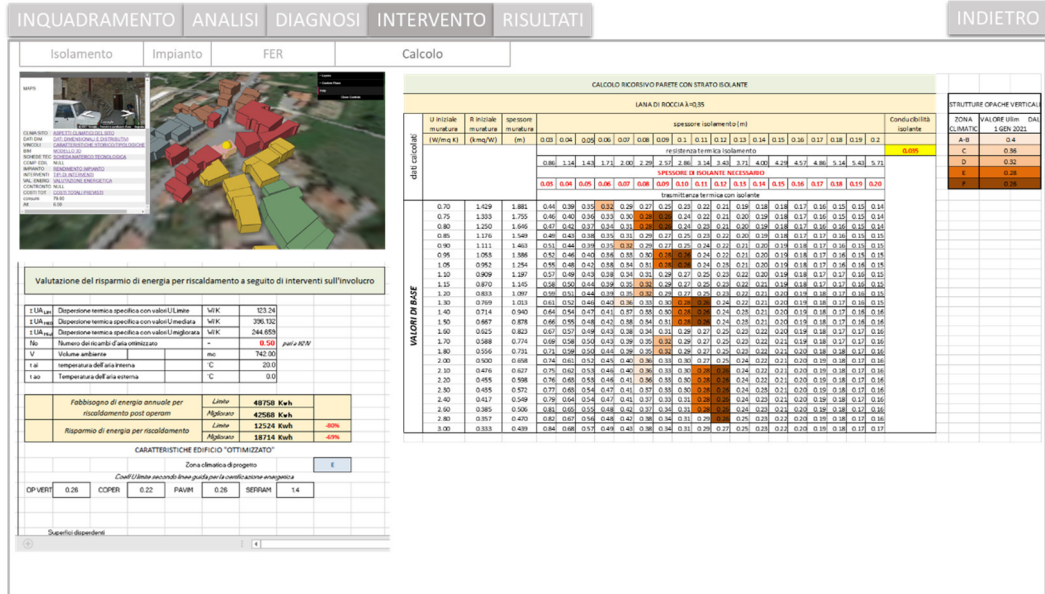


Figura 68- Visualizzazione del calcolo ricorsivo della trasmittanza

Stabiliti i nuovi valori di trasmittanza e mentre il tool ci offre la possibilità di avere un riepilogo dei dati geometrici dell'edificio scorrendo in basso, arriviamo alla riga del calcolo dei valori di miglioramento energetico (Fig. 69). In queste caselle andremo ad inserire il fabbisogno energetico per il riscaldamento migliorato prendendolo dal tool di calcolo in basso a sinistra dove avevamo immesso i nuovi valori di trasmittanza. Allo stesso modo per quanto riguarda il miglioramento della produzione di ACS cliccando il pulsante giallo si ritorna al tool già descritto per il dimensionamento dell'impianto solare termico per verificare i kwh che il nuovo impianto solare termico andrà a produrre.

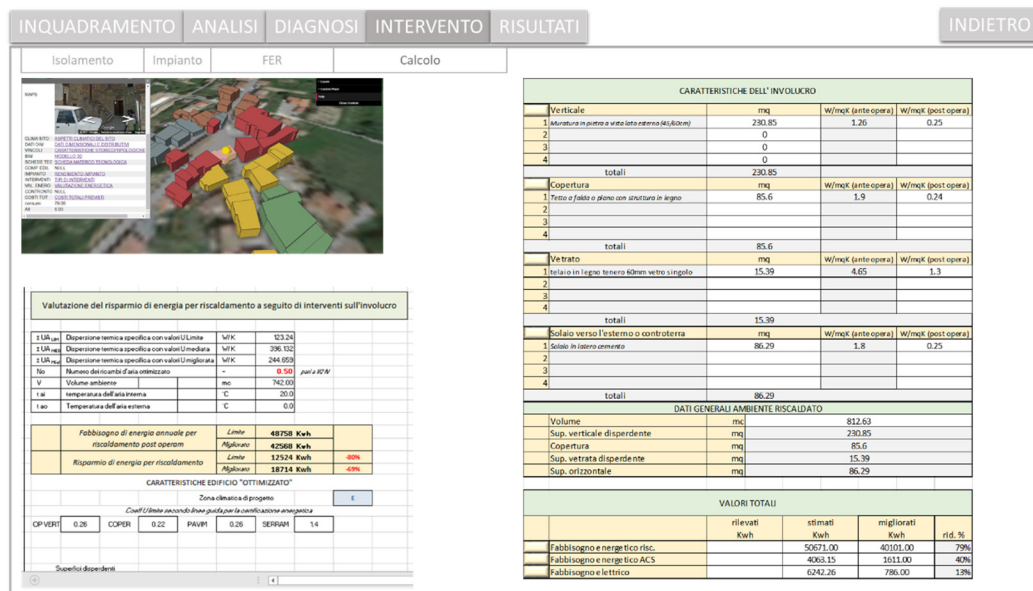


Figura 69- Visualizzazione del calcolo del miglioramento energetico

La parte finale della piattaforma, è rappresentata dai risultati ottenuti. Per l'esempio che è stato svolto in questo ultimo capitolo, è stato preso come riferimento un solo edificio ma effettuando lo stesso processo per tutti gli altri edifici noi andremmo ad ottenere più tipi di risultati: uno che riguarda il singolo edificio, uno che riguarda l'intero cluster e uno, che in buona sostanza rappresenta l'obiettivo finale dello studio svolto, è ottenere il risultato globale dell'intero borgo.

Dalla linguetta *RISULTATI* si accede quindi all'ultima sezione della piattaforma dove abbiamo una visualizzazione molto simile alla presentazione dei cluster (Fig.70) con l'unica differenza che in questo momento, cliccando sul singolo edificio, si ha la possibilità di visualizzare in modo distinto i miglioramenti energetici apportati; il fabbisogno di energia per il riscaldamento mediante la riduzione delle perdite attraverso l'involucro e la riduzione di energia impiegata per la produzione di acqua calda sanitaria mediante l'installazione di pannelli solari termici e eventualmente se si è avuta la possibilità di installare un impianto fotovoltaico. Si ottiene come risultato i Kwh risparmiati e il valore percentuale (Fig.71).



Figura 70- Visualizzazione dei risultati ottenuti (home page dei risultati)

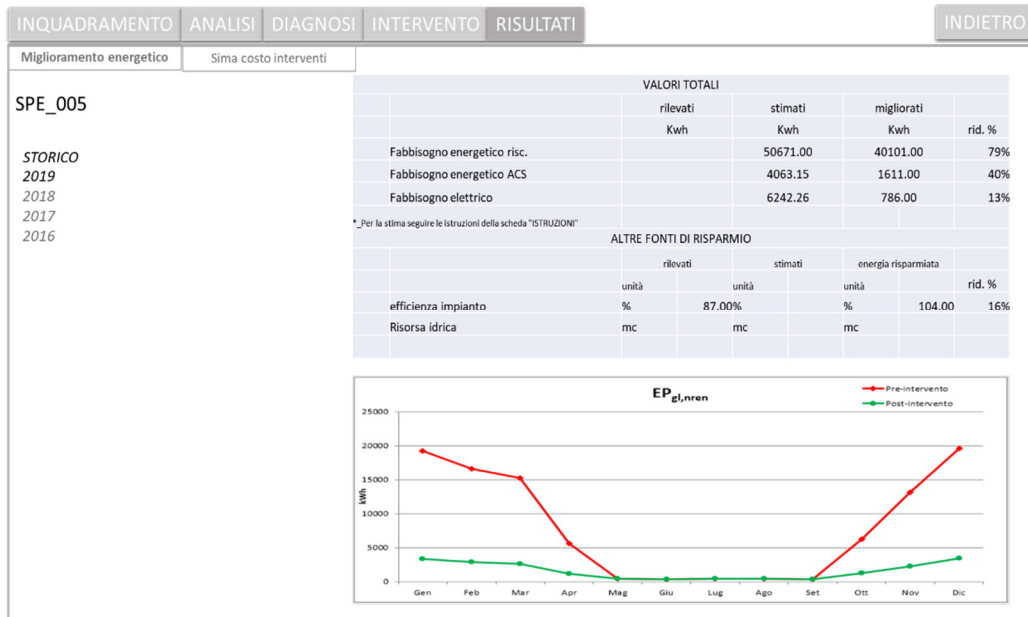


Figura 71- Visualizzazione dei risultati di miglioramento energetico ottenuti del singolo edificio

Cliccando la linguetta in alto *stima costo interventi* abbiamo un riepilogo degli interventi effettuati e quali materiali utilizzati con il prezzo al mq. Il risultato è il costo per il solo intervento di miglioramento energetico necessario per quell’immobile (Fig.72).



INQUADRAMENTO		ANALISI	DIAGNOSI	INTERVENTO	RISULTATI	INDIETRO
Miglioramento energetico		Stima costo interventi				
SPE_005						
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
STORICO 2019 2018 2017 2016	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
					€/mq	€
	Sup. verticale disperdente	mq 222.46	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 6.674
	Copertura	mq 86.29	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 2.589
	Sup. vetrata disperdente	mq 15.39	telaio legno tenero 60mm con doppio vetro e kripton		€ 350	€ 5.387
	Sup. orizzontale disperdente	mq 86.29	vetro cellulare		€ 100	€ 8.629
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
					€/mq	€
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	Circolazione naturale con pannelli piani vetrati e accumulo		€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850
TOTALI					€ 32.328	

Figura 72- Visualizzazione della stima dei costi di intervento del singolo edificio

Tornando indietro alla schermata dei cluster, se clicchiamo sui testi che descrivono i diversi cluster avremo, con le stesse modalità che abbiamo visto sopra, sia i valori sui miglioramenti energetici sia le spese necessarie per questi ultimi, che riguardano in questo caso l'intero cluster e anche la possibilità di vedere un grafico che rappresenta i Kwh risparmiati dei singoli edifici appartenenti al cluster interrogato (Figg. 73-75)

INQUADRAMENTO		ANALISI	DIAGNOSI	INTERVENTO	RISULTATI	INDIETRO
Miglioramento energetico		Stima costo interventi				
Q_SPE_001						
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			783395.00	587579.00	75%	
ACS			62180.30	30424.00	48.93%	
Elettricità			95528.19	8286.00	8.67%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi		rilevati	stimati	energia risparmiata		
	unità	unità	unità	unità	rid. %	
Efficienza impianto	%	87.00 %		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc	mc		mc		
						<a href="#">grafico</a>

Figura 73- Visualizzazione dei risultati di miglioramento energetico ottenuti nel singolo cluster

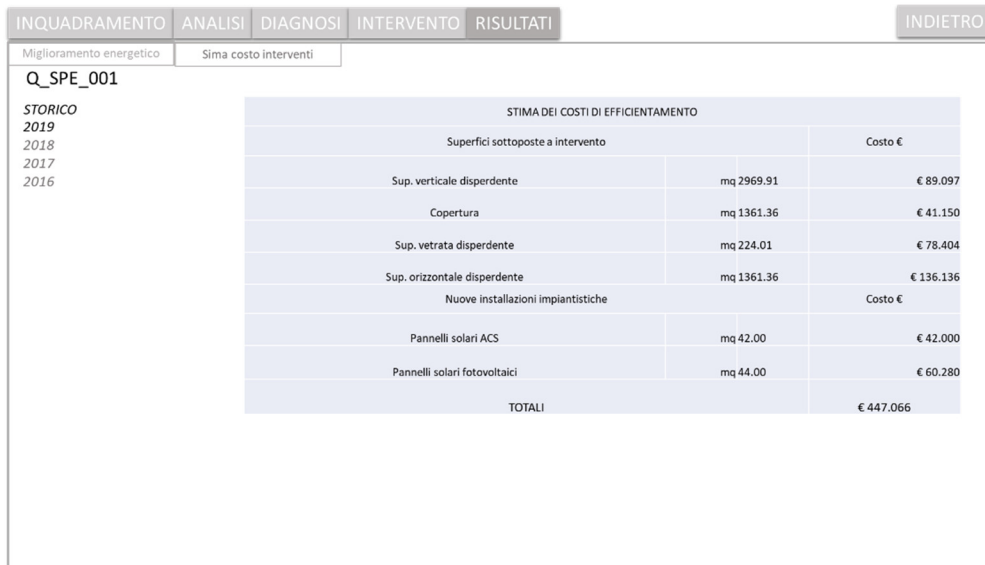


Figura 74- Visualizzazione della stima dei costi di intervento nel singolo cluster

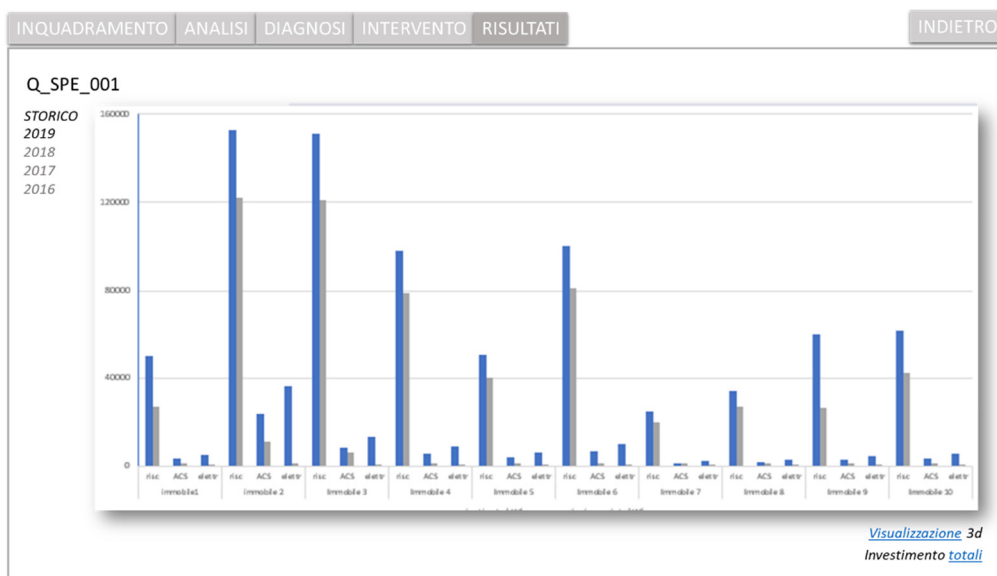


Figura 75- Visualizzazione grafica della stima dei costi di intervento nel singolo cluster

Come si nota dall'ultima immagine in fondo a destra c'è un comando rapido per passare alla visualizzazione dei risultati che riguardano a questo punto l'intero borgo di Spelonga. Il clic esercitato su questo punto ci permette di visualizzare graficamente l'andamento dei risparmi energetici ottenuti negli edifici del borgo seguendo una gradazione di colore dal rosso (meno performante) al verde (più performante) ritornando di conseguenza sul

nostro spazio GIS che avevamo lasciato momentaneamente durante le fasi strettamente necessarie al calcolo. Ritornando indietro nella home page dei risultati e cliccando su “*Spelonga completo*” (vedi fig.70) possiamo poi analizzare nel dettaglio sia i miglioramenti energetici ottenuti su tutto il borgo e i costi di investimento necessari.

Queste ultime due informazioni vanno a rappresentare in buona sostanza la sommatoria dei risultati ottenuti per i singoli cluster. (Fig. 76-78)

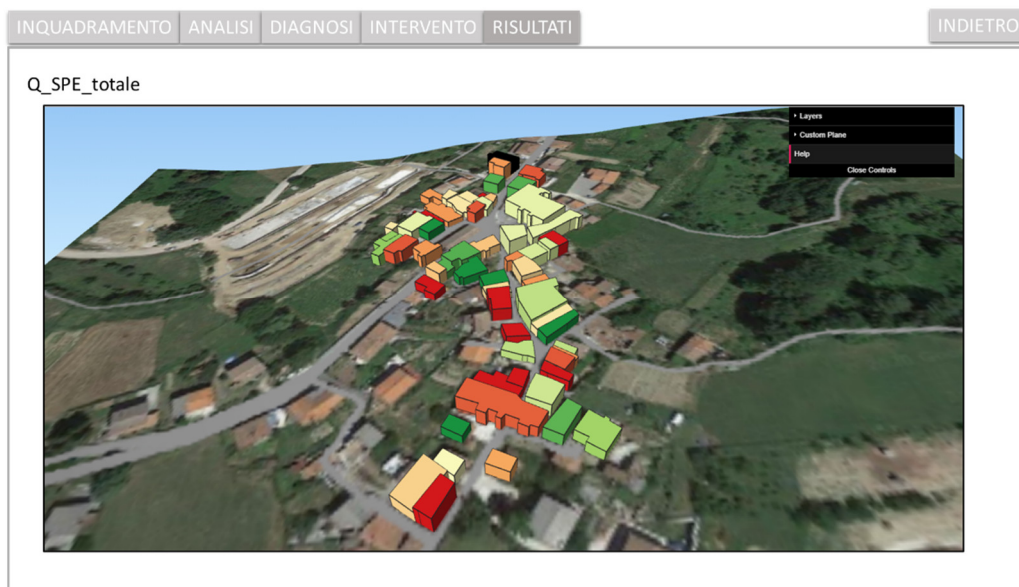


Figura 76- Visualizzazione grafica dei risultati in ambiente 3d Gis

INQUADRAMENTO						ANALISI						DIAGNOSI						INTERVENTO						RISULTATI						INDIETRO					
Miglioramento energetico												Sima costo interventi																							
<b>Spelonga</b>																																			
<b>STORICO</b> 2019 2018 2017 2016																																			
												<b>VALORI TOTALI</b>																							
Consumi						rilevati						stimati						migliorati																	
						Kwh						Kwh						Kwh		rid. %															
Riscaldamento												783395.00						587579.00		75%															
ACS												62180.30						30424.00		48.93%															
Elettricità												95528.19						8286.00		8.67%															
												<b>ALTRI FONTI DI RISPARMIO</b>																							
Consumi						rilevati						stimati						energia risparmiata																	
						unità		%				unità		%				unità		rid. %															
Efficienza impianto						%		87.00 %				%		104.00				16%																	
Risorsa idrica						mc		mc				mc																							

Figura 77- Visualizzazione dei risultati di miglioramento energetico ottenuti nell'intero borgo

INQUADRAMENTO		ANALISI	DIAGNOSI	INTERVENTO	RISULTATI	INDIETRO
Miglioramento energetico	Sima costo interventi					
<b>Spelonga</b>						
<i>STORICO</i>						
2019						
2018						
2017						
2016						
<b>STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO</b>						
Superfici sottoposte a intervento					Costo €	
Sup. verticale disperdente		mq	18047.94		€	648.985
Copertura		mq	8318.34		€	251.403
Sup. vetrata disperdente		mq	1418.16		€	496.356
Sup. orizzontale disperdente		mq	8318.34		€	831.834
Nuove installazioni impiantistiche					Costo €	
Pannelli solari ACS		mq	252.00		€	252.000
Pannelli solari fotovoltaici		mq	267.00		€	365.790
<b>TOTALI</b>					<b>€ 2.846.367</b>	

Figura 78- Visualizzazione della stima dei costi di intervento nell' intero borgo

Abbiamo visto quindi come la piattaforma può offrire delle soluzioni preordinate o lasciare al fruitore la possibilità di stimare delle scelte proprie giustificando dati sul miglioramento e costi.

L'amministrazione pubblica da questo punto di vista ha già in mano uno studio di fattibilità conoscendo i tipi di intervento, il costo del solo efficientamento e la quantità di energia risparmiata, dati essenziali per la partecipazione a bandi nazionali o europei.

## 5\_CONCLUSIONI

Nella prima parte, circoscritta la situazione attuale sull'efficientamento del patrimonio costruito mediante l'analisi dello stato degli studi, della cornice normativa e del quadro culturale in atto, si è cercato di gettare basi più chiare su come sia evoluto nel tempo il rapporto tra patrimonio storico ed efficienza energetica, trovando come via di conciliazione quella del miglioramento: ciò che emerge è che il favorevole clima comunitario, sostanziato da una forte cornice normativa che accomuna gli stati membri, ha permesso la spinta verso la riqualificazione delle costruzioni esistenti, ponendo sempre più riguardo non solo alla necessità di contenere i consumi nella chiave dell'efficientamento, ma anche all'obbligo di conservare e trasmettere alle generazioni future molteplici valori materiali e immateriali che l'esistente porta con se.

Di questo patrimonio, escludendo gli edifici dell'ultimo ventennio costruiti rispettando le leggi sul contenimento dei consumi energetici, una buona parte rappresenta edilizia prodotta durante il boom economico nazionale, per la quale gli interventi di ristrutturazione e miglioramento energetico possono configurarsi come operazioni riconducibili a standardizzazione.

La parte che invece viene chiamata più in causa in questa tesi di ricerca, risulta presentare valori più complessi, come quelli storici, quelli d'inserimento paesistico e ambientale, quelli immateriali, i quali non necessariamente presuppongono disposizioni di tutela, o di particolare regime normativo che li attenzioni da un punto di vista operativo: data la natura del paesaggio italiano rappresentato più ampiamente da aggregati e centri storici costituiti da edilizia tradizionale piuttosto che monumentale, la quale spesso è puntualità ed emergenza di contesto, il costruito esistente che presenta una certa età testimonia le nostre radici, i luoghi dove siamo nati e cresciuti e acquisisce importanza nella memoria collettiva.

Pertanto, dall'iniziale analisi sulle teorie, la linea della ricerca che la tesi ha cercato di inseguire affonda le sue radici "sul come" strutturare una possibile, tra le tante già in uso, metodologia di intervento per portare in efficienza il costruito storico: emerge che, se è possibile allinearsi agli

obiettivi proposti dalla normativa, tuttavia un'interpretazione troppo rigida dei modelli valutativi e degli indici prestazionali vigenti rischierebbe di indirizzare qualsiasi ipotesi verso una sorta di accanimento terapeutico sull'esistente, inseguendo a tutti i costi l'innalzamento della prestazione e l'allineamento ad una classe energetica soddisfacente.

Detto ciò, lo stato dell'arte odierno sull'efficienza energetica nelle costruzioni storiche rivela maggiore chiarezza e sicurezza rispetto al passato, non esonerando gli edifici da possibilità di interventi migliorativi ed abbracciando la visione propria della conservazione integrata: quest'ultima di sicuro non si trincerava dietro una conservazione in tutto e per tutto, condannando l'esistente ad un immobilismo interventistico certo precursore di disfunzionalità, abbandono e quindi obsolescenza, ma piuttosto spinge verso l'uso e attualità della funzione dell'edilizia storica. Il compromesso tra mero efficientamento e conservazione è indubbiamente rappresentato dalla via mediana del miglioramento energetico, ventilata e suggerita come strategia dalla *Linee di indirizzo* Mibact più volte richiamate, le quali, in maniera mirata ed in virtù delle possibilità che la struttura permette e non unicamente per gli edifici vincolati, cercano di suggerire una graduazione degli interventi da effettuarsi sulla base di una solida conoscenza del manufatto.

L'apparato legislativo, nonostante gli sforzi fatti recentemente per rinnovare energeticamente e strutturalmente le costruzioni esistenti con l'attuazione del Superbonus 110%, ha imposto ancora troppi requisiti nelle costruzioni vincolate. Come, ad esempio, assicurare il passaggio di due classi energetiche per accedere alla super detrazione oppure garantire un salto di una classe energetica asseverando che non si è potuto far di meglio per ragioni tecnico economiche. Ma quale è il limite delle condizioni tecnico economico per non operare affinché si possa accedere alla super detrazione? Il messaggio che in qualche modo ho voluto far passare con la stesura di una metodologia e di una piattaforma che avesse ripercorso lo stesso percorso metodologico è stato proprio quello di verificare in maniera più ampia le potenzialità di un edificio storico e in un'ottica di intervento, scegliere

quello più efficace che dia una migliore risposta in termini energetici e quindi economici. Ad esempio, fermarsi solo alla sostituzione della superficie vetrata qualora ci trovassimo di fronte ad un edificio con mattoni a faccia vista, oppure solo sull'impianto o magari, se la tipologia costruttiva lo avesse consentito, poter intervenire su tutto l'involucro.

Quello che emerge dalla ricerca di tesi è la necessità di un'apertura di linee di ricerca che supportino più fortemente la formazione professionale, ed anche accademica, con un quadro scientifico sistemico che coinvolge le varie discipline operanti nel campo. La ricerca scientifica nel campo dell'efficienza energetica dimostra di aver superato la fase dell'adolescenza e si prepara ad una ipotetica integrazione sistemica dei campi disciplinari coinvolti. Di sicuro al centro c'è la realtà del progetto che vede il progettista coinvolto con una messa in campo dei propri saperi professionali, maturati sia da una formazione accademica capace di fornire saperi e competenze per una concezione olistica del progetto che da un percorso lavorativo maturato con esperienze specifiche. Parallelamente però se l'approccio teorico dimostra una maturazione progressiva che supporta la formazione accademica dei profili in uscita; dall'altra parte i titoli abilitativi edilizi che potrebbero essere implicati in un'operazione di miglioramento energetico non pongono veti sulla natura della figura professionale addetta: facendo ad esempio il caso della ristrutturazione edilizia che rappresenta più significativamente un reale intervento di recupero tecnologico e funzionale dell'edificio esistente, le figure professionali addette spaziano dal geometra all'architetto all'ingegnere, con eccetto qualche limite imposto dai rispettivi regimi ordinistici. Quindi il campo delle operazioni su un eventuale edificio storico dipende esclusivamente, in questo caso, dalla sensibilità professionale. Non si può invocare neanche l'operazione del restauro, competenza quasi esclusiva dell'architetto, in quanto come ampiamente dimostrato nella presente tesi la maggior parte dell'edificato storico non è vincolato e quindi non sottoposto ad un ulteriore controllo sulla qualità del progetto. Adesso è più che mai fondamentale contribuire a fornire un

approccio chiaro alla ristrutturazione edilizia data la grande ondata cui stiamo assistendo.

Facendo un esempio, la semplice operazione di miglioramento energetico mediante sistemi di efficientamento della facciata su borghi o comunque aggregati edilizi che ricadono in zona B, notoriamente di perimetro al centro storico potrebbero compromettere la qualità del paesaggio urbano. Ritorna ad essere una questione aperta, che in parte rimane in evidenza nella presente ricerca, la via mediana con cui approcciare la progettazione dell'esistente, svincolandosi in parte dai rigidi standard prestazionali della normativa ed accettando la via del miglioramento anziché dell'adeguamento, per preservare anche il paesaggio come suggerito dalle linee di indirizzo del MIBACT.

Ciò che emerge più fortemente è la necessità di riportare sotto gli occhi del dibattito dell'architettura la qualità del progetto sull'esistente soprattutto nell'attuale momento storico, in cui la corsa all'intervento di efficientamento potrebbe compromettere seriamente i valori architettonici: il costruito esistente pone in essere un livello di attenzione più elevata rispetto alla progettazione del nuovo che richiede sia un eventuale team pluridisciplinare ( Architetto, ingegnere, geometra, impiantista, ecc.) che un maggiore controllo negli enti di governo del territorio, i quali dovrebbero garantire comunque un vaglio critico sugli impatti urbani e paesaggistici di qualsiasi intervento.

