

**LA “CITTÀ PUBBLICA”. LINEE GUIDA PER LA  
RIQUALIFICAZIONE SOSTENIBILE DELLE PERIFERIE URBANE**

**Arch. Marina Rubino**

**Tutor: Arch. Daniela Santonico**

## PREFAZIONE

L'analisi svolta in questa ricerca riguarda in modo particolare l'applicazione dei criteri di edilizia sostenibile, come previsto dalle nuove normative in merito ai contenimenti energetici, per le ristrutturazioni degli edifici pubblici.

Il progetto nasce nell'ambito di una più ampia ricerca derivante da una proposta pervenuta dal Dip.to di Architettura e Urbanistica per l'Ingegneria, della Facoltà di Ingegneria, dell'Università di Roma "La Sapienza", progetto di ricerca PRIN 2005 denominato "*La città pubblica come laboratorio di progettualità: la produzione di linee guida per la riqualificazione sostenibile delle periferie urbane*", svolto in collaborazione con le Facoltà di Trieste, Palermo, Milano, Napoli e Bari.

In particolare si è preso in esame, per l'area periferica di Roma, il quartiere San Basilio, e nello specifico sono stati presi in considerazione gli edifici di Edilizia Residenziale Pubblica.

Quindi da una complessa analisi che ha riportato il lavoro svolto anche dagli studenti della Facoltà, in merito alle caratteristiche del quartiere, dove sono state messe in evidenza tutte le problematiche che vanno dal sociale all'ambiente, come la sicurezza dei percorsi pedonali, la raccolta dei rifiuti, la presenza del verde etc, si è arrivati successivamente nel dettaglio raggiungendo una specifica analisi degli edifici.

L'approfondito studio ha permesso di catalogare gli edifici ad uso residenziale in base al periodo di costruzione, alla tipologia e ai metodi costruttivi adottati.

Poiché la normativa in merito al contenimento energetico vede coinvolti *in primis* gli edifici pubblici, al fine di supportare gli Enti Locali e le Pubbliche Amministrazioni, si è ritenuto opportuno svolgere un computo estimativo sui vantaggi ottenuti tramite l'applicazione di alcune nuove tecnologie per l'efficienza energetica, sia in termini di risparmio energetico che di abbattimento delle emissioni in atmosfera. Inoltre era doveroso verificare i costi dell'adozione di queste innovazioni, visto che chi sostiene la manutenzione di questi edifici, come in tal caso il Comune di Roma, ha necessità di stimare le spese per la riqualificazione.

In breve si è cercato di applicare le tecniche e le tecnologie più efficienti e con minor costi, realizzando uno studio di fattibilità per uno specifico stabile preso in considerazione. Viste le peculiarità del manufatto si è passati a definire diverse ipotesi derivate dall'analisi dei volumi, degli spazi, della distribuzione dei corpi scala, dell'orientamento in riferimento all'asse eliotermico e dei consumi energetici generati durante il corso dell'anno.

Si è definita quindi la riqualificazione e in seguito è stato elaborato il calcolo per la certificazione energetica del manufatto. Dal valore ottenuto ante-operam a quello ottenuto dal risultato del post-operam è palese il vantaggio in termini di abbattimento dei consumi energetici, delle emissioni e dei

costi inerenti i consumi di energia. Si è realizzata così una *buona pratica* applicabile senz'altro ad altri manufatti edilizi a sostegno dell'ambiente urbano e della popolazione che vi abita.

Siamo ad oggi però davanti ad un patrimonio edilizio residenziale realizzato soprattutto nelle aree periferiche intorno agli anni '60-'70, che ha visto uno svilupparsi selvaggio di diverse tipologie edilizie pronte per l'epoca a far fronte alla grande richiesta di abitazioni, senza peraltro porre attenzione ai metodi costruttivi adottati. Occorreva soddisfare le necessità primarie pressanti per diverse città del nostro Paese ed ecco quindi l'intrecciarsi di edifici di "qualità" ad altri costruiti con scarsa attenzione sia dal punto di vista tipologico sia per le tecniche edilizie adottate. Nel corso degli anni si sono verificate ulteriori necessità fino ad arrivare all'attenzione dei nostri giorni mirata ad una politica di contenimento energetico e dei consumi delle risorse non rinnovabili, allo sviluppo sostenibile sociale e ambientale per garantire alle generazioni future un pianeta vivibile.

Promuovere e adottare tutto ciò che concorre a questo "*mantenimento del pianeta*" è la principale preoccupazione, il lavoro di ciascuno di noi può indurre piccoli vantaggi che concorrono ad una grande opera.

Il mondo dell'edilizia si sta sempre più orientando in tal senso e a breve auspichiamo che il percorso sostenibile diventi normale prassi.

*Arch. Daniela Santonico*

## ABSTRACT

L'attività edilizia è uno dei settori a più alto impatto ambientale, che si esercita attraverso l'inarrestabile impiego di territorio, l'alto consumo energetico e le emissioni in atmosfera ad esso connesse. Basti pensare che l'edilizia da sola è responsabile, secondo la Commissione Europea, del 40% dei consumi energetici totali dell'Unione.

Gli edifici di edilizia economica e popolare realizzati in Italia, principalmente nelle grandi città, successivamente al secondo conflitto mondiale, hanno cercato di soddisfare in prima istanza esigenze abitative di carattere primario, assicurando la possibilità di usufruire di un alloggio laddove erano presenti situazioni abitative particolarmente disagiate, senza tener conto degli alti consumi energetici che sarebbero stati prodotti da tali edifici nel corso degli anni. Oggi, a distanza di qualche decennio, osservando criticamente tale situazione, ci si rende conto della necessità di porre nuovamente l'attenzione su quegli edifici, costruiti allora in tempi eccessivamente brevi, sulla spinta di forti tensioni sociali, con materiali e tecnologie costruttive poco sperimentate e senza particolare attenzione alle regole del buon costruire.

Le motivazioni principali di tale rinnovata attenzione sono attribuibili soprattutto ad una nuova sensibilità culturale ed ambientale sviluppatasi negli ultimi anni sia nel campo istituzionale che professionale, che sta portando ad affrontare con maggiore serietà i temi del rinnovo urbano e della riqualificazione energetica dell'edilizia esistente.

C'è anche da dire che le nuove disposizioni normative emanate in Italia dopo il recepimento della Direttiva Comunitaria 2002/91/CE stanno contribuendo ad accelerare questa sensibilizzazione, grazie anche all'introduzione dell'obbligatorietà della "certificazione energetica" sia per gli edifici di nuova costruzione che per gli edifici esistenti.

La questione del risparmio energetico a livello urbano non è certamente risolvibile solo con la riqualificazione energetica degli edifici, ma è comunque utile iniziare ad introdurre, proprio nell'edilizia, quei fattori correttivi che possano garantire un più elevato standard abitativo, come l'eliminazione delle dispersioni di calore o della condensa delle pareti.

Inoltre, l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia rappresenta sicuramente un ausilio concreto alla riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera, e quindi al miglioramento della qualità dell'aria.

Sicuramente un aspetto fondamentale di tale discorso, cui le committenze attribuiscono grande importanza, è la convenienza economica degli interventi di riqualificazione energetica. L'opinione pubblica è ancora scettica nei confronti delle cosiddette "nuove tecniche del costruire", a causa dei costi sicuramente più elevati rispetto a quelli dell'edilizia tradizionale. Spesso non si tiene conto della riduzione dei consumi (e quindi delle importazioni) dei combustibili fossili, della riduzione

dell'inquinamento e dei benefici alla salute delle persone e dell'ambiente che ne derivano. Spesso non si tiene conto soprattutto del ritorno economico che deriva da tale riduzione dei consumi, forse perché si tratta di guadagni ottenuti nel corso degli anni, a fronte di una spesa da affrontare prima della realizzazione degli interventi.

Partendo dalla consapevolezza di una disinformazione ancora evidente da parte dell'opinione pubblica su tali tematiche, ci si è prefissi lo scopo di fornire un esempio concreto di riqualificazione energetica di un edificio di edilizia economica e popolare, situato in uno dei quartieri della periferia romana che maggiormente necessitano di interventi di recupero.

A tale proposito, il lavoro svolto si è inserito nel contesto molto più ampio del progetto di ricerca: PRIN 2005, «La “città pubblica” come laboratorio di progettualità. La produzione di Linee guida per la riqualificazione sostenibile delle periferie urbane», sviluppato dal Dipartimento di Architettura e Urbanistica per l'Ingegneria, Facoltà di Ingegneria, dell'Università “La Sapienza” di Roma, in collaborazione con l'Università di TRIESTE, il Politecnico di MILANO, l'Università di PALERMO e l'Università di NAPOLI. L'attenzione del gruppo di ricerca, dopo varie ed attente analisi, si è concentrata sull'area di San Basilio – Casal Monastero, in quanto tale area rappresenta un esempio significativo di quartiere di Erp (Edilizia residenziale pubblica), interessato da una stratificazione di interventi che vanno dagli anni Trenta (IACP e Unrra Casas) fino ad arrivare agli anni Ottanta con il Piano di zona del 1981 del I Peep, ed inoltre presenta caratteri di particolare degrado urbanistico ed ambientale.

Come base di partenza, è stata scelta un'area abbastanza limitata del quartiere storico di San Basilio, caratterizzato da interventi di edilizia residenziale pubblica da parte dell'ex IACP (ora ATER), tra gli anni '50 e '60. Una volta compresa la situazione generale dell'area in esame, si è scesi di scala con l'analisi e la diagnosi energetica di un singolo edificio, scelto non a caso tra quelli con il maggior numero di dati a disposizione, e soprattutto con un'alta percentuale di problematiche da risolvere dal punto di vista energetico e del recupero architettonico. Questo al fine di elaborare una valida proposta di ristrutturazione con tecniche ecocompatibili a costi il più possibile contenuti.

A tale proposito, sono stati messi a confronto nuovi strumenti di calcolo inseriti nel mercato per la determinazione del fabbisogno energetico dell'edificio e per il rilascio della certificazione energetica. Attraverso tali strumenti è stato possibile determinare la casistica di interventi da proporre per una tale tipologia edilizia, interventi che potranno essere riproposti per l'intera area edificata circostante, trattandosi di costruzioni edificate con le medesime tecnologie.

Di fondamentale importanza risulta, infine, l'analisi dei costi dell'intervento proposto, affiancato all'analisi dei benefici che ne derivano, allo scopo di ottenere un quadro semplice ed immediato dei vantaggi economici ed ambientali che un tale intervento comporta nel lungo termine.

## **ABSTRACT**

Building trade is one of the sector with the highest environmental impact, that shows itself through the unstoppable land's use, the high energy consumption and the atmospheric emissions connected to it. Suffice it to say that building alone is responsible, according to the European Commission, of the 40% of total energy consumption of the Union.

Buildings of economic and popular construction made in Italy, mainly in big cities, after the Second World War, sought at first to meet living needs of a primary type, ensuring access to housing where housing situations were particularly disadvantaged, without taking into account the high energy consumption that would be produced by these buildings over the years.

Today, after some decades, noting that critical situation, we realize the need to bring a new attention to these buildings, constructed then in times too short, in the wake of strong social tensions, with little experienced materials and construction technologies, made without special attention to the rules of good building.

The main reasons for this renewed attention is attributable mainly to a new cultural and environmental sensitivity developed in recent years both in the institutional and professional field, which is leading to address more seriously the issues of urban renewal and energy retraining of existing construction.

There is also to say that new laws enacted in Italy after the transposition of Community Directive 2002/91/EC are helping to accelerate this awareness, thanks also to the introduction of compulsory of the "energy certification" for both new construction and existing buildings.

The question of saving energy in urban certainly is not solvable only with the energy retraining of buildings, but it is useful to begin to introduce, in buildings, those corrective factors that can ensure a higher living standard, such as the elimination of heat dispersions or wall condensation.

Moreover, the use of renewable energy is certainly a real help to reduce emissions of pollutants into the atmosphere, and thus is a real help to improving air quality.

Surely a fundamental aspect of this speech, to which purchasers give great importance, is the affordability of energy regeneration interventions. The public opinion is still sceptical towards the so-called "building new technologies", because of the certainly higher costs compared to traditional construction.

They often do not take into account the reduction in consumption (and therefore imports) of fossil fuels, the pollution reduction and the humans and environment health's benefits resulting.

Above all they often do not take into account the economic return resulting from the reduction of consumption, perhaps because the gains are achieved over the years, against an expenditure to be addressed before implementation of the interventions.

Starting from the awareness of a still evident disinformation from the public opinion on these issues, we set ourselves the goal of providing a concrete example of energy regeneration of an economic and popular construction building, located in one of the outlying Roman district that most require recovery interventions.

In this regard, this work was included in the much broader context of the research project: PRIN 2005, «The “public city” as a project laboratory. Producing Guidelines for the sustainable retraining of urban neighbourhoods», developed by the Department of Architecture and Urban Planning for Engineering, Faculty of Engineering, University "La Sapienza" of Rome, in collaboration with the University of TRIESTE, MILAN Polytechnic, the University of PALERMO and the University of NAPLES.

The attention of the research group, after various and careful analysis, focused itself on San Basilio - Casal Monastero area, because such area is a good example of Erp district (residential public building trade), affected by a layering of actions range from the thirties (IACP and Unrra Casas) up to the eighties with the zoning plan of 1981 of I Peep, and it also shows characteristics of urban and environmental high degradation.

As a starting point, it was chosen a fairly limited area of the historic district of San Basilio, characterized by public housing interventions from the ex IACP (now ATER), between '50 and '60. Once we have understood the general situation in the examined area, we have made a deepening with the analysis and energy diagnosis of a single building, not chosen at random among those with the largest amount of data available, and especially with a high percentage of problems to be solved in energetic and recovery architecture terms. This is in order to develop an efficient restructuring proposal with environmentally friendly techniques and with the lowest possible costs.

In this regard, we have compared new calculation tools included in market for determining the building energy requirements and for the issuance of energy certification. Through these instruments we have determined the series of actions that can be proposed for this building type, interventions that can be resubmitted for the whole surrounding building area, since the buildings was built with the same technologies.

Of fundamental importance is, finally, the analysis of the costs of proposed intervention, supported by resulting benefits analysis, in order to obtain a simple and immediate overview of economic and environmental benefits that such intervention behaves in the long term.

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introduzione</b>  | <b>10</b> |
| <b>2. Metodologia</b>   | <b>11</b> |
| <b>3. Linee guida per nuove qualità urbane nella periferia romana</b> | <b>13</b> |
| 3.1. La città pubblica  | 13        |
| 3.2. La riqualificazione sostenibile                                  | 14        |
| 3.3. Uno sguardo su Roma  | 16        |
| 3.4. Selezione dell'area di studio                                    | 22        |
| 3.5. San Basilio: problematiche emergenti                             | 24        |
| <b>4. Diagnosi e certificazione energetica</b>                        | <b>28</b> |
| 4.1. La diagnosi energetica degli edifici                             | 28        |
| 4.2. La certificazione energetica degli edifici                       | 29        |
| <b>5. La metodologia di analisi</b>                                   | <b>31</b> |
| 5.1. La procedura BESTClass   | 32        |
| 5.2. La procedura DOCET   | 34        |
| <b>6. Il metodo applicato a San Basilio</b>                           | <b>37</b> |
| 6.1. Diagnosi energetica del quartiere                                | 37        |
| 6.2. Diagnosi energetica di un edificio tipo                          | 38        |
| 6.3. I dati di output dell'edificio secondo BESTClass                 | 40        |
| 6.4. I dati di output dell'edificio secondo DOCET                     | 44        |
| 6.5. Analisi comparativa dei risultati                                | 48        |
| <b>7. Limiti, incentivi ed agevolazioni</b>                           | <b>49</b> |
| 7.1. I limiti della normativa   | 49        |
| 7.2. Le agevolazioni della finanziaria 2007                           | 50        |
| 7.3. Il "conto energia"   | 51        |
| <b>8. Gli interventi strutturali</b>                                  | <b>52</b> |
| 8.1. Le pareti perimetrali verticali                                  | 52        |
| 8.2. Il solaio di copertura   | 55        |
| 8.3. Gli infissi  | 58        |
| <b>9. Gli interventi impiantistici</b>                                | <b>62</b> |
| 9.1. L'impianto di riscaldamento                                      | 62        |
| 9.2. L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria                | 63        |
| 9.3. L'impianto elettrico   | 63        |
| <b>10. L'energia da fonti rinnovabili</b>                             | <b>64</b> |
| 10.1. La scelta architettonica  | 64        |
| 10.2. L'impianto solare termico                                       | 64        |
| 10.3. L'impianto fotovoltaico   | 66        |
| <b>11. La diagnosi energetica dopo gli interventi</b>                 | <b>67</b> |
| 11.1. I nuovi dati di output dell'edificio secondo BESTClass          | 67        |
| 11.2. I nuovi dati di output dell'edificio secondo DOCET              | 72        |
| 11.3. Analisi comparativa dei risultati                               | 76        |
| <b>12. I costi e i benefici dell'intervento</b>                       | <b>77</b> |



|  |           |
|--|-----------|
| 12.1. Analisi dei costi                            | 77        |
| 12.2. Analisi dei benefici                         | 81        |
| 12.3. Analisi comparativa dei costi e dei benefici | 84        |
| <b>13. Conclusioni</b>                             | <b>86</b> |
| <b>14. Bibliografia</b>                            | <b>87</b> |
| <b>Allegati</b>                                    | <b>90</b> |

## 1. Introduzione

Il presente lavoro si inserisce nel contesto molto più ampio del progetto di ricerca: **PRIN<sup>1</sup> 2005, «La “città pubblica” come laboratorio di progettualità. La produzione di Linee guida per la riqualificazione sostenibile delle periferie urbane»**, sviluppato dal Dipartimento di Architettura e Urbanistica per l'Ingegneria, Facoltà di Ingegneria, dell'Università “La Sapienza” di Roma, in collaborazione con l'Università di TRIESTE, il Politecnico di MILANO, l'Università di PALERMO e l'Università di NAPOLI.

Il progetto di ricerca sviluppa un percorso che, a partire dalla costruzione di una definizione operativa di "progetto di riqualificazione sostenibile" e dalla valutazione delle esperienze internazionali e nazionali, giunga a elaborare concrete sperimentazioni di progetto nei contesti analizzati dalle unità di ricerca.