Questo comporta la formazione di un progettista, se infatti da un lato emerge che la normativa di natura prestazionale debba essere applicata come effettivamente richiesto su nuovi e vecchi edifici, dall'altro per l'esistente "storicizzato" risulta necessario un approccio più svincolato dalla stessa, che contempi allo stesso tempo intervenire per salvaguardare un patrimonio di così grande importanza da trasmettere alle generazioni future svincolandosi dalla normativa in atto intervenendo sul costruito storico con un progetto che sia affidato alla sensibilità del progettista che in questo caso deve essere una figura specializzata che sappia tenere bene insieme le discipline della conservazione e della sostenibilità.



## **6\_BIBLIOGRAFIA**

Nella presente ricerca, considerando la rapida evoluzione normativa che alimenta significativamente l'aggiornamento costante dello stato degli studi, si preferisce restituire una mappatura per macroaree tematiche individuate con la discussione intorno al binomio conservazione ed efficienza energetica, le policy europee, internazionali e di riflesso italiane sull'efficienza energetica del costruito ed infine le metodologie e gli strumenti per la diagnosi e valutazione. Questa suddivisione agevola una visione panoramica per anno sullo stato degli studi e sulle ricerche che hanno apportato contributi utili.

### **CONSERVAZIONE E SOSTENIBILITÀ: LO STATO DELLA QUESTIONE E PROSPETTIVE DI CONCILIAZIONE**

#### **1977**

Brandi C., *Teoria del restauro*, Einaudi, Torino 1977.

#### **2000**

Avrami E., Mason R., De La Torre M., *Values and Heritage conservation. Research and Report*, Los Angeles, The Getty Trust, 2000.

Urbani G., *Dal restauro alla manutenzione*, in B. Zanardi (a cura di), *Intorno al restauro*, Skira, Milano 2000.

#### **2001**

Carbonara G., *Trattato di restauro architettonico*, Utet, Torino 2001.

Carbonara G., *Restauro Architettonico e impianti*, vol.1, Utet, Torino 2001.

#### **2003**

CENSIS, *XXXVII Rapporto sulla situazione sociale del paese*, Franco Angeli, Milano, 2003.

Dall'O G. (a cura di), *Gli impianti nell'architettura e nel restauro*, Utet, Torino 2003.

#### **2005**

Torsello P., *Che cos'è il restauro. Nove studiosi a confronto*, Marsilio, Venezia 2005.

## **2006**

Commissione Europea, *Libro verde sull'efficienza energetica: fare più con meno*, COM (2006) 105 definitivo, Bruxelles 2006.

## **2007**

Vecco M., *L'evoluzione del concetto di patrimonio culturale*, Franco Angeli, Milano 2007.

## **2010**

A.T.T.E.S.S., *La qualità delle prestazioni energetico - ambientali nella manutenzione dell'architettura storica*, Metadistretto Veneto Beni Culturali, Regione Veneto, Venezia, 2010.

Della Torre S., Pianezze F., Pracchi V., *Efficienza energetica e patrimonio architettonico: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, in "Arkos", 2010, 23, pp. 52-58.

Della Torre S., *Sostenibilità e conservazione di fronte al mito dell'efficienza energetica*, in "Ananke", 60, 2010, pp. 141-143.

Maranzana C., Zarappa A., *Edifici storici sostenibili. La storia infinita*, in "Costruire", 355, pp. 86-93.

## **2012**

Pianezze F., *L'obiettivo del miglioramento dell'efficienza energetica nel processo di conservazione del costruito storico*, tesi di dottorato, XXIV ciclo, Politecnico di Milano, anni 2009-2012, tutor Prof. S. della Torre, Prof. V. Pracchi.

## **2013**

Commissione Europea, *Libro verde. Un quadro per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030*, COM (2013) 169 final, Bruxelles 2013.

Lucchi E., Pracchi V., *Efficienza energetica e patrimonio costruito. La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica*, Maggioli Editore, Milano, 2013.

## **2014**

Dall' O G., *Smart City, la rivoluzione intelligente delle città*, Il Mulino, Bologna, 2014.

De Santoli L. (a cura di), *L'efficienza energetica negli edifici storici*, Editoriale Delfino, Milano 2014.

Di Ruocco, *Strategie innovative non invasive per l'efficientamento energetico degli edifici storici. Ricognizione della ricerca, italiana ed internazionale, sulle recenti sperimentazioni relative a metodologie e tecniche di efficientamento energetico dell'edilizia storica*, Cues, Fisciano 2014.

Mazzarella L., *Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view*. Paper presented at the *Edifici di valore storico: progettare la riqualificazione*, AiCARR, Roma, 2014.

## **2015**

Mazzarella L., *Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view*, in "Energy and Buildings", 95, 2015, pp. 23-31.

## **2016**

Calzolari M., *Prestazione energetica delle architetture storiche: sfida e soluzioni*, Franco Angeli, Milano 2016.

Cinieri V., Savini A., *Conservazione e sostenibilità: priorità o compromesso? Proposta per un approccio metaprogettuale*, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *Eresia ed ortodossia nel restauro. Progetti e realizzazioni*, Arcadia 2016, pp. 115-126.

Battisti A., *Guidelines for energy efficiency in the cultural heritage*, in "Techne, Journal of Technology for Architecture and Environment", 12, 2016, pp. 65-73.

## **2017**

Baggio M. L., Tinterri C., Dalla Mora T., Righi A., Peron F., Piercarlo Romagnoni, *Sustainability of a historical building renovation design through the application of LeeD® rating system*, in "Energy Procedia", 113, 2017, pp. 382 – 389.

Pracchi V., *In equilibrio tra soppesare e misurare. Alcune riflessioni su sostenibilità ed efficienza energetica nell'edilizia storica* in "Materiali e strutture: problemi di conservazione", 12, 2, 2017, pp. 67-81.

## **2018**

Buda A., Pracchi V., *Potentialities and criticalities of different retrofit guidelines in their application on different case studies*, *The 3<sup>rd</sup> International Conference on Energy Efficiency*, in *Historic Buildings*, Visby Sweden, September 26- 27 2018, Uppsala University, pp. 283-293.

## **2020**

Buda A., Pracchi V., *Le linee di Indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio costruito: indagini per la definizione di uno strumento guida adeguato alle esigenze di tutela*, in Maria Grazia Ercolino (a

cura di), *Restauro: Conoscenza e conservazione, Sezione 5.2 - Tutela, pratica, codici e norme - Casistiche e interpretazioni*, Quasar, Roma 2020.

Camera dei deputati, XVIII legislatura, Servizio Studi, *Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione*, in "Documentazione e ricerche", 32/2, 2020.

Gravagnuolo, A., Angrisano, M., Nativo, M., *Evaluation of environmental impacts of historic buildings conservation through Life Cycle Assessment in a circular economy perspective.*, in "Aestimum", 241-272. <https://doi.org/10.13128/aestim-100047>

Pracchi V., *Sostenibilità versus sostenibilità. Alcuni equivoci tra conservazione ed efficienza energetica*, in "Recupero e Conservazione magazine", 161, 2020, pp. 14-23.

## **2021**

Antonini. E., Favaretto G., Pretelli M., *Heritage buildings towards the future: conservation and circular economy for sustainable development*, in "TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environmen", 2, 2021, pp. 117-121.

Fabbrocino F., Iodice P.; Fusco Girard L., *The Evaluation of Historic Building Energy Retrofit Projects through the Life Cycle Assessment*, in "Applied Sciences", 11, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11157145>

## **STRATEGIE PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA NELLA POLICY INTERNAZIONALE, EUROPEA E ITALIANA**

### **1987**

Brundtland G., *Our common future: The World Commission on Environment and development*, Oxford, Oxford University Press, 1987.

### **2010**

Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione. Europa 2020. Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile, inclusiva*, COM (2010) 2020 definitivo, Bruxelles 2010.

### **2014**

Eurac, *Energy efficiency solutions for historic buildings. A handbook*, Birkhäuser, Basel 2014.

## 2018

European Commission, *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European economic and social Committee and the committee of the regions, A New European Agenda for Culture*, COM (2018) 267 final, Bruxelles 2018.

## 2019

Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione, Il Green New Deal Europeo*, COM (2019) 640 final, Bruxelles 2019.

Direzione VIII, Ufficio IV, Dipartimento del Tesoro, Ministero Economia e Finanze, *Rapporto sui beni immobili delle amministrazioni pubbliche*, 2019.

European Commission, *Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU, Final report*, European Union, November 2019.

Filippidou F., Jimenez Navarro J.P., *Achieving the cost-effective energy transformation of Europe's buildings*, EUR 29906 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

## 2020

Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), *Rapporto annuale efficienza energetica 2020 - RAEE 2020*, Roma 2020.

AAVV, *Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings*, in "Energy & Building", 225, 2000, pp. 2-20.

Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Un traguardo climatico 2030 più ambizioso per l'Europa*, COM (2020) 562 final, Bruxelles, 2020.

Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione al parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: inverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita*", Bruxelles, 2020.

Eurostat, *Energy data - 2020 edition*, Luxembourg, Publications Office of the European Union 2020.

Ministero dello sviluppo economico (MISE), Direzione generale per l'approvvigionamento, *L'efficienza e la competitività energetica, Relazione annuale sull'efficienza energetica*, 2020.

Openpolis-Agi, *Clima e ambiente 2020. I progressi dei paesi Ue e dell'Italia rispetto agli obiettivi di Europa 2020*, 2020.

United Nations Environment Programme (UNEP), *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*, Nairobi 2020.

## **2021**

European Commission, *Commission Recommendation on Energy Efficiency First: from principles to practice. Guidelines and examples for its implementation in decision-making in the energy sector and beyond*, COM (2021) 7014 final, Commissione Europea, Bruxelles, 2021.

## **METODOLOGIE E STRUMENTI PER LA DIAGNOSI E LA VALUTAZIONE ENERGETICA NEL COSTRUITO**

## **2003**

Franceschi F., Germani L., *Manuale operativo per il restauro architettonico, metodologie di intervento per il restauro e la conservazione del patrimonio storico*, DEI, Roma, 2003.

## **2006**

S. Werner, N. Constantinescu, *EcoHeatCool WP1: The European heat market, Work Packag. Deliv. Ecohaetcool EU Proj.* (2006), pp. 58–62.

Caiffa E., *Sistemi informativi geografici*, ENEA, 2006, Roma pp.53-54.

## **2007**

Zevi (a cura di), *Manuale di restauro*, Mancosu Editore, Roma, 2007 p. 10

## **2008**

Fassina V., *Il Comitato Europeo di Normativa CEN/TC 346 Conservazione dei Beni Culturali*, in “Kermes”, 71, luglio-settembre 2008, pp. 14 e ss.

## **2012**

Lucchi E., *Diagnosi energetica strumentale degli edifici. Termografia e analisi non distruttive. Normativa e procedure operative*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2012.

## **2013**

AA.VV., *Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information*, The McKinsey Global Institute, October 2013

## 2015

AGENDA NAZIONALE PER LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO INFORMATIVO PUBBLICO (ANNO 2015)

## 2016

Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J.: “*An improved LOD specification for 3D building models*”. *Computers, Environment, and Urban Systems*, 2016, vol. 59, pp. 25-37.

Lucchi E., *Diagnosi energetica dell’edilizia storica* in “*Casa e clima*”, n.61, 2016, pp.39-42.

GSE, *Valutazione del potenziale nazionale e regionale di applicazione della cogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento efficiente*, 2016.

## 2018

A. Dénarié, M. Calderoni, M. Motta, *Industrial excess heat recovery in district heating: Data assessment methodology and application to a real case study in Milano*, Italy, 2019, p.170–182. doi: 10.1016/j.energy.2018.09.153.

## 2019

Pierleoni A., Losco G. Roncaccia E., *Guidelines for the environmental sustainability and the energy efficiency of Arquata del Tronto*, in Fiore P., D’Andria E. a cura di “*I centri minori... da problema a risorsa*”, Franco Angeli, Milano, 2019.

## 7\_SITOGRAFIA

ABC, Global status report for buildings and construction  
<https://globalabc.org>

Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, United Nations  
<https://sdgs.un.org/goals>

Agenzia delle Entrate, Superbonus  
<https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/superbonus-110%25>

Agenda Nazionale partecipata per la valorizzazione del patrimonio informativo pubblico  
<http://open.gov.it/monitora/1-agenda-nazionale/>

A.T.T.E.S.S.  
<https://www.veneto.beniculturali.it/progetto-atte>

Catasto energetico nazionale  
<https://siape.enea.it/>

CEN/TC 346 - Comitato tecnico conservazione del patrimonio culturale  
<https://standards.iteh.ai/catalog/tc/cen/782ad083-d5d4-4d4f-ac6d-36572d262c15/cen-tc-346>

Censimento degli immobili curato dal MEF 2017  
[http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita\\_istituzionali/patrimonio\\_pubblico/censimento\\_immobili\\_pubblici/rapporti\\_annuali\\_immobili/rapporti\\_dettaglio/rapporto\\_dettaglio\\_2017.html](http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita_istituzionali/patrimonio_pubblico/censimento_immobili_pubblici/rapporti_annuali_immobili/rapporti_dettaglio/rapporto_dettaglio_2017.html)

Censimenti Istat edifici  
<https://www.istat.it/it>

EFFESSUS  
<https://www.effesus.eu/>

ENEA, Rapporto annuale sull'efficienza energetica 2020  
<https://www.energiaenergetica.enea.it/pubblicazioni/raee-rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica/rapporto-annuale-sull-efficienza-energetica-2021.html>

European Commission  
[https://ec.europa.eu/info/index\\_en](https://ec.europa.eu/info/index_en)

European Commission\_Smart City  
[https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en](https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en)

Eurostat, Energy balances  
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>



Eurostat, Energy data

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables>

Green Building Council Italia - Protocollo GBC Historic Building

<http://2016.gbccitalia.org/risorse/169?locale=it>

*Green New Deal Europeo*

[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)

Ministero Economia e Finanze (MEF), Rapporto annuale immobili pubblici

[http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita\\_istituzionali/patrimonio\\_pubblico/censimento\\_immobili\\_pubblici/rapporti\\_annuali\\_immobili/rapporti\\_dettaglio/rapporto\\_dettaglio\\_2017.html](http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita_istituzionali/patrimonio_pubblico/censimento_immobili_pubblici/rapporti_annuali_immobili/rapporti_dettaglio/rapporto_dettaglio_2017.html)

Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT), *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* (PNIEC)

[https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf)

NASA

<https://earthdata.nasa.gov/>

*Renovation wave initiative*

<https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12376-Commission-Communication-Renovation-wave-initiative-for-the-building-sector>

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

[https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/file/Finale\\_PNRR.pdf](https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/file/Finale_PNRR.pdf)

Vincoli in rete MIBACT

<http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login>

*3encult*

<https://www.3encult.eu/en/project/welcome/default.html>

[https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT\\_Case%20Study%201.pdf](https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT_Case%20Study%201.pdf)

[https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT\\_Case%20Study%202.pdf](https://www.3encult.eu/en/casestudies/Documents/3ENCULT_Case%20Study%202.pdf)

Temi della Camera dei Deputati: efficienza energetica

[https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18\\_risparmio\\_efficienza\\_energetica.html](https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18_risparmio_efficienza_energetica.html)

Sunearthtools

<https://www.sunearthtools.com/it/tools/coordinates-latlong-sunpath-map.php>

## **8 \_LEGISLAZIONE**

### **NORMATIVA NAZIONALE**

*Legge 373/1976, Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici.*

*D.P.R. 1052/1977, Regolamento di esecuzione alla legge 30 aprile 1976, n. 373, relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici.*

*D.M. 10 marzo 1977, Determinazione delle zone climatiche, dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici di dispersione termica.*

*Legge 10/1991, Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.*

*D.P.R. 412/1993, Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.*

*D.P.R. 551/1999, Regolamento recante modifiche al [d.P.R. 26 agosto 1993, n. 412](#), in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia*

*D. Lgs. 24/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.*

*D. Lgs. 192/2005, Attuazione della direttiva (UE) 2018/844, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, della direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia, e della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*

*D. Lgs. 311/2006, Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.*

*Legge 296/2006, Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (Finanziaria 2007).*

*Legge 244/2007, Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (Finanziaria 2008).*

*D. Lgs. 115/2008, Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.*

D.P.R. 59/2009, *Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.*

D.M. 26/6/2009, *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.*

DL 63/2013, *Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale, convertita nella Lg. Agosto 2013, n. 90, Conversione in legge del DL 4 giugno 2013.*

Legge 90/2013, *Conversione in legge del DL 4 giugno 2013.*

Legge 282/15 del 19 ottobre 2016, *Accordo di Parigi.*

MIBACT, *Linee d'indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale*, Roma, 2015.

D. Lgs. 48/2020, *Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.*

Legge 77/2020, *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34, recante misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19. (20G00095).*

## **NORMATIVA EUROPEA**

Consiglio d'Europa, *Risoluzione del Consiglio, del 17 dicembre 1974, concernente gli obiettivi per il 1985 della politica energetica comunitaria.*

Consiglio d'Europa, *Direttiva 93/76/CEE del Consiglio, del 13 settembre 1993, intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE).*

European Parliament and Council, *Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings*, Official Journal of the European Communities 2002.

European Commission, *Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC*, Official Journal of the European Union 2004.

European Parliament and Council, *Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and*

*energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC*, Official Journal of the European Union 2006.

European Parliament and Council, *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast)*, Official Journal of the European Union 2010.

European Parliament and Council, *Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*, Official Journal of the European Union 2012.

Legge 282/15 del 19 ottobre 2016, Accordo di Parigi.

European Parliament and Council, *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency*, Official Journal of the European Union 2018.

Commissione Europea, *Comunicazione della Commissione - Il Green Deal europeo*, COM (2019) 640 final dell'11 dicembre 2019, Bruxelles 2019.

Commissione Europea, *Comunicazione della commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: invertire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita*", COM (2020) 662 final, Bruxelles 2020.

Commissione Europea, *Proposta di REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento (UE) 2018/1999 (Legge europea sul clima)*, COM (2020) 80 final, 3 marzo 2020, Bruxelles 2020.

Parlamento Europea e Commissione Europea, *REGOLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 giugno 2021 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento (CE) n. 401/2009 e il regolamento (UE) 2018/1999 («Normativa europea sul clima»)*, Official Journal of European Union, 2021.

European Commission, *ANNEX to the COMMISSION RECOMMENDATION on Energy Efficiency First: from principles to practice. Guidelines and examples for its implementation in decision-making in the energy sector and beyond*. C(2021) 7014 final, Bruxelles 2021.

## **CARTE, DICHIARAZIONI E PROTOCOLI INTERNAZIONALI**

### **1972**

United Nation (UN), *Dichiarazione delle Nazioni Unite sull'ambiente umano*, Stoccolma 1972.

Ministero della Pubblica Istruzione (M.P.I.), *Carta del Restauro*, 1972.

### **1975**

*Carta europea del patrimonio architettonico*, Stoccolma, 1975.

### **1992**

Conferenza sull'ambiente e lo sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED), *Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo*, Rio de Janeiro 1992.

### **2002**

The International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre (UNEP- IETC), *Agenda 21 on sustainable construction*, 2002.

### **2007**

Conferenza delle parti (COP 23), *Protocollo di Kyoto*, 2007.

### **2011**

International Council of Monuments and sites (ICOMOS), *The Paris Declaration on heritage as a driver of development, adopted at Paris on Thursday 1st December 2011*, Paris 2011.

### **2015**

Conferenza delle parti (COP21), *Paris Agreement*, Parigi 2015.

### **2018**

Leeuwarden Declaration, *Adaptive re-use of the built heritage: preserving and enhancing the values of our built heritage for future generations, Adopted on 23 November 2018 in Leeuwarden*, [ace-cae.eu/fileadmin/New Upload/ 15 EU Project/Creative Europe/Conference Built\\_Heritage/LEEUWARDEN\\_STATEMENT\\_FINAL\\_EN-NEW.pdf](https://www.ace-cae.eu/fileadmin/New_Upload/15_EU_Project/Creative_Europe/Conference_Built_Heritage/LEEUWARDEN_STATEMENT_FINAL_EN-NEW.pdf)

## 9\_NORMATIVA TECNICA

- UNI/TS 11300-1:2014, "*Prestazioni energetiche degli edifici. Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*", 02/10/2014
- UNI 8290-1:1981 + A122:1983, "*Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia*", 01/09/1981
- UNI 8290-2:1983, "*Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti*", 30/06/1983
- UNI 7357:1974+A101:1983+A83:1979+A3:1989, "*Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici*", 01/12/1974 (sostituita da UNI EN 12831:2006)
- UNI EN 832:2001, "*Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali*", 30/06/2001 (sostituita da UNI EN ISO 13790:2008)
- UNI EN 12831:2006, "*Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto*", 14/12/2006
- UNI EN ISO 6946:2008, "*Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo*", 17/07/2008
- UNI EN ISO 7345:1999, "*Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni*", 31/07/1999
- UNI EN ISO 9288:2000, "*Isolamento termico - Scambio termico per radiazione - Grandezze fisiche e definizioni*", 29/02/2000
- UNI EN ISO 10211:2008, "*Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati*", 10/07/2008
- UNI 10351:2015, "*Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto*", 25/06/2015
- UNI EN ISO 9251:1998, "*Isolamento termico - Condizioni di scambio termico e proprietà dei materiali - Vocabolario*", 31/12/1998
- UNI 10375:2011, "*Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti*", 13/10/2011
- UNI 10339:1995, "*Impianti aerulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti*", Giugno 1995
- UNI EN ISO 13788:2013, "*Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale*" - Metodi di calcolo, 20/06/2013
- UNI EN ISO 13789:2008, "*Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo*", 22/05/2001
- UNI EN ISO 13790:2008, "*Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento*", 05/06/2008
- UNI EN 16883:2017, "*Conservazione dei beni culturali - Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici*".

UNI EN 16096:2012, *“Conservazione dei Beni Culturali, indagine e rapporto dello stato di conservazione del patrimonio culturale immobile”*.

UNI CEI EN 16247-2:2014, *“Diagnosi Energetiche – Parte 2 Edifici”*.

UNI EN 16883:2017, *Conservazione dei beni culturali - Linee guida per migliorare la prestazione energetica negli edifici storici*

## 10\_APPENDICE


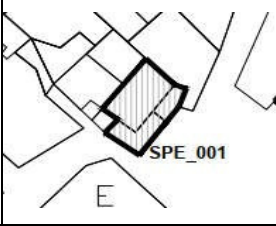
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_001.....	259
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_002.....	271
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_003.....	283
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_004.....	295
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_005.....	307
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_006.....	319
Schede riepilogative dei cluster Q_SPE_unitario .....	331
Tool di calcolo delle dispersioni energetiche.....	340
Tool di calcolo del dimensionamento dei pannelli solari per ACS.....	344
Rassegna dei materiali isolanti.....	345
Tipologia di interventi consigliati per tipo di struttura .....	354
Tabelle trasmittanza copertura .....	359
Tabelle trasmittanze struttura verticale .....	363
Tabelle trasmittanze struttura orizzontale .....	367


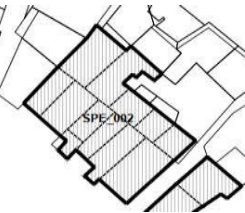




*Schede riepilogative dei cluster Q\_SPE\_001*


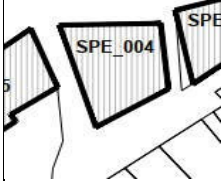
SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_001
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_001
Codice immobile 2	SPE_002
Codice immobile 3	SPE_003
Codice immobile 4	SPE_004
Codice immobile 5	SPE_005
Codice immobile 6	SPE_006
Codice immobile 7	SPE_007
Codice immobile 8	SPE_008
Codice immobile 9	SPE_009
Codice immobile 10	SPE_010
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	

SCHEMA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_001					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_001					
Codice immobile 2	SPE_002					
Codice immobile 3	SPE_003					
Codice immobile 4	SPE_004					
Codice immobile 5	SPE_005					
Codice immobile 6	SPE_006					
Codice immobile 7	SPE_007					
Codice immobile 8	SPE_008					
Codice immobile 9	SPE_009					
Codice immobile 10	SPE_010					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	12436.06				
Sup. verticale disperdente	mq	2969.91				
Copertura	mq	1361.36				
Sup. vetrata disperdente	mq	224.01				
Sup. orizzontale	mq	1361.36				
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			783395.00	587579.00	75%	
ACS			62180.30	30424.00	48.93%	
Elettricit�			95528.19	8286.00	8.67%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unit�		unit�		unit�	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	2969.91		�	89.097
Sup. vetrata disperdente		mq	1361.36		�	41.150
		mq	224.01		�	78.404
	Sup. orizzontale disperdente	mq	1361.36		�	136.136
Nuove installazioni impiantistiche					Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	42.00		�	42.000
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00		�	60.280
TOTALI						� 447.066

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_001						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	149.37	1.35	1.35			
2		0					
3		0					
4		0					
totali		149.37					
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	61.75	1.9	0.21			
2							
3							
4							
totali		61.75					
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	9.3	4.65	4.65			
2							
3							
4							
totali		9.3					
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Solaio in latero cemento	61.75	1.8	1.8			
2							
3							
4							
totali		61.75					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	667.13					
Sup. verticale disperdente	mq	149.37					
Copertura	mq	61.75					
Sup. vetrata disperdente	mq	9.3					
Sup. orizzontale	mq	61.75					
TOTALE ENERGIA RISPARMIATA							
	rilevati	stimati	energia risparmiata				
	Kwh	Kwh	Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.		50181.00	27345.00	54%			
Fabbisogno energetico ACS*		3335.65	1611.00	48%			
Fabbisogno elettrico*		5124.59	688.00	13%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Sup. verticale disperdente	mq	149.37	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.481		
Copertura	mq	61.75	polistirolo espanso EPS	€ 35	€ 2.161		
Sup. vetrata disperdente	mq	9.30	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 3.255		
Sup. orizzontale disperdente	mq	61.75	vetro cellulare	€ 100	€ 6.175		
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740		
<b>TOTALI</b>					<b>€ 21.012</b>		


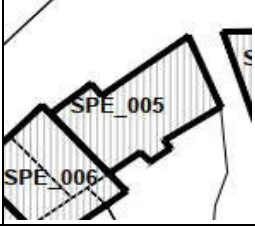
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile		SPE_002						
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica						
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	639	1.35	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		639						
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	490	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		490						
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	69.21	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		69.21						
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	490	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		490						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
Volume		mc	4738					
Sup. verticale disperdente		mq	639					
Copertura		mq	490					
Sup. vetrata disperdente		mq	69.21					
Sup. orizzontale		mq	490					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.			152841.00	122258.00	80%			
Fabbisogno energetico ACS			23690.00	11276.00	48%			
Fabbisogno elettrico			36395.17	1310.00	4%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
efficienza impianto		%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Sup. verticale disperdente		mq	639.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 19.170		
Copertura		mq	490.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 14.700		
Sup. vetrata disperdente		mq	69.21	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 24.224		
Sup. orizzontale disperdente		mq	490.00	vetro cellulare	€ 100	€ 49.000		
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Pannelli solari ACS		mq	15.50	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 15.500		
Pannelli solari fotovoltaici		mq	8.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 10.960		
TOTALI						€ 133.554		


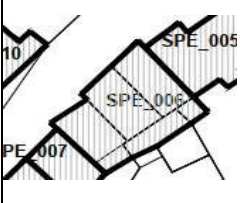
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile	SPE_003					
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica					
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	355.23	1.26	0.25		
2	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	283.95	1.35	0.25		
3		0				
4		0				
totali		639.18				
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	tetto a falda o piano con struttura in legno	191	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		191				
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	36.6	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		36.6				
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	191	1.8	0.25		
2						
3						
4						
totali		191				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
	Volume	mc	1719			
	Sup. verticale disperdente	mq	639.18			
	Sup. orizzontale disperdente	mq	191			
	Sup. vetrata disperdente	mq	36.6			
	Sup. orizzontale	mq	191			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
	Fabbisogno energetico risc.		151180.00	121337.00	80%	
	Fabbisogno energetico ACS		8595.00	6444.00	75%	
	Fabbisogno elettrico		13204.58	786.00	6%	
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"						
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq	639.18 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 19.175	
	Copertura	mq	191.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.730	
	Sup. vetrata disperdente	mq	36.60 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 12.810	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	191.00 vetro cellulare	€ 100	€ 19.100	
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	8.90 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 8.900	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850	
TOTALI					€ 72.565	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE					
DATI IDENTIFICATIVI					
Codice Immobile		SPE_004			
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica			
					
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO					
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	422.8	1.26	0.25	
2		0			
3		0			
4		0			
totali		422.8			
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	111	1.9	0.24	
2					
3					
4					
totali		111			
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	23	4.65	1.3	
2					
3					
4					
totali		23			
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Solaio in latero cemento	111	1.8	0.25	
2					
3					
4					
totali		111			
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO					
Volume		mc	1151		
Sup. verticale disperdente		mq	422.8		
Sup. orizzontale disperdente		mq	111		
Sup. vetrata disperdente		mq	23		
Sup. orizzontale		mq	111		
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
Fabbisogno energetico risc.			98258.00	78891.00	80%
Fabbisogno energetico ACS			5755.00	1611.00	28%
Fabbisogno elettrico			8841.46	786.00	9%

ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati		stimati		energia risparmiata
		unità		unità		rid. %
efficienza impianto		%	87.00	%		16%
Risorsa idrica		mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente		mq	422.80	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 12.684
Copertura		mq	111.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.330
Sup. vetrata disperdente		mq	23.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 8.050
Sup. orizzontale disperdente		mq	111.00	vetro cellulare	€ 100	€ 11.100
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetri e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
TOTALI						€ 44.214


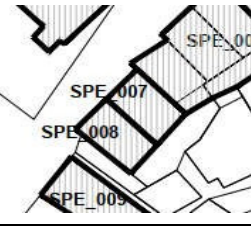
\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE					
DATI IDENTIFICATIVI					
Codice Immobile		SPE_005			
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica			
					
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO					
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	222.46	1.26	0.25	
2		0			
3		0			
4		0			
totali		222.46			
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	86.29	1.9	0.24	
2					
3					
4					
totali		86.29			
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	15.39	4.65	1.3	
2					
3					
4					
totali		15.39			
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Solaio in latero cemento	86.29	1.8	0.25	
2					
3					
4					
totali		86.29			
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO					
Volume		mc	812.63		
Sup. verticale disperdente		mq	222.46		
Copertura		mq	86.29		
Sup. vetrata disperdente		mq	15.39		
Sup. orizzontale		mq	86.29		
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
Fabbisogno energetico risc.			50671.00	40101.00	79%
Fabbisogno energetico ACS			4063.15	1611.00	40%
Fabbisogno elettrico			6242.26	786.00	13%
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"					
ALTRE FONTI DI RISPARMIO					
		rilevati	stimati	energia risparmiata	
		unità	unità	unità	rid. %
efficienza impianto		%	87.00	%	104.00
Risorsa idrica		mc	mc	mc	#DIV/0!
					#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente		mq	222.46	polistirolo espanso EPS	€ 30
Copertura		mq	86.29	polistirolo espanso EPS	€ 30
Sup. vetrata disperdente		mq	15.39	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350
Sup. orizzontale disperdente		mq	86.29	vetro cellulare	€ 100
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000
Pannelli solari fotovoltaici		mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370
TOTALI					€ 32.328


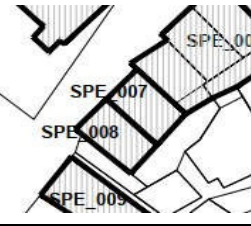
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile		SPE_006				
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica				
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	254.6	1.26	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		254.6				
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	tetto a falda o piano con struttura in legno	146	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		146				
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	12.8	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		12.8				
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	146	1.8	0.25		
2						
3						
4						
totali		146				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume		mc	1337			
Sup. verticale disperdente		mq	254.6			
Copertura		mq	146			
Sup. vetrata disperdente		mq	12.8			
Sup. orizzontale		mq	146			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
Fabbisogno energetico risc.			100110.00	81123.00	81%	
Fabbisogno energetico ACS			6685.00	1611.00	24%	
Fabbisogno elettrico			10270.23	786.00	8%	
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
efficienza impianto		%	87.00	%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc	mc	mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente		mq	254.60	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 7.638
Copertura		mq	146.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.380
Sup. vetrata disperdente		mq	12.80	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 4.480
Sup. orizzontale disperdente		mq	146.00	vetro cellulare	€ 100	€ 14.600
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
TOTALI						€ 40.148

\* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"


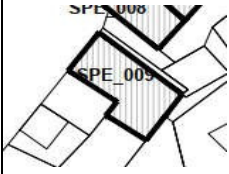



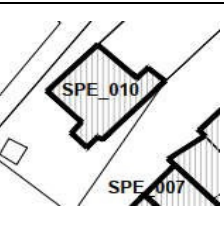
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile		SPE_007				
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica				
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	71.67	1.26	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		71.67				
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	tetto a falda o piano con struttura in legno	40.93	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		40.93				
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	4.33	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		4.33				
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	40.93	1.8	0.25		
2						
3						
4						
totali		40.93				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume		mc	304.92			
Sup. verticale disperdente		mq	71.67			
Copertura		mq	40.93			
Sup. vetrata disperdente		mq	4.33			
Sup. orizzontale		mq	40.93			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
Fabbisogno energetico risc.			24957.00	20170.00	81%	
Fabbisogno energetico ACS			1524.60	1565.00	103%	
Fabbisogno elettrico			2342.26	786.00	34%	
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
efficienza impianto		%	87.00	%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente		mq	71.67	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.150
Copertura		mq	40.93	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.228
Sup. vetrata disperdente		mq	4.33	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 1.516
Sup. orizzontale disperdente		mq	40.93	vetro cellulare	€ 100	€ 4.093
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq	2.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
TOTALI						€ 13.927

\* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile		SPE_008				
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica				
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	147.95	1.35	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		147.95				
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	tetto a falda o piano con struttura in legno	40.86	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		40.86				
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	16.12	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		16.12				
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	40.86	1.8	0.25		
2						
3						
4						
totali		40.86				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume		mc	367.74			
Sup. verticale disperdente		mq	147.95			
Copertura		mq	40.86			
Sup. vetrata disperdente		mq	16.12			
Sup. orizzontale		mq	40.86			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
Fabbisogno energetico risc.			34270.00	27208.00	79%	
Fabbisogno energetico ACS			1838.70	1565.00	85%	
Fabbisogno elettrico			2824.81	786.00	28%	
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
efficienza impianto		%	87.00	%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc	mc	mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente	mq	147.95	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 4.439
Copertura	mq	40.86	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.226
Sup. vetrata disperdente	mq	16.12	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 5.642
Sup. orizzontale disperdente	mq	40.86	vetro cellulare		€ 100	€ 4.086
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 2.740
TOTALI						€ 20.332

\* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_009			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	223.77	1.35	1.35
2		0		
3		0		
4		0		
totali		223.77		
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	111	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		111		
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	16.86	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		16.86		
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	111	1.8	1.8
2				
3				
4				
totali		111		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
Volume	mc	595.87		
Sup. verticale disperdente	mq	223.77		
Copertura	mq	111		
Sup. vetrata disperdente	mq	16.86		
Sup. orizzontale	mq	111		
VALORI TOTALI				
	rilevati	stimati	migliorati	rid. %
	Kwh	Kwh	Kwh	
Fabbisogno energetico risc.		59645.00	26578.00	45%
Fabbisogno energetico ACS		2979.35	1565.00	53%
Fabbisogno elettrico		4577.20	786.00	17%
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"				
ALTRE FONTI DI RISPARMIO				
	rilevati	stimati	energia risparmiata	
	unità	unità	unità	rid. %
efficienza impianto	%	87.00	%	104.00
Risorsa idrica	mc		mc	#DIV/0!
				#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO				
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		
		Costo €/mq	Costo €	
Sup. verticale disperdente	mq 223.77	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 6.713
Copertura	mq 111.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.330
Sup. vetrata disperdente	mq 16.86	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.901
Sup. orizzontale disperdente	mq 111.00	vetro cellulare	€ 100	€ 11.100
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		
		Costo €/mq	Costo €	
Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
TOTALI				€ 36.094


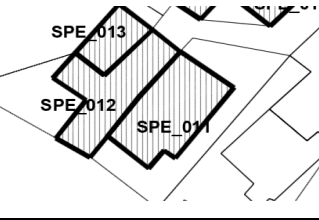
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile		SPE_010				
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica				
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	199.11	1.35	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		199.11				
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	tetto a falda o piano con struttura in legno	82.53	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		82.53				
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20.4	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		20.4				
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	82.53	1.8	1.8		
2						
3						
4						
totali		82.53				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume		mc	742.77			
Sup. verticale disperdente		mq	199.11			
Copertura		mq	82.53			
Sup. vetrata disperdente		mq	20.4			
Sup. orizzontale		mq	82.53			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
Fabbisogno energetico risc.			61282.00	42568.00	69%	
Fabbisogno energetico ACS			3713.85	1565.00	42%	
Fabbisogno elettrico			5705.62	786.00	14%	
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
efficienza impianto		%	87.00	%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente	mq	199.11	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 5.973
Copertura	mq	82.53	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 2.476
Sup. vetrata disperdente	mq	20.40	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 7.140
Sup. orizzontale disperdente	mq	82.53	vetro cellulare		€ 100	€ 8.253
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850
TOTALI						€ 32.892


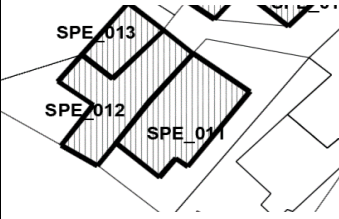
\* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

*Schede riepilogative dei cluster Q\_SPE\_002*

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_002
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_011
Codice immobile 2	SPE_012
Codice immobile 3	SPE_013
Codice immobile 4	SPE_014
Codice immobile 5	SPE_015
Codice immobile 6	SPE_016
Codice immobile 7	SPE_017
Codice immobile 8	SPE_018
Codice immobile 9	SPE_019
Codice immobile 10	SPE_020
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_002						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice immobile 1	SPE_011						
Codice immobile 2	SPE_012						
Codice immobile 3	SPE_013						
Codice immobile 4	SPE_014						
Codice immobile 5	SPE_015						
Codice immobile 6	SPE_016						
Codice immobile 7	SPE_017						
Codice immobile 8	SPE_018						
Codice immobile 9	SPE_019						
Codice immobile 10	SPE_020						
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	5904					
Sup. verticale disperdente	mq	1476.91					
Copertura	mq	778					
Sup. vetrata disperdente	mq	123.04					
Sup. orizzontale	mq	743.75					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati		stimati		migliorati	
		Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento				350883.00		167312.00	48%
ACS				29520.00		15773.00	53.43%
Elettricit�				45351.86		8286.00	18.27%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unit�		unit�		unit�		
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo �	
Sup. verticale disperdente		mq	1476.91			� 62.232	
Copertura		mq	778.00			� 23.820	
Sup. vetrata disperdente		mq	123.04			� 43.064	
Sup. orizzontale disperdente		mq	743.75			� 74.375	
Nuove installazioni impiantistiche						Costo �	
Pannelli solari ACS		mq	28.70			� 28.700	
Pannelli solari fotovoltaici		mq	44.00			� 60.280	
TOTALI						� 292.471	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile		SPE_011		
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica		
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	149.37	1.35	1.35
2		0		
3		0		
4		0		
totali		149.37		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	96	1.9	0.21
2				
3				
4				
totali		96		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	9.3	4.65	4.65
2				
3				
4				
totali		9.3		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	61.75	1.8	1.8
2				
3				
4				
totali		61.75		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	864	
	Sup. verticale disperdente	mq	149.37	
	Copertura	mq	96	
	Sup. vetrata disperdente	mq	9.3	
	Sup. orizzontale	mq	61.75	
TOTALE ENERGIA RISPARMIATA				
		rilevati	stimati	energia risparmiata
		Kwh	Kwh	Kwh
				rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		41463.00	24928.00 60%
	Fabbisogno energetico ACS*		4320.00	1611.00 37%
	Fabbisogno elettrico*		6636.86	688.00 10%
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"				
ALTRE FONTI DI RISPARMIO				
		rilevati	stimati	energia risparmiata
		unità	unità	unità
				rid. %
	efficienza impianto	%	87.00	% 104.00 16%
	Risorsa idrica	mc	mc	mc #DIV/0!
				#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO				
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq 149.37	aerogel	€ 150 € 22.406
	Copertura	mq 96.00	polistirolo espanso EPS	€ 35 € 3.360
	Sup. vetrata disperdente	mq 9.30	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350 € 3.255
	Sup. orizzontale disperdente	mq 61.75	vetro cellulare	€ 100 € 6.175
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq Costo €
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000 € 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 2.00	pannello monocristallino	€ 1.370 € 2.740
TOTALI				€ 40.136

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_012			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	187	1.35	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		187		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	81	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		81		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	16	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		16		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	81	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		81		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	486	
	Sup. verticale disperdente	mq	187	
	Copertura	mq	81	
	Sup. vetrata disperdente	mq	16	
	Sup. orizzontale	mq	81	


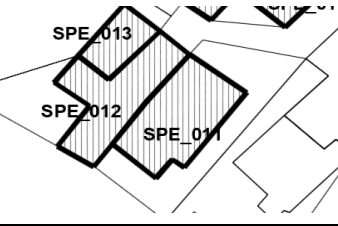
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		31531.00	15575.00	49%
	Fabbisogno energetico ACS		2430.00	1560.00	64%
	Fabbisogno elettrico		3733.23	1310.00	35%

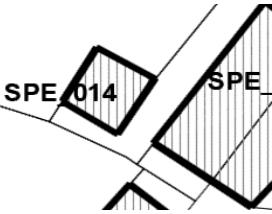
\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"


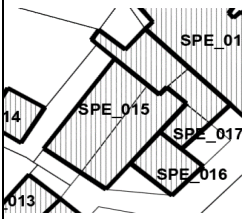
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati		stimati		energia risparmiata
		unità		unità		rid. %
	efficienza impianto	%	87.00	%		104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!


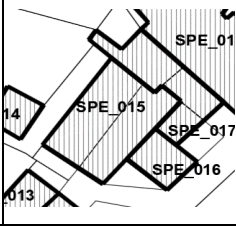
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq 187.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.610
	Copertura	mq 81.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.430
	Sup. vetrata disperdente	mq 16.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.600
	Sup. orizzontale disperdente	mq 81.00	vetro cellulare	€ 100	€ 8.100
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 8.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 10.960
<b>TOTALI</b>					<b>€ 34.900</b>


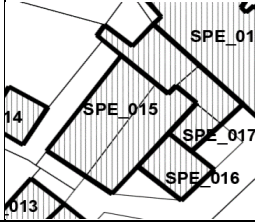


SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_013						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	220	1.26	0.25			
2							
3		0					
4		0					
totali		220					
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	75	1.9	0.24			
2							
3							
4							
totali		75					
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	13	4.65	1.3			
2							
3							
4							
totali		13					
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Solaio in latero cemento	75	1.8	0.25			
2							
3							
4							
totali		75					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
	Volume	mc	600				
	Sup. verticale disperdente	mq	220				
	Sup. orizzontale disperdente	mq	75				
	Sup. vetrata disperdente	mq	13				
	Sup. orizzontale	mq	75				
VALORI TOTALI							
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %		
	Fabbisogno energetico risc.		74996.00	18483.00	25%		
	Fabbisogno energetico ACS		3000.00	1560.00	52%		
	Fabbisogno elettrico		4608.93	786.00	17%		
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %	
		unità	unità	unità			
	efficienza impianto	%	87.00	%	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc			#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	220.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 6.600		
	Copertura	mq	75.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.250		
	Sup. vetrata disperdente	mq	13.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 4.550		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	75.00 vetro cellulare	€ 100	€ 7.500		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	8.90 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 8.900		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI					€ 36.650		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_014							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	70	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		70						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	34	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		34						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	8	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		8						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	34	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		34						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	204					
	Sup. verticale disperdente	mq	70					
	Sup. orizzontale disperdente	mq	34					
	Sup. vetrata disperdente	mq	8					
	Sup. orizzontale	mq	34					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		15761.00	9890.00	63%			
	Fabbisogno energetico ACS		1020.00	1560.00	153%			
	Fabbisogno elettrico		1567.04	786.00	50%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq	70.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 2.100	
	Copertura	mq	34.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.020	
	Sup. vetrata disperdente	mq	8.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 2.800	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	34.00	vetro cellulare		€ 100	€ 3.400	
	Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850	
TOTALI								€ 18.370

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile	SPE_015					
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica					
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	260.54	1.26	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		260.54				
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	150	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		150				
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	27.74	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		27.74				
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	150	1.8	0.25		
2						
3						
4						
totali		150				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
	Volume	mc	1350			
	Sup. verticale disperdente	mq	260.54			
	Copertura	mq	150			
	Sup. vetrata disperdente	mq	27.74			
	Sup. orizzontale	mq	150			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
	Fabbisogno energetico risc.		64968.00	35403.00	54%	
	Fabbisogno energetico ACS		6750.00	1611.00	24%	
	Fabbisogno elettrico		10370.09	786.00	8%	
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"						
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc	mc	mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq 260.54	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 7.816	
	Copertura	mq 150.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.500	
	Sup. vetrata disperdente	mq 27.74	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 9.709	
	Sup. orizzontale disperdente	mq 150.00	vetro cellulare	€ 100	€ 15.000	
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850	
<b>TOTALI</b>					<b>€ 46.075</b>	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_016						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	180	1.26	0.25			
2		0					
3		0					
4		0					
totali		180					
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	52	1.9	0.24			
2							
3							
4							
totali		52					
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	11	4.65	1.3			
2							
3							
4							
totali		11					
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Solaio in latero cemento	52	1.8	0.25			
2							
3							
4							
totali		52					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
	Volume	mc	468				
	Sup. verticale disperdente	mq	180				
	Copertura	mq	52				
	Sup. vetrata disperdente	mq	11				
	Sup. orizzontale	mq	52				
VALORI TOTALI							
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %		
	Fabbisogno energetico risc.		28128.00	15760.00	56%		
	Fabbisogno energetico ACS		2340.00	1611.00	69%		
	Fabbisogno elettrico		3594.96	786.00	22%		
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %	
		unità	unità	unità			
	efficienza impianto	%	87.00	%	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc			#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	180.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.400		
	Copertura	mq	52.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.560		
	Sup. vetrata disperdente	mq	11.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 3.850		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	52.00 vetro cellulare	€ 100	€ 5.200		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
<b>TOTALI</b>					<b>€ 25.060</b>		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_017			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	90	1.26	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		90		
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	58	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		58		
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	8	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		8		
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	58	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		58		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
Volume	mc	540		
Sup. verticale disperdente	mq	90		
Copertura	mq	58		
Sup. vetrata disperdente	mq	8		
Sup. orizzontale	mq	58		

VALORI TOTALI				
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
Fabbisogno energetico risc.		28922.00	16680.00	58%
Fabbisogno energetico ACS		2700.00	1565.00	58%
Fabbisogno elettrico		4148.04	786.00	19%


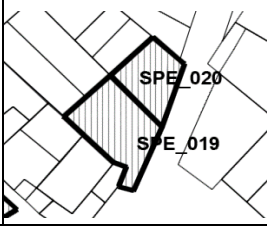
\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
	rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
	unità		unità		unità	
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
						#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Sup. verticale disperdente	mq 90.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 2.700
Copertura	mq 58.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.740
Sup. vetrata disperdente	mq 8.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 2.800
Sup. orizzontale disperdente	mq 58.00	vetro cellulare		€ 100	€ 5.800
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici	mq 2.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 2.740
<b>TOTALI</b>					<b>€ 17.980</b>


SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_018							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	140	1.35	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		140						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	128	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		128						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	16	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		16						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	128	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		128						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	768					
	Sup. verticale disperdente	mq	140					
	Copertura	mq	128					
	Sup. vetrata disperdente	mq	16					
	Sup. orizzontale	mq	128					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		23461.00	8226.00	35%			
	Fabbisogno energetico ACS		3840.00	1565.00	41%			
	Fabbisogno elettrico		5899.43	786.00	13%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq 140.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 4.200		
	Copertura	mq 128.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 3.840		
	Sup. vetrata disperdente	mq 16.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 5.600		
	Sup. orizzontale disperdente	mq 128.00	vetro cellulare		€ 100	€ 12.800		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 2.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 2.740		
<b>TOTALI</b>						<b>€ 31.380</b>		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile	SPE_019					
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica					
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	98	1.35	1.35		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		98				
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	57	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		57				
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	8	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		8				
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	57	1.8	1.8		
2						
3						
4						
totali		57				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
	Volume	mc	342			
	Sup. verticale disperdente	mq	98			
	Copertura	mq	57			
	Sup. vetrata disperdente	mq	8			
	Sup. orizzontale	mq	57			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
	Fabbisogno energetico risc.		22406.00	11822.00	53%	
	Fabbisogno energetico ACS		1710.00	1565.00	92%	
	Fabbisogno elettrico		2627.09	786.00	30%	
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"						
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata	rid. %	
		unità	unità	unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc	mc	mc	#DIV/0!	
					#DIV/0!	
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq	98.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.940	
	Copertura	mq	57.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.710	
	Sup. vetrata disperdente	mq	8.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 2.800	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	57.00 vetro cellulare	€ 100	€ 5.700	
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850	
<b>TOTALI</b>					<b>€ 22.200</b>	


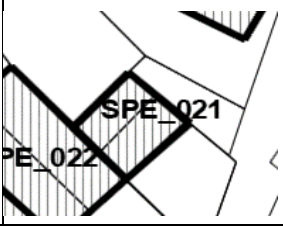
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile	SPE_020					
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica					
						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	82	1.35	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		82				
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	47	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		47				
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	6	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		6				
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	47	1.8	1.8		
2						
3						
4						
totali		47				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	282				
Sup. verticale disperdente	mq	82				
Copertura	mq	47				
Sup. vetrata disperdente	mq	6				
Sup. orizzontale	mq	47				
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
	Fabbisogno energetico risc.		19247.00	10545.00	55%	
	Fabbisogno energetico ACS		1410.00	1565.00	111%	
	Fabbisogno elettrico		2166.20	786.00	36%	
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"						
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata	rid. %	
		unità	unità	unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq	82.00	polistirolo espanso EPS	€ 30 € 2.460	
	Copertura	mq	47.00	polistirolo espanso EPS	€ 30 € 1.410	
	Sup. vetrata disperdente	mq	6.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350 € 2.100	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	47.00	vetro cellulare	€ 100 € 4.700	
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000 € 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370 € 6.850	
<b>TOTALI</b>					<b>€ 19.720</b>	



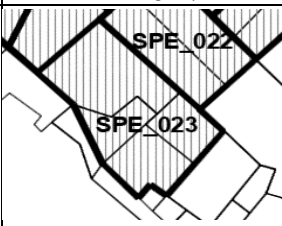
### Schede riepilogative dei cluster Q\_SPE\_003

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_003
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_021
Codice immobile 2	SPE_022
Codice immobile 3	SPE_023
Codice immobile 4	SPE_024
Codice immobile 5	SPE_025
Codice immobile 6	SPE_026
Codice immobile 7	SPE_027
Codice immobile 8	SPE_028
Codice immobile 9	SPE_029
Codice immobile 10	SPE_030
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	
	

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_003					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_021					
Codice immobile 2	SPE_022					
Codice immobile 3	SPE_023					
Codice immobile 4	SPE_024					
Codice immobile 5	SPE_025					
Codice immobile 6	SPE_026					
Codice immobile 7	SPE_027					
Codice immobile 8	SPE_028					
Codice immobile 9	SPE_029					
Codice immobile 10	SPE_030					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	7417.87				
Sup. verticale disperdente	mq	2154				
Copertura	mq	914.72				
Sup. vetrata disperdente	mq	189.4				
Sup. orizzontale	mq	942.72				
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			449633.00	279666.00	62%	
ACS			37089.35	15834.00	42.69%	
Elettricit�			56980.72	8286.00	14.54%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unit�		unit�		unit�	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	2154.00		�	108.780
Sup. vetrata disperdente		mq	914.72		�	27.965
		mq	189.40		�	66.290
	Sup. orizzontale disperdente	mq	942.72		�	94.272
Nuove installazioni impiantistiche					Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	22.00		�	22.000
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00		�	60.280
TOTALI					� 379.587	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile		SPE_021						
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica						
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	368	1.35	1.35				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		368						
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	104.72	1.9	0.21				
2								
3								
4								
totali		104.72						
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaiο in legno tenero 60mm vetro singolo	40	4.65	4.65				
2								
3								
4								
totali		40						
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	104.72	1.8	1.8				
2								
3								
4								
totali		104.72						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
Volume		mc	936					
Sup. verticale disperdente		mq	368					
Copertura		mq	104.72					
Sup. vetrata disperdente		mq	40					
Sup. orizzontale		mq	104.72					
TOTALE ENERGIA RISPARMIATA								
		rilevati	stimati	energia risparmiata				
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.			50181.00	35684.00	71%			
Fabbisogno energetico ACS*			4680.00	1611.00	34%			
Fabbisogno elettrico*			7189.93	688.00	10%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
efficienza impianto		%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato			Costo €/mq	Costo €	
Sup. verticale disperdente		mq	368.00	aerogel		€ 150	€ 55.200	
Copertura		mq	104.72	polistirolo espanso EPS		€ 35	€ 3.665	
Sup. vetrata disperdente		mq	40.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 14.000	
Sup. orizzontale disperdente		mq	104.72	vetro cellulare		€ 100	€ 10.472	
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato			Costo €/mq	Costo €	
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200	
Pannelli solari fotovoltaici		mq	2.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 2.740	
TOTALI							€ 88.277	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice Immobile	SPE_022					
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica					
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO						
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	460	1.35	0.25		
2		0				
3		0				
4		0				
totali		460				
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	97	1.9	0.24		
2						
3						
4						
totali		97				
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	25	4.65	1.3		
2						
3						
4						
totali		25				
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)		
1	Solaio in latero cemento	97	1.8	0.25		
2						
3						
4						
totali		97				
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
	Volume	mc	582			
	Sup. verticale disperdente	mq	460			
	Copertura	mq	97			
	Sup. vetrata disperdente	mq	25			
	Sup. orizzontale	mq	97			
VALORI TOTALI						
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %	
	Fabbisogno energetico risc.		44185.00	21882.00	50%	
	Fabbisogno energetico ACS		2910.00	1565.00	54%	
	Fabbisogno elettrico		4470.66	1310.00	29%	
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"						
ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati	stimati	energia risparmiata		rid. %
		unità	unità	unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq 460.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 13.800	
	Copertura	mq 97.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.910	
	Sup. vetrata disperdente	mq 25.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 8.750	
	Sup. orizzontale disperdente	mq 97.00	vetro cellulare	€ 100	€ 9.700	
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 8.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 10.960	
<b>TOTALI</b>					<b>€ 48.320</b>	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_023			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	280	1.26	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		280		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	90	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		90		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	18	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		18		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	191	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		90		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	1146	
	Sup. verticale disperdente	mq	280	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	90	
	Sup. vetrata disperdente	mq	18	
	Sup. orizzontale	mq	90	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		68220.00	56487.00	83%
	Fabbisogno energetico ACS		5730.00	1565.00	27%
	Fabbisogno elettrico		8803.05	786.00	9%


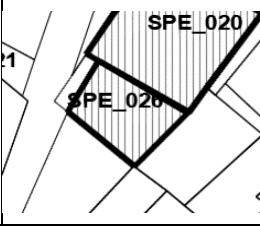
\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!