L'assunzione dell'approccio integrato proprio del "progetto per la sostenibilità" ha portato a sviluppare molteplici temi relativi all'intervento sugli spazi (il progetto del paesaggio urbano, la riconfigurazione morfologica degli spazi aperti dei quartieri, **l'uso di strumenti progettuali improntati al risparmio energetico** e alla riduzione dell'impatto ecologico), alla promozione di percorsi di empowerment delle comunità locali (la partecipazione dei cittadini al ridisegno dei propri spazi di vita, la definizione di risposte operative alla crescente domanda di sicurezza), all'integrazione dei processi di riqualificazione delle periferie urbane nel quadro più ampio delle politiche pubbliche (preposte sia al governo delle trasformazioni urbane e territoriali, sia allo sviluppo di sistemi di welfare locale).

Lo scopo finale della ricerca è la pubblicazione di un testo di carattere manualistico, le Linee guida per la riqualificazione sostenibile dei quartieri di edilizia pubblica, contenente un repertorio di regole, principi, esempi e indirizzi procedurali, la cui divulgazione e implementazione nel tempo sarà affidata anche alla diffusione su un sito web<sup>2</sup>.

Nell'ambito di tale ricerca è stata sviluppata la tematica relativa all'uso di strumenti progettuali improntati al risparmio energetico su edifici esistenti di edilizia residenziale pubblica, alla luce delle nuove disposizioni normative emanate negli ultimi anni.

Il tema del risparmio energetico sta entrando ormai a far parte della nostra quotidianità, ed esso riguarda non soltanto gli accorgimenti progettuali da tener presenti in edifici di nuova costruzione, ma anche e soprattutto le metodologie da seguire nella ristrutturazione di edifici esistenti.

Annualmente, il numero di edifici di nuova costruzione non raggiunge l'1% del parco esistente. In

---

<sup>1</sup> PRIN = Programma di ricerca di Rilevante Interesse Nazionale

<sup>2</sup> PRIN 2005 - La "città pubblica" come laboratorio di progettualità. La produzione di Linee guida per la riqualificazione sostenibile delle periferie urbane, 2006

parallelo, esiste un fiorente mercato, in parte sommerso, delle ristrutturazioni e manutenzioni, poco influenzato da criteri energetici. Infatti molte analisi dimostrano che gli involucri dei nostri edifici sono inadeguati dal punto di vista delle dispersioni termiche. Basti dire che 2/3 delle costruzioni sono anteriori alla L. 373/76 sull'isolamento termico e lo stato dell'isolamento dell'involucro, raramente presente, è comunque ignoto<sup>3</sup>.

Pertanto, con il presente studio, si è cercato di fornire, sulla base di un esempio concreto, una serie di indicazioni progettuali e metodologiche per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, mettendo in luce anche il risparmio, in ordine di costi e di emissioni di CO<sub>2</sub>, ipotizzato nel lungo termine, dopo la realizzazione degli interventi previsti per la riqualificazione energetica.

## **2. Metodologia**

Lo svolgimento del presente studio si è articolato principalmente in tre fasi.

La prima fase è quella relativa all'analisi del progetto di ricerca, già implementato in molteplici suoi aspetti dal gruppo di ricerca dell'Università La Sapienza; tale analisi ha portato all'approfondimento della conoscenza delle problematiche relative al quartiere di San Basilio, scelto come oggetto di studio da parte del gruppo dopo un attento parallelo con altre realtà urbane della periferia di Roma.

La comparabilità delle analisi è stata affidata ad una coerenza spaziale dei casi di studio, la cui localizzazione è stata riscontrata nel settore orientale della città. In tale settore, specialmente nel quadrante nord-est, si concentrano le differenti stagioni di costruzione dell'edilizia residenziale pubblica: anni Cinquanta e Sessanta: il Piano Ina-Casa (quartieri Ina Casa Ponte Mammolo, Tiburtino, Tuscolano, Torre Spaccata); anni Sessanta: la prima stagione delle "167" e gli anni Settanta (i grandi Peep come Val Melaina, San Basilio, Centocelle); anni Ottanta: il secondo piano Peep (come i quartieri di Torraccia e Castel Monastero); gli anni Novanta: l'attuazione dei programmi di recupero, le iniziative Urban e i contratti di quartiere.

Nell'ambito del settore nord-orientale di Roma, esteso dalla Via Salaria fino alla Via Casilina, sono state individuate tre aree, su cui si è deciso di concentrare l'attenzione e rispetto alle quali si è deciso di selezionare cinque casi di studio:

- 1) area di Tor Bella Monaca
- 2) area di San Basilio – Casal Monastero
- 3) area di Castel Giubileo – Fidene – Serpentara – Val Melaina<sup>4</sup>

Scendendo ancora di scala, l'attenzione si è accentrata sul quartiere di San Basilio, che tra tutti risulta essere il concentrato di una serie di problematiche di degrado urbano, che hanno portato il

---

<sup>3</sup> Web link: <http://www.edilio.it/news/edilionews.asp?tab=Notizie&cod=7414>

<sup>4</sup> Cfr. nota 1

gruppo di ricerca a rivolgersi ad esso come esempio sul quale applicare i principi che scaturiranno dalle Linee Guida.

La seconda fase del presente lavoro, quella sicuramente più importante, si è concentrata dapprima sulla diagnosi energetica del quartiere storico di San Basilio, o perlomeno degli edifici di cui si sono riusciti a reperire sufficienti dati di progetto, e successivamente sulla diagnosi di un edificio tipo, quindi sullo stato attuale di degrado dell'edificio e sulle sue problematiche, per poi giungere alla proposta di un intervento di riqualificazione energetica improntata ai principi della bioedilizia. A tale scopo si sono utilizzati strumenti di calcolo inseriti da poco sul mercato, dopo l'emanazione delle ultime disposizioni legislative, facendo anche un parallelo tra due software di certificazione energetica, per verificarne l'attendibilità e la coerenza con i parametri di legge.

La terza e ultima fase dello studio riguarda invece una sorta di analisi costi-benefici della proposta progettuale, che aiuta a comprendere meglio come i maggiori costi di un intervento improntato ai principi della bioedilizia possano essere negli anni recuperati grazie al risparmio energetico operato dalla nuova struttura.

E' doveroso infine sottolineare come, a causa della difficoltà di reperimento di dati iniziali, non è stato possibile fornire un quadro esaustivo della situazione energetica del quartiere e soprattutto dell'ambito preso in esame; nonostante questo, si è cercato di dare un indirizzo perlopiù metodologico di come poter affrontare un intervento di recupero energetico e di quali costi esso comporti.

### **3. Linee guida per nuove qualità urbane nella periferia romana**

#### **3.1. *La città pubblica***

In Italia, come in tutta l'Europa, l'edilizia pubblica ha avuto il suo massimo sviluppo nella seconda metà del XX secolo. E' infatti questo il periodo che ha visto nascere, svilupparsi - e probabilmente anche esaurirsi - la storia di quella città "fondata" per offrire abitazioni e servizi ai ceti sociali più deboli.

La questione dei fabbisogni abitativi diviene centrale proprio in questi anni, quando si diffonde la convinzione e si codifica legislativamente il principio secondo il quale è compito dello Stato e delle sue articolazioni locali occuparsi del miglioramento delle condizioni di vita "minime" all'interno delle città. Nel corso del Novecento il tema della casa economica e quello del quartiere popolare assumono un ruolo centrale nella riflessione e nella ricerca progettuale di architetti, urbanisti, ingegneri, non solo in quanto questione tecnica ma anche morale.

Osservando le condizioni "minime" di vita nelle città e negli spazi domestici, l'urbanistica ha elaborato metodi e strumenti per riconoscere e soddisfare i bisogni primari, essenziali, naturali, rispetto ai quali appariva prioritario e di interesse generale che fosse la collettività, e dunque le istituzioni che la rappresentano, a dare risposta. Questi fondamentali presupposti hanno organizzato il programma di ricerca dell'urbanistica moderna, dando origine a idee di spazio domestico e di spazio urbano sperimentate ed espresse più esplicitamente attraverso la costruzione dei quartieri residenziali pubblici. Nella seconda metà del Novecento l'intervento pubblico, strutturato in unità compiute - i quartieri, che sono andati a comporre una sorta di "città pubblica" - ha tentato di attribuire una forma coerente alle città in espansione.

I quartieri hanno tradotto al suolo idee di città che, mutando nel tempo hanno anche tentato di dare vita e forma a nuove comunità di cittadini.

Simili idee, sperimentate in Europa fin dai primi decenni del Novecento - ad esempio nelle grandi "città-cantiere" degli anni venti, Francoforte, Vienna, Berlino, Amsterdam, ecc. - nel nostro paese hanno trovato una più ampia espressione nella seconda metà del secolo scorso, in particolare dagli anni cinquanta con il primo consistente e diffuso programma di edificazione di case e quartieri popolari, il piano Ina-Casa, per proseguire poi, almeno fino a tutti gli anni ottanta, con l'esperienza dei Piani per l'edilizia economica e popolare (i Peep ex lege n. 167/62). Il secolo si è concluso con il rallentamento della crescita delle città e con leggi e interventi che anche nel campo dell'edilizia residenziale pubblica si sono rivolti alla riqualificazione urbana.

Seppur nati con l'intento di dare risposta ai bisogni delle comunità locali, molti dei quartieri realizzati in particolare nel secondo '900 appaiono caratterizzati dal condensarsi di gravi

problematiche di marginalizzazione sociale e di degrado urbanistico ed edilizio, in parte connesse alla posizione periferica e alla “non finitezza” che spesso connotano tali spazi. Simili condizioni assegnano oggi alla “città pubblica” il ruolo di fertile laboratorio per la sperimentazione di strategie integrate di riqualificazione sociale e spaziale e per una più complessiva prefigurazione di approcci innovativi al progetto urbanistico.

La questione della salvaguardia di un simile patrimonio del moderno è resa però problematica dalla sua particolarità; la città pubblica si compone di parti urbane e non di singoli manufatti edilizi, dell’articolazione di diversi tipi di spazi abitati da cittadini che esprimono domande di qualità e trasformazione che possono confliggere con azioni di tutela se intesa come semplice conservazione. In questi luoghi il concetto di tutela dovrebbe potersi ampliare per diventare sintesi di conservazione e innovazione, nella convinzione che conservazione significhi prendersi cura del territorio abitato, ridare senso all’eredità del passato attraverso un progetto che preveda anche margini di trasformazione. La tutela dovrebbe assumere progetto e modificazione come elementi costitutivi di un processo evolutivo di sviluppo, che abbia quale obiettivo il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni presenti e future<sup>5</sup>.

### **3.2. La riqualificazione sostenibile**

Il rapido e massiccio incremento della popolazione nelle città, la conseguente espansione urbana, la moltiplicazione delle reti e dei servizi, la compromissione irreparabile del territorio hanno imposto un’attenta riflessione sul futuro delle nostre città al fine di ricercare un nuovo modello di **sviluppo sostenibile**.

Tale modello, accanto a questioni consolidate, come quelle che riguardano la gestione del suolo, la manutenzione urbana, il risparmio energetico, la riduzione dell’inquinamento, deve rispondere a nuove domande per migliorare la qualità dell’abitare nelle città: la riqualificazione e cura dello spazio pubblico, la riorganizzazione dei tempi e degli spazi incentrati sul pedone, il controllo dei fenomeni di povertà ed esclusione sociale, le nuove politiche abitative per un affitto accessibile per categorie marginali ma anche per i ceti medi urbani.

Il modello della città diffusa attuato a partire dagli anni novanta si rivela *insostenibile*. Le politiche urbane si rivolgono così al **recupero e alla riqualificazione** delle aree degradate e dismesse, cioè alla ricostruzione e al ridisegno della città su se stessa, concentrando l’attenzione sull’idea di riqualificare in modo sostenibile porzioni di città. Questo pone l’accento su due questioni fondamentali: cosa si intenda per “**riqualificazione**”, ovvero il processo di restituzione di una *qualità* (urbana, ambientale, sociale) ad uno specifico settore urbano, insieme a cosa si intenda per

---

<sup>5</sup> La città pubblica: un laboratorio della modernità da riqualificare e tutelare – P. Di Biagi, 2006

“**sostenibilità**”, termine non privo di insidie e del quale è unanimemente riconosciuto un uso spesso superficiale, eccessivamente vago e solo retorico.

L’attenzione è posta anche sul concetto di “**sviluppo sostenibile**” che ha subito nel tempo un’evoluzione interpretativa portando a concepire la sostenibilità come il risultato di una serie di azioni sinergiche e complesse con riferimento all’ambito economico, sociale ed ambientale.

“Nella consapevolezza degli impatti ambientali e sociali delle attività umane sul mondo naturale (iniquità nella ripartizione delle ricchezze, esaurimento delle risorse, inquinamento dell’aria, dell’acqua e del suolo, effetto serra), il principio di *sostenibilità ambientale* è inteso come gestione consapevole delle risorse, contenendone i consumi, mantenendone nel tempo qualità e riproducibilità, diminuendo l’inquinamento; il tutto attraverso una gestione consapevole nel tempo.

Il principio di *sostenibilità sociale* è inteso come capacità di garantire condizioni di benessere umano, distribuite in modo equo tra strati sociali, età e generi. Nello specifico della “città” esso è rivolto a tutti quegli “elementi non costruiti”, fondamentali per la qualità di vita in un insediamento. La molteplicità delle strutture sociali di riferimento (singles, anziani, famiglie tradizionali ed “allargate”,...), consolidate nel tempo o nate recentemente, impone l’obiettivo di un mix sociale ed urbano atto a creare un ambiente vitale e stimolante; per evitare ghettizzazioni ed emarginazioni, per coinvolgere gli abitanti nelle varie fasi, dalla progettazione alla gestione, attraverso processi partecipativi, attività di formazione ed informazione. La *sostenibilità economica* è intesa come capacità di generare, in modo duraturo, reddito e lavoro per il sostentamento della popolazione; efficienza economica da perseguirsi attraverso un efficiente uso delle risorse assieme all’internazionalizzazione dei costi ambientali e sociali (esternalità). Accanto al costo globale diretto (rappresentato dal valore dell’investimento, dal costo per la manutenzione, gestione, dismissione più l’eventuale sopracosto dovuto ad una progettazione fatta con criteri sostenibili) si valuta anche il costo globale ripartito rappresentato dal costo globale diretto insieme alle esternalità (emissioni di gas ad effetto serra, di inquinanti atmosferici e sonori, esaurimento delle risorse non rinnovabili, valore del paesaggio) e agli effetti indotti o indiretti (risparmio delle risorse di elettricità, acqua e gas) e alla ripartizione tra gli attori del processo. Grazie alle esternalità e agli effetti indotti, si punta a valutare tutti quegli elementi non direttamente monetizzabili ma che costituiscono un guadagno per la collettività e per gli abitanti, sia in termini economici sia in termini di salute, a fronte di un sopracosto iniziale dovuto ad una scelta indirizzata verso la sostenibilità.

Una qualche semplificazione è dunque necessaria anche solo per poter incominciare ad affrontare il problema, considerando che il concetto di sostenibilità che va ad affiancarsi a quello di riqualificazione aumenta di fatto i livelli interpretativi possibili così come le possibili implicazioni progettuali.

La semplificazione operata dal gruppo romano è tale da permettere la possibilità di prendere in considerazione e accogliere ulteriori declinazioni possibili di significato e di contenuti della qualità urbana, della sostenibilità e della riqualificazione sostenibile. Essa è intesa piuttosto come guida e inizio di un processo di successive precisazioni e definizioni di articolazione e di dettaglio. Sulla base di queste premesse

si è scelto di declinare la “**riqualificazione sostenibile**” come un insieme di interventi atti a restituire una *qualità* urbana attraverso una programmazione ambientale, economica e sociale, servendosi della concertazione con i privati e mirando al raggiungimento di irrinunciabili obiettivi di interesse pubblico.

In tale quadro hanno assunto grande rilievo i cosiddetti "quartieri in crisi" e le periferie urbane, ovvero quelle aree urbane in cui si registra una particolare incidenza di fattori negativi, relativi sia all'ambiente sociale (la concentrazione di persone in condizioni di disagio grave), sia all'ambito economico (mancanza di imprese e disoccupazione), sia all'ambito spaziale (il degrado edilizio, urbano e ambientale).

I quartieri periferici, ossia le parti urbane più suscettibili di trasformazioni e riconversioni funzionali, divengono quindi occasione di nuovo sviluppo della città, e risultano capaci, se opportunamente valorizzati, di migliorare la qualità della vita degli abitanti e al contempo di produrre dei benefici ambientali tali da ripercuotersi a livello locale e globale. Tali zone devono dunque essere ridisegnate tramite interventi che tengano conto di tutti questi aspetti.

Il progetto urbano di riqualificazione sostenibile diventa quindi un mezzo non per disegnare *ex novo* una parte di città, ma per restituire *forma e immagine* alla città moderna attraverso un intervento per parti che risponda contemporaneamente alle diverse esigenze urbane”<sup>6</sup>.

### 3.3. *Uno sguardo su Roma*

Alla luce delle riflessioni su esposte, il gruppo romano ha proceduto nell'analisi dell'intero territorio comunale della città di Roma così come suggerito in fase di coordinamento centrale.

La prima lettura è partita dalla sistematizzazione delle conoscenze già acquisite dall'unità di ricerca, appoggiandosi ad una serie di studi pregressi (tra cui tesi di laurea e di dottorato, ricerche Miur), alla consultazione di una serie di studi specifici e materiali documentari messi a disposizione dal comune di Roma e da Federcasa. La lettura è stata orientata ad esaminare le diverse "stagioni" della città pubblica con particolare attenzione al secondo '900 (gli anni Cinquanta con il Piano Ina-Casa, gli anni Sessanta con le prime aree della 167, gli anni Settanta e Ottanta con le grandi stagioni dei Peep).

I risultati della lettura sono restituiti in una serie di elaborati grafici, da intendersi quali tavole sintetiche di un **Atlante** relativo alla consistenza del patrimonio residenziale pubblico nel contesto indagato, del quadro degli attori protagonisti delle diverse fasi dell'edilizia sociale e del quadro di programmi urbanistici e politiche recupero già approntati dall'Amministrazione comunale a Roma.

Di seguito sono riportate le tavole dell'Atlante (*figg. 1, 2, 3, 4, 4 bis, 5*), di cui si fornisce anche una breve descrizione.

---

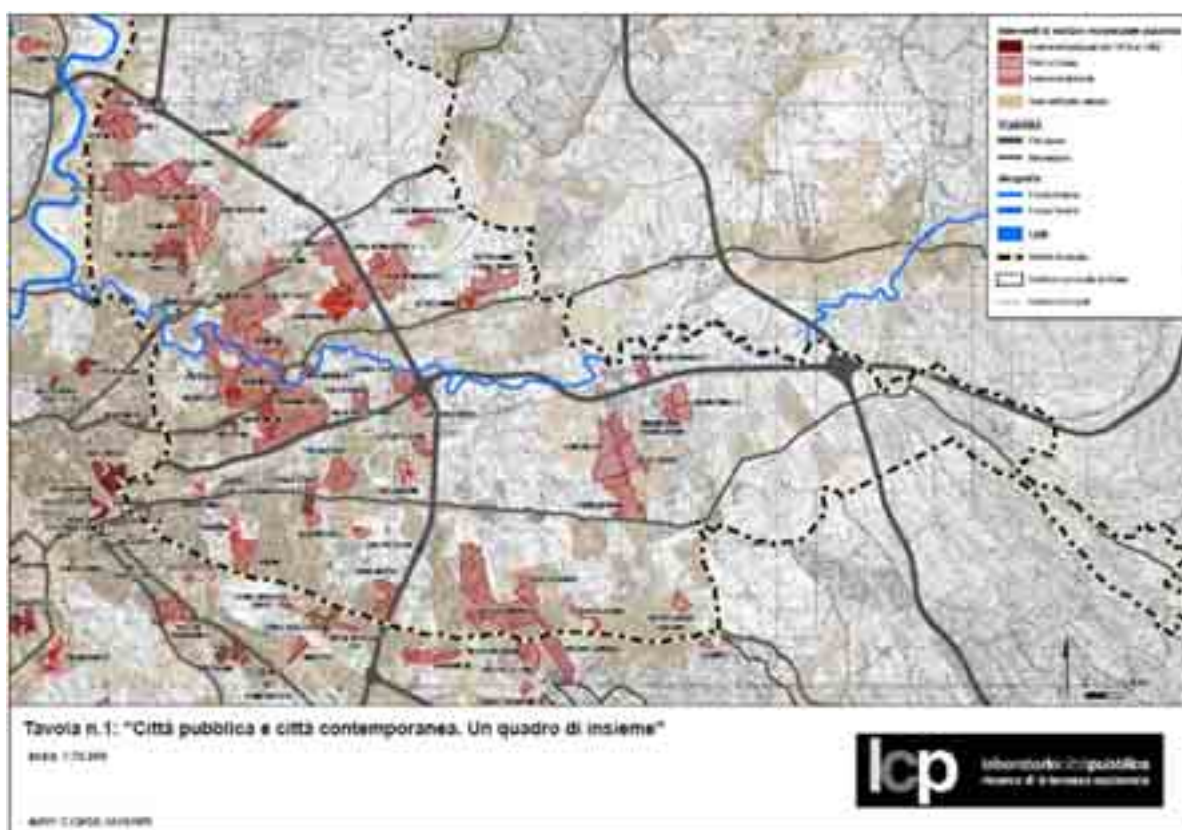
<sup>6</sup> Linee guida per nuove qualità urbane nella periferia romana: riconfigurazione degli spazi della città pubblica, sostenibilità ambientale, modi d'uso e nuove significazioni, Dip. di Architettura e Urbanistica per l'Ingegneria, Facoltà di Ingegneria, Università “La Sapienza” di Roma, 2006



*FIG. 1. Città pubblica e città contemporanea. Un quadro d'insieme*

La tavola riporta su una base cartografica costituita dalla Cartografia Tecnica Regionale (Ctr) del 1991 tutti gli interventi di edilizia residenziale pubblica fino all'ultima manovra delle zone 167 del 2006.

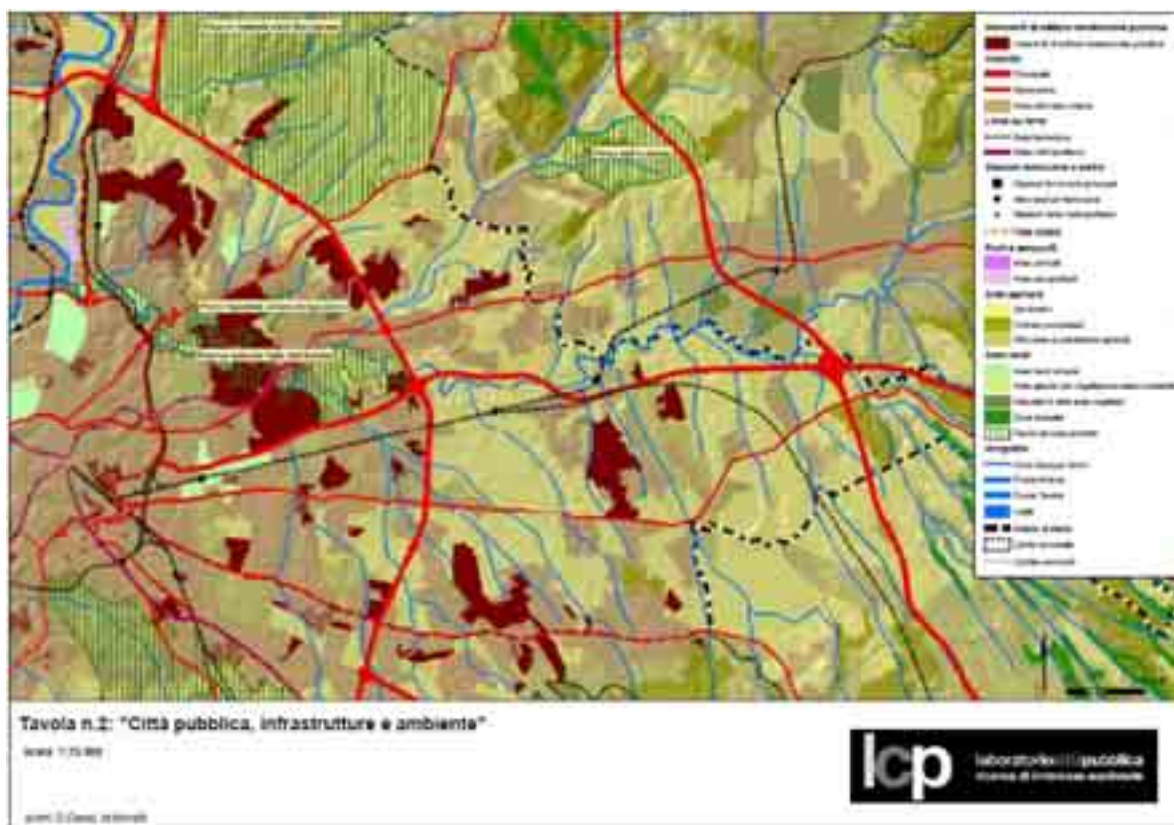
Nella tavola sono stati differenziati i primi interventi di Erp, quelli successivamente demoliti ed i piani di zona. Per i primi interventi di Erp sono stati identificati i singoli edifici, mentre per i piani di zona si è fatto riferimento a tutto l'ambito di intervento.



*Figura 1 – Città pubblica e città contemporanea. Un quadro d'insieme*

*FIG. 2. Città pubblica, infrastrutture e ambiente*

La tavola riporta tutti gli interventi di edilizia residenziale pubblica, evidenziati con un unico colore, in rapporto alle principali infrastrutture (telaio stradale e ferroviario, porti, aeroporti, nodi intermodali), agli elementi significativi della struttura ambientale (rete idrografica, sistema orografico, aree boscate) ed ai principali spazi aperti (parchi urbani, aree agricole intercluse).



**Figura 2 – Città pubblica, infrastrutture e ambiente**

### *FIG. 3. Stagioni e forme della città pubblica*

La tavola riporta i diversi interventi di edilizia residenziale pubblica suddivisi in diversi periodi storici.

La periodizzazione adottata, in accordo con il gruppo di coordinamento nazionale, è la seguente:

**Periodo 0: 1870 – 1903** - [da Roma Capitale all’approvazione della Legge Luzzatti (L.n. 254, 31 maggio 1903) sull’edilizia residenziale pubblica]

**Periodo 1: 1904 – 1938** - [1938: Testo Unico sull’edilizia popolare ed economica (R.D. n. 1165, 28 aprile 1938)]

**Periodo 2: 1939 – 1948** - [1949: piano Ina-Casa (legge n. 43, 28 febbraio 1949)]

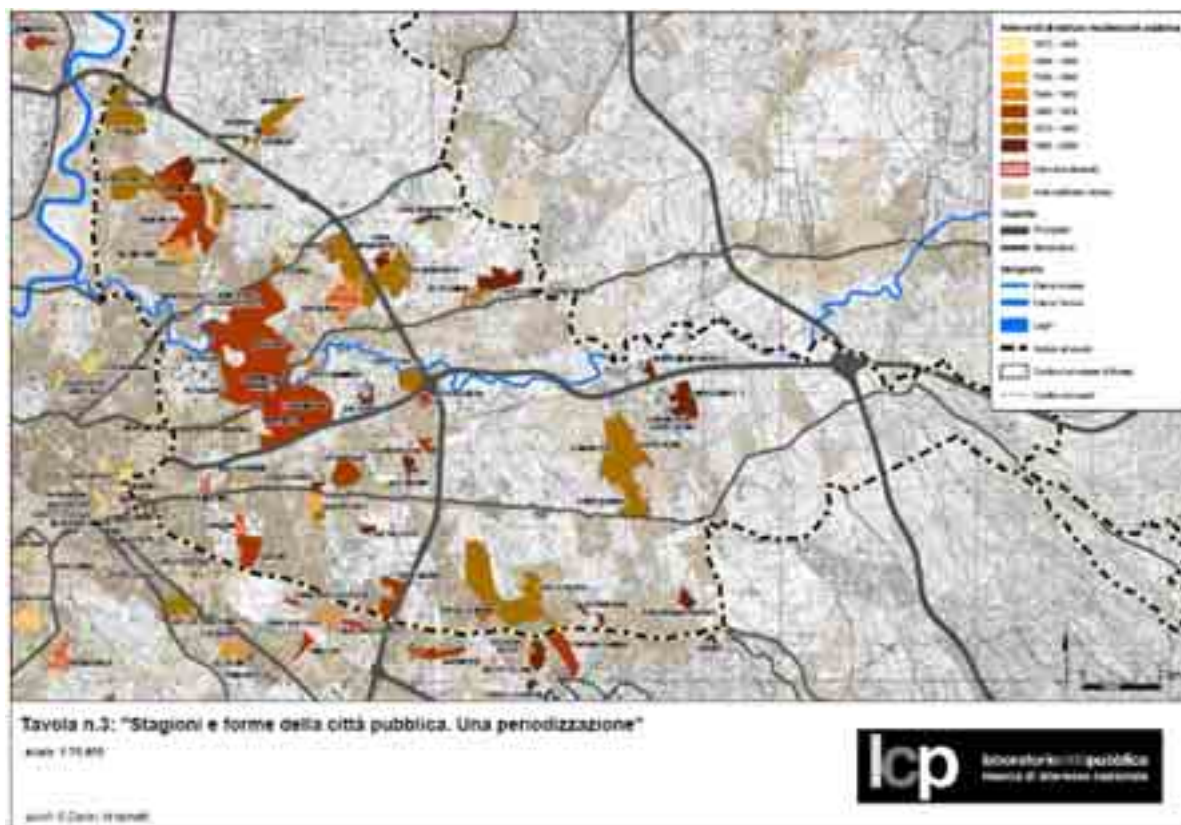
**Periodo 3: 1949 – 1962** - [1962: Disposizioni per favorire l’acquisizione di aree fabbricabili per l’edilizia economica e popolare (legge n. 167, 18 aprile 1962)]

**Periodo 4: 1963 – 1978** - [1978: recupero del patrimonio edilizio ed urbanistico esistente (legge 457, 5 agosto 1978)]

**Periodo 5: 1979 – 1992** - [1993: programmi di recupero urbano specificamente dedicati alla riqualificazione del patrimonio residenziale pubblico (legge n. 493, 1993)]

### *Periodo 6: 1993 – 2006*

La tavola riporta tutti gli interventi di edilizia residenziale pubblica suddivisi in classi di colore a seconda del periodo storico della loro realizzazione.

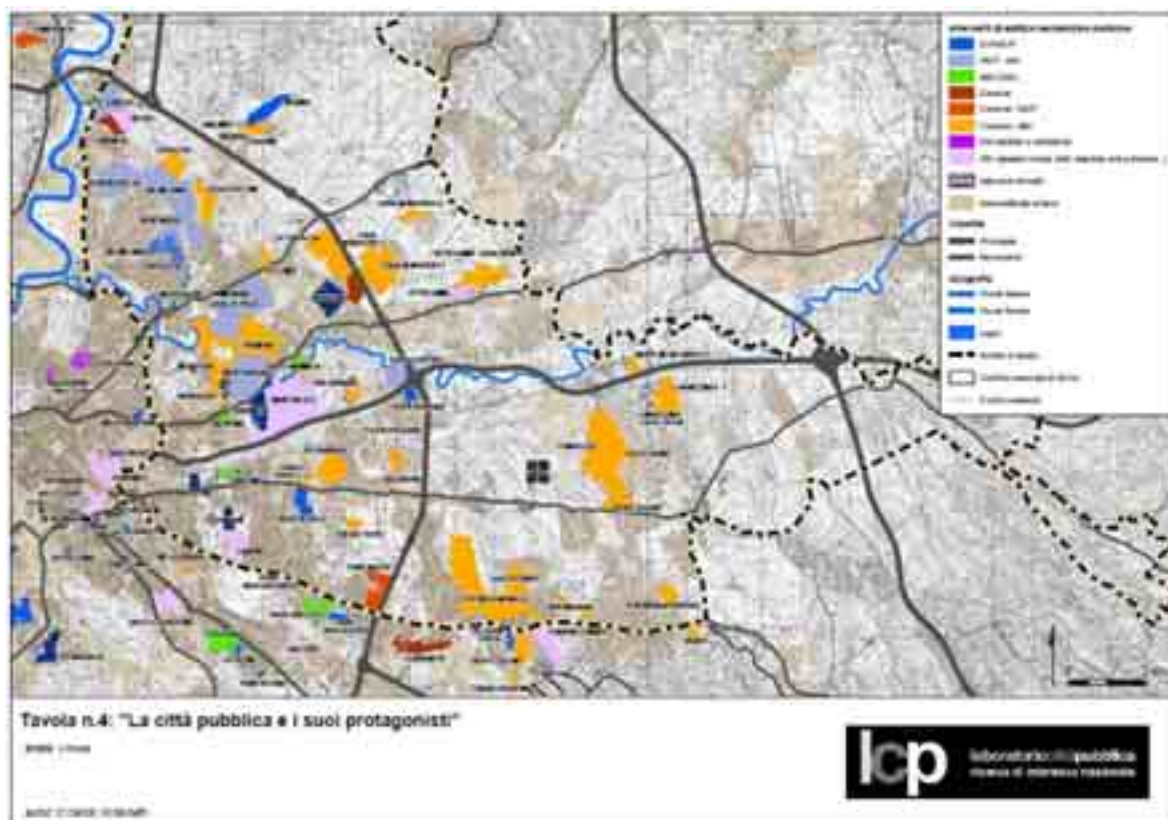


*Figura 3 – Stagioni e forme della città pubblica*

### *FIG. 4. La città pubblica e i suoi protagonisti*

Nella tavola sono individuati i diversi attori che hanno originariamente promosso la costruzione di edilizia sociale. Nel caso di Roma si è deciso che i diversi operatori possono essere ricompresi in cinque grandi categorie: Icp/Iacp/Ater, Ina casa, Comune di Roma, Enti pubblici e ministeriali (come ad esempio il Ministero della Pubblica Istruzione, dell'Agricoltura e della Difesa, l'Ircis2, l'Incis3 e l'Urca casas), ed altri operatori (come ad esempio gli enti autonomi come l'Eur, le cooperative edili e le imprese).



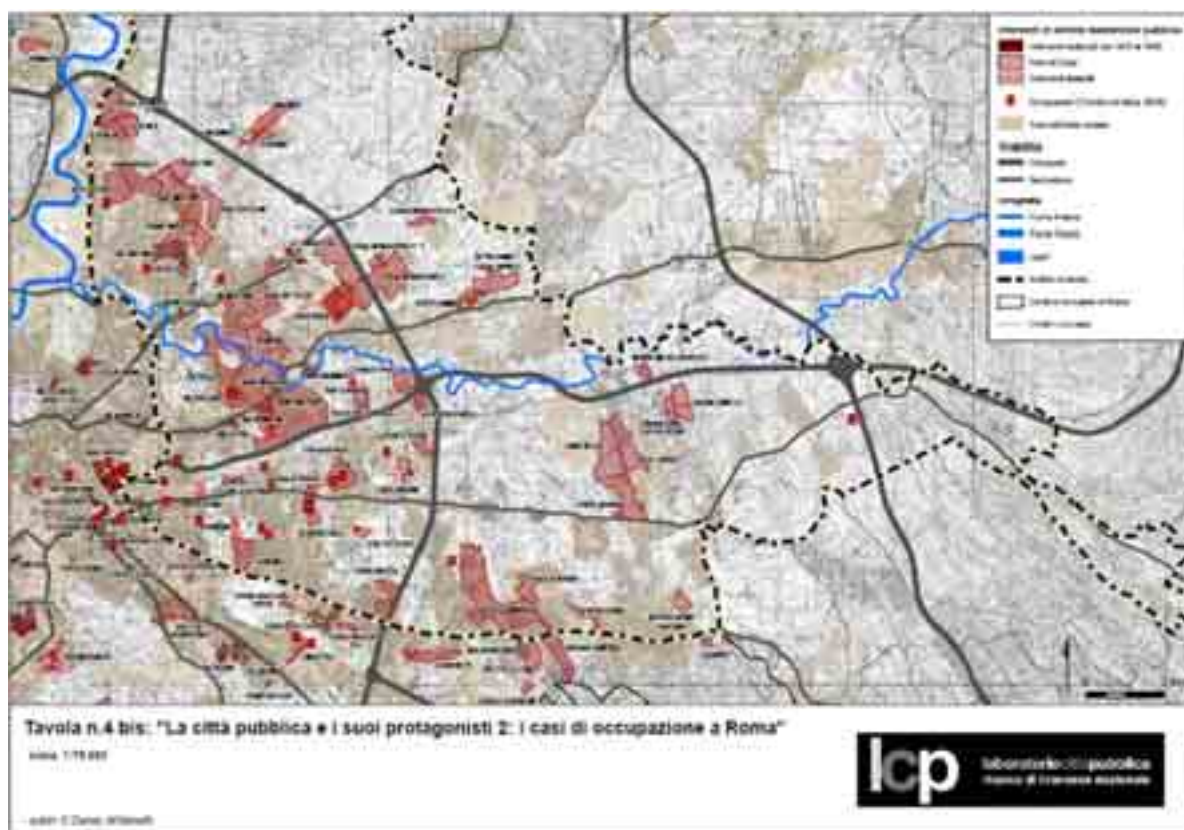


*Figura 4 - La città pubblica e i suoi protagonisti*

*FIG. 4 bis. La città pubblica e i suoi protagonisti 2: i casi di occupazione a Roma*

La tavola riporta tutti gli interventi della città pubblica in rapporto ai diversi casi di occupazione a Roma sia relativamente al patrimonio pubblico che a quello privato.