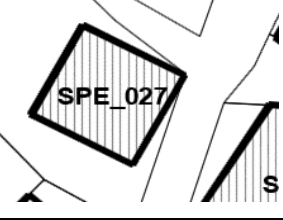
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq	280.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 8.400
	Copertura	mq	90.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.700
	Sup. vetrata disperdente	mq	18.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 6.300
	Sup. orizzontale disperdente	mq	90.00 vetro cellulare	€ 100	€ 9.000
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
<b>TOTALI</b>					<b>€ 35.450</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile		SPE_024						
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica						
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	50	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		50						
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	60	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		60						
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	10	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		10						
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	60	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		60						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
Volume		mc	360					
Sup. verticale disperdente		mq	50					
Sup. orizzontale disperdente		mq	60					
Sup. vetrata disperdente		mq	10					
Sup. orizzontale		mq	60					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.			22658.00	12090.00	53%			
Fabbisogno energetico ACS			1800.00	1611.00	90%			
Fabbisogno elettrico			2765.36	786.00	28%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
efficienza impianto		%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato			Costo €/mq	Costo €	
Sup. verticale disperdente		mq	50.00	polistirolo espanso EPS			€ 30	€ 1.500
Copertura		mq	60.00	polistirolo espanso EPS			€ 30	€ 1.800
Sup. vetrata disperdente		mq	10.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e			€ 350	€ 3.500
Sup. orizzontale disperdente		mq	60.00	vetro cellulare			€ 100	€ 6.000
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato			Costo €/mq	Costo €	
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e			€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq	5.00	pannello monocristallino			€ 1.370	€ 6.850
TOTALI							€ 21.850	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_025							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	180	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		180						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	48	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		48						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	15	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		15						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	48	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		48						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	288					
	Sup. verticale disperdente	mq	180					
	Copertura	mq	48					
	Sup. vetrata disperdente	mq	15					
	Sup. orizzontale	mq	48					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		22693.00	11991.00	53%			
	Fabbisogno energetico ACS		1440.00	1611.00	112%			
	Fabbisogno elettrico		2212.29	786.00	36%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	180.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.400		
	Copertura	mq	48.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.440		
	Sup. vetrata disperdente	mq	15.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.250		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	48.00	vetro cellulare	€ 100	€ 4.800		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
<b>TOTALI</b>						<b>€ 25.940</b>		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE					
DATI IDENTIFICATIVI					
Codice Immobile	SPE_026				
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica				
					
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO					
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	90	1.26	0.25	
2		0			
3		0			
4		0			
totali		90			
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	55	1.9	0.24	
2					
3					
4					
totali		55			
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	8	4.65	1.3	
2					
3					
4					
totali		8			
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Solaio in latero cemento	55	1.8	0.25	
2					
3					
4					
totali		55			
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO					
Volume	mc	440			
Sup. verticale disperdente	mq	90			
Copertura	mq	55			
Sup. vetrata disperdente	mq	8			
Sup. orizzontale	mq	55			
VALORI TOTALI					
	rilevati	stimati	migliorati	rid. %	
	Kwh	Kwh	Kwh		
Fabbisogno energetico risc.		25407.00	14309.00	56%	
Fabbisogno energetico ACS		2200.00	1611.00	73%	
Fabbisogno elettrico		3379.88	786.00	23%	
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"					
ALTRE FONTI DI RISPARMIO					
	rilevati	stimati	energia risparmiata		
	unità	unità	unità	rid. %	
efficienza impianto	%	87.00	%	104.00 16%	
Risorsa idrica	mc	mc	mc	#DIV/0!	
				#DIV/0!	
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
				€/mq	€
Sup. verticale disperdente	mq	90.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.700
Copertura	mq	55.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.650
Sup. vetrata disperdente	mq	8.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 2.800
Sup. orizzontale disperdente	mq	55.00	vetro cellulare	€ 100	€ 5.500
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
				€/mq	€
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
TOTALI					€ 21.700




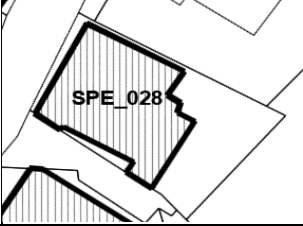
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_027			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	250	1.26	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		250		
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	130	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		130		
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	16	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		16		
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	130	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		130		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
Volume	mc	1040		
Sup. verticale disperdente	mq	250		
Copertura	mq	130		
Sup. vetrata disperdente	mq	16		
Sup. orizzontale	mq	130		


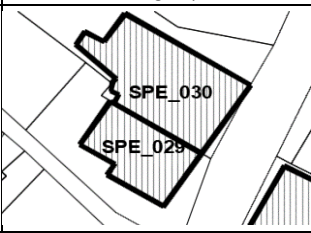
VALORI TOTALI				
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
Fabbisogno energetico risc.		53112.00	28597.00	54%
Fabbisogno energetico ACS		5200.00	1565.00	30%
Fabbisogno elettrico		7988.81	786.00	10%

\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
Superfici sottoposte a intervento					
Sup. verticale disperdente	mq	250.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 7.500
Copertura	mq	130.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.900
Sup. vetrata disperdente	mq	16.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.600
Sup. orizzontale disperdente	mq	130.00	vetro cellulare	€ 100	€ 13.000
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
<b>TOTALI</b>					<b>€ 34.940</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_028						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	148	1.35	0.25				
2	0						
3	0						
4	0						
<b>totali</b>	<b>148</b>						
Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Tetto a falda o piano con struttura in legno	120	1.9	0.24				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>120</b>						
Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20	4.65	1.3				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>20</b>						
Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Solaio in latero cemento	120	1.8	0.25				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>120</b>						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	1020					
Sup. verticale disperdente	mq	148					
Copertura	mq	120					
Sup. vetrata disperdente	mq	20					
Sup. orizzontale	mq	120					
VALORI TOTALI							
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.		50493.00	28053.00	56%			
Fabbisogno energetico ACS		5100.00	1565.00	31%			
Fabbisogno elettrico		7835.18	786.00	10%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Sup. verticale disperdente	mq	148.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.440		
Copertura	mq	120.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.600		
Sup. vetrata disperdente	mq	20.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 7.000		
Sup. orizzontale disperdente	mq	120.00	vetro cellulare	€ 100	€ 12.000		
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740		
<b>TOTALI</b>					<b>€ 31.980</b>		


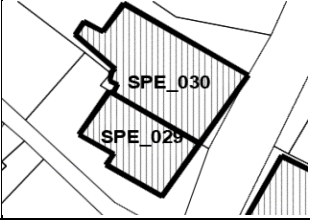
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_029			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in laterizio intonacata ambo i lati (45/60cm)	180	1.07	1.35
2		0		
3		0		
4		0		
totali		180		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	90	1.8	0.24
2				
3				
4				
totali		90		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	17	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		17		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	90	1.8	1.8
2				
3				
4				
totali		90		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	595.87	
	Sup. verticale disperdente	mq	180	
	Copertura	mq	90	
	Sup. vetrata disperdente	mq	17	
	Sup. orizzontale	mq	90	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		62059.00	43037.00	69%
	Fabbisogno energetico ACS		2979.35	1565.00	53%
	Fabbisogno elettrico		4577.20	786.00	17%


\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati		stimati		energia risparmiata
		unità		unità		rid. %
	efficienza impianto	%	87.00	%		16%
	Risorsa idrica	mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq 180.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.400
	Copertura	mq 90.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.700
	Sup. vetrata disperdente	mq 17.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.950
	Sup. orizzontale disperdente	mq 90.00	vetro cellulare	€ 100	€ 9.000
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
<b>TOTALI</b>					<b>€ 32.100</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_030						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	148	1.35	0.25			
2		0					
3		0					
4		0					
totali		148					
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	120	1.9	0.24			
2							
3							
4							
totali		120					
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20.4	4.65	1.3			
2							
3							
4							
totali		20.4					
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Solaio in latero cemento	148	1.8	1.8			
2							
3							
4							
totali		148					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	1010					
Sup. verticale disperdente	mq	148					
Copertura	mq	120					
Sup. vetrata disperdente	mq	20.4					
Sup. orizzontale	mq	148					
VALORI TOTALI							
	rilevati	stimati	migliorati	rid. %			
	Kwh	Kwh	Kwh				
Fabbisogno energetico risc.		50625.00	27536.00	54%			
Fabbisogno energetico ACS		5050.00	1565.00	31%			
Fabbisogno elettrico		7758.36	786.00	10%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %	
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo	Costo		
				€/mq	€		
Sup. verticale disperdente	mq	148.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.440		
Copertura	mq	120.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.600		
Sup. vetrata disperdente	mq	20.40	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 7.140		
Sup. orizzontale disperdente	mq	148.00	vetro cellulare	€ 100	€ 14.800		
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo	Costo		
				€/mq	€		
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI					€ 39.030		

### Schede riepilogative dei cluster Q\_SPE\_004

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_004
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_031
Codice immobile 2	SPE_032
Codice immobile 3	SPE_033
Codice immobile 4	SPE_034
Codice immobile 5	SPE_035
Codice immobile 6	SPE_036
Codice immobile 7	SPE_037
Codice immobile 8	SPE_038
Codice immobile 9	SPE_039
Codice immobile 10	SPE_040
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	
	

SCHEMA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_004						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice immobile 1	SPE_031						
Codice immobile 2	SPE_032						
Codice immobile 3	SPE_033						
Codice immobile 4	SPE_034						
Codice immobile 5	SPE_035						
Codice immobile 6	SPE_036						
Codice immobile 7	SPE_037						
Codice immobile 8	SPE_038						
Codice immobile 9	SPE_039						
Codice immobile 10	SPE_040						
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	12436.06					
Sup. verticale disperdente	mq	1346					
Copertura	mq	1000.53					
Sup. vetrata disperdente	mq	165.4					
Sup. orizzontale	mq	1035.53					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati		stimati		migliorati	
		Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento				637372.00		430904.00	68%
ACS				62180.30		30424.00	48.93%
Elettricit�				95528.19		8286.00	8.67%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unit�		unit�		unit�		
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo �	
Sup. verticale disperdente		mq	1346.00			� 63.780	
Copertura		mq	1000.53			� 30.711	
Sup. vetrata disperdente		mq	165.40			� 57.890	
Sup. orizzontale disperdente		mq	1035.53			� 103.553	
Nuove installazioni impiantistiche						Costo �	
Pannelli solari ACS		mq	42.00			� 42.000	
Pannelli solari fotovoltaici		mq	44.00			� 60.280	
<b>TOTALI</b>						<b>� 358.214</b>	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_031			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO				
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	195	1.35	1.35
2		0		
3		0		
4		0		
totali		195		
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	139	1.9	0.21
2				
3				
4				
totali		139		
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20	4.65	4.65
2				
3				
4				
totali		20		
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	139	1.8	1.8
2				
3				
4				
totali		139		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
Volume	mc	667.13		
Sup. verticale disperdente	mq	195		
Copertura	mq	139		
Sup. vetrata disperdente	mq	20		
Sup. orizzontale	mq	139		
TOTALE ENERGIA RISPARMIATA				
		rilevati	stimati	energia risparmiata
		Kwh	Kwh	Kwh
				rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		62328.00	37860.00
	Fabbisogno energetico ACS*		3335.65	1611.00
	Fabbisogno elettrico*		5124.59	688.00
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"				
ALTRE FONTI DI RISPARMIO				
		rilevati	stimati	energia risparmiata
		unità	unità	unità
				rid. %
	efficienza impianto	%	87.00	%
	Risorsa idrica	mc		mc
				#DIV/0!
				#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO				
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo
				€/mq
				€
	Sup. verticale disperdente	mq	aerogel	€ 150
	Copertura	mq	polistirolo espanso EPS	€ 35
	Sup. vetrata disperdente	mq	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350
	Sup. orizzontale disperdente	mq	vetro cellulare	€ 100
	Eventuali impianti solari passivi	Materiale Utilizzato		Costo
				€/mq
				€
	Pannelli solari ACS	mq	ne naturale con pannelli piani vetriati e	€ 1.000
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	pannello monocristallino	€ 1.370
TOTALI				€ 59.955

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_032			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	60	1.35	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		60		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	90	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		90		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	12	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		12		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	90	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		90		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	4738	
	Sup. verticale disperdente	mq	60	
	Copertura	mq	90	
	Sup. vetrata disperdente	mq	12	
	Sup. orizzontale	mq	90	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		64551.00	47390.00	73%
	Fabbisogno energetico ACS		23690.00	11276.00	48%
	Fabbisogno elettrico		36395.17	1310.00	4%

\*\_ Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %	
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq	60.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.800
	Copertura	mq	90.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.700
	Sup. vetrata disperdente	mq	12.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 4.200
	Sup. orizzontale disperdente	mq	90.00	vetro cellulare	€ 100	€ 9.000
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq	15.50	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 15.500
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	8.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 10.960
<b>TOTALI</b>						<b>€ 44.160</b>



SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_033			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	120	1.26	0.25
2	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)			
3		0		
4		0		
totali		120		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	180	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		180		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	18	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		18		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	180	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		180		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	1719	
	Sup. verticale disperdente	mq	120	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	180	
	Sup. vetrata disperdente	mq	18	
	Sup. orizzontale	mq	180	


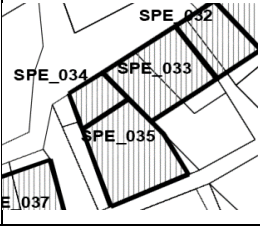
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		63564.00	35880.00	56%
	Fabbisogno energetico ACS		8595.00	6444.00	75%
	Fabbisogno elettrico		13204.58	786.00	6%

\* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq 120.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.600
	Copertura	mq 180.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.400
	Sup. vetrata disperdente	mq 18.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 6.300
	Sup. orizzontale disperdente	mq 180.00	vetro cellulare	€ 100	€ 18.000
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq 8.90	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 8.900
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
<b>TOTALI</b>					<b>€ 49.050</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_034							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	93	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		93						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	30	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		30						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	15	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		15						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	30	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		30						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	1151					
	Sup. verticale disperdente	mq	93					
	Sup. orizzontale disperdente	mq	30					
	Sup. vetrata disperdente	mq	15					
	Sup. orizzontale	mq	30					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		72047.00	60506.00	84%			
	Fabbisogno energetico ACS		5755.00	1611.00	28%			
	Fabbisogno elettrico		8841.46	786.00	9%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €			
	Sup. verticale disperdente	mq	93.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.790		
	Copertura	mq	30.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 900		
	Sup. vetrata disperdente	mq	15.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.250		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	30.00	vetro cellulare	€ 100	€ 3.000		
	Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI							€ 20.990	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_035						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	148	1.26	0.25			
2		0					
3		0					
4		0					
totali		148					
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	120	1.9	0.24			
2							
3							
4							
totali		120					
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20	4.65	1.3			
2							
3							
4							
totali		20					
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Solaio in latero cemento	120	1.8	0.25			
2							
3							
4							
totali		120					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	812.63					
Sup. verticale disperdente	mq	148					
Copertura	mq	120					
Sup. vetrata disperdente	mq	20					
Sup. orizzontale	mq	120					
VALORI TOTALI							
	rilevati	stimati	migliorati	rid. %			
	Kwh	Kwh	Kwh				
Fabbisogno energetico risc.		61280.00	42700.00	70%			
Fabbisogno energetico ACS		4063.15	1611.00	40%			
Fabbisogno elettrico		6242.26	786.00	13%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo	Costo	
					€/mq	€	
Sup. verticale disperdente	mq	148.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 4.440	
Copertura	mq	120.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 3.600	
Sup. vetrata disperdente	mq	20.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 7.000	
Sup. orizzontale disperdente	mq	120.00	vetro cellulare		€ 100	€ 12.000	
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo	Costo	
					€/mq	€	
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200	
Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850	
TOTALI						€ 36.090	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_036			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	362	1.26	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		362		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	138	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		138		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	25	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		25		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	138	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		138		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	1337	
	Sup. verticale disperdente	mq	362	
	Copertura	mq	138	
	Sup. vetrata disperdente	mq	25	
	Sup. orizzontale	mq	138	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		64790.00	37926.00	59%
	Fabbisogno energetico ACS		6685.00	1611.00	24%
	Fabbisogno elettrico		10270.23	786.00	8%

\*. Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq	362.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 10.860
	Copertura	mq	138.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.140
	Sup. vetrata disperdente	mq	25.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 8.750
	Sup. orizzontale disperdente	mq	138.00 vetro cellulare	€ 100	€ 13.800
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
<b>TOTALI</b>					<b>€ 46.600</b>

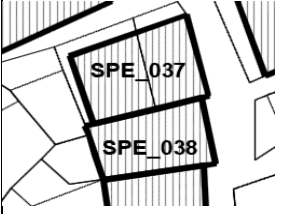
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_037			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	123	1.26	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		123		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	76	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		76		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	15	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		15		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	76	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		76		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	304.92	
	Sup. verticale disperdente	mq	123	
	Copertura	mq	76	
	Sup. vetrata disperdente	mq	15	
	Sup. orizzontale	mq	76	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		62209.00	45502.00	73%
	Fabbisogno energetico ACS		1524.60	1565.00	103%
	Fabbisogno elettrico		2342.26	786.00	34%

\*. Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq 123.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.690
	Copertura	mq 76.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.280
	Sup. vetrata disperdente	mq 15.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.250
	Sup. orizzontale disperdente	mq 76.00	vetro cellulare	€ 100	€ 7.600
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 2.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
<b>TOTALI</b>					<b>€ 23.760</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_038			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	60	1.35	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		60		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	90	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		90		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	12	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		12		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	90	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		90		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	367.74	
	Sup. verticale disperdente	mq	60	
	Copertura	mq	90	
	Sup. vetrata disperdente	mq	12	
	Sup. orizzontale	mq	90	

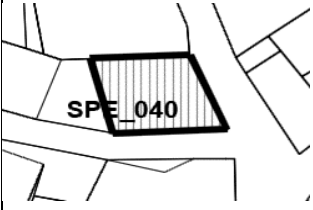
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		64500.00	48000.00	74%
	Fabbisogno energetico ACS		1838.70	1565.00	85%
	Fabbisogno elettrico		2824.81	786.00	28%

\*. Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq	60.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.800
	Copertura	mq	90.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.700
	Sup. vetrata disperdente	mq	12.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 4.200
	Sup. orizzontale disperdente	mq	90.00 vetro cellulare	€ 100	€ 9.000
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
<b>TOTALI</b>					<b>€ 22.640</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_039							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	90	1.35	1.35				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		90						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	55	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		55						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	8	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		8						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	90	1.8	1.8				
2								
3								
4								
totali		90						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	595.87					
	Sup. verticale disperdente	mq	90					
	Copertura	mq	55					
	Sup. vetrata disperdente	mq	8					
	Sup. orizzontale	mq	90					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		59645.00	26578.00	45%			
	Fabbisogno energetico ACS		2979.35	1565.00	53%			
	Fabbisogno elettrico		4577.20	786.00	17%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq 90.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 2.700		
	Copertura	mq 55.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.650		
	Sup. vetrata disperdente	mq 8.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 2.800		
	Sup. orizzontale disperdente	mq 90.00	vetro cellulare		€ 100	€ 9.000		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI						€ 25.200		

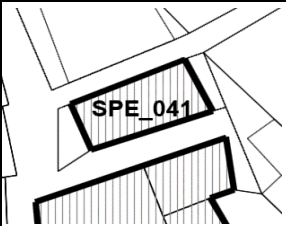
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_040							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	95	1.35	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		95						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	82.53	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		82.53						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20.4	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		20.4						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	82.53	1.8	1.8				
2								
3								
4								
totali		82.53						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	742.77					
	Sup. verticale disperdente	mq	95					
	Copertura	mq	82.53					
	Sup. vetrata disperdente	mq	20.4					
	Sup. orizzontale	mq	82.53					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		62458.00	48562.00	78%			
	Fabbisogno energetico ACS		3713.85	1565.00	42%			
	Fabbisogno elettrico		5705.62	786.00	14%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	95.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.850		
	Copertura	mq	82.53	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.476		
	Sup. vetrata disperdente	mq	20.40	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 7.140		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	82.53	vetro cellulare	€ 100	€ 8.253		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI						€ 29.769		

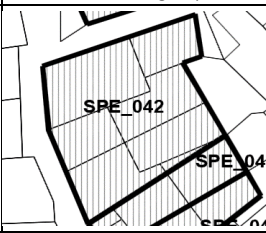


*Schede riepilogative dei cluster Q\_SPE\_005*

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_005
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_041
Codice immobile 2	SPE_042
Codice immobile 3	SPE_043
Codice immobile 4	SPE_044
Codice immobile 5	SPE_045
Codice immobile 6	SPE_046
Codice immobile 7	SPE_047
Codice immobile 8	SPE_048
Codice immobile 9	SPE_049
Codice immobile 10	SPE_050
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	

SCHEMA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_005					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_041					
Codice immobile 2	SPE_042					
Codice immobile 3	SPE_043					
Codice immobile 4	SPE_044					
Codice immobile 5	SPE_045					
Codice immobile 6	SPE_046					
Codice immobile 7	SPE_047					
Codice immobile 8	SPE_048					
Codice immobile 9	SPE_049					
Codice immobile 10	SPE_050					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	5541				
Sup. verticale disperdente	mq	1161.37				
Copertura	mq	698.75				
Sup. vetrata disperdente	mq	118.9				
Sup. orizzontale	mq	698.75				
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			360280.00	233489.00	65%	
ACS			27705.00	30424.00	109.81%	
Elettricit�			41411.22	7500.00	18.11%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unit�		unit�		unit�	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	1161.37		�	52.766
Sup. vetrata disperdente		mq	698.75		�	21.271
		mq	118.90		�	41.615
	Sup. orizzontale disperdente	mq	698.75		�	69.875
Nuove installazioni impiantistiche					Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	42.00		�	42.000
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	39.00		�	53.430
TOTALI					� 280.957	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE					
DATI IDENTIFICATIVI					
Codice Immobile		SPE_041			
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica			
					
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO					
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	149.37	1.35	1.35	
2		0			
3		0			
4		0			
totali		149.37			
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	61.75	1.9	0.21	
2					
3					
4					
totali		61.75			
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	9.3	4.65	4.65	
2					
3					
4					
totali		9.3			
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)	
1	Solaio in latero cemento	61.75	1.8	1.8	
2					
3					
4					
totali		61.75			
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO					
Volume		mc	558		
Sup. verticale disperdente		mq	149.37		
Copertura		mq	61.75		
Sup. vetrata disperdente		mq	9.3		
Sup. orizzontale		mq	61.75		
TOTALE ENERGIA RISPARMIATA					
		rilevati	stimati	energia risparmiata	
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %
Fabbisogno energetico risc.			55642.00	21481.00	39%
Fabbisogno energetico ACS*			2790.00	1611.00	58%
Fabbisogno elettrico*			4286.30	688.00	16%
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"					
ALTRE FONTI DI RISPARMIO					
		rilevati	stimati	energia risparmiata	
		unità	unità	unità	rid. %
efficienza impianto		%	87.00	%	104.00 16%
Risorsa idrica		mc	mc	mc	#DIV/0!
					#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
				€/mq	€
Sup. verticale disperdente		mq	149.37 aerogel	€ 150	€ 22.406
Copertura		mq	61.75 polistirolo espanso EPS	€ 35	€ 2.161
Sup. vetrata disperdente		mq	9.30 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 3.255
Sup. orizzontale disperdente		mq	61.75 vetro cellulare	€ 100	€ 6.175
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
				€/mq	€
Pannelli solari ACS		mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq	2.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
TOTALI					€ 38.937

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_042							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	398	1.35	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		398						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	244	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		244						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	30	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		30						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	244	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		244						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	2196					
	Sup. verticale disperdente	mq	398					
	Copertura	mq	244					
	Sup. vetrata disperdente	mq	30					
	Sup. orizzontale	mq	244					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		62209.00	47856.00	77%			
	Fabbisogno energetico ACS		10980.00	11276.00	103%			
	Fabbisogno elettrico		16868.68	1310.00	8%			
Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq	398.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 11.940	
	Copertura	mq	244.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 7.320	
	Sup. vetrata disperdente	mq	30.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 10.500	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	244.00	vetro cellulare		€ 100	€ 24.400	
	Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	15.50	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 15.500	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	8.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 10.960	
TOTALI							€ 80.620	


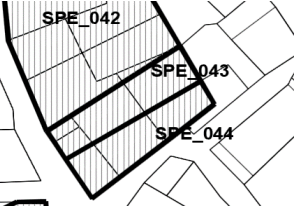
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_043			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	33	1.26	0.25
2				
3		0		
4		0		
totali		33		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	23	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		23		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	5	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		5		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	23	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		23		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	205	
	Sup. verticale disperdente	mq	33	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	23	
	Sup. vetrata disperdente	mq	5	
	Sup. orizzontale	mq	23	



VALORI TOTALI				
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
Fabbisogno energetico risc.		39083.00	34214.00	88%
Fabbisogno energetico ACS		1025.00	6444.00	629%
Fabbisogno elettrico		1574.72	786.00	50%


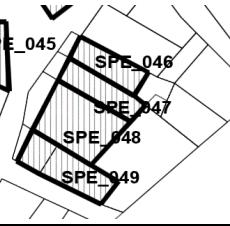
\*\_ Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!


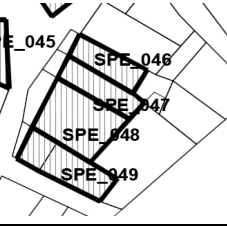
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
Superfici sottoposte a intervento					
Sup. verticale disperdente	mq	33.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 990
Copertura	mq	23.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 690
Sup. vetrata disperdente	mq	5.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 1.750
Sup. orizzontale disperdente	mq	23.00	vetro cellulare	€ 100	€ 2.300
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
Pannelli solari ACS	mq	8.90	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 8.900
Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
<b>TOTALI</b>					<b>€ 21.480</b>


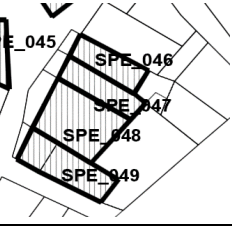
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile		SPE_044						
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica						
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	60	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		60						
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	25	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		25						
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	10	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		10						
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	25	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		25						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
Volume		mc	250					
Sup. verticale disperdente		mq	60					
Sup. orizzontale disperdente		mq	25					
Sup. vetrata disperdente		mq	10					
Sup. orizzontale		mq	25					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.			39195.00	33065.00	84%			
Fabbisogno energetico ACS			1250.00	1611.00	129%			
Fabbisogno elettrico			1920.39	786.00	41%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
efficienza impianto		%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica		mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato			Costo €/mq	Costo €	
Sup. verticale disperdente		mq	60.00	polistirolo espanso EPS			€ 30	€ 1.800
Copertura		mq	25.00	polistirolo espanso EPS			€ 30	€ 750
Sup. vetrata disperdente		mq	10.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e			€ 350	€ 3.500
Sup. orizzontale disperdente		mq	25.00	vetro cellulare			€ 100	€ 2.500
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato			Costo €/mq	Costo €	
Pannelli solari ACS		mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e			€ 1.000	€ 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq	5.00	pannello monocristallino			€ 1.370	€ 6.850
TOTALI							€ 17.600	


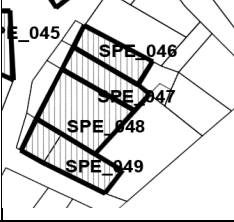
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_045							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	86	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		86						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	46	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		46						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	8	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		8						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	46	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		46						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	140					
	Sup. verticale disperdente	mq	86					
	Copertura	mq	46					
	Sup. vetrata disperdente	mq	8					
	Sup. orizzontale	mq	46					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		32252.00	24160.00	75%			
	Fabbisogno energetico ACS		700.00	1611.00	230%			
	Fabbisogno elettrico		1075.42	786.00	73%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	86.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.580		
	Copertura	mq	46.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.380		
	Sup. vetrata disperdente	mq	8.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 2.800		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	46.00	vetro cellulare	€ 100	€ 4.600		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
<b>TOTALI</b>						<b>€ 20.410</b>		


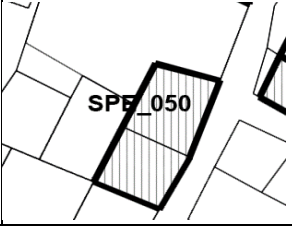
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_046							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	24	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		24						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	25	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		25						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	5	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		5						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	25	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		25						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	150					
	Sup. verticale disperdente	mq	24					
	Copertura	mq	25					
	Sup. vetrata disperdente	mq	5					
	Sup. orizzontale	mq	25					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		14983.00	10063.00	67%			
	Fabbisogno energetico ACS		750.00	1611.00	215%			
	Fabbisogno elettrico				#DIV/0!			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	mq	24.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 720	
	Copertura	mq	25.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 750	
	Sup. vetrata disperdente	mq	5.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 1.750	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	25.00	vetro cellulare		€ 100	€ 2.500	
	Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq		pannello monocristallino		€ 1.370	€ 0	
TOTALI							€ 7.920	



SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_047						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	53	1.26	0.25				
2	0						
3	0						
4	0						
<b>totali</b>	<b>53</b>						
Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Tetto a falda o piano con struttura in legno	49	1.9	0.24				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>49</b>						
Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	4.6	4.65	1.3				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>4.6</b>						
Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Solaio in latero cemento	49	1.8	0.25				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>49</b>						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	318					
Sup. verticale disperdente	mq	53					
Copertura	mq	49					
Sup. vetrata disperdente	mq	4.6					
Sup. orizzontale	mq	49					
VALORI TOTALI							
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.		20129.00	11358.00	56%			
Fabbisogno energetico ACS		1590.00	1565.00	98%			
Fabbisogno elettrico		2442.73	786.00	32%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Sup. verticale disperdente	mq 53.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.590		
Copertura	mq 49.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.470		
Sup. vetrata disperdente	mq 4.60	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 1.610		
Sup. orizzontale disperdente	mq 49.00	vetro cellulare		€ 100	€ 4.900		
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200		
Pannelli solari fotovoltaici	mq 2.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 2.740		
<b>TOTALI</b>					<b>€ 14.510</b>		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_048						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	120	1.26	0.25				
2	0						
3	0						
4	0						
<b>totali</b>	<b>120</b>						
Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Tetto a falda o piano con struttura in legno	100	1.9	0.24				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>100</b>						
Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	12	4.65	1.3				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>12</b>						
Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1 Solaio in latero cemento	100	1.8	0.25				
2							
3							
4							
<b>totali</b>	<b>100</b>						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	600					
Sup. verticale disperdente	mq	120					
Copertura	mq	100					
Sup. vetrata disperdente	mq	12					
Sup. orizzontale	mq	100					
VALORI TOTALI							
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.		34270.00	16582.00	48%			
Fabbisogno energetico ACS		3000.00	1565.00	52%			
Fabbisogno elettrico		4608.93	786.00	17%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
Sup. verticale disperdente	mq	120.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 3.600	
Copertura	mq	100.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 3.000	
Sup. vetrata disperdente	mq	12.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 4.200	
Sup. orizzontale disperdente	mq	100.00	vetro cellulare		€ 100	€ 10.000	
Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200	
Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 2.740	
<b>TOTALI</b>						<b>€ 25.740</b>	

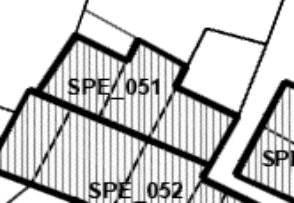
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice Immobile	SPE_049						
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica						
							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO							
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	130	1.35	1.35			
2		0					
3		0					
4		0					
totali		130					
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	74	1.9	0.24			
2							
3							
4							
totali		74					
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	16	4.65	1.3			
2							
3							
4							
totali		16					
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)			
1	Solaio in latero cemento	74	1.8	1.8			
2							
3							
4							
totali		74					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	665					
Sup. verticale disperdente	mq	130					
Copertura	mq	74					
Sup. vetrata disperdente	mq	16					
Sup. orizzontale	mq	74					
VALORI TOTALI							
	rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
Fabbisogno energetico risc.		35285.00	19278.00	55%			
Fabbisogno energetico ACS		3325.00	1565.00	47%			
Fabbisogno elettrico		5108.23	786.00	15%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"							
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Sup. verticale disperdente	mq	130.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.900		
Copertura	mq	74.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.220		
Sup. vetrata disperdente	mq	16.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.600		
Sup. orizzontale disperdente	mq	74.00	vetro cellulare	€ 100	€ 7.400		
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI					€ 28.170		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_050							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	108	1.35	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		108						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	51	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		51						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	19	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		19						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	51	1.8	1.8				
2								
3								
4								
totali		51						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	459					
	Sup. verticale disperdente	mq	108					
	Copertura	mq	51					
	Sup. vetrata disperdente	mq	19					
	Sup. orizzontale	mq	51					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		27232.00	15432.00	57%			
	Fabbisogno energetico ACS		2295.00	1565.00	68%			
	Fabbisogno elettrico		3525.83	786.00	22%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq 108.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 3.240		
	Copertura	mq 51.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 1.530		
	Sup. vetrata disperdente	mq 19.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 6.650		
	Sup. orizzontale disperdente	mq 51.00	vetro cellulare		€ 100	€ 5.100		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI						€ 25.570		

### Schede riepilogative dei cluster *Q\_SPE\_006*

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_006
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice immobile 1	SPE_051
Codice immobile 2	SPE_052
Codice immobile 3	SPE_053
Codice immobile 4	SPE_054
Codice immobile 5	SPE_055
Codice immobile 6	SPE_056
Codice immobile 7	SPE_057
Codice immobile 8	SPE_058
Codice immobile 9	SPE_059
Codice immobile 10	SPE_060
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	

SCHEMA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_006					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_051					
Codice immobile 2	SPE_052					
Codice immobile 3	SPE_053					
Codice immobile 4	SPE_054					
Codice immobile 5	SPE_055					
Codice immobile 6	SPE_056					
Codice immobile 7	SPE_057					
Codice immobile 8	SPE_058					
Codice immobile 9	SPE_059					
Codice immobile 10	SPE_060					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	8522				
Sup. verticale disperdente	mq	2365				
Copertura	mq	1095				
Sup. vetrata disperdente	mq	223.7				
Sup. orizzontale	mq	1095				
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			459004.00	229613.00	50%	
ACS			42610.00	27607.00	64.79%	
Elettricit�			65462.15	8286.00	12.66%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unit�		unit�		unit�	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	2365.00		�	88.950
Sup. vetrata disperdente		mq	1095.00		�	33.400
		mq	223.70		�	78.295
	Sup. orizzontale disperdente	mq	1095.00		�	109.500
Nuove installazioni impiantistiche					Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	35.30		�	35.300
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00		�	60.280
TOTALI					� 405.725	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile		SPE_051		
Immagine di riferimento		Immagine planimetrica		
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
Verticale		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	150	1.35	1.35
2		0		
3		0		
4		0		
totali		150		
Copertura		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	110	1.9	0.21
2				
3				
4				
totali		110		
Vetrato		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	9.3	4.65	4.65
2				
3				
4				
totali		9.3		
Solaio verso l'esterno o controterra		mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	110	1.8	1.8
2				
3				
4				
totali		110		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
Volume		mc	990	
Sup. verticale disperdente		mq	150	
Copertura		mq	110	
Sup. vetrata disperdente		mq	9.3	
Sup. orizzontale		mq	110	
TOTALE ENERGIA RISPARMIATA				
		rilevati	stimati	energia risparmiata
		Kwh	Kwh	Kwh rid. %
Fabbisogno energetico risc.			47272.00	24986.00 53%
Fabbisogno energetico ACS*			4950.00	1611.00 33%
Fabbisogno elettrico*			7604.73	688.00 9%
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"				
ALTRE FONTI DI RISPARMIO				
		rilevati	stimati	energia risparmiata
		unità	unità	unità rid. %
efficienza impianto		% 87.00	%	% 104.00 16%
Risorsa idrica		mc	mc	mc #DIV/0!
				#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO				
Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo
				€/mq
Sup. verticale disperdente		mq 150.00	aerogel	€ 150 € 22.500
Copertura		mq 110.00	polistirolo espanso EPS	€ 35 € 3.850
Sup. vetrata disperdente		mq 9.30	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350 € 3.255
Sup. orizzontale disperdente		mq 110.00	vetro cellulare	€ 100 € 11.000
Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo
				€/mq
Pannelli solari ACS		mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetriati e	€ 1.000 € 2.200
Pannelli solari fotovoltaici		mq 2.00	pannello monocristallino	€ 1.370 € 2.740
TOTALI				€ 45.545

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
Codice Immobile	SPE_052			
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica			
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	639	1.35	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		639		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	291	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		291		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	50	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		50		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	291	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		291		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	2619	
	Sup. verticale disperdente	mq	639	
	Copertura	mq	291	
	Sup. vetrata disperdente	mq	50	
	Sup. orizzontale	mq	291	

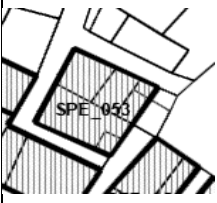
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		124106.00	60354.00	49%
	Fabbisogno energetico ACS		13095.00	11276.00	86%
	Fabbisogno elettrico		20117.97	1310.00	7%

\*\_ Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO						
		rilevati		stimati		energia risparmiata
		unità		unità		rid. %
	efficienza impianto	%	87.00	%		104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		#DIV/0!
						#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO						
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
		mq	€		€/mq	€
	Sup. verticale disperdente	mq	639.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 19.170
	Copertura	mq	291.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 8.730
	Sup. vetrata disperdente	mq	50.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 17.500
	Sup. orizzontale disperdente	mq	291.00	vetro cellulare	€ 100	€ 29.100
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo	Costo
		mq	€		€/mq	€
	Pannelli solari ACS	mq	15.50	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 15.500
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	8.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 10.960
<b>TOTALI</b>						<b>€ 100.960</b>



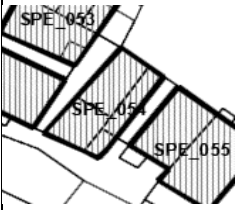
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
	Codice Immobile	SPE_053		
	Immagine di riferimento	Immagine planimetrica		
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	312	1.26	0.25
2				
3		0		
4		0		
totali		312		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	105	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		105		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	28	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		28		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	105	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		105		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	945	
	Sup. verticale disperdente	mq	312	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	105	
	Sup. vetrata disperdente	mq	28	
	Sup. orizzontale	mq	105	

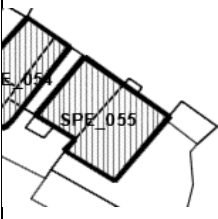
VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		51331.00	26630.00	52%
	Fabbisogno energetico ACS		4725.00	3627.00	77%
	Fabbisogno elettrico		7259.06	786.00	11%

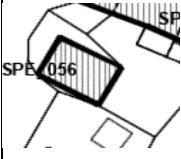
\*\_Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

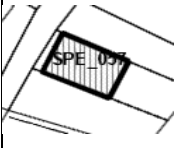
ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq	312.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 9.360
	Copertura	mq	105.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.150
	Sup. vetrata disperdente	mq	28.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 9.800
	Sup. orizzontale disperdente	mq	105.00 vetro cellulare	€ 100	€ 10.500
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850
<b>TOTALI</b>					<b>€ 41.860</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_054							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K (ante opera)	W/m <sup>2</sup> K (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	191	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		191						
	Copertura	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K (ante opera)	W/m <sup>2</sup> K (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	105	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		105						
	Vetrato	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K (ante opera)	W/m <sup>2</sup> K (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		20						
	Solaio verso l'esterno o controterra	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K (ante opera)	W/m <sup>2</sup> K (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	105	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		105						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	630					
	Sup. verticale disperdente	m <sup>2</sup>	191					
	Sup. orizzontale disperdente	m <sup>2</sup>	105					
	Sup. vetrata disperdente	m <sup>2</sup>	20					
	Sup. orizzontale	m <sup>2</sup>	105					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		38168.00	18189.00	48%			
	Fabbisogno energetico ACS		3150.00	1611.00	51%			
	Fabbisogno elettrico		4839.38	786.00	16%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Sup. verticale disperdente	m <sup>2</sup>	191.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 5.730	
	Copertura	m <sup>2</sup>	105.00	polistirolo espanso EPS		€ 30	€ 3.150	
	Sup. vetrata disperdente	m <sup>2</sup>	20.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e		€ 350	€ 7.000	
	Sup. orizzontale disperdente	m <sup>2</sup>	105.00	vetro cellulare		€ 100	€ 10.500	
	Eventuali impianti solari passivi			Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €	
	Pannelli solari ACS	m <sup>2</sup>	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e		€ 1.000	€ 2.200	
	Pannelli solari fotovoltaici	m <sup>2</sup>	5.00	pannello monocristallino		€ 1.370	€ 6.850	
TOTALI							€ 35.430	

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_055							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	353	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		353						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	144	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		144						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	28	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		28						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	144	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		144						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	1296					
	Sup. verticale disperdente	mq	353					
	Copertura	mq	144					
	Sup. vetrata disperdente	mq	28					
	Sup. orizzontale	mq	144					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		65365.00	33158.00	51%			
	Fabbisogno energetico ACS		6480.00	1611.00	25%			
	Fabbisogno elettrico		9955.29	786.00	8%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	353.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 10.590		
	Copertura	mq	144.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.320		
	Sup. vetrata disperdente	mq	28.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 9.800		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	144.00	vetro cellulare	€ 100	€ 14.400		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
<b>TOTALI</b>						<b>€ 48.160</b>		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_056							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
								
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	173	1.26	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		173						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	48	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		48						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	15	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		15						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	48	1.8	0.25				
2								
3								
4								
totali		48						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	290					
	Sup. verticale disperdente	mq	173					
	Copertura	mq	48					
	Sup. vetrata disperdente	mq	15					
	Sup. orizzontale	mq	48					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		22557.00	11946.00	53%			
	Fabbisogno energetico ACS		1450.00	1611.00	111%			
	Fabbisogno elettrico		2227.65	786.00	35%			
* _ Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	173.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.190		
	Copertura	mq	48.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.440		
	Sup. vetrata disperdente	mq	15.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.250		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	48.00	vetro cellulare	€ 100	€ 4.800		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI						€ 25.730		

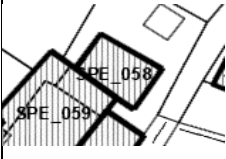
SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
	Codice Immobile	SPE_057		
	Immagine di riferimento	Immagine planimetrica		
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	154	1.26	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		154		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	40.93	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		41		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	15	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		15		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	41	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		41		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	246	
	Sup. verticale disperdente	mq	154	
	Copertura	mq	41	
	Sup. vetrata disperdente	mq	15	
	Sup. orizzontale	mq	41	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		20188.00	10898.00	54%
	Fabbisogno energetico ACS		1230.00	1565.00	127%
	Fabbisogno elettrico		1889.66	786.00	42%

\*\_ Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!

STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq	154.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.620
	Copertura	mq	41.00 polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.230
	Sup. vetrata disperdente	mq	15.00 legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 5.250
	Sup. orizzontale disperdente	mq	41.00 vetro cellulare	€ 100	€ 4.100
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq	2.20 ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	2.00 pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
<b>TOTALI</b>					<b>€ 20.140</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE				
DATI IDENTIFICATIVI				
	Codice Immobile	SPE_058		
	Immagine di riferimento	Immagine planimetrica		
				
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO				
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	138	1.35	0.25
2		0		
3		0		
4		0		
totali		138		
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	64	1.9	0.24
2				
3				
4				
totali		64		
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20	4.65	1.3
2				
3				
4				
totali		20		
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)
1	Solaio in latero cemento	64	1.8	0.25
2				
3				
4				
totali		64		
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO				
	Volume	mc	384	
	Sup. verticale disperdente	mq	138	
	Copertura	mq	64	
	Sup. vetrata disperdente	mq	20	
	Sup. orizzontale	mq	64	

VALORI TOTALI					
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %
	Fabbisogno energetico risc.		26399.00	13429.00	51%
	Fabbisogno energetico ACS		1920.00	1565.00	82%
	Fabbisogno elettrico		2949.71	786.00	27%

\*. Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"

ALTRE FONTI DI RISPARMIO							
		rilevati		stimati		energia risparmiata	rid. %
		unità		unità		unità	
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
							#DIV/0!


STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO					
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Sup. verticale disperdente	mq 138.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 4.140
	Copertura	mq 64.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 1.920
	Sup. vetrata disperdente	mq 20.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 7.000
	Sup. orizzontale disperdente	mq 64.00	vetro cellulare	€ 100	€ 6.400
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato	Costo €/mq	Costo €
	Pannelli solari ACS	mq 2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200
	Pannelli solari fotovoltaici	mq 2.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 2.740
<b>TOTALI</b>					<b>€ 24.400</b>

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_059							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm)	82	1.35	1.35				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		82						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	83	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		83						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	18	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		18						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	83	1.8	1.8				
2								
3								
4								
totali		83						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	498					
	Sup. verticale disperdente	mq	82					
	Copertura	mq	83					
	Sup. vetrata disperdente	mq	18					
	Sup. orizzontale	mq	83					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		29894.00	14835.00	50%			
	Fabbisogno energetico ACS		2490.00	1565.00	63%			
	Fabbisogno elettrico		3825.41	786.00	21%			
* _Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	82.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.460		
	Copertura	mq	83.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 2.490		
	Sup. vetrata disperdente	mq	18.00	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 6.300		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	83.00	vetro cellulare	€ 100	€ 8.300		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI						€ 28.600		

SCHEDA RIEPILOGATIVA IMMOBILE								
DATI IDENTIFICATIVI								
Codice Immobile	SPE_060							
Immagine di riferimento	Immagine planimetrica							
CARATTERISTICHE DELL' INVOLUCRO								
	Verticale	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm)	173	1.35	0.25				
2		0						
3		0						
4		0						
totali		173						
	Copertura	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Tetto a falda o piano con struttura in legno	104	1.9	0.24				
2								
3								
4								
totali		104						
	Vetrato	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	telaio in legno tenero 60mm vetro singolo	20.4	4.65	1.3				
2								
3								
4								
totali		20.4						
	Solaio verso l'esterno o controterra	mq	W/mqK (ante opera)	W/mqK (post opera)				
1	Solaio in latero cemento	104	1.8	1.8				
2								
3								
4								
totali		104						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO								
	Volume	mc	624					
	Sup. verticale disperdente	mq	173					
	Copertura	mq	104					
	Sup. vetrata disperdente	mq	20.4					
	Sup. orizzontale	mq	104					
VALORI TOTALI								
		rilevati Kwh	stimati Kwh	migliorati Kwh	rid. %			
	Fabbisogno energetico risc.		33724.00	15188.00	45%			
	Fabbisogno energetico ACS		3120.00	1565.00	50%			
	Fabbisogno elettrico		4793.29	786.00	16%			
* Per la stima seguire le istruzioni della scheda "ISTRUZIONI"								
ALTRE FONTI DI RISPARMIO								
		rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
		unità		unità		unità		
	efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
	Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
								#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DEL SOLO EFFICIENTAMENTO								
	Superfici sottoposte a intervento		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Sup. verticale disperdente	mq	173.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 5.190		
	Copertura	mq	104.00	polistirolo espanso EPS	€ 30	€ 3.120		
	Sup. vetrata disperdente	mq	20.40	legno tenero 60mm con doppio vetro e	€ 350	€ 7.140		
	Sup. orizzontale disperdente	mq	104.00	vetro cellulare	€ 100	€ 10.400		
	Eventuali impianti solari passivi		Materiale Utilizzato		Costo €/mq	Costo €		
	Pannelli solari ACS	mq	2.20	ne naturale con pannelli piani vetrati e	€ 1.000	€ 2.200		
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	5.00	pannello monocristallino	€ 1.370	€ 6.850		
TOTALI						€ 34.900		



*Schede riepilogative dei cluster Q\_SPE\_unitario*

SCHEDA UNITARIA CENTRO STORICO	
DATI IDENTIFICATIVI	
Codice scheda	Q_SPE_unitario
Comune	Arquata del tronto_Spelonga
Provincia	AP
CAP	
DATI AGGREGATO	
Codice gruppo1	Q_SPE_001
Codice gruppo2	Q_SPE_002
Codice gruppo3	Q_SPE_003
Codice gruppo4	Q_SPE_004
Codice gruppo5	Q_SPE_005
Codice gruppo6	Q_SPE_006
Codice gruppo7	
Codice gruppo8	
Codice gruppo9	
Codice gruppo10	
PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEGLI IMMOBILI ANALIZZATI	
	

SCHEDA UNITARIA CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_unitario						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice gruppo1	Q_SPE_001						
Codice gruppo2	Q_SPE_002						
Codice gruppo3	Q_SPE_003						
Codice gruppo4	Q_SPE_004						
Codice gruppo5	Q_SPE_005						
Codice gruppo6	Q_SPE_006						
Codice gruppo7							
Codice gruppo8							
Codice gruppo9							
Codice gruppo10							
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	52256.99					
Sup. verticale disperdente	mq	11473.19					
Copertura	mq	5848.36					
Sup. vetrata disperdente	mq	1044.45					
Sup. orizzontale	mq	5877.11					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati	stimati	migliorati			
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %		
Riscaldamento			3040567.00	1928563.00	63%		
ACS			261284.95	150486.00	57.59%		
Elettricit�			400262.32	48930.00	12.22%		
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		
	unit�		unit�		unit�	rid. %	
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo �	
Sup. verticale disperdente		Copertura	mq	11473.19		�	465.605
Sup. vetrata disperdente			mq	5848.36		�	178.317
			mq	1044.45		�	365.558
Sup. orizzontale disperdente			mq	5877.11		�	587.711
Nuove installazioni impiantistiche						Costo �	
Pannelli solari ACS			mq	212.00		�	212.000
Pannelli solari fotovoltaici			mq	259.00		�	354.830
TOTALI							� 2.164.020

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_001						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice immobile 1	SPE_001						
Codice immobile 2	SPE_002						
Codice immobile 3	SPE_003						
Codice immobile 4	SPE_004						
Codice immobile 5	SPE_005						
Codice immobile 6	SPE_006						
Codice immobile 7	SPE_007						
Codice immobile 8	SPE_008						
Codice immobile 9	SPE_009						
Codice immobile 10	SPE_010						
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	12436.06					
Sup. verticale disperdente	mq	2969.91					
Copertura	mq	1361.36					
Sup. vetrata disperdente	mq	224.01					
Sup. orizzontale	mq	1361.36					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati		stimati		migliorati	
		Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento				783395.00		587579.00	75%
ACS				62180.30		30424.00	48.93%
Elettricità				95528.19		8286.00	8.67%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo €	
Sup. verticale disperdente		mq	2969.91			€ 89.097	
Copertura		mq	1361.36			€ 41.150	
Sup. vetrata disperdente		mq	224.01			€ 78.404	
Sup. orizzontale disperdente		mq	1361.36			€ 136.136	
Nuove installazioni impiantistiche						Costo €	
Pannelli solari ACS		mq	42.00			€ 42.000	
Pannelli solari fotovoltaici		mq	44.00			€ 60.280	
<b>TOTALI</b>						<b>€ 447.066</b>	

SCHEMA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_002					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_011					
Codice immobile 2	SPE_012					
Codice immobile 3	SPE_013					
Codice immobile 4	SPE_014					
Codice immobile 5	SPE_015					
Codice immobile 6	SPE_016					
Codice immobile 7	SPE_017					
Codice immobile 8	SPE_018					
Codice immobile 9	SPE_019					
Codice immobile 10	SPE_020					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	5904				
Sup. verticale disperdente	mq	1476.91				
Copertura	mq	778				
Sup. vetrata disperdente	mq	123.04				
Sup. orizzontale	mq	743.75				
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			350883.00	167312.00	48%	
ACS			29520.00	15773.00	53.43%	
Elettricit�			45351.86	8286.00	18.27%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unit�		unit�		unit�	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0
						#DIV/0
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	1476.91		�	62.232
Sup. vetrata disperdente		mq	778.00		�	23.820
		mq	123.04		�	43.064
	Sup. orizzontale disperdente	mq	743.75		�	74.375
Nuove installazioni impiantistiche					Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	28.70		�	28.700
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00		�	60.280
<b>TOTALI</b>					<b>� 292.471</b>	