Per l'elaborazione della tavola ci è basati sui dati di **Transform! Italia**, che purtroppo fornisce solo una localizzazione indicativa di casi di occupazione. La rappresentazione si è quindi limitata ad un simbolico punto.



**Figura 4 bis - La città pubblica e i suoi protagonisti 2: i casi di occupazione a Roma**

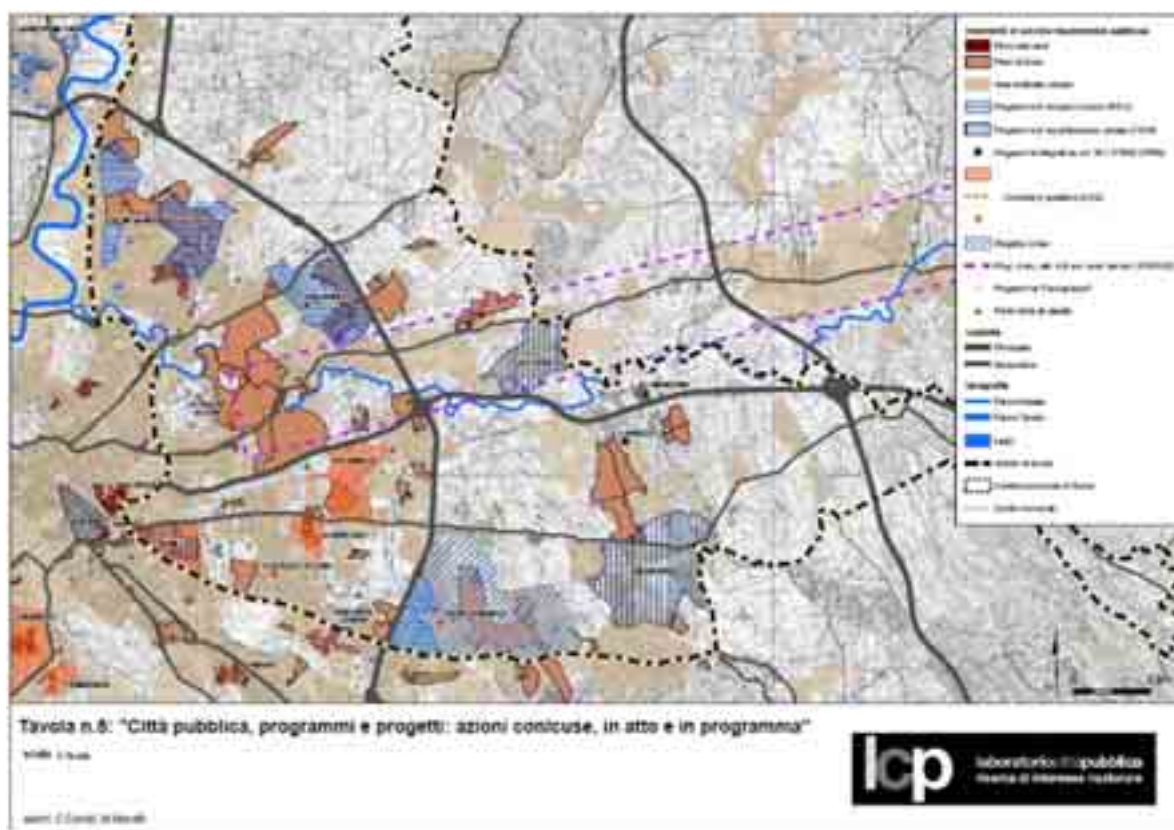
**FIG. 5. Città pubblica, programmi e progetti: azioni concluse, in atto e in programma**

La tavola riporta tutti gli interventi di edilizia residenziale pubblica in rapporto ai diversi strumenti di recupero e riqualificazione urbana, in atto o in programma:

- Programmi integrati ex art.16 legge 179/92 (PRIN);
- Programmi di recupero urbano (PRU);
- Programmi di riqualificazione urbana (PRIU);
- Contratti di Quartiere (CdQ);
- Programmi di riqualificazione urbana e di sviluppo sostenibile del territorio (Prusst); Progetto Urban;
- Programma “Centopiazze”;
- Punti verde di qualità.

Per alcuni interventi è stato possibile individuare un perimetro di riferimento, come ad esempio nel caso dei Programmi di recupero urbano o dei Programmi di riqualificazione urbana. In altri casi si è fatto ricorso ad una rappresentazione simbolica con elementi puntuali, quali quadrati, cerchi o triangoli, che danno una informazione sulla localizzazione dell'intervento senza definirne le

dimensioni spaziali, come nel caso del Programma “Centopiazze” o dei Punti verde di qualità; altre volte infine si fatto ricorso ad una rappresentazione simbolica con elementi areali, quali grandi rettangoli, che indicano la localizzazione dell’intervento e ne danno anche un’idea della dimensione, come nel caso del Prusst Tiburtino<sup>7</sup>.



**Figura 5 - Città pubblica, programmi e progetti: azioni concluse, in atto e in programma**

### **3.4. Selezione dell’area di studio**

In linea con le indicazioni fornite dal gruppo di coordinamento, la seconda lettura operata su Roma è stata orientata ad indagare la situazione attuale dei quartieri di edilizia sociale, con indagini cartografiche e sopralluoghi orientati ad avviare una riflessione sulla qualità e dotazione di spazi pubblici e attrezzature collettive, sulle eventuali differenze riscontrabili nei modi di vita e nelle pratiche che li attraversano, sulle relazioni con la città compatta, sulle connessioni urbane e sui rapporti tra i quartieri e il sistema ambientale esterno.

Tale fase di analisi ha richiesto una serie di scelte in termini di localizzazione del campo di indagine, scelte che hanno spostato l’attenzione del gruppo di ricerca nel settore orientale della città.

<sup>7</sup> Cfr. nota 4

In tale settore, e specialmente nel **quadrante nord-est**, si concentrano, infatti, le differenti stagioni di costruzione della città pubblica, con i loro peculiari caratteri urbanistici, edilizi e costruttivi: anni Cinquanta e Sessanta: il Piano Ina-Casa (quartieri Ina Casa Ponte Mammolo, Tiburtino, Tuscolano, Torre Spaccata); anni Sessanta: la prima stagione delle "167" e gli anni Settanta (i grandi Peep come Val Melaina, San Basilio, Centocelle); anni Ottanta: il secondo piano Peep (come i quartieri di Torraccia e Castel Monastero); gli anni Novanta: l'attuazione dei programmi di recupero, le iniziative Urban e i contratti di quartiere.

Uno dei punti di partenza per la riflessione sulla riqualificazione degli interventi di edilizia residenziale pubblica risiede in numerosi studi concordi nel mettere in luce una serie di **caratteri ricorrenti**, riscontrati attraverso analisi svolte in ambito europeo, ma estendibili anche al caso romano:

- scarsa presenza di funzioni diverse da quelle residenziali, anche all'interno dei quartieri di dimensioni più consistenti;
- prevalenza di edifici collettivi e multipiano, con tipologie ripetute e uniformi nel trattamento delle facciate, tali da determinare in alcuni casi un efficace principio ordinatore;
- buon livello prestazionale di attrezzature interne all'alloggio e ampio dimensionamento delle superfici abitabili;
- trattamento approssimativo e indifferenziato degli spazi aperti, poco utilizzati e a volte in palese abbandono, con larga dominante di superfici asfaltate;
- fasce sociali deboli e scarsamente differenziate per reddito e categorie, incidenza di nuclei familiari giovani, presenza di persone anziane e di inquilini extracomunitari, occupazioni abusive e forte morosità per gli affitti;
- forte usura degli spazi aperti e costruiti, carente manutenzione;
- occasione diffusa di sperimentazione architettonica, tipologica e urbanistica con frequente ricorso a professionisti altamente qualificati.

Nell'ambito del quadrante nord-est, sono state individuate tre aree su cui si è deciso di concentrare l'attenzione e rispetto alle quali si è deciso di selezionare cinque casi di studio:

- area di Tor Bella Monaca
- area di Castel Giubileo – Fidene – Serpentara – Val Melaina
- **area di San Basilio – Casal Monastero.**

Su quest'ultima, l'area di **San Basilio – Casal Monastero**, si è concentrata l'attenzione del gruppo di ricerca, in quanto tale area rappresenta un esempio significativo di quartiere di Erp (Edilizia residenziale pubblica), interessato da una stratificazione di interventi che vanno dagli anni Trenta (Iacp e Unrra Casas) fino ad arrivare agli anni Ottanta con il Piano di zona del 1981 del I Peep. Il

quartiere, inoltre, presenta caratteri di particolari degrado sociale, dovuti principalmente ad una concentrazione di fasce sociali più deboli, in una vera e propria “ghettizzazione” che rende l’area particolarmente critica.

La periferia di San Basilio, situata a est di Roma al confine con il Comune di Guidonia Montecelio, fu costruita dall’amministrazione capitolina tra il 1928 ed il 1930, e completata prima della seconda Guerra Mondiale. L’inaugurazione ufficiale della borgata avvenne nel 1939, ma fu subito evidente l’inadeguatezza strutturale delle abitazioni popolari costruite per ospitare circa 300 famiglie provenienti dalle zone rurali poste ai confini della capitale. Nel 1952 lo IACP (Istituto Autonomo Case Popolari) di Roma fu autorizzato al risanamento della borgata, tuttavia l’esiguità della spesa prevista ed i criteri urbanistici degli insediamenti periferici non permisero un cambiamento reale e sostanziale di San Basilio. Paradossalmente, l’aumento considerevole della popolazione trasferitasi nel quartiere, con il passare del tempo, si rivelò un’ancora di salvezza per l’intera borgata. La sempre maggiore densità di abitanti residenti a San Basilio, costrinse l’amministrazione comunale ad un risanamento dell’area.

Nel 1954 la vecchia borgata venne completamente demolita, lasciando spazio a due nuovi complessi destinati all’edilizia popolare: uno dell’UNRRA-CASAS, assegnato ai profughi e agli abitanti del dormitorio di S. Antonio; l’altro dello IACP assegnato agli stessi baraccati di San Basilio. Nel 1957 venne approvata la planimetria generale del quartiere, che avrebbe dovuto assumere le dimensioni totali di 467 mila mq, per la bellezza di 3983 nuovi alloggi. In realtà il Piano venne attuato soltanto nel 1974. Fino a quel momento la precarietà e lo scarso stato igienico delle abitazioni contraddistinsero la borgata che ben presto divenne oggetto d’interesse per gli speculatori privati. Nuovi edifici vennero costruiti su lottizzazioni abusive, al di fuori di ogni pianificazione urbanistica. Nel 1974 venne edificato il lotto 23 bis: teatro delle più aspre lotte per la casa a San Basilio. Oggi, la borgata si presenta come un quartiere popolare periferico costituito da un grande “centro storico” IACP (che ospita circa 4000 famiglie) e da una zona circostante formata da costruzione di privati, dove risiedono circa 1500 famiglie<sup>8</sup>.

### ***3.5. San Basilio: problematiche emergenti***

L’analisi condotta dal gruppo di ricerca romano su San Basilio è relativa sia all’area del quartiere storico che all’area del Piano di Zona del 1981 del I Peep (*fig. 6*).

Nel presente lavoro il campo d’indagine viene ristretto al solo quartiere storico, del quale si sono analizzati maggiormente nel dettaglio aspetti di degrado e possibili soluzioni progettuali dal punto di vista energetico. A tal proposito, si delinea un quadro generale della situazione sulle

---

<sup>8</sup> Cfr. nota 4



problematiche emerse in termini di: sistema ambientale; caratteri dell'insediamento; caratteri costruttivi flessibilità d'usi e qualità fruttive, relative esclusivamente al quartiere storico.



*Figura 6 – Il quartiere storico (in rosso) e il Piano di Zona (in giallo)*

#### *Il sistema ambientale*

L'insediamento di San Basilio sorge su un'area di pianoro compresa tra due fondovalle attraversati, a nord, dal fosso di San Basilio e, a sud, dal fosso di Pratolungo.

Storicamente sorto quale una delle prime borgate fasciste degli anni Trenta del secolo scorso, eretto nel cuore di un'area rurale, si presenta oggi in un contesto urbanizzato, ma tuttavia connotato da particolari caratteri paesaggistici. Localizzato a ridosso del Grande Raccordo Anulare, una vera e propria barriera artificiale tra l'insediamento e ciò che rimane dell'Agro romano che si sviluppa al di là di esso, e di un esteso settore industriale, il quartiere di San Basilio è inserito in un contesto periurbano che potremmo definire di frangia, al margine di una grande infrastruttura viaria, ma anche a ridosso di aree naturali di pregio: il Parco urbano di Aguzzano e il sistema fluviale dell'Aniene a sud, la tenuta agricola della Marcigliana a nord.

Dal punto di vista morfologico, il territorio è prevalentemente pianeggiante. Le leggere ondulazioni che ne variano il profilo sono l'unico fattore ambientale a caratterizzare il paesaggio, tipico dell'Agro romano. L'insediamento, che nel complesso sembrerebbe non presentare particolari

problemi di compatibilità morfologica, ha tuttavia stravolto il naturale reticolo idrografico preesistente.

Dal punto di vista geolitologico, la borgata storica giace su terreni di tipo vulcanico (tufi, pozzolane) con caratteristiche tecniche sostanzialmente buone. Le poche aree libere del quartiere sono costituite da giardini condominiali, spazi pubblici attrezzati per lo sport ed aree in stato di abbandono. Nell'area interessata dal quartiere storico la vegetazione è prevalentemente di impianto antropico, costituita da siepi e filari di alberi lungo la viabilità principale ed alberi ornamentali nei giardini condominiali (*Pinus pinea*, *Cedrus deodara*, *Eucalyptus globulus*, *Quercus ilex*). In termini di reti e impianti tecnologici per il collettamento e trattamento delle acque reflue, non sono presenti depuratori che servono il quartiere. Il collettore esistente attraversa il quartiere parallelamente alla via Nomentana, supera via del Casale di San Basilio e passa attraverso tutto il Parco di Aguzzano.

Nel quartiere storico del 1951, l'assenza di parcheggi privati interrati e di parcheggi pubblici strutturati, determina un uso improprio della sede stradale, caratterizzata da una forte presenza di parcheggi in linea.

Sintetizzando, le problematiche relative al sistema ambientale esistenti nell'area sono le seguenti:

- Compromissione dei caratteri morfologici e vegetazionali dell'Agro romano.
- Inadeguatezza del sistema di collettamento e trattamento delle acque nere (scarichi non a norma).
- Mancanza di un sistema di recupero e riuso delle acque meteoriche.
- Bassa qualità ambientale per presenza di detrattori: linee aeree alta tensione, arterie stradali ad alto scorrimento.

#### *Caratteri dell'insediamento*

Dal punto di vista morfologico, nella parte storica, nonostante la presenza di tipi edilizi diversi, il quartiere è riconoscibile sia per l'epoca di costruzione e quindi per i caratteri costruttivi degli edifici, sia per il tipo di edifici utilizzati, spesso mutuati dai contemporanei interventi dell'Ina casa, come ad esempio le torri stellari di De Renzi di Valco San Paolo, che ritroviamo nell'area.

Dal punto di vista delle funzioni urbane sono presenti diversi servizi, quali: scuole dell'obbligo, centro anziani, mercato, centro sportivo e centro di igiene mentale (Cim). Oltre al mercato, che include anche un bar, è presente lungo l'asse principale un edificio basso ad un piano con piccoli negozi, quali un'edicola, una cartoleria. L'uso dei piani terra è per lo più residenziale, solo i cinque edifici in linea lungo l'asse di quartiere ospitano al piano terra dei negozi.

Per quanto riguarda l'accessibilità, l'insediamento è facilmente raggiungibile con mezzi su gomma, la stazione metropolitana più vicina è quella di Rebibbia, che dista alcuni Km al quartiere. Esistono diverse linee di autobus che lo collegano con il centro e con i quartieri limitrofi, inoltre, con l'automobile, si può raggiungere facilmente sia dal Gra che dalle due consolari Nomentana e

Tiburtina. In termini di viabilità locale, nell'area interessata dalla parte storica è riconoscibile un asse principale costituito da via Recanati sul quale si trovano i principali servizi pubblici (chiesa, mercato, centri sportivi) e gli unici negozi del quartiere. Dall'analisi degli spazi aperti emerge che le aree libere presenti nella parte storica sono costituite da aree intercluse in stato di abbandono. La trama vegetale è formata dai filari di alberi lungo la viabilità principale, dallo "spartitraffico attrezzato" di via Recanati, che costituisce una vera fascia verde, e dai giardini condominiali interni agli isolati, manca però una connessione con il paesaggio circostante. Manca una vera "piazza" che possa costituire un luogo di sosta, di socializzazione e d'incontro.

Le problematiche, in sintesi, sono le seguenti:

- Mancata realizzazione di attrezzature da standard.
- Mancanza di spazi verdi pubblici attrezzati.
- Scarsa fruibilità degli spazi aperti.
- Mancanza di servizi per la cultura ed il tempo libero.
- Assenza di spazi pubblici multifunzionali (ad esempio una piazza con negozi) in grado di costituire dei luoghi d'incontro.

#### *Caratteri costruttivi, flessibilità d'usi e qualità fruibili*

Nella parte storica del quartiere troviamo molteplici tipologie edilizie caratteristiche dei diversi interventi che hanno interessato l'area (Iacp e Unrra-Casas). La tecnologia costruttiva è quella in cemento armato, mentre la finitura esterna è generalmente realizzata con intonaco.

Dal punto di vista fruitivo mancano alcuni servizi, come gli ascensori e i parcheggi pertinenziali esterni. Gli edifici sono di proprietà dell'Ater e presentano quale problema principale una scarsa manutenzione e di conseguenza un progressivo degrado. Oltre ad interventi di tipo ordinario, gli edifici richiederebbero interventi straordinari di consolidamento della struttura esistente, di adattamento alla legge 13/89 (Legge per l'eliminazione delle barriere architettoniche), nonché interventi per il calo delle dispersioni termiche.

La maggior parte degli isolati presenta dei giardini pertinenziali di transizione verso gli spazi pubblici principali. Essi vengono spesso utilizzati anche come luoghi di incontro tra gli stessi condomini. La cura di tali giardini, che si presentano in buono stato di conservazione, viene effettuata dagli stessi condomini.

Le problematiche emergenti possono riassumersi nel modo che segue:

- Strutture degradate e fatiscenti. Sono necessari interventi di manutenzione straordinaria.
- Presenza di barriere architettoniche. Sono necessari interventi di adeguamento alla legge 13/1989.
- **Strutture termicamente molto dispersive. Sono necessari interventi per il calo delle**

## dispersioni termiche<sup>9</sup>.

Lo scopo del presente lavoro, pertanto, riguarda l'implementazione di un esempio progettuale rivolto alla soluzione di una delle problematiche su elencate, relative alle caratteristiche costruttive dell'area storica di San Basilio. La problematica è quella riguardante la dispersione termica degli edifici, e la necessità di introdurre strumenti e tecniche di progettazione sostenibile per la riqualificazione architettonica dell'area.

## 4. Diagnosi e certificazione energetica

### 4.1. La diagnosi energetica degli edifici

Molte analisi dimostrano che gli involucri dei nostri edifici sono inadeguati dal punto di vista delle dispersioni termiche. Basti dire che 2/3 delle costruzioni sono anteriori alla L. 373/76 sull'isolamento termico e lo stato dell'isolamento dell'involucro, raramente presente, è comunque ignoto. Annualmente, il numero di edifici di nuova costruzione non raggiunge l'1% del parco esistente. In parallelo, esiste un fiorente mercato, in parte sommerso, delle ristrutturazioni e manutenzioni, poco influenzato da criteri energetici.

Il settore residenziale rappresenta il comparto più energivoro della scena nazionale. Dal censimento 2001 emerge che il consumo medio delle abitazioni italiane per il solo riscaldamento è pari a 200-260 kWh/m<sup>2</sup>anno e, comprendendo gli usi cucina e l'energia per la produzione di acqua calda sanitaria, tale valore sale a 270-280 kWh/m<sup>2</sup>anno.

Possiamo affermare che i consumi di energia in un edificio dovuti al riscaldamento sono dell'ordine del 60/70 % di tutta l'energia prodotta dall'edificio stesso.

Le dispersioni termiche possono essere schematizzate nel modo seguente (fig. 7):



|  |        |
|--|--------|
| Perdita dalle pareti esterne           | 20-25% |
| Perdita dalla cantina/vespaio          | 5-6%   |
| Perdita dalle finestre                 | 20-25% |
| Perdita dal tetto/solaio ultimo piano  | 10-15% |
| Perdita dalla caldaia                  | 10-12% |
| Perdita per aerazione (ricambi d'aria) | 20-30% |

Figura 7 - Schema delle dispersioni termiche di un edificio residenziale

<sup>9</sup> Cfr. nota 4

L'età di un edificio ha conseguenze dirette sullo stato complessivo della costruzione, non solo in termini di involucro edilizio, ma anche in relazione alle scelte impiantistiche tipiche del periodo in cui è stato realizzato. Una consistente porzione del patrimonio edilizio italiano presenta età superiore ai 50 anni e la tendenza a conservarlo ha comportato una notevole crescita del mercato del recupero edilizio a partire dagli anni '80. Oggi questo comparto attrae la quota maggiore di investimenti e, date le numerose variabili interne ed esterne legate agli scenari economici e politici, si può ipotizzare che continuerà a crescere. Considerando che ogni edificio è destinato ad avere una vita piuttosto lunga e visto il basso tasso di demolizione e ricostruzione ex-novo delle vecchie costruzioni, il miglioramento delle prestazioni energetiche assume particolare importanza per gli edifici esistenti e diventa di fondamentale importanza nel caso di nuove costruzioni. In questo ambito la diagnosi e la certificazione energetica del sistema edificio – impianto assumono un ruolo di primaria importanza sia nella fase di progettazione che in quella di ristrutturazione. La **diagnosi energetica** è uno strumento utile a documentare lo "stato di salute" del sistema edificio-impianto e si pone l'obiettivo di capire in che modo l'energia venga utilizzata e quali siano le cause degli sprechi. Il suo obiettivo è il **calcolo del fabbisogno di energia primaria FEP** che deve essere effettuato secondo il metodo fornito dalla norma UNI EN 832:2001, basato sul bilancio energetico in regime stazionario dell'edificio, risolto adottando il singolo mese come periodo di calcolo. Il fabbisogno energetico è la quantità di energia primaria da fornire al sistema di produzione per soddisfare il fabbisogno di calore dell'involucro edilizio necessario a mantenere al suo interno la temperatura di progetto. Con il calcolo vengono individuate le dispersioni energetiche dell'involucro edilizio, gli apporti gratuiti e i rendimenti tipici dell'impianto. I valori anomali segnalano parti "sofferenti" che risultano bisognose di "cure" e per le quali è importante stilare un piano energetico che valuti non solo la fattibilità tecnica ma anche e soprattutto quella economica delle azioni di bonifica proposte.

#### ***4.2. La certificazione energetica degli edifici***

Il tema dei consumi energetici degli edifici ha ricevuto storicamente grande attenzione, a partire dalle prime crisi energetiche degli anni '70, soprattutto per iniziativa dei paesi nordici, afflitti da forti consumi per la necessità di riscaldare edifici situati in zone a clima molto freddo. L'attuale situazione europea risente favorevolmente di questo approccio culturale e normativo, sviluppato anche grazie a programmi comunitari e internazionali che hanno favorito la diffusione di conoscenze e buone pratiche. La Direttiva Europea 2002/91/CE prevede, infatti, che ogni Stato Membro predisponga un **“attestato di certificazione energetica”** al momento della costruzione, della compravendita e della locazione di un edificio nuovo o esistente. Tale attestato deve essere

sviluppato a partire dall'adozione di una "metodologia di calcolo del rendimento energetico degli edifici" che permetta, attraverso l'utilizzo di standard minimi, di valutare la prestazione energetica per diverse tipologie edilizie<sup>10</sup>. In Italia, con il D. Lgs. 192/2005, viene stabilito che tutti gli edifici di nuova costruzione e quelli esistenti di superficie superiore a 1000 mq per i quali sia prevista ristrutturazione integrale degli elementi costituenti l'involucro ovvero demolizione e ricostruzione, siano dotati, al termine della costruzione medesima e a cura del costruttore, di un attestato di certificazione energetica secondo le modalità previste all'art. 4 comma 1 dello stesso Decreto<sup>11</sup>.

La situazione è cambiata a seguito dell'emanazione del D. Lgs. 311/2006, che modifica ed integra il D. Lgs. 192/2005. Infatti, in attesa dei mancanti **decreti attuativi**, è stabilito che l'**attestato di certificazione energetica** è sostituito, a tutti gli effetti, dall'**attestato di qualificazione energetica** o da una equivalente procedura di certificazione energetica, se stabilita dalla locale amministrazione comunale con proprio regolamento, purché antecedente alla data dell'8 ottobre 2005.

Inoltre, il D. Lgs. 311/2006 estende gradualmente la certificazione energetica a tutti gli edifici.

E' infatti prevista l'applicazione della certificazione energetica, con onere a carico del venditore, con la seguente gradualità temporale:

- a decorrere dal 1 luglio 2007, agli edifici di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati, nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile;
- a decorrere dal 1 luglio 2008, agli edifici di superficie utile fino a 1000 metri quadrati, nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile;
- a decorrere dal 1 luglio 2009, nel caso di trasferimento a titolo oneroso, delle singole unità immobiliari.

L'attestato di qualificazione energetica deve riportare i seguenti dati:

- i fabbisogni di energia primaria di calcolo;
- i corrispondenti valori massimi ammissibili fissati dalla normativa in vigore per il caso specifico;
- la classe di appartenenza dell'edificio, o dell'unità immobiliare, in relazione al sistema di certificazione energetica eventualmente prevista dalla locale amministrazione comunale.

Nel caso di edifici esistenti, i corrispondenti valori massimi ammissibili sono determinati dalla relativa normativa di riferimento. Ove tali limiti non siano fissati si considereranno quelli relativi ad un identico edificio di nuova costruzione.

L'attestato comprende anche l'indicazione di possibili interventi migliorativi delle prestazioni energetiche<sup>12</sup>.

Gli obblighi sopra citati vigono dal 2 febbraio 2007, data di entrata in vigore del D. Lgs. 311/2006,

---

<sup>10</sup> Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo sul rendimento energetico nell'edilizia.

<sup>11</sup> Decreto Legislativo n°192 del 19 agosto 2005, art.4.

<sup>12</sup> Decreto Legislativo n°311 del 1 febbraio 2006.

limitatamente agli edifici per i quali la richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominato, sia stata presentata successivamente all'8 ottobre 2005.

Per una visione più dettagliata del quadro normativo italiano, se ne riporta di seguito una sintesi, relativa al rendimento energetico nell'edilizia, a partire dalla L. 10/91 fino ad arrivare al D. Lgs. 311/2006 (*tab. 1*).

| <b>QUADRO TEMPORALE LEGISLATIVO</b>   |  |                             |                 |                 |
|---|--|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| <b>2 agosto 2005:</b> pubblicazioni in GU del DM 178 – decreto attuativo Legge 10/91        |  |                             |                 |                 |
| <b>8 ottobre 2005:</b> pubblicazione in GU del DLgs 192                                     |  |                             |                 |                 |
| <b>15 ottobre 2005:</b> ripubblicazione completa in GU del DLgs 192                         |  |                             |                 |                 |
| <b>1 febbraio 2007:</b> pubblicazione in GU del DLgs 311 che corregge e integra il DLgs 192 |  |                             |                 |                 |
| <b>Da:</b>  | 1991                                   | 17 ago 2005                 | 9 ott 2005      | 2 feb 2007      |
| <b>A:</b>   | 16 ago 2005                            | 8 ott 2005                  | 1 feb 2007      | -               |
| <b>In vigore:</b>   | <b>LEGGE 10/91 e decreti attuativi</b> | <b>LEGGE 10/91 + DM 178</b> | <b>DLgs 192</b> | <b>DLgs 311</b> |

*Tabella 1 – Quadro temporale legislativo italiano*

## **5. La metodologia di analisi**

Per quanto concerne la certificazione energetica degli edifici, nel presente studio si vuole ottenere una metodologia semplice e non dispendiosa da applicarsi in parziale carenza di dati di ingresso, soprattutto in vista della necessità di certificare in tempi brevi, ma in modo efficace, un numero elevato di edifici esistenti, suscettibili di interventi migliorativi ai fini energetici.

Come base di partenza, è stata scelta un'area abbastanza limitata del quartiere storico di San Basilio, caratterizzato da interventi di edilizia residenziale pubblica da parte dell'ex IACP, tra gli anni '50 e '60. La scelta dell'area è stata obbligata a causa della carenza dei dati di ingresso nelle altre zone del quartiere. Nell'area specifica è stato possibile reperire, per un numero limitato di edifici, il progetto originale della struttura, punto di partenza indispensabile per realizzare una diagnosi energetica sia pure non estremamente dettagliata. Per una migliore comprensione, gli edifici sono stati numerati con numeri progressivi (*allegato 1*).

E' doveroso ribadire il concetto che l'obiettivo principale del presente studio non è l'attenta diagnosi energetica del quartiere, ma la messa a punto di una metodologia da applicare per la diagnosi e la certificazione energetica di edifici esistenti in zone periferiche degradate, suscettibili di interventi migliorativi a costi non eccessivi.

Successivamente si è cercato di fornire un quadro generale (compatibilmente con i dati in ingresso reperiti) della situazione energetica dell'area presa in esame. A tal proposito, sono state prese in considerazione e comparate due procedure per la certificazione energetica appena introdotte sul mercato: la prima, sviluppata dal dipartimento BEST del Politecnico di Milano ed introdotta dal Sacert (Sistema per l'accreditamento degli organismi di certificazione degli edifici), denominata

**BESTClass** (versione del software 2.1); la seconda, sviluppata dall'Enea (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), denominata **DOCET** (versione del software 1.07.07.10). Si fornisce di seguito un sunto delle caratteristiche principali delle due procedure utilizzate.

### **5.1. La procedura BESTClass**

Si tratta di una procedura elaborata da un gruppo di ricercatori del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano, sulla base di una convenzione con la Provincia di Milano, con la collaborazione di ANIT<sup>13</sup>. Il modello di calcolo fa riferimento alla normativa vigente, introducendo delle semplificazioni che rendono la procedura semplice, trasparente e replicabile.

L'applicazione della procedura consente di valutare il fabbisogno energetico di un edificio e assegnargli una classe in base a opportuni valori di riferimento. La procedura fornisce, inoltre, i contenuti e il formato dell'Attestato di Certificazione Energetica e della Targa Energetica da esporre per rendere evidente la qualità energetica dell'edificio. La certificazione è applicabile sia alle nuove costruzioni che alle ristrutturazioni.

La procedura individua alcuni indicatori di prestazione energetica, valori di riferimento convenzionali calcolati in base a valutazioni su dati climatici e d'uso standard. Ognuno di essi è calcolato dal rapporto tra il fabbisogno energetico annuo e la superficie utile. L'unità di misura utilizzata per tutti gli indicatori è il kWh/m<sup>2</sup> anno.

Gli indicatori sono:

- il fabbisogno energetico specifico dell'involucro;
- il fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale;
- il fabbisogno energetico specifico per acqua calda sanitaria;
- il fabbisogno energia primaria specifico per la produzione di acqua calda sanitaria;
- il contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili;
- il fabbisogno specifico globale di energia primaria.

La classificazione va da A a G secondo il fabbisogno energetico:

- **Classe A**      Fabbisogno energetico  $\leq 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$
- **Classe B**      Fabbisogno energetico  $\leq 50 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$
- **Classe C**      Fabbisogno energetico  $\leq 70 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$
- **Classe D**      Fabbisogno energetico  $\leq 90 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$
- **Classe E**      Fabbisogno energetico  $\leq 120 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$
- **Classe F**      Fabbisogno energetico  $\leq 160 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$
- **Classe G**      Fabbisogno energetico  $> 160 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$

---

<sup>13</sup> Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico



Nell'**Attestato di Certificazione Energetica** (fig. 8) sono considerati due indicatori di classificazione energetica: l'indicatore relativo al fabbisogno specifico energetico dell'involucro ( $PE_H$ ) e l'indicatore relativo al fabbisogno di energia primaria ( $PE_G$ ). Nella **Targa Energetica** è considerato solo l'indicatore relativo al fabbisogno specifico energetico dell'involucro ( $PE_H$ ). Per gli edifici con un fabbisogno di energia primaria inferiore a  $15 \text{ kWh/m}^2$  anno all'indicatore di classe A è aggiunta la dizione **Casa passiva**.



Figura 8 – Attestato di Certificazione Energetica BESTclass

Il modello di calcolo, quindi, considera gli usi energetici dovuti alla climatizzazione invernale, alla ventilazione e alla produzione di acqua calda a usi sanitari. Nel bilancio energetico viene considerato anche il contributo delle fonti rinnovabili. È in fase di studio una implementazione per gli usi elettrici e per la climatizzazione estiva allo scopo di soddisfare pienamente ciò che è richiesto dalla Direttiva 2002/91/CE.

La procedura è applicabile agli edifici residenziali o assimilabili come alberghi, edifici socio assistenziali, ecc. È, inoltre, applicabile agli edifici pubblici e agli uffici non provvisti di impianti centralizzati di climatizzazione estiva. La procedura non è applicabile agli edifici dotati di impianti di climatizzazione come uffici, strutture commerciali della grande distribuzione, e agli impianti

sportivi e ai capannoni industriali.

Per appartamenti e unità abitative all'interno di condomini, la certificazione potrà essere basata anche sulla valutazione della singola unità abitativa. In questo caso saranno prodotti i seguenti documenti:

- *un Attestato di Certificazione Energetica per l'intero edificio;*
- *una Targa Energetica riferita all'intero edificio (fig. 9);*
- *un Attestato di Certificazione Energetica per ciascuna unità abitativa<sup>14</sup>.*



*Figura 9 – Targa energetica BESTclass*

La procedura BESTClass può essere scaricata gratuitamente da Internet e implementata in altri modelli.

## **5.2. La procedura DOCET**

DOCET è uno strumento di simulazione a bilanci mensili per la certificazione energetica degli edifici residenziali esistenti e per gli appartamenti, basato sulle metodologie sviluppate in attuazione della Direttiva Europea 2002/91/CE.

L'attività di sviluppo dello strumento si è focalizzata sulla ricerca di approcci semplificati per facilitare l'inserimento dei dati da parte di utenti anche senza specifiche competenze, definendo un'interfaccia che consente di qualificare dal punto di vista energetico gli edifici esistenti, in modo

<sup>14</sup> Certificazione energetica: i metodi BestClass e CasaClima - Le procedure di calcolo per valutare il fabbisogno di energia e assegnare la targa energetica agli edifici, di R. Calabrese, 2006

La metodologia di intervento è stata definita dall'ITC-CNR<sup>15</sup> e dall'ENEA<sup>16</sup>.



La struttura complessiva dello strumento è stata suddivisa in **moduli di calcolo** (“Energia netta”, “Energia Fornita”, “Energia Primaria”, “Certificazione energetica” e “Raccomandazioni”) estremamente semplificati.

DOCET calcola i seguenti indicatori prestazionali:

- Fabbisogno di energia netta per riscaldamento e acqua calda sanitaria;
- Fabbisogno di energia netta per raffrescamento;
- Fabbisogno di energia fornita per riscaldamento, acqua calda sanitaria e altri carichi elettrici;
- Fabbisogno di energia primaria (FEP D.Lgs. 192/05 e 311/06);
- Quantità di CO<sub>2</sub> prodotta;
- Risparmio economico ottenibile.