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_003						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice immobile 1	SPE_011						
Codice immobile 2	SPE_012						
Codice immobile 3	SPE_013						
Codice immobile 4	SPE_014						
Codice immobile 5	SPE_015						
Codice immobile 6	SPE_016						
Codice immobile 7	SPE_017						
Codice immobile 8	SPE_018						
Codice immobile 9	SPE_019						
Codice immobile 10	SPE_020						
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	7417.87					
Sup. verticale disperdente	mq	2154					
Copertura	mq	914.72					
Sup. vetrata disperdente	mq	189.4					
Sup. orizzontale	mq	942.72					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati		stimati		migliorati	
		Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento				449633.00		279666.00	62%
ACS				37089.35		15834.00	42.69%
Elettricità				56980.72		8286.00	14.54%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unità		unità		unità		
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo €	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	2154.00			€ 108.780	
Sup. vetrata disperdente		mq	914.72			€ 27.965	
		mq	189.40			€ 66.290	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	942.72			€ 94.272	
Nuove installazioni impiantistiche						Costo €	
	Pannelli solari ACS	mq	22.00			€ 22.000	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00			€ 60.280	
TOTALI						€ 379.587	

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_004						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice immobile 1	SPE_011						
Codice immobile 2	SPE_012						
Codice immobile 3	SPE_013						
Codice immobile 4	SPE_014						
Codice immobile 5	SPE_015						
Codice immobile 6	SPE_016						
Codice immobile 7	SPE_017						
Codice immobile 8	SPE_018						
Codice immobile 9	SPE_019						
Codice immobile 10	SPE_020						
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	12436.06					
Sup. verticale disperdente	mq	1346					
Copertura	mq	1000.53					
Sup. vetrata disperdente	mq	165.4					
Sup. orizzontale	mq	1035.53					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati		stimati		migliorati	
		Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento				637372.00		430904.00	68%
ACS				62180.30		30424.00	48.93%
Elettricit�				95528.19		8286.00	8.67%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unit�		unit�		unit�		
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	1346.00			� 63.780	
Sup. vetrata disperdente		mq	1000.53			� 30.711	
		mq	165.40			� 57.890	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	1035.53			� 103.553	
Nuove installazioni impiantistiche						Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	42.00			� 42.000	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	44.00			� 60.280	
TOTALI						� 358.214	

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO							
DATI IDENTIFICATIVI							
Codice scheda	Q_SPE_005						
Comune	Arquata del tronto_Spelonga						
Provincia	AP						
CAP							
DATI AGGREGATO							
Codice immobile 1	SPE_011						
Codice immobile 2	SPE_012						
Codice immobile 3	SPE_013						
Codice immobile 4	SPE_014						
Codice immobile 5	SPE_015						
Codice immobile 6	SPE_016						
Codice immobile 7	SPE_017						
Codice immobile 8	SPE_018						
Codice immobile 9	SPE_019						
Codice immobile 10	SPE_020						
CONTESTO CLIMATICO							
Gradi Giorno	2549						
Zona climatica	E						
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO							
Volume	mc	5541					
Sup. verticale disperdente	mq	1161.37					
Copertura	mq	698.75					
Sup. vetrata disperdente	mq	118.9					
Sup. orizzontale	mq	698.75					
VALORI TOTALI							
Consumi		rilevati		stimati		migliorati	
		Kwh		Kwh		Kwh	rid. %
Riscaldamento				360280.00		233489.00	65%
ACS				27705.00		30424.00	109.81%
Elettricit�				41411.22		7500.00	18.11%
ALTRI FONTI DI RISPARMIO							
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata		rid. %
	unit�		unit�		unit�		
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00	16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc		#DIV/0!
							#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO							
Superfici sottoposte a intervento						Costo �	
Sup. verticale disperdente	Copertura	mq	1161.37			� 52.766	
Sup. vetrata disperdente		mq	698.75			� 21.271	
		mq	118.90			� 41.615	
	Sup. orizzontale disperdente	mq	698.75			� 69.875	
Nuove installazioni impiantistiche						Costo �	
	Pannelli solari ACS	mq	42.00			� 42.000	
	Pannelli solari fotovoltaici	mq	39.00			� 53.430	
TOTALI						� 280.957	

SCHEDA RIEPILOGATIVA AGGREGATO URBANO O CENTRO STORICO						
DATI IDENTIFICATIVI						
Codice scheda	Q_SPE_006					
Comune	Arquata del tronto_Spelonga					
Provincia	AP					
CAP						
DATI AGGREGATO						
Codice immobile 1	SPE_011					
Codice immobile 2	SPE_012					
Codice immobile 3	SPE_013					
Codice immobile 4	SPE_014					
Codice immobile 5	SPE_015					
Codice immobile 6	SPE_016					
Codice immobile 7	SPE_017					
Codice immobile 8	SPE_018					
Codice immobile 9	SPE_019					
Codice immobile 10	SPE_020					
CONTESTO CLIMATICO						
Gradi Giorno	2549					
Zona climatica	E					
DATI GENERALI AMBIENTE RISCALDATO						
Volume	mc	8522				
Sup. verticale disperdente	mq	2365				
Copertura	mq	1095				
Sup. vetrata disperdente	mq	223.7				
Sup. orizzontale	mq	1095				
VALORI TOTALI						
Consumi		rilevati	stimati	migliorati		
		Kwh	Kwh	Kwh	rid. %	
Riscaldamento			459004.00	229613.00	50%	
ACS			42610.00	27607.00	64.79%	
Elettricit�			65462.15	8286.00	12.66%	
ALTRI FONTI DI RISPARMIO						
Consumi	rilevati		stimati		energia risparmiata	
	unit�		unit�		unit�	rid. %
Efficienza impianto	%	87.00	%		%	104.00 16%
Risorsa idrica	mc		mc		mc	#DIV/0!
						#DIV/0!
STIMA DEI COSTI DI EFFICIENTAMENTO						
Superfici sottoposte a intervento					Costo �	
Sup. verticale disperdente			mq	2365.00	� 88.950	
Copertura			mq	1095.00	� 33.400	
Sup. vetrata disperdente			mq	223.70	� 78.295	
Sup. orizzontale disperdente			mq	1095.00	� 109.500	
Nuove installazioni impiantistiche					Costo �	
Pannelli solari ACS			mq	35.30	� 35.300	
Pannelli solari fotovoltaici			mq	44.00	� 60.280	
TOTALI					� 405.725	





*Tool di calcolo delle dispersioni energetiche*

Elenco dei simboli e delle unità di misura		
<i>simbolo</i>	<i>descrizione</i>	<i>unità di misura</i>
A	area	mq
AEC	Consumo annuale di energia	J, kWh
d	aumento di temperatura dovuto agli apporti termici interni	K
DD	Gradii giorno	K
dt	Salto Termico di progetto	K
e	Esponente $e=2,7183$	-
F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	Rapporti di temperatura (nello scambio convettivo-radiativo)	-
fr	Fattore di risposta termica	-
HWS	Acqua calda sanitaria	-
k	Costante	-
MGG	Gradii giorno massimi	-
N	Numero dei ricambi d'aria orari	-
Q <sub>g</sub>	Guadagni termici indoor	kW
Q <sub>c</sub>	Potenza termica dell'impianto	kW
S	Numero dei giorni nel periodo di calcolo	-
SDD	Gradi Giorno Standard	K
t <sub>ai</sub>	temperatura ambiente interno	°C
t <sub>ao</sub>	temperatura ambiente esterno	°C
t <sub>b</sub> B	Temperatura di Base	°C
t <sub>c</sub>	temperatura a bulbo secco risultante	°C
t <sub>m</sub>	temperatura esterna media giornaliera	°C
t <sub>n</sub>	temperatura esterna minima giornaliera	°C
t <sub>x</sub>	temperatura esterna massima giornaliera	°C
U	Coefficiente trasmittanza termica	W/mq K
V	Volme dell'ambiente	mc
Y	Fattore di ammetenza termica	W/mq K

**SIMBOLI**



### Calcolo della temperatura risultante interna ( $t_c$ )

$t_{ai}$	temperatura interna di progetto	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20.0</span>	°C
$t_r$	temperatura media radiante	15.17	°C
$t_c$	temperatura risultante interna	17.58	°C
$t_{ao}$	temperatura ambiente esterno	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.0</span>	°C
$\Delta t$	salto termico interno - esterno	20.00	°C

n°	$R_{tot}$	Tipo superficie	Res.Sup.Int.	$dt_{si}$	$t_s$	A	$t_s \times A$
1	0.74	V	0.13	3.51	16.49	199.11	3283.32
2	0.53	V	0.13	4.94	15.06	82.53	1242.90
3	0.22	F	0.13	12.09	7.91	20.40	161.36
4	0.56	P	0.17	6.12	13.88	82.53	1145.52
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

TOT  $t_s \times A$                       5833.11

Tipo superficie : V=Verticale P=Pavim. S=Soffitto

### Dispersione Termica di Progetto - Q<sub>p</sub>

#### Dati INPUT

Σ UA	Dispersione termica specifica	W/ K	<b>669.02</b>
F1	Fattore di temperatura	adim	<b>1.008</b>
N	Numero ricambi ora	-	<b>1.00</b>
V	Volume ambiente	mc	<b>742.00</b>
F2	Fattore di temperatura	adim	<b>2.829</b>
t c	Temperatura risultante interna	°C	<b>17.58</b>
t ao	Temperatura dell'aria esterna	°C	<b>0.0</b>

Q<sub>p</sub> *Dispersione Termica di Progetto - QP* **24042 W**

*Fabbisogno di energia annuale per riscaldamento ante operam* **61282 Kwh**

n°	descrizione	Area	Coeff. U	A x U
1	parete esterna	199.1	1.350	268.799
2	copertura	82.5	1.900	156.807
3	finestre	20.4	4.650	94.860
4	Pvimento controterra	82.5	1.800	148.554

### Valutazione del risparmio di energia per riscaldamento a seguito di interventi sull'involucro

Σ UA <sub>LIM</sub>	Dispersione termica specifica con valori U Limite	W/ K	123.24
Σ UA <sub>MED</sub>	Dispersione termica specifica con valori U mediata	W/ K	396.132
Σ UA <sub>MIGL</sub>	Dispersione termica specifica con valori U migliorata	W/ K	244.659
No	Numero dei ricambi d'aria ottimizzato	-	<b>0.50</b> pari a 1/2 N
V	Volume ambiente	mc	742.00
t ai	temperatura dell'aria interna	°C	20.0
t ao	Temperatura dell'aria esterna	°C	0.0

<i>Fabbisogno di energia annuale per riscaldamento post operam</i>	Limite	<b>48758 Kwh</b>	
	Migliorato	<b>42568 Kwh</b>	
<i>Risparmio di energia per riscaldamento</i>	Limite	<b>12524 Kwh</b>	<b>-80%</b>
	Migliorato	<b>18714 Kwh</b>	<b>-69%</b>

#### CARATTERISTICHE EDIFICIO "OTTIMIZZATO"

Zona climatica di progetto

E

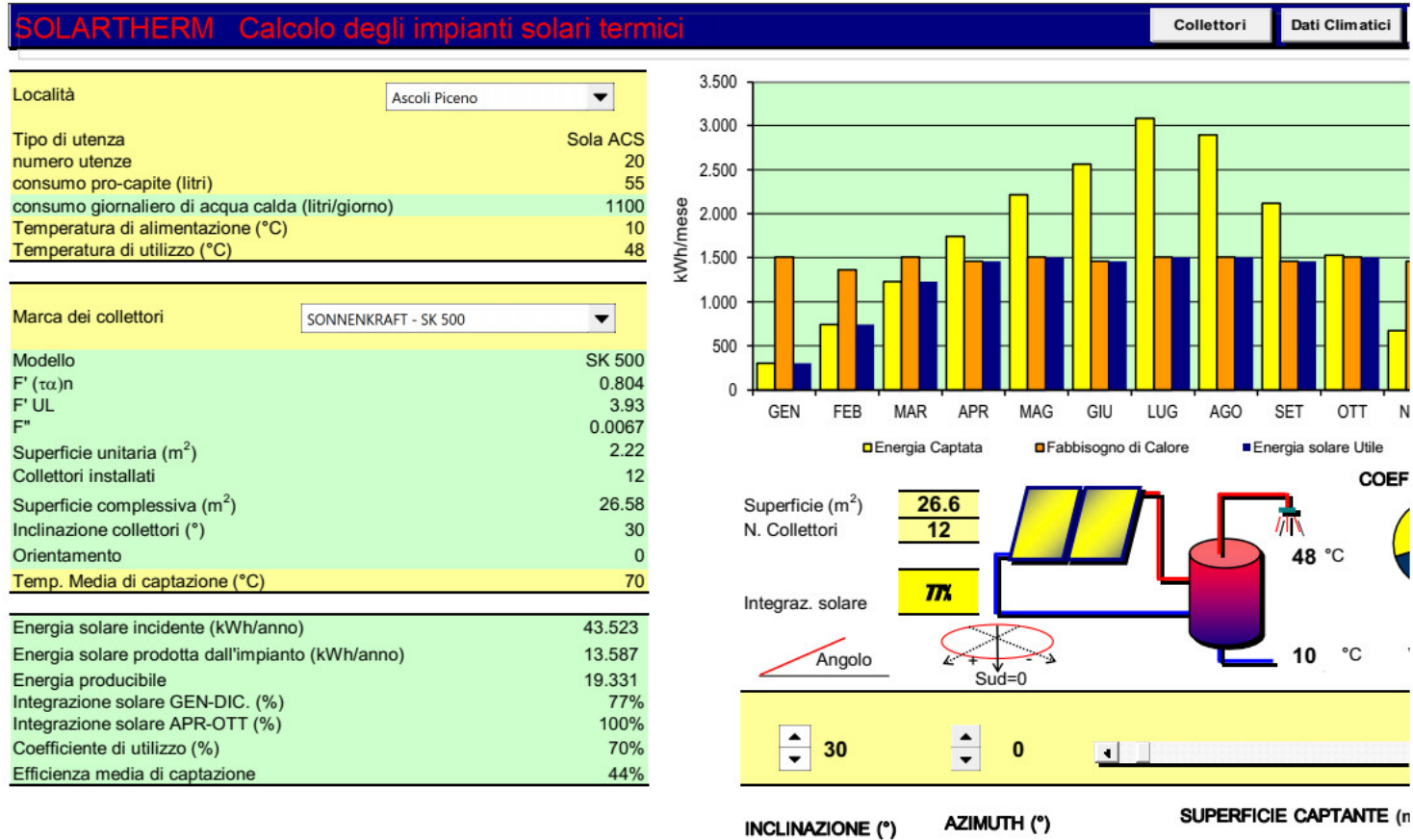
Coeff U limite secondo linee guida per la certificazione energetica

OP VERT 0.26    COPER 0.22    PAVIM 0.26    SERRAM 1.4

#### Superfici disperdenti


n°	descrizione	Area	Coeff. U limite	Coeff U mediato	Coeff U migliorato	A x U <sub>LIM</sub>	A x U	A x U
1	parete esterna	199.1	0.260	0.805	0.250	51.769	160.284	49.778
2	copertura	82.5	0.260	1.080	0.240	21.458	89.132	19.807
3	finestre	20.4	1.400	3.025	1.300	28.560	61.710	26.520
4	Pvimento controterra	82.5	0.260	1.030	1.800	21.458	85.006	148.554
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
TOTALI		384.6				123.244	396.132	244.659

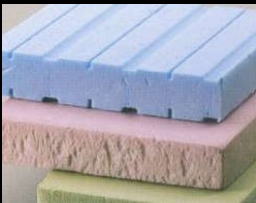
## Tool di calcolo del dimensionamento dei pannelli solari per ACS





### *Rassegna dei materiali isolanti*

Tipi di materiali isolanti piu diffusi in commercio							
materiali sintetici espansi	materiali minerali espansi	fibre naturali (lana o fiocchi)	fibre vegetali	fibre minerali	riflettenti e sottovuoto	termointonaco	materiali innovativi
polistirolo espanso EPS polistirolo estruso XPS  poliuretano PUR  pannelli in resine fenoliche	pannelli di  minerale espanso vetro cellulare	pannelli in lana di  legno fiocchi di cellulosa	pannelli di sughero  o granuli pannelli di fibra di legno	Pannelli o rotoli di  lana di vetro Pannelli o rotoli di lana di roccia	rotoli  termoriflettenti pannelli VACUM	Termointonaco	aerogel  PCM

Polistirolo espanso EPS		
	<p>Il polistirolo espanso sinterizzato (EPS) è composto da due componenti base, <b>benzolo e etilene</b>, che vengono ricavati da <b>petrolio e metano</b>.</p> <p>Il polistirolo espanso sinterizzato (EPS) è composto da <b>granuli di polistirolo espansi</b> attraverso calore. I pannelli di polistirolo espanso sinterizzato (EPS) vengono <b>fissati con massa collante</b> o, in caso di sottofondo instabile, vengono <b>incavagliati sulla struttura portante</b>. La rigidità del pannello in polistirolo espanso sinterizzato (EPS) <b>insieme a un intonaco leggero</b> può andare in risonanza e <b>ridurre l'abbattimento acustico</b>.</p>	
	Spessori	mm da 20 a 200
Conducibilità	W/mK da 0.035 a 0.04	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 11 a 30	
Fattore di resistenza al vapore	μ da 20 a 100	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 22 a 40	

Polistirolo estruso XPS		
	<p>Il polistirolo espanso estruso (XPS) è ottenuto da <b>benzolo ed etilene</b> a loro volta ricavati da <b>petrolio e metano</b>.</p> <p>Il propellente più utilizzato per l'espansione del polistirolo liquido è la CO<sub>2</sub>. Il polistirolo espanso estruso (XPS) ha un <b>assorbimento d'acqua molto ridotto</b> e per questo viene utilizzato per l'<b>applicazione in ambienti molto umidi</b>, come pareti e solai dei piani interrati.</p> <p>E' necessario areare se per <b>tagliare i pannelli</b> di polistirolo espanso estruso (XPS) si utilizza il <b>filo caldo</b>.</p>	
	Spessori	mm da 30 a 120
Conducibilità	W/mK da 0.035 a 0.04	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 10 a 30	
Fattore di resistenza al vapore	μ da 70 a 100	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 30 a 40	

Poliuretano PUR		
	<p>Il poliuretano espanso (PUR) è un derivato di <b>petrolio e metano</b>.</p> <p>Il poliuretano espanso (PUR) è di solito utilizzato per scopi specifici, quali l'<b>isolamento continuo sopra le travi portanti</b>, l'isolamento del pavimento come <b>anticalpestio</b>, l'isolamento di <b>boiler, tubazioni e caldaie</b>.</p> <p>Durante la lavorazione del poliuretano espanso (PUR) è necessaria una <b>areazione elevata</b>.</p>	
	Spessori	mm da 20 a 140
Conducibilità	W/mK da 0.025 a 0.03	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> 40	
Fattore di resistenza al vapore	μ stagno	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 20 a 40	

Pannelli in resine fenoliche		
	<p>E' un pannello formato da uno strato di <b>isolante fenolico espanso</b>. Il materiale, disponibile con diverse finiture, è tra i migliori isolanti termici con un <math>\lambda = 0,021</math>.</p> <p>La componente principale del pannello è la schiuma fenolica espansa, una <b>schiuma rigida a cellule chiuse</b> a cui si devono le proprietà più importanti.</p> <p>Le diverse tipologie di rivestimento sono studiate per incrementare le prestazioni della schiuma a seconda dell'applicazione richiesta per rendere al massimo della sua efficienza in ogni situazione.</p>	
	Spessori	mm da 30 a 160
Conducibilità	W/mK da 0.022 a 0.024	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> 35	
Fattore di resistenza al vapore	μ 55	
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 14 a 19	



Pannelli di minerale espanso	
	<p>La schiuma minerale è costituita interamente da <b>componenti minerali</b>, come la calce espansa o il silicato di calcio.</p> <p>Durante la posa dei pannelli in schiuma minerale è necessario prestare attenzione in quanto il <b>materiale tende ad assorbire acqua</b>. Per questo motivo i <b>pannelli</b> in schiuma minerale vengono <b>idrofozzati</b>, in modo da avere maggiori proprietà idrorepellenti. E' necessario durante il montaggio indossare la mascherina antipolvere.</p> <p>I pannelli in schiuma minerale sono <b>ecologici</b> e totalmente <b>riutilizzabili</b>.</p>
Spessori	mm da 80 a 300
Conducibilità	W/mK 0.045
Densità	Kg/m <sup>3</sup> 115
Fattore di resistenza al vapore	μ5
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 70 a 80


Vetro cellulare	
	<p>Il vetro cellulare espanso è <b>vetro fuso</b>, estruso, macinato ed infine <b>espanso</b> tramite carbonio.</p> <p>Il vetro cellulare espanso ha <b>resistenza a compressione molto elevata</b> ed è per questo che viene utilizzato prevalentemente come <b>primo mattone</b> per risolvere il ponte termico in fondazione.</p> <p>Il vetro cellulare espanso è utilizzato inoltre per isolare le pareti perimetrali dall'interno e per <b>proteggere le coperture</b> sia piane che inclinate, oltre che per isolare le <b>pareti controterra</b>.</p>
Spessori	mm da 40 a 200
Conducibilità	W/mK da 0.04 a 0.05
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 150 a 170
Fattore di resistenza al vapore	μstagno
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 70 a 130


Silicato di calcio	
	<p>Il calcio silicato è costituito da <b>calcio</b> e <b>ossidi di silicio</b>, che vengono mescolati con <b>cellulosa</b> in acqua e lasciati essiccare in stampi.</p> <p>Il calcio silicato si può trovare in commercio sotto forma di pannelli e di cospelle, ed è utilizzato prevalentemente per l'<b>isolamento interno</b> poiché evita le formazioni di muffa. Il calcio silicato viene spesso utilizzato anche per la <b>protezione al fuoco</b>.</p>
Spessori	mm da 60 a 200
Conducibilità	W/mK da 0.05 a 0.06
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 100 a 115
Fattore di resistenza al vapore	μ6
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 30 a 50

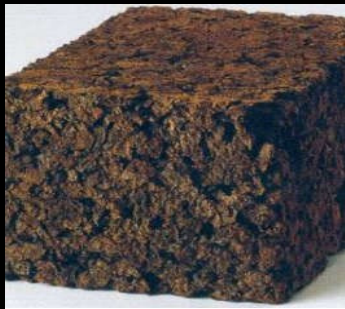
Perlite espansa	
	<p>La perlite è una roccia vulcanica effusiva di colore variabile tra il grigio e il rosa, che ha la capacità di <b>espandere il suo volume</b> fino a venti volte se portata ad alte temperature. La perlite espansa viene applicata <b>sfusa</b> in <b>intercapedini</b> di pareti perimetrali, coperture, sottotetti non praticabili oppure viene <b>impastata con acqua e calce idraulica</b> e utilizzata per realizzare <b>sottofondi</b> e massetti in solai interpiano. I pannelli di perlite espansa, che sono incombustibili, resistenti alla compressione e insensibili all'umidità, vengono utilizzati nelle coperture piane come supporto diretto per la posa di membrane impermeabili.</p>
Spessori	mm da 30 a 150
Conducibilità	W/mK da 0.04 a 0.06
Densità	Kg/m <sup>3</sup> 150
Fattore di resistenza al vapore	μ da 1 a 4
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 20 a 30


Vermiculite espansa	
	<p>La vermiculite è una <b>roccia di origine vulcanica</b> costituita da silicato di alluminio e magnesio idrato con tracce di ossido di ferro. Il minerale grezzo viene frantumato, macinato e sottoposto ad elevate temperature (100°C). Si ottiene così una struttura cellulare costituita da <b>microcavità chiuse</b> che ne determina l'<b>impermeabilità all'acqua</b> e il potere isolante. Viene applicata in forma sfusa in intercapedini di pareti perimetrali, coperture, sottotetti non praticabili, mentre impastata con acqua e legante idraulico è impiegata nella realizzazione di sottofondi e massetti in solai interpiano e controterra, coperture piane e inclinate.</p>
Spessori	mm da 30 a 150
Conducibilità	W/mK da 0.057 a 0.084
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 80 a 100
Fattore di resistenza al vapore	μ da 2 a 3
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 20 a 30

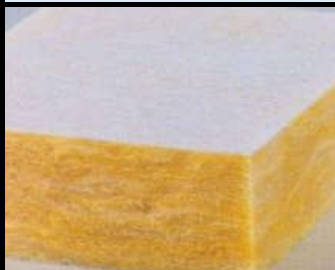
Argilla espansa	
	<p>L'argilla espansa è un inerte leggero ricavato dalla cottura a 1200°C dell'argilla.</p> <p>L'argilla espansa viene applicata in granuli sfusi all'interno di intercapedini di <b>pareti, coperture</b> e <b>sottofondi</b>, oppure aggiunta come inerte nella realizzazione di intonaci resistenti al fuoco o di agglomerati alleggeriti <b>per solai interpiano</b>.</p>
Spessori	mm da 50 a 200
Conducibilità	W/mK da 0.11 a 0.13
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 320 a 450
Fattore di resistenza al vapore	μ5
Costo posato	€/m <sup>2</sup> da 20 a 30


Cellulosa															
	<p>La fibra di cellulosa è ricavata dalla <b>carta di giornale riciclata</b>. La carta viene sminuzzata e miscelata con sali di boro in modo da rendere il materiale <b>ignifugo</b> e <b>antiparassitario</b>: da questo procedimento vengono prodotti <b>fiocchi</b> commercializzati in sacchi. Da utilizzare negli interventi di recupero, per isolare il sottotetto, <b>soffiando il materiale</b> all'estradosso dell'ultimo solaio, o per isolare le pareti a cassa vuota, <b>insufflando il materiale</b> nell'intercapedine d'aria. Viene utilizzata per isolare le case di nuova costruzione con struttura in legno.</p>														
	<table border="1"> <tr> <td>Spessori</td> <td>mm</td> <td>da 30 a 150</td> </tr> <tr> <td>Conducibilità</td> <td>W/mK</td> <td>da 0.04</td> </tr> <tr> <td>Densità</td> <td>Kg/m<sup>3</sup></td> <td>da 35 a 65</td> </tr> <tr> <td>Fattore di resistenza al vapore</td> <td>μ</td> <td>da 1.5</td> </tr> <tr> <td>Costo posato</td> <td>€/m<sup>2</sup></td> <td>da 20 a 30</td> </tr> </table>	Spessori	mm	da 30 a 150	Conducibilità	W/mK	da 0.04	Densità	Kg/m <sup>3</sup>	da 35 a 65	Fattore di resistenza al vapore	μ	da 1.5	Costo posato	€/m <sup>2</sup>
Spessori	mm	da 30 a 150													
Conducibilità	W/mK	da 0.04													
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	da 35 a 65													
Fattore di resistenza al vapore	μ	da 1.5													
Costo posato	€/m <sup>2</sup>	da 20 a 30													