- **Classe A<sup>+</sup>** Fabbisogno energetico  $\leq 27,8$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe A** Fabbisogno energetico  $\leq 40,7$  kWh/m<sup>2</sup> anno

<sup>15</sup> Istituto per le Tecnologie della Costruzione – Consiglio Nazionale delle Ricerche

<sup>16</sup> Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

- **Classe B<sup>+</sup>** Fabbisogno energetico  $\leq 53,6$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe B** Fabbisogno energetico  $\leq 66,5$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe C** Fabbisogno energetico  $\leq 76,7$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe D** Fabbisogno energetico  $\leq 85,4$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe E** Fabbisogno energetico  $\leq 101,9$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe F** Fabbisogno energetico  $\leq 118,3$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe G** Fabbisogno energetico  $\leq 150,6$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe H** Fabbisogno energetico  $\leq 174,8$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe NQE** Fabbisogno energetico  $> 174,8$  kWh/m<sup>2</sup> anno

Lo strumento è inoltre in grado di valutare il contributo dell'applicazione di collettori solari e pannelli fotovoltaici.



*Figura 11 – Interfaccia finale della procedura DOCET*

Il motore di calcolo è stato calibrato per cercare di rendere coerenti i risultati delle analisi e la certificazione rispetto ai requisiti minimi previsti dal D. Lgs. 192/05 così come aggiornato dal D. Lgs. 311/06 e con le Linee Guida Nazionali sulla certificazione energetica in corso di preparazione. Il software é finalizzato alla certificazione energetica volontaria e obbligatoria degli edifici residenziali esistenti<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Dal sito web: <http://www.docet.itc.cnr.it/>

## 6. Il metodo applicato a San Basilio

### 6.1. Diagnosi energetica del quartiere

Con l'ausilio delle due procedure precedentemente elencate, è stato possibile realizzare una mappatura del fabbisogno energetico per gli edifici dell'area in esame.

Sono state utilizzate entrambe le procedure per due principali motivi: in primo luogo perché si tratta di strumenti ancora in implementazione, pertanto suscettibili di piccoli errori di valutazione (a tal proposito, facendo un confronto tra i due si ha un quadro più esatto della situazione energetica dell'area); in secondo luogo per valutare le differenze dei dati di output tra le due procedure, e di come può cambiare sensibilmente la diagnosi di un edificio a seconda del sistema utilizzato.

Naturalmente, prima di tutto ciò, è stato necessario reperire una serie di dati di input relativi ai singoli edifici, operazione non semplice dal punto di vista logistico, che ha portato a sopperire ad alcune lacune attraverso una deduzione empirica dei dati stessi.

Per ciascun edificio è stata redatta una scheda di input sui consumi energetici, contenente dati relativi a:

- caratteristiche dell'involucro;
- ventilazione;
- impianto di riscaldamento;
- impianto per la produzione di acqua calda per usi sanitari.

Un esempio di scheda di input è visibile nella (*allegato 2*).

Oltre alle suddette schede, è stata redatta una tabella relativa ai dati dimensionali generali di ciascun edificio, che sono i seguenti (*allegato 3*):

- Numero dei piani dell'edificio (suddiviso in piani con appartamenti, quindi riscaldati, e piani di pertinenze non riscaldati)
- Altezza interpiano
- Spessore del solaio
- Superficie totale dell'edificio
- Superficie totale dei locali non riscaldati
- Superficie totale lorda riscaldata
- Volume totale dell'edificio
- Volume totale lordo riscaldato
- Superficie totale delle pareti perimetrali verticali
- Superficie di copertura
- Superficie del solaio contro terra

- Superficie degli infissi suddivisa per orientamento

Tali dati di input, raggruppati per ogni singolo edificio in esame, sono poi stati inseriti nei due software di calcolo e, attraverso i risultati da questi ottenuti, è stato possibile realizzare una mappatura dell'area in oggetto, relativamente agli edifici analizzati.

Come è possibile notare nelle due diverse mappature, la prima realizzata con i dati di output di BESTClass (*allegato 4*) e la seconda realizzata con i dati di output di DOCET (*allegato 5*), per i pochi edifici che sono stati presi in analisi, la diagnosi energetica rivela un quadro estremamente negativo, che fa presupporre l'omogeneità dei risultati per l'intera area, viste le caratteristiche costruttive decisamente simili per tutti gli edifici del quartiere.

Infatti la totalità degli edifici analizzati nella zona risulta essere nelle due classi energetiche più basse, le classi **F** e **G** per BESTClass e le classi **H** e **NQE** (Non Qualificato Energeticamente) per DOCET.

Si tratta, in effetti, di edifici di edilizia popolare costruiti tra gli anni '50 e '60 dall'UNRRA-CASAS e dallo IACP<sup>18</sup>, con tecniche costruttive rispondenti a criteri di economicità sia nella scelta dei materiali che delle tecnologie utilizzate. La struttura degli edifici risulta essere in cemento armato, i muri di tamponamento sono realizzati in mattoni forati con intercapedine d'aria e rivestiti di intonaco, privi di isolamento perché anteriori alla L. 373/76 sull'isolamento termico degli edifici, quindi particolarmente disperdenti; sono presenti, inoltre, numerosi ponti termici, a causa della disomogeneità termica dei materiali e della discontinuità geometrica nella forma della struttura.

Anche il solaio di copertura ed il solaio contro terra risultano non essere isolati termicamente (a parte qualche solaio contro terra sopra vespaio), pertanto le aree disperdenti degli edifici sono numerose, ed è questa la ragione per cui la classe energetica di tali costruzioni risulta essere così bassa.

## 6.2. *Diagnosi energetica di un edificio tipo*

Una volta compresa la situazione generale dell'area in esame, si è scesi di scala con l'analisi e la diagnosi energetica di un singolo edificio, scelto non a caso tra quelli con il maggior numero di dati a disposizione, e soprattutto con un'alta percentuale di problematiche da risolvere dal punto di vista energetico e del recupero architettonico. Questo al fine di elaborare una valida proposta di ristrutturazione con tecniche ecocompatibili a costi il più possibile contenuti.

L'edificio (*allegati 4 e 5 – edificio evidenziato; fig. 12*), che secondo la numerazione iniziale risulta essere il numero 18, è situato nel lotto 7, su Via Arcevia n. 20-22-24, è di proprietà dell'ATER (Azienda Territoriale Edilizia Residenziale), è di forma rettangolare, è composto di tre corpi scale,

---

<sup>18</sup> Istituto Autonomo Case Popolari

ed è sviluppato su tre piani fuori terra; non presenta il piano cantinato.

La struttura dell'edificio è in cemento armato con tamponatura in laterizio forato e rivestimento in intonaco; i solai sono in laterocemento. La copertura è piana, a parte per i tre corpi scala che fuoriescono dall'involucro, e che presentano una copertura inclinata. Il solaio contro terra risulta essere su vespaio areato. Gli infissi sono in legno, non a tenuta, e con vetro singolo.

L'edificio presenta, come già detto, tre corpi scala, ognuno dei quali serve due appartamenti per piano; pertanto, il totale degli appartamenti è di n. 18. Non è presente il vano ascensore.



*Figura 12 – Edificio analizzato*

L'edificio risulta orientato con i lati lunghi sulle direttrici nord-ovest e sud-est, e confina: a nord-ovest con via Arcevia, a sud-ovest con via Maiolati, a nord-est con via Cagli e a sud-est con gli altri edifici del lotto 7. Sul lato nord-ovest, in corrispondenza del marciapiede di via Arcevia, è presente un filare di alberature (*Pinus pinea*) che crea un problematico ombreggiamento all'edificio.

La struttura presenta un livello di degrado abbastanza avanzato, e necessita pertanto di interventi di recupero e ristrutturazione.

Per avere una visione più dettagliata dell'edificio in esame, si veda la ricostruzione di piante, prospetti e sezioni realizzata in base al progetto originale fornito dall'ATER (*allegati 6 e 7*).

Dopo aver analizzato l'edificio in tutti i suoi aspetti, e dopo aver reperito i dati necessari alla diagnosi energetica, si è proceduto ad inserire tali dati in entrambi i software analizzati precedentemente, al fine di definire l'entità dei consumi energetici dell'edificio stesso e, di

conseguenza, la classe energetica di appartenenza.

Di seguito si riportano le due relazioni di output derivanti da BESTClass e da DOCET, relative all'edificio in oggetto.

### **6.3. I dati di output dell'edificio secondo BESTClass**

#### **Dati generali**

|  |                   |                         |
|--|-------------------|-------------------------|
| <b>Ubicazione</b>                            | <b>Indirizzo:</b> | Via Arcevia, 20/22/24   |
|  | <b>Comune:</b>    | Roma Prov. RM CAP 00156 |
| <b>Anno di costruzione/ristrutturazione:</b> |                   | 1953                    |
| <b>Soggetto che presenta la domanda:</b>     |                   | Sig. Mario Bianchi      |
| <b>In qualità di:</b>                        |                   | Proprietario            |
| <b>Tecnico progettista (L.10/91)</b>         |                   | Arch. Marina Rubino     |

#### **Dati edificio**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Tipo di edificio:</b>             | Edificio residenziale                              |
| <b>Volume lordo riscaldato</b>       | 3382 m <sup>3</sup>                                |
| <b>Superficie lorda riscaldata</b>   | 990m <sup>2</sup>                                  |
| <b>Superficie media per alloggio</b> | 48,6 m <sup>2</sup>                                |
| <b>Struttura edilizia</b>            | Edificio con muri in mattoni forati o assimilabili |

#### **Caratteristiche termiche involucro**

##### **STRUTTURE OPACHE VERTICALI**

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Struttura tipo 1:</b>              | Parete a cassa vuota con mattoni forati |
| <b>U: 1,2122<br/>W/m<sup>2</sup>K</b> | <b>Superficie: 1040 m<sup>2</sup></b>   |

##### **STRUTTURE TRASPARENTI**



|   |   |
|---|---|
| Struttura <b>tipo 1</b>                         | Infissi in legno  |
| Tipologia vetro:                                | Vetro singolo (6)   |
| Tipologia telaio:                               | Legno   |
| <b>U<sub>MEDIA</sub> 4,925 W/m<sup>2</sup>K</b> | <b>Superfici ripartite per orientamento (m<sup>2</sup>)</b> |
|   | Orizz. S SE E NE N NO O SO                                  |
|   | 0 0 150 0 35,7 0 84,2 0 35,7                                |
|   | <b>Oscuramento</b> (in ombra o con presenza di aggetti)     |
|   | X X X X   |

## COPERTURE

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Struttura <b>tipo 1:</b>         | Soletta piana non coibentata in laterocemento |
| <b>U: 1,858 W/m<sup>2</sup>K</b> | Superficie: 285 m <sup>2</sup>                |
|                                  | Ambiente confinante: Esterno                  |

## BASAMENTI

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Struttura <b>tipo 1:</b>         | Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis |
| <b>U: 0,063 W/m<sup>2</sup>K</b> | Superficie: 420 m <sup>2</sup>                |
|                                  | Ambiente confinante: Vespaio aerato           |

## Caratteristiche impianto termico

### IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Generatore di calore: Caldaia due stelle

Terminali scaldanti: Radiatori

Sistema di erogazione: Climatica centralizzata

### IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA PER USI SANITARI

Impianto autonomo - P<sub>ns</sub> < 35 kW

Generatore di calore indipendente

Tipo di apparecchio: Generatore a gas ad accumulo per sola produzione di acqua calda sanitaria

Versione: Tipo C senza pilota

## RISULTATI

### Involucro

|          |  |        |                         |
|----------|--|--------|-------------------------|
| $Q_T$    | Energia scambiata per trasmissione                           | 129413 | kWh/anno                |
| $Q_V$    | Energia scambiata per ventilazione                           | 28259  | kWh/anno                |
| $Q_L$    | Energia scambiata totale                                     | 157672 | kWh/anno                |
| $Q_I$    | Energia dovuta ad apporti interni                            | 7849   | kWh/anno                |
| $Q_{SI}$ | Energia dovuta ad apporti solari sulle superfici trasparenti | 9810   | kWh/anno                |
| $Q_G$    | Energia dovuta ad apporti gratuiti                           | 17659  | kWh/anno                |
| $h_U$    | Fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti   | 0,99   |                         |
| $Q_H$    | Fabbisogno energetico dell'involucro                         | 140271 | kWh/anno                |
| $PE_H$   | Fabbisogno energetico specifico dell'involucro               | 160,20 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

### Impianto di riscaldamento

|           |   |        |                         |
|-----------|---|--------|-------------------------|
| $h_e$     | Rendimento di emissione   | 0,96   |                         |
| $h_c$     | Rendimento di regolazione   | 0,88   |                         |
| $h_d$     | Rendimento di distribuzione   | 0,94   |                         |
| $h_p$     | Rendimento di produzione medio stagionale                                 | 0,88   |                         |
| $h_g$     | Rendimento medio stagionale   | 0,70   |                         |
| $Q_{EPH}$ | Fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale           | 200726 | kWh/anno                |
| $PE_{HP}$ | Fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale | 229,24 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

## Produzione di acqua calda per usi sanitari

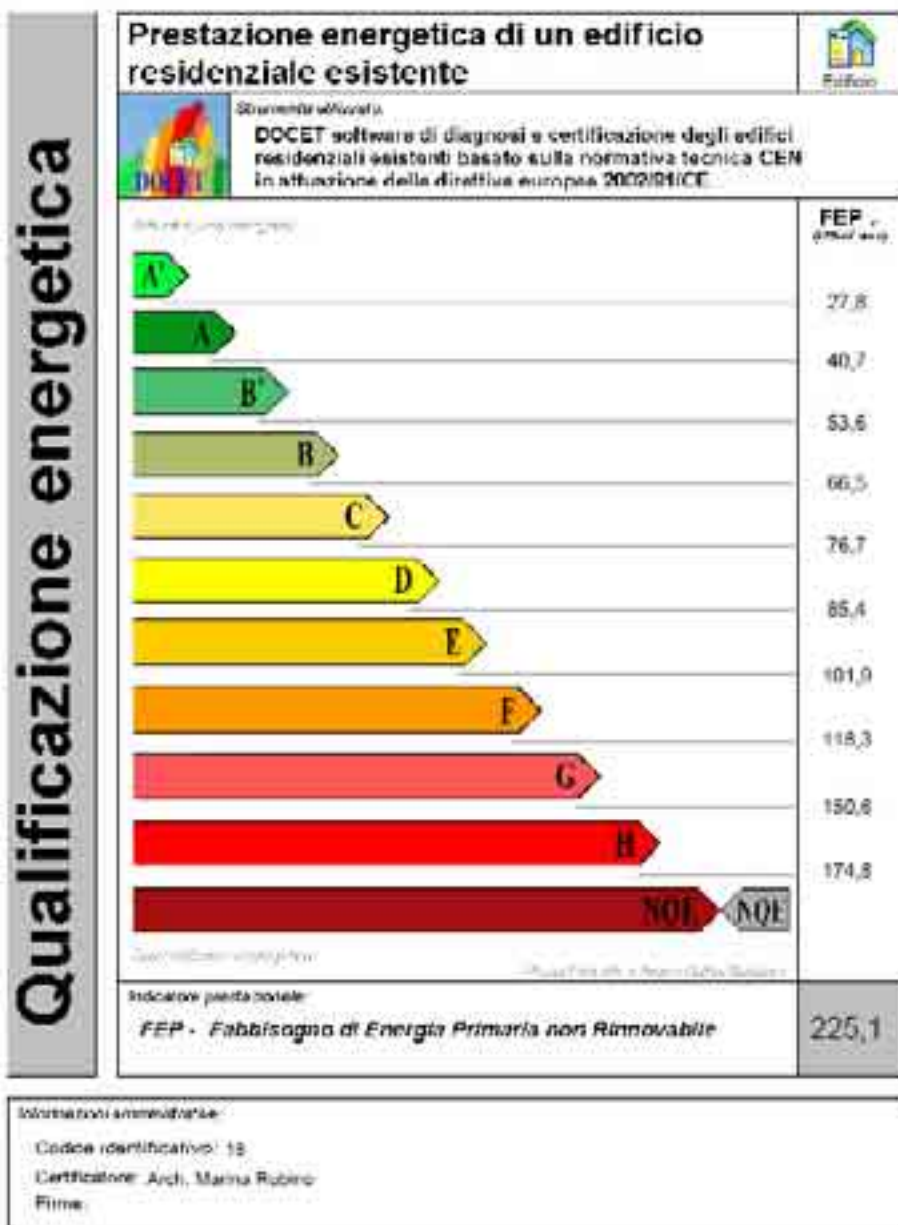
|           |   |       |                         |
|-----------|---|-------|-------------------------|
| $Q_W$     | Fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda                    | 19176 | kWh/anno                |
| $PE_W$    | Fabbisogno energetico specifico per la produzione di acqua calda          | 21,90 | kWh/m <sup>2</sup> anno |
| $h_e$     | Rendimento di emissione   | 0,95  |                         |
| $h_d$     | Rendimento di distribuzione   | 0,85  |                         |
| $h_p$     | Rendimento di produzione medio stagionale                                 | 0,85  |                         |
| $h_{gw}$  | Rendimento medio stagionale   | 0,69  |                         |
| $Q_{WP}$  | Fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda           | 27938 | kWh/anno                |
| $PE_{WP}$ | Fabbisogno di energia primaria specifico per la produzione di acqua calda | 31,91 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

## CLASSE DI EFFICIENZA ENERGETICA

| Classe di consumo |                            | $PE_H$       | $PE_G$       |
|-------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| Casa passiva      | < 15 kWh/m <sup>2</sup> a  |              |              |
| A                 | < 30 kWh/m <sup>2</sup> a  |              |              |
| B                 | < 50 kWh/m <sup>2</sup> a  |              |              |
| C                 | < 70 kWh/m <sup>2</sup> a  |              |              |
| D                 | < 90 kWh/m <sup>2</sup> a  |              |              |
| E                 | < 120 kWh/m <sup>2</sup> a |              |              |
| F                 | < 160 kWh/m <sup>2</sup> a |              |              |
| G                 | > 160 kWh/m <sup>2</sup> a | <b>G</b> 160 | <b>G</b> 261 |