Lana di legno															
	<p>La lana di legno viene realizzata utilizzando <b>residui di segheria</b>. Il legno viene frantumato e scomposto in fibre di legno in seguito compattate. Per rendere i pannelli resistenti all'umidità vengono utilizzate alcune <b>sostanze idrofobizzanti</b>. I pannelli in lana di legno hanno buone caratteristiche di <b>isolamento termoacustico</b> e di <b>accumulo del calore</b>, che in estate si traduce in un buon livello di sfasamento. Si utilizzano per l'<b>isolamento di intercapedini</b> di strutture in legno e muratura, <b>cappotti, rivestimenti interni, coperture inclinate e piane e solai</b>.</p>														
	<table border="1"> <tr> <td>Spessori</td> <td>mm</td> <td>da 40 a 200</td> </tr> <tr> <td>Conducibilità</td> <td>W/mK</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>Densità</td> <td>Kg/m<sup>3</sup></td> <td>da 50 a 260</td> </tr> <tr> <td>Fattore di resistenza al vapore</td> <td>μ</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Costo posato</td> <td>€/m<sup>2</sup></td> <td>da 22 a 30</td> </tr> </table>	Spessori	mm	da 40 a 200	Conducibilità	W/mK	0.04	Densità	Kg/m <sup>3</sup>	da 50 a 260	Fattore di resistenza al vapore	μ	1	Costo posato	€/m <sup>2</sup>
Spessori	mm	da 40 a 200													
Conducibilità	W/mK	0.04													
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	da 50 a 260													
Fattore di resistenza al vapore	μ	1													
Costo posato	€/m <sup>2</sup>	da 22 a 30													

Sughero		
	<p>Il sughero è un <b>tessuto vegetale</b> che riveste fusto e radici delle piante legnose. Il sughero isolante si presenta in <b>granuli</b> o in <b>pannelli</b>. Il primo si utilizza in <b>intercapedini di pareti, coperture, solai e sottotetti non praticabili</b> e, <b>impastato con acqua e legante</b> viene utilizzato per <b>sottofondi praticabili</b>.</p> <p>I pannelli di sughero isolante vengono invece applicati in <b>pareti perimetrali e divisorie</b>, in <b>coperture piane e a falda</b>, in <b>controsoffitti, sottotetti, sottopavimenti e solai</b>.</p> <p>Il sughero isolante è insensibile a insetti e funghi.</p>	
	Spessori	mm da
Conducibilità	W/mK	0.04
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da	170 a 190
Fattore di resistenza al vapore	μ	20
Costo	€/m <sup>2</sup> da	40 a 100

Fibre di legno		
	<p>Le fibre di legno, macinate, vengono <b>impregnate con cemento</b> o altri materiali per determinarne la mineralizzazione, che apporta alle fibre <b>compattezza strutturale</b>. Ha un'elevata <b>capacità di accumulo termico</b>. E' un materiale traspirante ed ha buone caratteristiche acustiche e offre un buon grado di protezione contro il fuoco. Vengono utilizzati per l'<b>isolamento termoacustico</b> e la <b>protezione dal fuoco</b> di pareti perimetrali e divisorie, controsoffitti coperture e solai. Sono molto utilizzati nella correzione dei ponti termici nel risanamento di murature umide, nell'isolamento di ambienti contro</p>	
	Spessori	mm da
Conducibilità	W/mK da	0.09 a 0.1
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da	50 a 270
Fattore di resistenza al vapore	μ da	2 a 5
Costo	€/m <sup>2</sup> da	22 a 30

Lana di vetro		
	<p>La <b>lana di vetro</b> è ottenuta portando a fusione una <b>miscela di vetro e sabbia</b> che viene inseguito convertita in fibre e tagliata ricavandone rotoli, pannelli o fiocchi.</p> <p>La <b>lana di vetro</b> in rotoli e pannelli ha caratteristiche acustiche e <b>va protetta dall'acqua</b>, per questo motivo non è adatta per pareti controterra e per tetti a struttura inversa. E' invece adatta per l'<b>isolamento di ogni altro elemento dell'involucro edilizio</b>. I rotoli hanno un'elevata <b>capacità di adattarsi alle superfici</b> e permettono di <b>contornare le discontinuità presenti</b> (tubazioni, spigoli, sporgenze) assicurando un'ottima tenuta dal punto di vista termico e acustico.</p>	
	Spessori	mm da 40 a 200
Conducibilità	W/mK da 0.035 a 0.04	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 10 a 70	
Fattore di resistenza al vapore	μ da 1 a 2	
Costo	€/m <sup>2</sup> da 25 a 60	

Lana di roccia		
	<p>La lana di roccia è ottenuta da <b>rocce</b> eruttive diabasiche, basaltiche, dolomie <b>addittivate con collanti</b>.</p> <p>Oltre ad essere un <b>materiale naturale</b> e ad avere un'<b>ottima capacità di isolamento termico</b>, la lana di roccia è anche un buon <b>materiale fonoassorbente</b>. La lana di roccia non assorbe né acqua né umidità, ed ha inoltre un<b>ottimo comportamento al fuoco</b>: non contribuisce né allo sviluppo né alla propagazione di incendi.</p>	
	Spessori	mm da 40 a 240
Conducibilità	W/mK da 0.035 a 0.04	
Densità	Kg/m <sup>3</sup> da 30 a 130	
Fattore di resistenza al vapore	μ da 1 a 2	
Costo	€/m <sup>2</sup> da 25 a 60	

## Isolamento sottovuoto



I vacuum insulation panel sono **pannelli isolanti sottovuoto**. Si tratta di un prodotto coibente che nasce a partire dall'industria frigorifera e permette di ottenere una **conducibilità termica da 5 a 10 volte inferiore a quella degli isolanti utilizzati tradizionalmente**, con spessori decisamente ridotti. I vacuum insulation panel sono da **ordinare su misura** e bisogna prestare **particolare cura nella posa**. Costa molto di più degli altri materiali isolanti tradizionali ma permette **spessori molto ridotti**.

Spessori	mm	20
Conducibilità	W/mK	da 0.0042 a 0.02
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	da 100 a 300
Fattore di resistenza al vapore	μstagno	
Costo	€/m <sup>2</sup>	da 90 a 100


## Isolanti riflettenti




I materiali isolanti sottili multiriflettenti agiscono per **irraggiamento** e sono formati per lo più da **fogli di alluminio** o da altre superfici riflettenti. Ai fogli viene **accoppiato uno strato di aria incapsulata** in cuscinetti. Nella posa in opera è necessario **evitare il contatto tra il materiale isolante e la parete da isolare**, per poter **sfruttare al meglio la capacità riflettente del materiale**. Gli isolanti sottili multiriflettenti sono prodotti in **materassini di spessore massimo 30 mm** e vengono confezionati e venduti in **rotoli**.






Spessori	mm	30
Conducibilità	W/mK	0.04
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	da 60 a 85
Fattore di resistenza al vapore	μstagno	
Costo	€/m <sup>2</sup>	da 60 a 70

Termointonaco															
	<p>Intonaco premiscelato naturale <b>ecocompatibile</b>, completamente privo di cemento, formulato con pura calce idraulica natura <b>NHL 3.5</b>, argilla, polveri diatomeiche e fibre di rinforzo. Questo prodotto presenta il migliore lambda e quindi il migliore coefficiente di conducibilità termica attualmente presente sul mercato dei termo intonaci. Primo e vero intonaco di sughero, <b>marcato CE e LEED</b>, idoneo per la realizzazione, sia in interno sia in esterno, di <b>cappotti termici, deumidificazioni, riqualificazioni energetiche e rivestimenti fonoassorbenti.</b></p>														
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Spessori</td> <td>mm</td> <td>da 30 a 60</td> </tr> <tr> <td>Conducibilità</td> <td>W/mK</td> <td>0.086</td> </tr> <tr> <td>Densità</td> <td>Kg/m<sup>3</sup></td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>Fattore di resistenza al vapore</td> <td>μ</td> <td>5.6</td> </tr> <tr> <td>Costo posato</td> <td>€/m<sup>2</sup></td> <td>da 20 a 65</td> </tr> </tbody> </table>	Spessori	mm	da 30 a 60	Conducibilità	W/mK	0.086	Densità	Kg/m <sup>3</sup>	360	Fattore di resistenza al vapore	μ	5.6	Costo posato	€/m <sup>2</sup>
Spessori	mm	da 30 a 60													
Conducibilità	W/mK	0.086													
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	360													
Fattore di resistenza al vapore	μ	5.6													
Costo posato	€/m <sup>2</sup>	da 20 a 65													

Aerogel															
	<p>L'<b>Aerogel</b> è un materiale isolante solido ed allo stesso tempo molto leggero; per l'uso in edilizia è quasi sempre utilizzato l'<b>Aerogel</b> a base di silice. I vantaggi dell'<b>isolante Aerogel</b> riguardano anche l'ampio intervallo di temperatura d'impiego, variabile da -200 a +200 °C, l'idrofobia, la traspirabilità e la resistenza ai raggi UV; inoltre in alcuni utilizzi, come ad esempio nei solai, questo materiale contribuisce anche al miglioramento dell'isolamento acustico delle unità tecnologiche nelle quali è introdotto. Presenta anche un notevole mantenimento delle prestazioni nel tempo unito ad una buona stabilità dimensionale.</p>														
	<table border="1"> <tr> <td>Spessori</td> <td>mm</td> <td>da 10 a 60</td> </tr> <tr> <td>Conducibilità</td> <td>W/mK</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>Densità</td> <td>Kg/m<sup>3</sup></td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Fattore di resistenza al vapore</td> <td>μ</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Costo posato</td> <td>€/m<sup>2</sup></td> <td>da 100 a 300</td> </tr> </table>	Spessori	mm	da 10 a 60	Conducibilità	W/mK	0.015	Densità	Kg/m <sup>3</sup>	150	Fattore di resistenza al vapore	μ	5	Costo posato	€/m <sup>2</sup>
Spessori	mm	da 10 a 60													
Conducibilità	W/mK	0.015													
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	150													
Fattore di resistenza al vapore	μ	5													
Costo posato	€/m <sup>2</sup>	da 100 a 300													

Materiali a cambiamento di fase															
	<p>I materiali a cambiamento di fase (PCM) sono sali o paraffine che possono accumulare o rilasciare una grande quantità di calore a una temperatura costante, che è la temperatura del loro cambiamento di fase fisica (da solida a liquida). L'aspetto di calcolo e verifica della quantità e qualità del materiale da applicare per ottenere determinate prestazioni è forse uno dei punti che ancora ostacola la diffusione in edilizia dei materiali a cambiamento di fase.</p>														
	<table border="1"> <tr> <td>Spessori</td> <td>mm</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Conducibilità</td> <td>W/mK</td> <td>1.09</td> </tr> <tr> <td>Densità</td> <td>Kg/m<sup>3</sup></td> <td>5.38</td> </tr> <tr> <td>Fattore di resistenza al vapore</td> <td>μ</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Costo posato</td> <td>€/m<sup>2</sup></td> <td>da 100 a 300</td> </tr> </table>	Spessori	mm	6	Conducibilità	W/mK	1.09	Densità	Kg/m <sup>3</sup>	5.38	Fattore di resistenza al vapore	μ	5	Costo posato	€/m <sup>2</sup>
Spessori	mm	6													
Conducibilità	W/mK	1.09													
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	5.38													
Fattore di resistenza al vapore	μ	5													
Costo posato	€/m <sup>2</sup>	da 100 a 300													

*Tipologia di interventi consigliati per tipo di struttura*

Scelta degli interventi	
	<a href="#"><u>COP Miglioramento dell'isolamento in copertura</u></a>
	<a href="#"><u>CVE Miglioramento dell'isolamento dell'involucro verticale</u></a>
	<a href="#"><u>COC Miglioramento dell'isolamento dell'involucro orizzontale</u></a>
	<a href="#"><u>CT Miglioramento dell'isolamento dell'involucro trasparente</u></a>
	<a href="#"><u>IMP Miglioramento del rendimento dell'impianto</u></a>



TIPOLOGIA DI INTERVENTI CONSIGLIATI PER TIPO DI STRUTTURA								HOME
Involucro	Tipo di struttura	Materiali isolanti	*Applicazione in fase di ristrutturazione R o su esistente E					
			struttura confinante con					
			sottotetto o loc. non risc.		contro-terra		esterno	
			isolamento intradosso	isolamento estradosso	isolamento intradosso	isolamento estradosso	isolamento intradosso	isolamento estradosso
orizzontale	Tetto a falda o piano con struttura in legno (valore K=1,9)	materiali sintetici espansi	E	R			E	R
		materiali minerali espansi	E	R			E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E				E	
		fibre vegetali	E				E	
		fibre minerali						
		riflettenti e sottovuoto		R			E	R
		termointonaco						
		materiali innovativi	E	R			E	R
	Tetto a falda o piano in laterocemento (valore K=1,5)	materiali sintetici espansi	E	R			E	R
		materiali minerali espansi	E	R			E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E				E	
		fibre vegetali	E				E	
		fibre minerali						
		riflettenti e sottovuoto	E	R			E	R
		termointonaco						
		materiali innovativi	E	R			E	R
	Solaio a volte in laterizio (valore di K=2)	materiali sintetici espansi		R		R		R
		materiali minerali espansi		R	R	R		R
		fibre naturali (lana o fiocchi)		R				
		fibre vegetali		R				
		fibre minerali						
		riflettenti e sottovuoto						
		termointonaco					R	
		materiali innovativi						
	Solaio in legno e tavelle in laterizio (valore di K=2,86)	materiali sintetici espansi	E	E			R	R
		materiali minerali espansi	E	E			R	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E			R	
		fibre vegetali	E	E			R	
		fibre minerali	E	E			R	
		riflettenti e sottovuoto						
		termointonaco						
		materiali innovativi	E					
	Solaio in legno lamellare e calcestruzzo (valore di K=2)	materiali sintetici espansi	E	E			R	R
		materiali minerali espansi	E	E			R	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E			R	
		fibre vegetali	E	E			R	
		fibre minerali	E	E			R	
		riflettenti e sottovuoto						
		termointonaco						
		materiali innovativi	E					
	Solaio in legno lamellare con massetto a secco (valore di K=0,8)	materiali sintetici espansi	E	E			R	R
		materiali minerali espansi	E	E			R	R
fibre naturali (lana o fiocchi)		E	E			R		
fibre vegetali		E	E			R		
fibre minerali		E	E			R		
riflettenti e sottovuoto								
termointonaco								
materiali innovativi		E				R		
Solaio in latero cemento (valore di K=1,8)	materiali sintetici espansi	E	E	R	R	R	R	
	materiali minerali espansi	E	E	R	R	R	R	
	fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	R		R		
	fibre vegetali	E	E	R		R		
	fibre minerali	E	E	R	R	R	R	
	riflettenti e sottovuoto	E	E	R				
	termointonaco							
	materiali innovativi	E	E			R		

RASSEGNA DI MATERIALI ISOLANTI

\* La fase di ristrutturazione è intesa come necessità di rimozione di parti dell'esistente per poter inserire il nuovo materiale isolante anche con uso di impalcato. Mentre per applicazione su esistente si intende la possibilità di applicare nuovi strati in aggiunta senza opere di demolizione lavorando nello spazio interno o abitato.

TIPOLOGIA DI INTERVENTI CONSIGLIATI PER TIPO DI STRUTTURA								HOME
Involucro	Tipo di struttura	Materiali isolanti	*Applicazione in fase di ristrutturazione R o su esistente E					
			struttura confinante con					
			locale non risc.		contro-terra		esterno	
			isolamento all' interno	isolamento all' esterno	isolamento all' interno	isolamento all' esterno	isolamento all' interno	isolamento all' esterno
verticale	Muratura in pietra intonacata ambo i lati (45/60cm) (valore di K=1,26)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R
		materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E		E	
		fibre vegetali	E	E	E		E	
		fibre minerali	E	E	E		R	
		riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E	
		termointonaco	R	R	R		R	R
		materiali innovativi	E	R	E		R	
	Muratura in pietra a vista lato esterno (45/60cm) (valore di K=1,35)	materiali sintetici espansi	E		E	R	E	
		materiali minerali espansi	R		E	R	E	
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E		E		E	
		fibre vegetali	E		E		E	
		fibre minerali	E		E		E	
		riflettenti e sottovuoto	E		E		E	
		termointonaco	R		R		R	
		materiali innovativi	E		E		E	
	Muratura in laterizio intonacata ambo i lati (45/60cm) (valore di K=1,07)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R
		materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E		E	
		fibre vegetali	E	E	E		E	
		fibre minerali	E	E	E		R	
		riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E	
		termointonaco	R	R	R		R	R
		materiali innovativi	E	R	E		R	
	Muratura in laterizio a vista lato esterno (45/60cm) (valore di K=1,11)	materiali sintetici espansi	E		E	R	E	
		materiali minerali espansi	R		E	R	E	
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E		E		E	
		fibre vegetali	E		E		E	
		fibre minerali	E		E		E	
		riflettenti e sottovuoto	E		E		E	
		termointonaco	R		R		R	
		materiali innovativi	E		E		E	
	Muratura in blocco di laterizio intonacato (30/45cm) (valore di K=0,70)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R
		materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E		E	
		fibre vegetali	E	E	E		E	
		fibre minerali	E	E	E		R	
		riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E	
		termointonaco	R	R	R		R	R
		materiali innovativi	E	R	E		R	
	Parete in laterizio con intercapedine (30/45cm) (valore di K=1,10)	materiali sintetici espansi	E	R	E	R	E	R
		materiali minerali espansi	R	R	E	R	E	R
		fibre naturali (lana o fiocchi)	E	E	E	R	E	
		fibre vegetali	E	E	E	R	E	
		fibre minerali	E	E	E	R	E	
		riflettenti e sottovuoto	E	R	E		E	
		termointonaco	R	R	R		E	R
		materiali innovativi	E	R	E		E	

RASSEGNA DI MATERIALI ISOLANTI

\* La fase di ristrutturazione è intesa come necessità di rimozione di parti dell'esistente per poter inserire il nuovo materiale isolante anche con uso di impalcato. Mentre per applicazione su esistente si intende la possibilità di applicare nuovi strati in aggiunta senza opere di demolizione lavorando nello spazio interno o abitato.

Trasmissione termica dei vetri e telai												HOMF	
Caratteristiche dei vetri						Finestra standard 2 ante 120x140							
Tipo	vetro	Dimensioni in mm	Gas in intercapedine	U(W/mqK)	telaio in legno tenero 60mm			telaio in alluminio TT 75mm			telaio in PVC 5 camere mm		
					U (W/mqK) telaio	U (W/mqK) telaio+vetro	costo mq	U (W/mqK) telaio	U (W/mqK) telaio+vetro	costo mq	U (W/mqK) telaio	U (W/mqK) telaio+vetro	costo mq
Vetro singolo	Non trattato	4	\	5.8	1.8	4.65	\	1.6	4.58	\	1.2	4.44	\
	basso emissivo (<=0,05)	4	\	5.7	1.8	4.63	\	1.6	4.56	\	1.2	4.42	\
Vetro doppio con una camera	Non trattato	4-6-4	aria	2.42	1.8	2.43	€ 300.00	1.6	2.36	€ 400.00	1.2	2.22	€ 250.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-6-4	argon	1.91	1.8	2.11	€ 300.00	1.6	2.04	€ 400.00	1.2	1.89	€ 250.00
	Non trattato	4-6-4	kripton	1.25	1.8	1.68	€ 300.00	1.6	1.61	€ 400.00	1.2	1.46	€ 250.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-15-4	aria	1.34	1.8	1.75	€ 300.00	1.6	1.67	€ 500.00	1.2	1.53	€ 300.00
	Non trattato	4-15-4	argon	1.02	1.8	1.53	€ 300.00	1.6	1.46	€ 500.00	1.2	1.32	€ 300.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-15-4	kripton	0.91	1.8	1.46	€ 300.00	1.6	1.39	€ 500.00	1.2	1.25	€ 300.00
Vetro triplo con due camere	Non trattato	4-20-4	aria	1.34	1.8	1.74	€ 350.00	1.6	1.67	€ 500.00	1.2	1.53	€ 300.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-20-4	argon	1.05	1.8	1.55	€ 350.00	1.6	1.48	€ 500.00	1.2	1.34	€ 300.00
	Non trattato	4-20-4	kripton	0.91	1.8	1.46	€ 350.00	1.6	1.39	€ 500.00	1.2	1.25	€ 300.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-6-4-6-4	aria	1.84	1.8	2.06	€ 400.00	1.6	1.99	€ 650.00	1.2	1.85	€ 350.00
	Non trattato	4-6-4-6-4	argon	1.48	1.8	1.83	€ 400.00	1.6	1.76	€ 650.00	1.2	1.61	€ 350.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-6-4-6-4	kripton	1.01	1.8	1.53	€ 400.00	1.6	1.45	€ 650.00	1.2	1.31	€ 350.00
Vetro triplo con due camere	Basso emissivo (<=0,05)	4-9-4-9-4	aria	1.36	1.8	1.75	€ 450.00	1.6	1.68	€ 700.00	1.2	1.54	€ 450.00
	Non trattato	4-9-4-9-4	argon	1.16	1.8	1.62	€ 450.00	1.6	1.55	€ 700.00	1.2	1.41	€ 450.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-9-4-9-4	kripton	0.77	1.8	1.37	€ 450.00	1.6	1.3	€ 700.00	1.2	1.16	€ 450.00
	Basso emissivo (<=0,05)	4-12-4-12-4	aria	1.24	1.8	1.67	€ 500.00	1.6	1.6	€ 700.00	1.2	1.46	€ 450.00
	Non trattato	4-12-4-12-4	argon	0.96	1.8	1.5	€ 500.00	1.6	1.43	€ 700.00	1.2	1.28	€ 450.00
	basso emissivo (<=0,05)	4-12-4-12-4	kripton	0.71	1.8	1.33	€ 500.00	1.6	1.26	€ 700.00	1.2	1.12	€ 450.00

SCHEDA IMPIANTO			HOME
TIPO DI GENERATORE*	RENDIMENTO	SISTEMA DI EMISSIONE	RENDIMENTO*
Caldaia a biomasse	92%	Radiatori su parete esterna isolata	95%
caldaia tradizionale	86%	Radiatori su parete interna	96%
caldaia a condensazione	93%	Ventilconvettori	96%
pompa di calore elettrica	110%	Termoconvettori	94%
		Bocchette	94%
		Pannelli isolati a pavimento	99%
		pannelli a pavimento	98%
		pannelli a soffitto	97%
		pannelli a parete	97%
*Per potenze comprese tra 24 e 35 KW		* per locali con altezza <4m	

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
SILICATO DI CALCIO $\lambda=0,04$																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2
	resistenza termica isolamento																	0.050			
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																				
VALORI DI BASE	trasmissione termica con isolante																				
	0.70	1.429	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	0.75	1.333	0.52	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	
	0.80	1.250	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	
	0.85	1.176	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	
	0.90	1.111	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	
	0.95	1.053	0.61	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21	0.20	
	1.05	0.952	0.64	0.57	0.51	0.46	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.21	0.20	
	1.10	0.909	0.66	0.59	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.21	0.20	
	1.15	0.870	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.21	0.21	0.21	
	1.20	0.833	0.70	0.61	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	
	1.30	0.769	0.73	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	
	1.40	0.714	0.76	0.66	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	
	1.50	0.667	0.79	0.68	0.60	0.54	0.48	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	
	1.60	0.625	0.82	0.70	0.62	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	
	1.70	0.588	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	
	1.80	0.556	0.87	0.74	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	
	2.00	0.500	0.91	0.77	0.67	0.59	0.53	0.48	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	
	2.10	0.476	0.93	0.78	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	
	2.20	0.455	0.95	0.80	0.69	0.60	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	
2.30	0.435	0.97	0.81	0.70	0.61	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23		
2.40	0.417	0.98	0.82	0.71	0.62	0.55	0.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23		
2.60	0.385	1.02	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23		
2.80	0.357	1.04	0.86	0.74	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23		
3.00	0.333	1.07	0.88	0.75	0.65	0.58	0.52	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23		

COPERTURA		
ZONA CLIMATICA	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

**Tablelle trasmittanza copertura**

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
POLISTIROLO ESTRUSO (XPS) $\lambda=0,04$																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2
	resistenza termica isolamento (kmq/W)																	0.040			
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																				
VALORI DI BASE	trasmissione termica con isolante (W/mq K)																				
	0.70	1.429	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.75	1.333	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.80	1.250	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	
	0.85	1.176	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	
	0.90	1.111	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	
	0.95	1.053	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	
	1.05	0.952	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.10	0.909	0.60	0.52	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.15	0.870	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.20	0.833	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.30	0.769	0.66	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.40	0.714	0.68	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.50	0.667	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.60	0.625	0.73	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.70	0.588	0.75	0.63	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.80	0.556	0.77	0.64	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.00	0.500	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.10	0.476	0.82	0.68	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.20	0.455	0.83	0.69	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
2.30	0.435	0.84	0.70	0.59	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.40	0.417	0.86	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.60	0.385	0.88	0.72	0.61	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.19		
2.80	0.357	0.90	0.74	0.62	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		
3.00	0.333	0.92	0.75	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		

COPERTURA		
ZONA CLIMATICA	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

**TABELLA 1** (Appendice B) Strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U <sub>limite</sub> [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

**TABELLA 2** (Appendice B) Strutture opache orizz. o inclinate di copertura, verso l'esterno in riqual.

Zona climatica	U <sub>limite</sub> [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
LANA DI ROCCIA λ=0,35																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2
	resistenza termica isolamento																	0.035			
	SPessore DI ISOLANTE NECESSARIO																				
0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20																					
VALORI DI BASE	trasmissione termica con isolante																				
	0.70	1.429	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	
	0.75	1.333	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	
	0.80	1.250	0.47	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	
	0.85	1.176	0.49	0.43	0.38	0.35	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	
	0.90	1.111	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	
	0.95	1.053	0.52	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	
	1.05	0.952	0.55	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	
	1.10	0.909	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	
	1.15	0.870	0.58	0.50	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	
	1.20	0.833	0.59	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	
	1.30	0.769	0.61	0.52	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	
	1.40	0.714	0.64	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	1.50	0.667	0.66	0.55	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	1.60	0.625	0.67	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	1.70	0.588	0.69	0.58	0.50	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	1.80	0.556	0.71	0.59	0.50	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.18	0.17	0.16	
2.00	0.500	0.74	0.61	0.52	0.45	0.40	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.10	0.476	0.75	0.62	0.53	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.20	0.455	0.76	0.63	0.53	0.46	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.30	0.435	0.77	0.63	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.40	0.417	0.79	0.64	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.60	0.385	0.81	0.65	0.55	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.80	0.357	0.82	0.67	0.56	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.29	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
3.00	0.333	0.84	0.68	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17		