#### 6.4. I dati di output dell'edificio secondo DOCET

|                                  |   |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|
| <b>Qualificazione energetica</b> | <b>Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente</b>   |  |  |
|                                  |  <b>DOCET software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE</b> |  |   |
|                                  | <b>Dati generali</b>  |  |   |
|                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Certificazione edificio <input type="checkbox"/> Certificazione appartamento<br><br>Data emissione: 7 / 2007<br>Data scadenza: 7 / 2009   |  |   |
|                                  | <b>Dati edificio</b>  |  |   |
|                                  | Indirizzo edificio: Via Arcevia, 20/22/24<br>Comune: Roma<br>Provincia: Roma<br>Zona sismica: D<br>Grad. Orient.: 1613<br>Superficie utile: 918<br>Vol. 0,62<br>Codice identificativo appartamento:   |  |   |
|                                  | <b>Informazioni amministrative:</b><br>Codice identificativo: 18<br>Certificatore: Arch. Marina Rubino<br>Firma:  |  |   |



| Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente   |               |   |      |                    |        |  |  |
|--|---------------|---|------|--------------------|--------|---|--|
|   |               | <b>Software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE</b> |      |                    |        |   |  |
| <b>Dati di base Prestazioni</b>  |               |   |      |                    |        |   |  |
|  | Riscaldamento | Raffrescamento  | ACS  | Scoperta abitativa | Totale | Unità   |  |
| Energia termica  | 150,4         | 40,8  | 13,8 | 14                 | -      | kWh/m²  |  |
| Energia elettrica  | 200,2         | -   | 21,9 | 14                 | -      | kWh/m²  |  |
| Energia Primaria Totale  | 200,2         | -   | 21,9 | 37                 | 262,1  | kWh/m²  |  |
| Scoperta abitativa con Scoperta totale   | 200,2         | -   | 21,9 | 37                 | 262,1  | kWh/m²  |  |
| Emmissioni di CO <sub>2</sub>  | 41            | -   | 4,4  | 7,4                | 52,8   | kg/m²   |  |
| Scoperta abitativa   | 19431         | -   | -    | -                  | -      | m²  |  |
| <b>Trasmissioni termiche</b>   |               |   |      |                    |        |   |  |
|  | W/m²·K        |   |      |                    |        |   |  |
| Parete esterna   | 1,102         |   |      |                    |        |   |  |
| Isolamento   | 1,858         |   |      |                    |        |   |  |
| Finestra   | 1,58          |   |      |                    |        |   |  |
| Porta  | 0             |   |      |                    |        |   |  |
| Placche  | 1,5           |   |      |                    |        |   |  |
| Isolamento totale  | 0,063         |   |      |                    |        |   |  |
| Emmissioni   | 4,028         |   |      |                    |        |   |  |
| <b>Bilancio per riscaldamento</b>  |               |   |      |                    |        |   |  |
|  | kWh/m²        |   |      |                    |        |   |  |
| Potenza di calore  | 150,4         |   |      |                    |        |   |  |
| Quantità termica   | 34,5          |   |      |                    |        |   |  |
| Quantità termica   | 41            |   |      |                    |        |   |  |
| Quantità termica   | 8,8           |   |      |                    |        |   |  |
| <b>Indicatore di Efficienza Energetica</b>   |               |   |      |                    |        |   |  |
| Tipologia generatore   | Caldaia       |   |      |                    |        |   |  |
| Efficienza globale   | 0,74          |   |      |                    |        |   |  |
| Tipologia combustibile   | Metano        |   |      |                    |        |   |  |
| <b>Indicatore di Impatto Ambientale</b>  |               |   |      |                    |        |   |  |
| Tipologia generatore   | Boiler        |   |      |                    |        |   |  |
| Tipologia combustibile   | Metano        |   |      |                    |        |   |  |
| <b>Utilizzo di Fonti Rinnovabili</b>   |               |   |      |                    |        |   |  |
| <input type="checkbox"/> Biomassa<br><input type="checkbox"/> Solare termico<br><input type="checkbox"/> Pannelli fotovoltaici |               |   |      |                    |        |   |  |
| <b>Informazioni amministrative</b>   |               |   |      |                    |        |   |  |
| Codice identificativo: 18  |               |   |      |                    |        |   |  |
| Certificatore: Arch. Marina Rubino   |               |   |      |                    |        |   |  |
| Firma:   |               |   |      |                    |        |   |  |

## Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente



Software ufficiale

**DOCET** software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE

Possibili miglioramenti in relazione ai requisiti prestazionali minimi previsti dall'Allegato C D.Lgs. 59/2006

- ☒ Intervento sull'isolamento opaco esterno
- ☒ Intervento termico operto
- ☐ Intervento termico paravento
- ☒ Intervento termico chiuso esterno
- ☒ Intervento globale dell'edificio

Raccomandazioni fornite dal Certificatore (descrizione soluzioni costruttive e tecnologiche di miglioramento energetico)

Informazioni amministrative:

Codice identificativo: 13  
 Certificatore: Arch. Marina Rubino  
 Firma:

### 6.5. Analisi comparativa dei risultati

Come si può facilmente osservare, i valori relativi al Fabbisogno di Energia Primaria sono sensibilmente diversi per i due software.

BESTClass prende in considerazione due valori fondamentali:

1. **PE<sub>H</sub>** - Fabbisogno energetico specifico dell'involucro, che definisce le caratteristiche dell'involucro, tiene conto delle dispersioni di calore, ma anche degli eventuali apporti gratuiti dovuti alla radiazione solare (pareti opache e trasparenti) e gli apporti interni e l'eventuale contributo energetico dovuto a sistemi solari passivi<sup>19</sup>;
2. **PE<sub>G</sub>** - Fabbisogno specifico globale di energia primaria, che è la somma del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (**PE<sub>HP</sub>**) e di quello per la produzione di acqua calda (**PE<sub>WP</sub>**) al quale vengono eventualmente detratti i contributi energetici dovuti alle fonti rinnovabili (**PE<sub>FR</sub>**).

DOCET, d'altro canto, considera come valore finale il Fabbisogno di Energia Primaria (**FEP**) dell'edificio, come somma dell'energia primaria non rinnovabile per riscaldamento e per produzione di acqua calda sanitaria.

Pertanto è possibile, anche se con cautela (considerati i dati di input dei due software non perfettamente corrispondenti), paragonare il **PE<sub>G</sub>** di BESTClass al **FEP** di DOCET. A tal proposito, il primo valore risulta essere: **PE<sub>G</sub>** = 261 kWh/m<sup>2</sup> anno, mentre il secondo: **FEP** = 225,1 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Analizzando i risultati in maniera più puntuale, suddividendo cioè il Fabbisogno di Energia Primaria totale in FEP relativo al solo riscaldamento e FEP relativo alla produzione di acqua calda sanitaria, abbiamo i seguenti dati:

#### **BESTClass:**

FEP riscaldamento (**PE<sub>HP</sub>**) = **229,24** kWh/m<sup>2</sup> anno

FEP acqua calda sanitaria (**PE<sub>WP</sub>**) = **31,91** kWh/m<sup>2</sup> anno

#### **DOCET:**

FEP riscaldamento = **203,2** kWh/m<sup>2</sup> anno

FEP acqua calda sanitaria = **21,9** kWh/m<sup>2</sup> anno

È evidente che, anche se i valori risultano leggermente differenti, in entrambi i casi ci troviamo nella classe più bassa della scala energetica, ed è questo l'aspetto fondamentale che occorre prendere in considerazione.

Ci troviamo, infatti, di fronte ad un edificio completamente inadeguato dal punto di vista energetico, sia dal punto di vista strutturale che impiantistico, che necessita di interventi sostanziali

---

<sup>19</sup> PE = Indicatore di prestazione energetica



di riqualificazione che ne migliorino il comportamento termo-fisico, con la conseguente riduzione del fabbisogno di calore, e che garantiscano allo stesso tempo il minor impatto economico.

## 7. Limiti, incentivi ed agevolazioni

### 7.1. I limiti della normativa

Secondo la normativa vigente, in particolare secondo il D. Lgs. 192/2005, così come modificato dal D. Lgs. 311/2006, il valore limite del Fabbisogno di Energia Primaria (FEP) per il periodo invernale relativo al solo riscaldamento degli ambienti deve risultare minore di quello limite indicato dalla tabella 1 dell'Allegato C del D.Lgs 192/2005, ed è funzione della tipologia di edificio (S/V) e della zona climatica (GG).

Nel caso poi di ristrutturazioni totali o parziali di edifici con superficie utile < 1.000 mq, tale valore limite è aumentato del 50% rispetto alla tabella 1 suddetta, e si utilizzano pertanto i valori della tabella 1 bis del Decreto, che risulta essere la seguente (tab. 2):

| TABELLA 1 bis : fabbisogno annuo energia primaria invernale per m² sup. utile:<br>kWh/m² anno aumentati del 50% rispetto alla tabella 1 |                |           |           |           |            |            |            |            |            |              |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| S/V   | Zona climatica |           |           |           |            |            |            |            |            |              |
|   | A              | B         |           | C         |            | D          |            | E          |            | F            |
|   | <600<br>gg     | 601<br>gg | 900<br>gg | 901<br>gg | 1400<br>gg | 1401<br>gg | 2100<br>gg | 2101<br>gg | 3000<br>gg | > 3000<br>gg |
| <0.2  | 15             | 15        | 22.5      | 22.5      | 37.5       | 37.5       | 60         | 60         | 82.5       | 82.5         |
| >0.9  | 67.5           | 67.5      | 90        | 90        | 127.5      | 127.5      | 165        | 165        | 217.5      | 217.5        |

Tabella 2 – Fabbisogno annuo energia primaria invernale per edifici ristrutturati con superficie < 1.000 mq

I valori limite riportati nella tabella sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata dal DPR 412/93, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:

- S è la superficie (m<sup>2</sup>) che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V;
- V è il volume lordo (m<sup>3</sup>) delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0.2 e 0.9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella, si procede mediante interpolazione lineare<sup>20</sup>.

L'edificio in esame è ubicato nella città di Roma, che appartiene alla zona climatica D ed ha **1415 GG**. Il rapporto di forma (S/V) dell'edificio risulta essere **0,62**. Procedendo pertanto mediante

<sup>20</sup> D. Lgs. n° 192 del 2005, allegato C

interpolazione lineare, si ottiene che il limite da rispettare per il fabbisogno di energia primaria invernale per il solo riscaldamento sarà di **104 kWh/m<sup>2</sup> anno**. Una volta analizzati i diversi interventi, strutturali ed impiantistici, previsti per l'edificio in oggetto, i dati aggiornati saranno immessi nuovamente nei due software BESTClass e DOCET, per la verifica di rispondenza del valore del fabbisogno di energia primaria (FEP).

## **7.2. Le agevolazioni della finanziaria 2007**

La legge 27 dicembre 2006 n. 296 (legge finanziaria 2007) "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato", pubblicata sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 299 del 27/12/06, dispone interessanti incentivi per il risparmio energetico degli edifici esistenti. In particolare è prevista una detrazione fiscale del **55%** delle spese sostenute per:

- 1) riduzione delle dispersioni termiche degli edifici (commi 344 e 345);
- 2) installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda (comma 346);
- 3) installazione di caldaie a condensazione (comma 347).

Di seguito si riportano gli articoli di legge citati:

“344. Per le spese documentate, sostenute entro il 31 dicembre 2007, relative ad **interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti, che conseguono un valore limite di fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20 per cento rispetto ai valori riportati nell'allegato C, numero 1), tabella 1, annesso al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192**, spetta una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 55 per cento degli importi rimasti a carico del contribuente, **fino a un valore massimo della detrazione di 100.000 euro, da ripartire in tre quote annuali di pari importo**.

345. Per le spese documentate, sostenute entro il 31 dicembre 2007, relative ad interventi su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari, riguardanti strutture opache verticali, strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti), finestre comprensive di infissi, spetta una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 55 per cento degli importi rimasti a carico del contribuente, fino a un valore massimo della detrazione di 60.000 euro, da ripartire in tre quote annuali di pari importo, a condizione che siano rispettati i requisiti di trasmittanza termica U, espressa in W/m<sup>2</sup>K, della Tabella 3 allegata alla presente legge.

346. Per le spese documentate, sostenute entro il 31 dicembre 2007, relative all' **installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali** e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università, spetta una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 55 per cento degli importi rimasti a carico del contribuente, **fino a un valore massimo della detrazione di 60.000 euro, da ripartire in tre quote annuali di pari importo**.

347. Per le spese documentate, sostenute entro il 31 dicembre 2007, per interventi di sostituzione di impianti

di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione, spetta una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 55 per cento degli importi rimasti a carico del contribuente, fino a un valore massimo della detrazione di 30.000 euro, da ripartire in tre quote annuali di pari importo.”<sup>21</sup>

Per usufruire della detrazione dell'art. 344 della Finanziaria, è necessario che gli interventi di riqualificazione energetica sull'edificio in esame portino complessivamente al raggiungimento di un valore limite di fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20% rispetto ai valori riportati nell'allegato C, tabella 1 bis, annesso al D. Lgs. 192/2005. Avendo appurato che tale valore, per il nostro edificio, risulta essere di **104 kWh/m<sup>2</sup> anno**, è necessario raggiungere un fabbisogno di energia primaria per il solo riscaldamento di: **104 – 20% = 83,2 kWh/m<sup>2</sup> anno**, al fine di ottenere le suddette detrazioni fiscali.

Ciò significa, riprendendo in considerazione i due software utilizzati ed i rispettivi range di valori, che bisogna far salire la classe dell'edificio analizzato dal livello più basso almeno alla **classe D**.

Per ottenere tali risultati, è necessario effettuare interventi di riqualificazione energetica sia sugli elementi strutturali, con l'inserimento di una coibentazione sulle pareti verticali e sul solaio di copertura, e con la sostituzione degli infissi, sia sull'impianto di riscaldamento, attraverso la sostituzione della caldaia esistente con una caldaia a condensazione.

Oltre a questo, si prevede anche l'inserimento e l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia, al duplice scopo di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera e di poter usufruire delle agevolazioni fiscali per il solare termico e degli incentivi statali per il fotovoltaico.

Come abbiamo appena visto, le agevolazioni fiscali per il solare termico sono previste nell'**art. 346** della Legge finanziaria; vediamo quali sono gli incentivi per il fotovoltaico.

### **7.3. Il “conto energia”**

Il Decreto del Ministero delle Attività Produttive e dell'Ambiente del 28 luglio 2005, in attuazione dell'art. 7 del D. Lgs. 29/12/2003 n. 387 ha previsto per l'Italia l'incentivazione diretta dell'energia prodotta da fonte fotovoltaica per utenze pubbliche, private, condominiali. Il Ministero dello Sviluppo Economico con il D. M. del 19 Febbraio 2007 ha successivamente stabilito i nuovi criteri e le modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici. Il provvedimento consentirà di allineare l'Italia agli altri paesi europei all'avanguardia nel settore e di eliminare parte delle lungaggini burocratiche, che avevano appesantito il vecchio “Conto Energia”.

Il contributo in conto energia prevede l'erogazione dell'incentivo come un contributo distribuito su ogni kWh prodotto in 20 anni di attività di un impianto connesso alla rete elettrica. Si tratta di un

---

<sup>21</sup> Artt. 344, 345, 346, 347 - L. 296/2006.

sistema di incentivazione “ibrido”, in quanto il beneficio economico si compone di due contributi distinti. La prima voce di ricavo per l’utente è il contributo riconosciuto direttamente sui kWh prodotti dall’impianto, applicato in misura variabile a seconda della dimensione e del livello di integrazione architettonica dell’impianto incentivato. In secondo luogo, è data all’utente la possibilità di autoconsumare l’energia prodotta dal sistema e la possibilità di cedere l’eccedenza prodotta alla rete. Questi ultimi kWh potranno costituire un bonus da scomputare dalle bollette a carico dell’utenza nei tre anni successivi, o essere venduti al gestore della rete locale.

Possono accedere all’incentivo in conto energia gli impianti connessi alla rete conformi alla norma CEI EN 61215 (tecnologia cristallina) e alla norma CEI EN 61646 (tecnologia amorfa e film sottili), questi ultimi a condizione che abbiano come soggetto titolare della domanda una persona giuridica.

Gli impianti oggetto di incentivazione saranno quelli con potenzialità non inferiore ad 1kWp, connessi alla rete elettrica.

La seguente tabella sintetizza il valore dell’incentivazione riconosciuta al variare della potenza e della tipologia di impianto:

| Potenza P (kW)    | Tipo Impianto |                        |           |
|-------------------|---------------|------------------------|-----------|
|                   | Non integrato | Parzialmente integrato | Integrato |
| $1 \leq P \leq 3$ | 0,4           | 0,44                   | 0,49      |
| $3 < P \leq 20$   | 0,38          | 0,42                   | 0,46      |
| $P > 20$          | 0,36          | 0,4                    | 0,44      |

**Tabella 3 – Tariffe incentivanti del kWh fotovoltaico per taglia di potenza di impianto**

## 8. Gli interventi strutturali

Come accennato in precedenza, la struttura dell’edificio in esame è in cemento armato con tamponatura in laterizio forato e rivestimento in intonaco; i solai, interpiano e di copertura, sono in latero-cemento; il solaio controterra confina con un vespaio areato; gli infissi sono in legno.