COPERTURA		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
LANA DI LEGNO λ=0,04																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2
	resistenza termica isolamento																	0.040			
	SPessore DI ISOLANTE NECESSARIO																				
0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20																					
VALORI DI BASE	trasmissione termica con isolante																				
	0.70	1.429	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.75	1.333	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.80	1.250	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.85	1.176	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	
	0.90	1.111	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	
	0.95	1.053	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	
	1.05	0.952	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.10	0.909	0.60	0.52	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.15	0.870	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.20	0.833	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.30	0.769	0.66	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.40	0.714	0.68	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.50	0.667	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.60	0.625	0.73	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.70	0.588	0.75	0.63	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.80	0.556	0.77	0.64	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
2.00	0.500	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.10	0.476	0.82	0.68	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.20	0.455	0.83	0.69	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.30	0.435	0.84	0.70	0.59	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.40	0.417	0.86	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.60	0.385	0.88	0.72	0.61	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.19		
2.80	0.357	0.90	0.74	0.62	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		
3.00	0.333	0.92	0.75	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		

COPERTURA		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
FIBRE DI LEGNO λ=0,09																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2
	resistenza termica isolamento																	0.090			
VALORI DI BASE	0.70	1.429	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	
	0.75	1.333	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	
	0.80	1.250	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	
	0.85	1.176	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	
	0.90	1.111	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	
	0.95	1.053	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	
	1.05	0.952	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	
	1.10	0.909	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	
	1.15	0.870	0.83	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	
	1.20	0.833	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	
	1.30	0.769	0.91	0.82	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	
	1.40	0.714	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	
	1.50	0.667	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	
	1.60	0.625	1.04	0.94	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	
	1.70	0.588	1.09	0.97	0.87	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	
	1.80	0.556	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	
	2.00	0.500	1.20	1.06	0.95	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	
	2.10	0.476	1.24	1.09	0.97	0.88	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	
	2.20	0.455	1.27	1.11	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	
	2.30	0.435	1.30	1.14	1.01	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	
2.40	0.417	1.33	1.16	1.03	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38		
2.60	0.385	1.39	1.21	1.06	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38		
2.80	0.357	1.45	1.25	1.10	0.98	0.88	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39		
3.00	0.333	1.50	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39		

COPERTURA		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
ISOLAMENTO SOTTOVUOTO λ=0,004																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2
	resistenza termica isolamento																	0.004			
VALORI DI BASE	0.70	1.429	7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00	22.50	25.00	27.50	30.00	32.50	35.00	37.50	40.00	42.50	45.00	47.50	50.00	
	0.75	1.333	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.80	1.250	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.85	1.176	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.90	1.111	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.95	1.053	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.05	0.952	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.10	0.909	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.15	0.870	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.20	0.833	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.30	0.769	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.40	0.714	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.50	0.667	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.60	0.625	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.70	0.588	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.80	0.556	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	2.00	0.500	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	2.10	0.476	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	2.20	0.455	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	2.30	0.435	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.40	0.417	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.60	0.385	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.80	0.357	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
3.00	0.333	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		

COPERTURA		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
AEROGEL λ=0,09																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	
	resistenza termica isolamento																		0.015		
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																				
trasmissione termica con isolante																					
VALORI DI BASE	0.70	1.429	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	
	0.75	1.333	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.80	1.250	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.85	1.176	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.90	1.111	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.95	1.053	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.05	0.952	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.10	0.909	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.15	0.870	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.20	0.833	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.30	0.769	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.40	0.714	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.50	0.667	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	1.60	0.625	0.38	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	1.70	0.588	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	1.80	0.556	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	2.00	0.500	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	2.10	0.476	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	2.20	0.455	0.41	0.32	0.26	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	2.30	0.435	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
2.40	0.417	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		
2.60	0.385	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		
2.80	0.357	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		
3.00	0.333	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		

COPERTURA		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	

CALCOLO RICORSIVO COPERTURA CON STRATO ISOLANTE																					
TERMOINTONACO λ=0,09																					
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	
	resistenza termica isolamento																		0.090		
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																				
trasmissione termica con isolante																					
VALORI DI BASE	0.70	1.429	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	
	0.75	1.333	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	
	0.80	1.250	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	
	0.85	1.176	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	
	0.90	1.111	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	
	0.95	1.053	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	
	1.05	0.952	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	
	1.10	0.909	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	
	1.15	0.870	0.83	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	
	1.20	0.833	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	
	1.30	0.769	0.91	0.82	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	
	1.40	0.714	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	
	1.50	0.667	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	
	1.60	0.625	1.04	0.94	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	
	1.70	0.588	1.09	0.97	0.87	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	
	1.80	0.556	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	
	2.00	0.500	1.20	1.06	0.95	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	
	2.10	0.476	1.24	1.09	0.97	0.88	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	
	2.20	0.455	1.27	1.11	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	
	2.30	0.435	1.30	1.14	1.01	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	
2.40	0.417	1.33	1.16	1.03	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38		
2.60	0.385	1.39	1.21	1.06	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38		
2.80	0.357	1.45	1.25	1.10	0.98	0.88	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39		
3.00	0.333	1.50	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39		

COPERTURA		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.32	
C	0.32	
D	0.26	
E	0.24	
F	0.22	



# Tabelle trasmittanze struttura verticale

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
SIUCATO DI CALCIO λ=0,04																						
dati calcolati	U iniziale muratura	R iniziale muratura	spessore muratura	spessore isolamento (m)																Conducibilità isolante		
	(W/mq K)	(kmq/W)	(m)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18		0.19	0.2
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
				0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	
trasmittanza termica con isolante																						
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	0.75	1.333	1.755	0.52	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	
	0.80	1.250	1.646	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.22	0.21	0.20	0.19	
	0.85	1.176	1.549	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	
	0.90	1.111	1.463	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	
	0.95	1.053	1.386	0.61	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21	0.20	
	1.05	0.952	1.254	0.64	0.57	0.51	0.46	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	
	1.10	0.909	1.197	0.66	0.59	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	
	1.15	0.870	1.145	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.21	
	1.20	0.833	1.097	0.70	0.61	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	
	1.30	0.769	1.013	0.73	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	
	1.40	0.714	0.940	0.76	0.66	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	
	1.50	0.667	0.878	0.79	0.68	0.60	0.54	0.48	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	
	1.60	0.625	0.823	0.82	0.70	0.62	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	
	1.70	0.588	0.774	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	
	1.80	0.556	0.731	0.87	0.74	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	
	2.00	0.500	0.658	0.91	0.77	0.67	0.59	0.53	0.48	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	
	2.10	0.476	0.627	0.93	0.78	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	
	2.20	0.455	0.598	0.95	0.80	0.69	0.60	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	
	2.30	0.435	0.572	0.97	0.81	0.70	0.61	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	
2.40	0.417	0.549	0.98	0.82	0.71	0.62	0.55	0.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23		
2.60	0.385	0.506	1.02	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23		
2.80	0.357	0.470	1.04	0.86	0.74	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23		
3.00	0.333	0.439	1.07	0.88	0.75	0.65	0.58	0.52	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATICA	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
POLISTIROLO ESTRUSO (XPS) λ=0,04																						
dati calcolati	U iniziale muratura	R iniziale muratura	spessore muratura	spessore isolamento (m)																Conducibilità isolante		
	(W/mq K)	(kmq/W)	(m)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18		0.19	0.2
	resistenza termica isolamento (kmq/W)																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
				0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	
trasmittanza termica con isolante (W/mq K)																						
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.75	1.333	1.755	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.80	1.250	1.646	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	
	0.85	1.176	1.549	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	
	0.90	1.111	1.463	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	
	0.95	1.053	1.386	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	
	1.05	0.952	1.254	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.10	0.909	1.197	0.60	0.52	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.15	0.870	1.145	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.20	0.833	1.097	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.30	0.769	1.013	0.66	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.40	0.714	0.940	0.68	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.50	0.667	0.878	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.60	0.625	0.823	0.73	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.70	0.588	0.774	0.75	0.63	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.80	0.556	0.731	0.77	0.64	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.00	0.500	0.658	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.10	0.476	0.627	0.82	0.68	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.20	0.455	0.598	0.83	0.69	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.30	0.435	0.572	0.84	0.70	0.59	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	
2.40	0.417	0.549	0.86	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.60	0.385	0.506	0.88	0.72	0.61	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18		
2.80	0.357	0.470	0.90	0.74	0.62	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		
3.00	0.333	0.439	0.92	0.75	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATICA	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

**TABELLA 1** (Appendice B) Strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U <sub>limite</sub> [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

**TABELLA 2** (Appendice B) Strutture opache orizz. o inclinate di copertura, verso l'esterno in riqualificazione

Zona climatica	U <sub>limite</sub> [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
LANA DI LEGNO λ=0,04																						
dati calcolati	U iniziale muratura	R iniziale muratura	spessore muratura	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	(m)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	
	resistenza termica isolamento																		0.040			
	SPessore DI ISOLANTE NECESSARIO																					
trasmittanza termica con isolante																						
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.75	1.333	1.755	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.80	1.250	1.646	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	0.85	1.176	1.549	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	
	0.90	1.111	1.463	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	
	0.95	1.053	1.386	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	
	1.05	0.952	1.254	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.10	0.909	1.197	0.60	0.52	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
	1.15	0.870	1.145	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.20	0.833	1.097	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.30	0.769	1.013	0.66	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	
	1.40	0.714	0.940	0.68	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.50	0.667	0.878	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	
	1.60	0.625	0.823	0.73	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.70	0.588	0.774	0.75	0.63	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	1.80	0.556	0.731	0.77	0.64	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.00	0.500	0.658	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.10	0.476	0.627	0.82	0.68	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.20	0.455	0.598	0.83	0.69	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	
	2.30	0.435	0.572	0.84	0.70	0.59	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	
2.40	0.417	0.549	0.86	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18		
2.60	0.385	0.506	0.88	0.72	0.61	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		
2.80	0.357	0.470	0.90	0.74	0.62	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		
3.00	0.333	0.439	0.92	0.75	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim	DAL 1 GEN 2021
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
FIBRE DI LEGNO λ=0,09																						
dati calcolati	U iniziale muratura	R iniziale muratura	spessore muratura	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	(m)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	
	resistenza termica isolamento																		0.090			
	SPessore DI ISOLANTE NECESSARIO																					
trasmittanza termica con isolante																						
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	
	0.75	1.333	1.755	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	
	0.80	1.250	1.646	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	
	0.85	1.176	1.549	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	
	0.90	1.111	1.463	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	
	0.95	1.053	1.386	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	
	1.05	0.952	1.254	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	
	1.10	0.909	1.197	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	
	1.15	0.870	1.145	0.83	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	
	1.20	0.833	1.097	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	
	1.30	0.769	1.013	0.91	0.82	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	
	1.40	0.714	0.940	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	
	1.50	0.667	0.878	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	
	1.60	0.625	0.823	1.04	0.94	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	
	1.70	0.588	0.774	1.09	0.97	0.87	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	
	1.80	0.556	0.731	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	
	2.00	0.500	0.658	1.20	1.06	0.95	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	
	2.10	0.476	0.627	1.24	1.09	0.97	0.88	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	
	2.20	0.455	0.598	1.27	1.11	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	
	2.30	0.435	0.572	1.30	1.14	1.01	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	
2.40	0.417	0.549	1.33	1.16	1.03	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38		
2.60	0.385	0.506	1.39	1.21	1.06	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38		
2.80	0.357	0.470	1.45	1.25	1.10	0.98	0.88	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39		
3.00	0.333	0.439	1.50	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim	DAL 1 GEN 2021
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
LANA DI ROCCIA λ=0,35																						
dati calcolati	U iniziale muratura	R iniziale muratura	spessore muratura	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	(m)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	0.035
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20																						
VALORI DI BASE	trasmissione termica con isolante																					
	0.70	1.429	1.881	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	
	0.75	1.333	1.755	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	
	0.80	1.250	1.646	0.47	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	
	0.85	1.176	1.549	0.49	0.43	0.38	0.35	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	
	0.90	1.111	1.463	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	
	0.95	1.053	1.386	0.52	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	
	1.05	0.952	1.254	0.55	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	
	1.10	0.909	1.197	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	
	1.15	0.870	1.145	0.58	0.50	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	
	1.20	0.833	1.097	0.59	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	
	1.30	0.769	1.013	0.61	0.52	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	
	1.40	0.714	0.940	0.64	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	1.50	0.667	0.878	0.66	0.55	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	
	1.60	0.625	0.823	0.67	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	
	1.70	0.588	0.774	0.69	0.58	0.50	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	
	1.80	0.556	0.731	0.71	0.59	0.50	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.18	0.17	0.16	
2.00	0.500	0.658	0.74	0.61	0.52	0.45	0.40	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.10	0.476	0.627	0.75	0.62	0.53	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.20	0.455	0.598	0.76	0.63	0.53	0.46	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.30	0.435	0.572	0.77	0.63	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.40	0.417	0.549	0.79	0.64	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.60	0.385	0.506	0.81	0.65	0.55	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
2.80	0.357	0.470	0.82	0.67	0.56	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.29	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16		
3.00	0.333	0.439	0.84	0.68	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
ISOLAMENTO SOTTOVUOTO λ=0,004																						
dati calcolati	U iniziale muratura	R iniziale muratura	spessore muratura	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	(m)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	0.004
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20																						
VALORI DI BASE	trasmissione termica con isolante																					
	0.70	1.429	1.881	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.75	1.333	1.755	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.80	1.250	1.646	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.85	1.176	1.549	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.90	1.111	1.463	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.95	1.053	1.386	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.05	0.952	1.254	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.10	0.909	1.197	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.15	0.870	1.145	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.20	0.833	1.097	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.30	0.769	1.013	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.40	0.714	0.940	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.50	0.667	0.878	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.60	0.625	0.823	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.70	0.588	0.774	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	1.80	0.556	0.731	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.00	0.500	0.658	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.10	0.476	0.627	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.20	0.455	0.598	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.30	0.435	0.572	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.40	0.417	0.549	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.60	0.385	0.506	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
2.80	0.357	0.470	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		
3.00	0.333	0.439	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
TERMOINONACO λ=0,09																						
dati calcolati	U iniziale muratura (W/mq K)	R iniziale muratura (kmq/W)	spessore muratura (m)	spessore isolamento (m)																Conducibilità isolante		
				0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18		0.19	0.2
				resistenza termica isolamento																		
				SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																		
0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20					
trasmissione termica con isolante																						
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	
	0.75	1.333	1.755	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	
	0.80	1.250	1.646	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	
	0.85	1.176	1.549	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	
	0.90	1.111	1.463	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	
	0.95	1.053	1.386	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	
	1.05	0.952	1.254	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	
	1.10	0.909	1.197	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	
	1.15	0.870	1.145	0.83	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	
	1.20	0.833	1.097	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	
	1.30	0.769	1.013	0.91	0.82	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	
	1.40	0.714	0.940	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	
	1.50	0.667	0.878	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	
	1.60	0.625	0.823	1.04	0.94	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	
	1.70	0.588	0.774	1.09	0.97	0.87	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	
	1.80	0.556	0.731	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	
	2.00	0.500	0.658	1.20	1.06	0.95	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	
	2.10	0.476	0.627	1.24	1.09	0.97	0.88	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	
	2.20	0.455	0.598	1.27	1.11	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	
	2.30	0.435	0.572	1.30	1.14	1.01	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	
2.40	0.417	0.549	1.33	1.16	1.03	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38		
2.60	0.385	0.506	1.39	1.21	1.06	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38		
2.80	0.357	0.470	1.45	1.25	1.10	0.98	0.88	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39		
3.00	0.333	0.439	1.50	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

CALCOLO RICORSIVO PARETE CON STRATO ISOLANTE																						
AEROGEL λ=0,09																						
dati calcolati	U iniziale muratura (W/mq K)	R iniziale muratura (kmq/W)	spessore muratura (m)	spessore isolamento (m)																Conducibilità isolante		
				0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18		0.19	0.2
				resistenza termica isolamento																		
				SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																		
0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20					
trasmissione termica con isolante																						
VALORI DI BASE	0.70	1.429	1.881	2.09	2.24	2.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07		
	0.75	1.333	1.755	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.80	1.250	1.646	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.85	1.176	1.549	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.90	1.111	1.463	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.95	1.053	1.386	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.05	0.952	1.254	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.10	0.909	1.197	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.15	0.870	1.145	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.20	0.833	1.097	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.30	0.769	1.013	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.40	0.714	0.940	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.50	0.667	0.878	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.60	0.625	0.823	0.38	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.70	0.588	0.774	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.80	0.556	0.731	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	2.00	0.500	0.658	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	2.10	0.476	0.627	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	2.20	0.455	0.598	0.41	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	2.30	0.435	0.572	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
2.40	0.417	0.549	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07		
2.60	0.385	0.506	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07		
2.80	0.357	0.470	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07		
3.00	0.333	0.439	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07		

STRUTTURE OPACHE VERTICALI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.4	
C	0.36	
D	0.32	
E	0.28	
F	0.26	

## Tabelle trasmittanze struttura orizzontale

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTI CON STRATO ISOLANTE																																		
SILICATO DI CALCIO $\lambda=0,04$																																		
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante														
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2													
	resistenza termica isolamento																	0.050																
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																	0.03	0.04		0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
VALORI DI BASE	trasmittanza termica con isolante																																	
	0.70	1.429	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
	0.75	1.333	0.52	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19														
	0.80	1.250	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.22	0.21	0.20	0.19														
	0.85	1.176	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19														
	0.90	1.111	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20														
	0.95	1.053	0.61	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21	0.20														
	1.00	0.952	0.64	0.57	0.51	0.46	0.43	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20														
	1.10	0.909	0.66	0.59	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20														
	1.15	0.870	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.21														
	1.20	0.833	0.70	0.61	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21														
	1.30	0.769	0.73	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21														
	1.40	0.714	0.76	0.66	0.58	0.52	0.47	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21														
	1.50	0.667	0.79	0.68	0.60	0.54	0.48	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21														
	1.60	0.625	0.82	0.70	0.62	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22														
	1.70	0.588	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22														
	1.80	0.556	0.87	0.74	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22														
	2.00	0.500	0.91	0.77	0.67	0.59	0.53	0.48	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22														
	2.10	0.476	0.93	0.78	0.68	0.60	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22														
	2.20	0.455	0.95	0.80	0.69	0.60	0.54	0.49	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22														
2.30	0.435	0.97	0.81	0.70	0.61	0.55	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23															
2.40	0.417	0.98	0.82	0.71	0.62	0.55	0.50	0.45	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23															
2.60	0.385	1.02	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23															
2.80	0.357	1.04	0.86	0.74	0.64	0.57	0.51	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23															
3.00	0.333	1.07	0.88	0.75	0.65	0.58	0.52	0.47	0.43	0.39	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23															

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTI CON STRATO ISOLANTE																																		
LANA DI LEGNO $\lambda=0,04$																																		
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																	Conducibilità isolante														
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19		0.2													
	resistenza termica isolamento																	0.040																
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																	0.03	0.04		0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
VALORI DI BASE	trasmittanza termica con isolante																																	
	0.70	1.429	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16														
	0.75	1.333	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16														
	0.80	1.250	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16														
	0.85	1.176	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16														
	0.90	1.111	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16														
	0.95	1.053	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17														
	1.00	0.952	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17														
	1.10	0.909	0.60	0.52	0.46	0.42	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17														
	1.15	0.870	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17														
	1.20	0.833	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17														
	1.30	0.769	0.66	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17														
	1.40	0.714	0.68	0.58	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18														
	1.50	0.667	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18														
	1.60	0.625	0.73	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
	1.70	0.588	0.75	0.63	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
	1.80	0.556	0.77	0.64	0.55	0.49	0.43	0.39	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
	2.00	0.500	0.80	0.67	0.57	0.50	0.44	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
	2.10	0.476	0.82	0.68	0.58	0.51	0.45	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
	2.20	0.455	0.83	0.69	0.59	0.51	0.45	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18														
2.30	0.435	0.84	0.70	0.59	0.52	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18															
2.40	0.417	0.86	0.71	0.60	0.52	0.46	0.41	0.38	0.34	0.32	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18															
2.60	0.385	0.88	0.72	0.61	0.53	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.19															
2.80	0.357	0.90	0.74	0.62	0.54	0.47	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19															
3.00	0.333	0.92	0.75	0.63	0.55	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19															

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTO CON STRATO ISOLANTE																						
FIBRE DI LEGNO $\lambda=0,09$																						
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																			Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2		
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
VALORI DI BASE																						
0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20																						
trasmissione termica con isolante																						
0.70	1.429	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27		
0.75	1.333	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.28		
0.80	1.250	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29		
0.85	1.176	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	0.29		
0.90	1.111	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30		
0.95	1.053	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31		
1.05	0.952	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32		
1.10	0.909	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.32		
1.15	0.870	0.83	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.32		
1.20	0.833	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.33		
1.30	0.769	0.91	0.82	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.33		
1.40	0.714	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.34		
1.50	0.667	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.35		
1.60	0.625	1.04	0.94	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.35		
1.70	0.588	1.09	0.97	0.87	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.36		
1.80	0.556	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.36		
2.00	0.500	1.20	1.06	0.95	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.37		
2.10	0.476	1.24	1.09	0.97	0.88	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.37		
2.20	0.455	1.27	1.11	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.37		
2.30	0.435	1.30	1.14	1.01	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.38		
2.40	0.417	1.33	1.16	1.03	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38	0.38		
2.60	0.385	1.39	1.21	1.06	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.38		
2.80	0.357	1.45	1.25	1.10	0.98	0.88	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.39		
3.00	0.333	1.50	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.39		

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTO CON STRATO ISOLANTE																						
LANA DI ROCCIA $\lambda=0,35$																						
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																			Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2		
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
VALORI DI BASE																						
0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10 0.11 0.12 0.13 0.14 0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20																						
trasmissione termica con isolante																						
0.70	1.429	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14		
0.75	1.333	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14		
0.80	1.250	0.47	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14		
0.85	1.176	0.49	0.43	0.38	0.35	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.15		
0.90	1.111	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.15		
0.95	1.053	0.52	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.15		
1.05	0.952	0.55	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15		
1.10	0.909	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.15	0.870	0.58	0.50	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.20	0.833	0.59	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.30	0.769	0.61	0.52	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.40	0.714	0.64	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.50	0.667	0.66	0.55	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.60	0.625	0.67	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.70	0.588	0.69	0.58	0.50	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15		
1.80	0.556	0.71	0.59	0.50	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.00	0.500	0.74	0.61	0.52	0.45	0.40	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.10	0.476	0.75	0.62	0.53	0.46	0.40	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.20	0.455	0.76	0.63	0.53	0.46	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.30	0.435	0.77	0.63	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.40	0.417	0.79	0.64	0.54	0.47	0.41	0.37	0.33	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.60	0.385	0.81	0.65	0.55	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
2.80	0.357	0.82	0.67	0.56	0.48	0.42	0.38	0.34	0.31	0.29	0.26	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		
3.00	0.333	0.84	0.68	0.57	0.49	0.43	0.38	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16		

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim 1 GEN 2021	DAL
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTO CON STRATO ISOLANTE																						
ISOLAMENTO SOTTOVUOTO $\lambda=0,004$																						
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2		
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
VALORI DI BASE	0.70	1.429	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	0.75	1.333	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.80	1.250	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.85	1.176	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.90	1.111	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.95	1.053	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	1.05	0.952	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	1.10	0.909	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	1.15	0.870	0.12	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	1.20	0.833	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1.30	0.769	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
1.40	0.714	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
1.50	0.667	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
1.60	0.625	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
1.70	0.588	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
1.80	0.556	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.00	0.500	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.10	0.476	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.20	0.455	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.30	0.435	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.40	0.417	0.13	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.60	0.385	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
2.80	0.357	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
3.00	0.333	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim	DAL 1 GEN 2021
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTI CON STRATO ISOLANTE																						
TERMOINTONACO $\lambda=0,09$																						
dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante	
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2		
	resistenza termica isolamento																					
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																					
VALORI DI BASE	0.70	1.429	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	
	0.75	1.333	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28
	0.80	1.250	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29
	0.85	1.176	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29
	0.90	1.111	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.30
	0.95	1.053	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.31
	1.05	0.952	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32
	1.10	0.909	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32
	1.15	0.870	0.83	0.76	0.70	0.65	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.32	0.32
	1.20	0.833	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.33	0.33
1.30	0.769	0.91	0.82	0.75	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.33	0.33	
1.40	0.714	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.34	0.34	
1.50	0.667	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.35	0.35	
1.60	0.625	1.04	0.94	0.85	0.77	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.35	0.35	
1.70	0.588	1.09	0.97	0.87	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.36	0.36	
1.80	0.556	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.36	0.36	0.36	
2.00	0.500	1.20	1.06	0.95	0.86	0.78	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.37	0.37	
2.10	0.476	1.24	1.09	0.97	0.88	0.80	0.73	0.68	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.37	0.37	
2.20	0.455	1.27	1.11	0.99	0.89	0.81	0.74	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.37	0.37	
2.30	0.435	1.30	1.14	1.01	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.60	0.57	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.38	0.38	0.38	
2.40	0.417	1.33	1.16	1.03	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.48	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38	0.38	0.38	
2.60	0.385	1.39	1.21	1.06	0.95	0.86	0.79	0.72	0.67	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.38	0.38	
2.80	0.357	1.45	1.25	1.10	0.98	0.88	0.80	0.74	0.68	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.39	0.39	
3.00	0.333	1.50	1.29	1.13	1.00	0.90	0.82	0.75	0.69	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.39	0.39	

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim	DAL 1 GEN 2021
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	

NOTA: Nella tabella è evidente che non ci sono valori evidenziati in quanto per raggiungere i valori di trasmittanza legali occorrerebbe una quantità di materiale eccessiva che non è consentita dalle schede tecniche di prodotto.  
In generale il termointonaco va applicato per spessori compresi tra 3/5 cm.

CALCOLO RICORSIVO PAVIMENTI CON STRATO ISOLANTE

AEROGEL λ=0,09

dati calcolati	U iniziale	R iniziale	spessore isolamento (m)																		Conducibilità isolante
	(W/mq K)	(kmq/W)	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	
	resistenza termica isolamento																				
	SPESORE DI ISOLANTE NECESSARIO																				
VALORI DI BASE			0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	
	trasmissione termica con isolante																				
	0.70	1.429	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	
	0.75	1.333	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.80	1.250	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.85	1.176	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.90	1.111	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
	0.95	1.053	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.05	0.952	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.10	0.909	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.15	0.870	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.20	0.833	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.30	0.769	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.40	0.714	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	
	1.50	0.667	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	1.60	0.625	0.38	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	1.70	0.588	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
	1.80	0.556	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	
2.00	0.500	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07		
2.10	0.476	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07		
2.20	0.455	0.41	0.32	0.26	0.22	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07		
2.30	0.435	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07		
2.40	0.417	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		
2.60	0.385	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		
2.80	0.357	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		
3.00	0.333	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07		

PAVIMENTI		
ZONA CLIMATIC	VALORE Ulim	DAL 1 GEN 2021
A-B	0.44	
C	0.38	
D	0.29	
E	0.26	
F	0.24	