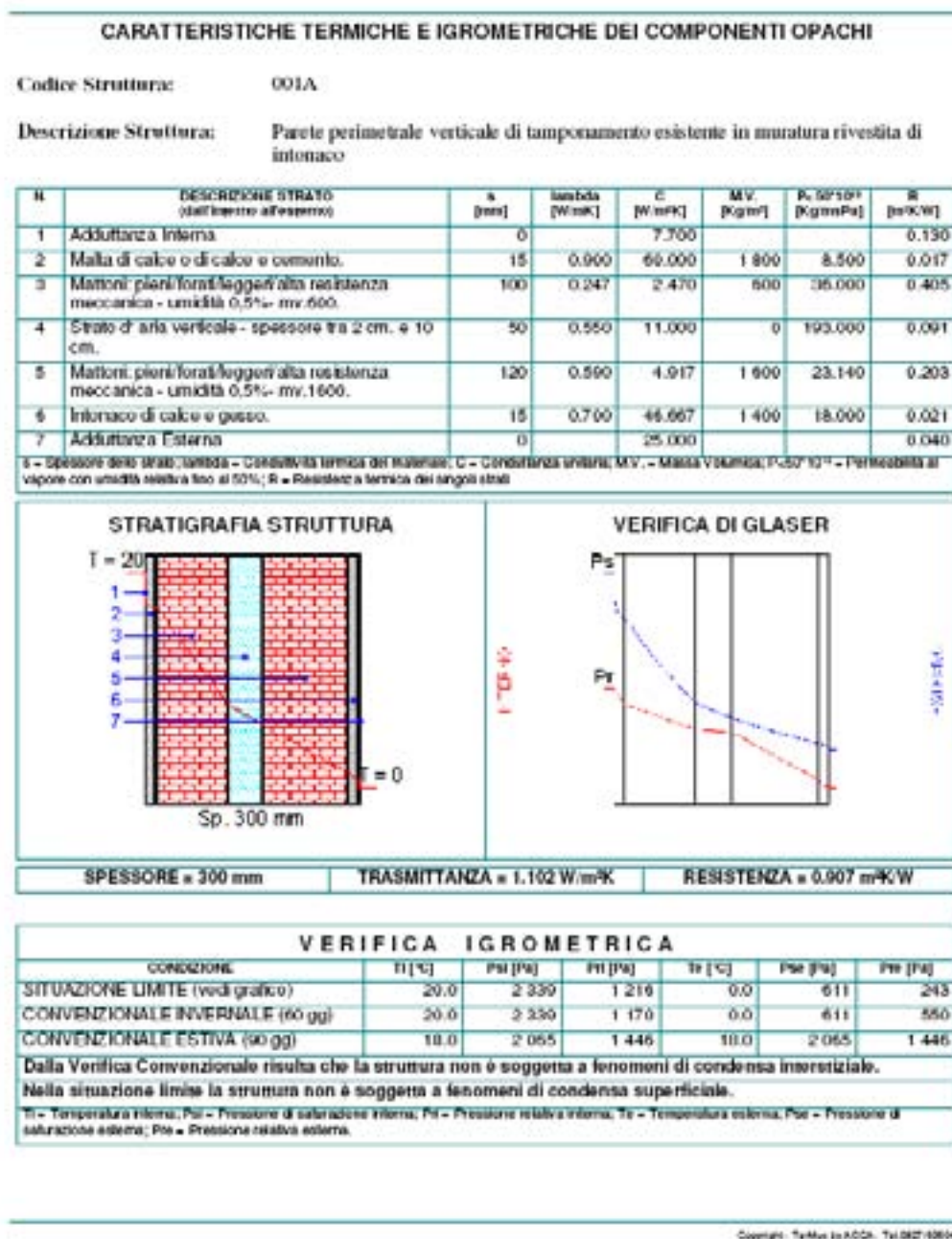
L’analisi delle strutture è stata effettuata con un software di proprietà della ACCA, il cui nome è TerMus-G, un programma della collana TerMus per la verifica delle resistenze termiche di murature, solai (con verifica di Glaser) e superfici vetrate.

### 8.1. Le pareti perimetrali verticali

Il pacchetto murario è costituito da due strati di laterizi forati separati da un’intercapedine d’aria, e rivestiti di intonaco su entrambe le superfici, per uno spessore totale di cm. 30.

Di seguito si riporta la tabella TerMus-G con le caratteristiche termiche ed igrometriche delle pareti verticali esistenti, con il valore della trasmittanza termica U, che nel caso specifico è: **U = 1,102**

$W/m^2K$  (tab. 4). Ricordiamo che la trasmittanza termica di un corpo rappresenta il flusso di calore che passa attraverso un  $m^2$  di parete per ogni grado di differenza fra due superfici.



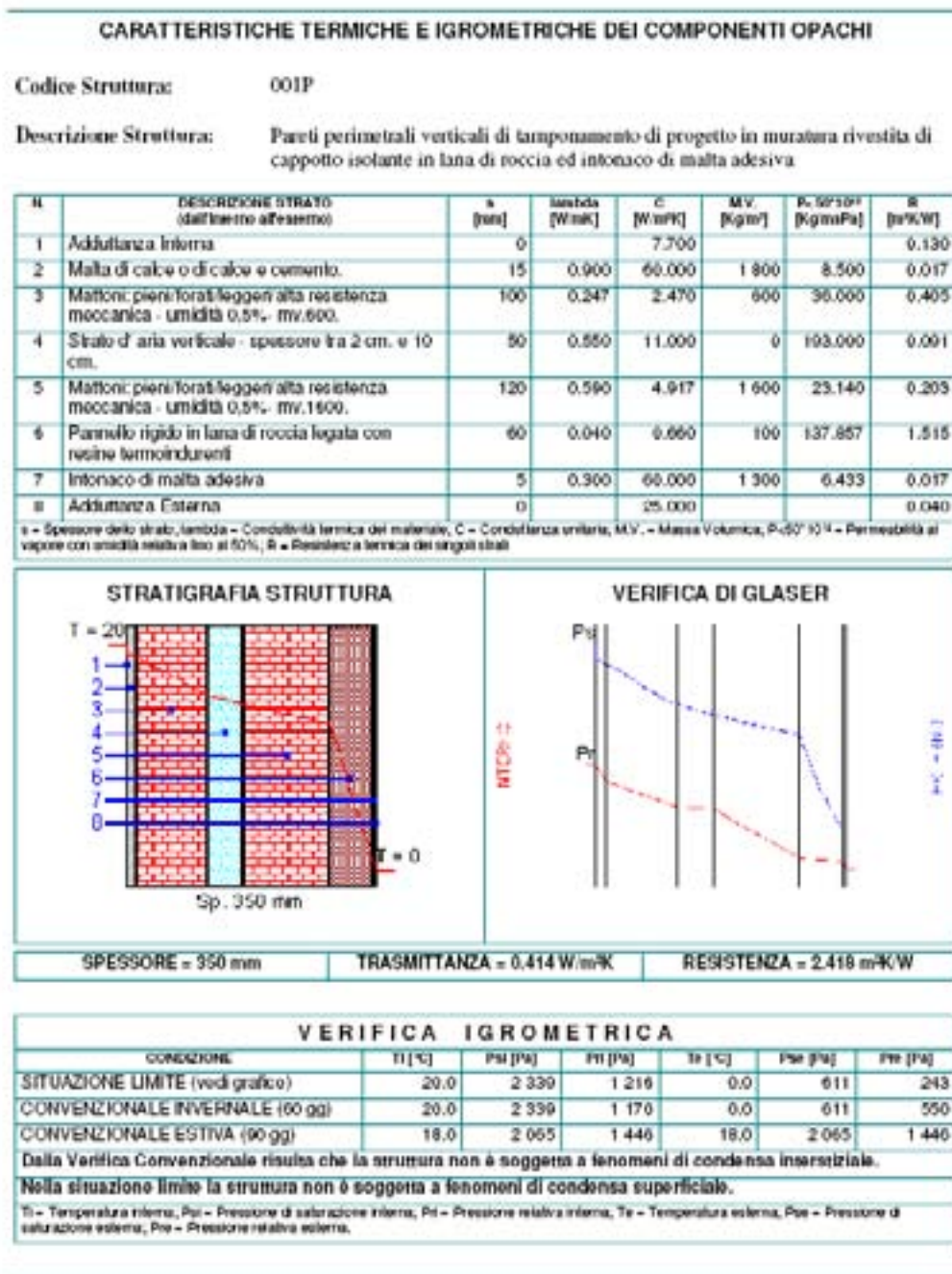
**Tabella 4 – Caratteristiche termiche e igrometriche delle strutture verticali esistenti**

In presenza di tale tipologia di muratura, l'intervento meno dispendioso e con risultati migliori risulta essere un isolamento a cappotto, quindi esterno alla superficie muraria, che consenta di evitare demolizioni e assicuri l'eliminazione dei ponti termici dovuti alla discontinuità dei materiali della struttura e della tamponatura stessa. Un isolamento di questo tipo prevede, inoltre, una

realizzazione in tempi brevi, con limitato disagio per le persone che abitano l'edificio.

Si è previsto, pertanto, un isolamento a cappotto dello spessore di **6 cm. in lana di roccia**, rivestito di intonaco di malta adesiva dello spessore di 5 mm e finitura in rivestimento minerale (tab. 5).

Per le caratteristiche fisiche e termiche del prodotto scelto, si rimanda all'allegato 8.



Copyright - Tarkus Ing & C.S. - Tel 0827-43614

Tabella 5 – Caratteristiche termiche e igrometriche delle strutture verticali di progetto

Come si può notare dai valori della tabella, attraverso l'isolamento a cappotto si ha una drastica riduzione della trasmittanza termica delle pareti, che passa quindi da  $U = 1,102$  a  $U = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Il D. Lgs. 311/2006 prevede dei valori limite di trasmittanza termica delle strutture opache verticali, che sono riportati nella *tab. 6*.

| <b>TABELLA 2.1 Strutture opache verticali.</b><br>Valori limite della trasmittanza termica $U$ espressi in $\text{W/m}^2\text{K}$ |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>Zona climatica</b>   | <b>Dall' 1 gennaio 2006</b><br>$U (\text{W/m}^2\text{K})$ | <b>Dall' 1 gennaio 2008</b><br>$U (\text{W/m}^2\text{K})$ | <b>Dall' 1 gennaio 2010</b><br>$U (\text{W/m}^2\text{K})$ |
| <b>A</b>  | 0.85  | 0.72  | 0.62  |
| <b>B</b>  | 0.64  | 0.54  | 0.48  |
| <b>C</b>  | 0.57  | 0.46  | 0.40  |
| <b>D</b>  | 0.50  | 0.40  | 0.36  |
| <b>E</b>  | 0.46  | 0.37  | 0.34  |
| <b>F</b>  | 0.44  | 0.35  | 0.33  |

**Tabella 6 - Valori limite di trasmittanza termica delle strutture opache verticali secondo il D. Lgs. 311/2006**

Il valore limite da rispettare entro il 31 dicembre 2007 è di  $U = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ , pertanto sono rispettate pienamente le indicazioni del decreto.

Nel caso in cui si volesse ridurre ulteriormente la trasmittanza termica delle strutture verticali, basterebbe aumentare lo spessore dell'isolamento a cappotto.

In realtà tale limite nel nostro caso è relativo, in quanto si è scelto di rispettare solo il limite globale di Fabbisogno di Energia Primaria (FEP), quindi non è necessario rispettare anche i singoli valori delle trasmittanze. I valori vengono inseriti solo per avere una visione completa degli interventi e dei risultati ottenuti.

## **8.2. Il solaio di copertura**

La copertura dell'edificio in esame è piana, a parte i tre corpi scala che fuoriescono e che sono affiancati ciascuno da due lavatoi laterali di altezza media di circa 2,2 m. Per tali corpi la copertura risulta essere a falde, ma nel calcolo delle dispersioni termiche non viene presa in considerazione, perché delimitante locali non riscaldati.

Il solaio di copertura, come quelli interpiano, è in latero-cemento, presenta una sottile impermeabilizzazione, ma non è isolato termicamente, costituendo quindi una delle superfici maggiormente disperdenti dell'edificio.

Anche in questo caso è stato utilizzato il programma TerMus-G per il calcolo della trasmittanza e per la verifica delle resistenze termiche (*tab. 7*).

La trasmittanza termica del solaio di copertura risulta essere di  $U = 1,858 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



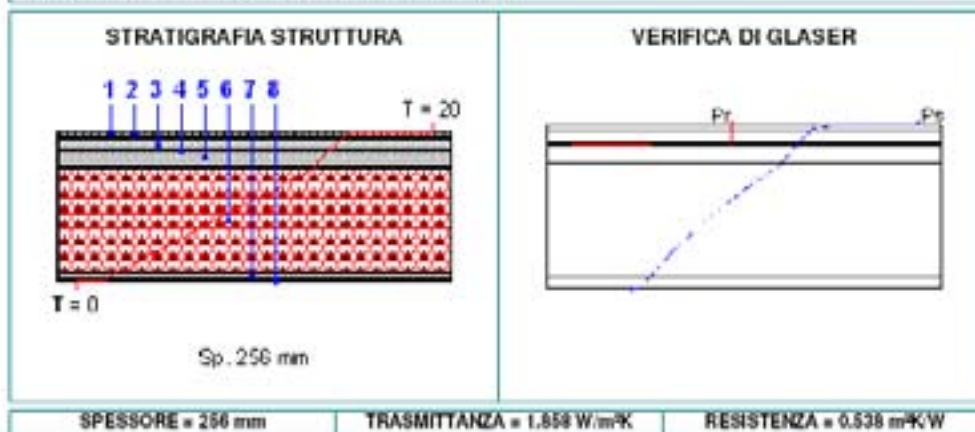
### CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: 004A

Descrizione Struttura: Solaio piano di copertura esistente in laterocemento con impermeabilizzazione in materiale bituminoso

| n | DESCRIZIONE STRATO<br>(da superiore a inferiore)            | s<br>[mm] | lambda<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K] | M.V.<br>[kg/m³] | K <sub>50/50</sub><br>[kg/m²Pa] | R<br>[m²K/W] |
|---|---|-----------|------------------|--------------|-----------------|---------------------------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Superiore  | 0         |                  | 7.700        |                 |                                 | 0.130        |
| 2 | Piastrella.   | 10        | 1.000            | 100.000      | 2.300           | 0.940                           | 0.010        |
| 3 | Malta di cemento.   | 20        | 1.400            | 70.000       | 2.000           | 8.500                           | 0.014        |
| 4 | Bituma.   | 1         | 0.170            | 170.000      | 1.200           | 193.000                         | 0.006        |
| 5 | Malta di cemento.   | 30        | 1.400            | 46.667       | 2.000           | 8.500                           | 0.021        |
| 6 | Blocco da solaio di laterizio (495*160*250)<br>spessore 180 | 180       |                  | 3.333        | 1.800           | 10.000                          | 0.300        |
| 7 | Malta di calce o di calce a cemento.                        | 15        | 0.900            | 60.000       | 1.800           | 8.500                           | 0.017        |
| 8 | Adduttanza Inferiore  | 0         |                  | 25.000       |                 |                                 | 0.040        |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.V. = Massa Volumica;  $K_{50/50}$  = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; R = Resistenza termica dei singoli strati



| VERIFICA IGROMETRICA             |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CONDIZIONE                       | Ts [°C] | Pa [Pa] | Pr [Pa] | Ti [°C] | Pa [Pa] | Pi [Pa] |
| SITUAZIONE LIMITE (vedi grafico) | 20.0    | 2.339   | 1.216   | 0.0     | 611     | 243     |
| CONVENZIONALE INVERNALE (60 gg)  | 20.0    | 2.339   | 1.170   | 0.0     | 611     | 550     |
| CONVENZIONALE ESTIVA (90 gg)     | 10.0    | 2.065   | 1.446   | 10.0    | 2.065   | 1.446   |

Dalla Verifica Convenzionale risulta che la struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
Nella situazione limite la struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

Ts = Temperatura superiore, Pa = Pressione di saturazione superiore, Pr = Pressione relativa superiore, Ti = Temperatura inferiore, Pa = Pressione di saturazione inferiore, Pi = Pressione relativa inferiore.

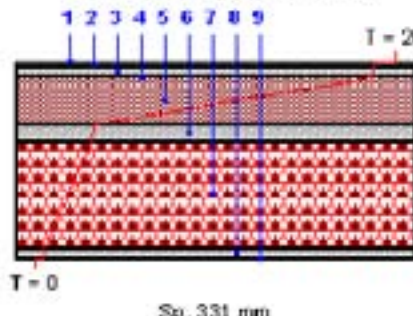
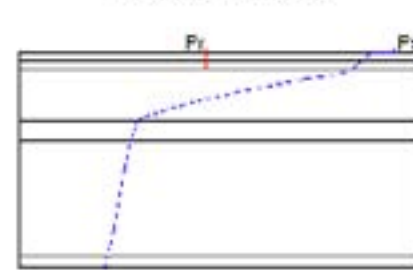
Copyright - Tattilo - by A.C.C.A. - Tel 0827-69616

Tabella 7 – Caratteristiche termiche e igrometriche del solaio di copertura esistente

Anche in questo caso viene ipotizzato un isolamento in pannelli di lana di roccia, un prodotto completamente naturale che combina la forza della roccia con le caratteristiche di isolamento termico tipiche della lana. Per le caratteristiche fisiche e termiche del prodotto scelto, si rimanda all'allegato 9.



Nella *tabella 8* sono riportati invece i risultati ottenuti con l'utilizzo di tale isolamento sul solaio di copertura. Per raggiungere limiti accettabili di trasmittanza termica, è stato necessario utilizzare uno spessore di 80 mm per i pannelli isolanti.

| CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  |  |   |                  |   |                 |                         |              |
|--|--|---|------------------|---|-----------------|-------------------------|--------------|
| Codice Struttura:  |  | 004P  |                  |   |                 |                         |              |
| Descrizione Struttura:   |  | Solaio piano di copertura di progetto in interocemento con impermeabilizzazione in materiale bituminoso e interposizione di uno strato isolante in lana di roccia |                  |   |                 |                         |              |
| N  | DESCRIZIONE STRATO<br>(da superiore a inferiore)                   | s<br>[mm]   | lambda<br>[W/mK] | C<br>[W/m²K]  | M.V.<br>[Kg/m³] | Pc 50° 15%<br>[Kg/m²Pa] | R<br>[m²K/W] |
| 1  | Adduttanza Superiore   | 0   |                  | 7.700   |                 |                         | 0.130        |
| 2  | Piastrelle.  | 10  | 1.000            | 100.000   | 2.300           | 0.940                   | 0.010        |
| 3  | Malta di cemento.  | 15  | 1.400            | 90.303  | 2.000           | 0.590                   | 0.011        |
| 4  | Bitumo.  | 1   | 0.170            | 170.000   | 1.200           | 103.000                 | 0.006        |
| 5  | Pannello rigido in lana di roccia legata con resine termoindurenti | 80  | 0.044            | 0.550   | 145             | 137.857                 | 1.818        |
| 6  | Malta di cemento.  | 50  | 1.400            | 46.667  | 2.000           | 8.500                   | 0.021        |
| 7  | Illocco da solaio di laterizio (495*160*250)<br>spessore 100       | 100   |                  | 0.503   | 1.800           | 19.000                  | 0.050        |
| 8  | Malta di calce e di calce e cemento.                               | 15  | 0.900            | 60.000  | 1.800           | 8.500                   | 0.017        |
| 9  | Adduttanza Inferiore   | 0   |                  | 25.000  |                 |                         | 0.040        |
| s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.V. = Massa Volumica; Pc 50° 15% = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; R = Resistenza termica dei singoli strati |  |   |                  |   |                 |                         |              |
| <b>STRATIGRAFIA STRUTTURA</b><br>   |  |   |                  | <b>VERIFICA DI GLASER</b><br> |                 |                         |              |
| SPESSORE = 331 mm  |  | TRASMITTANZA = 0.425 W/m²K  |                  | RESISTENZA = 2.353 m²K/W  |                 |                         |              |
| VERIFICA IGROMETRICA   |  |   |                  |   |                 |                         |              |
| CONDIZIONE   | Ts [°C]  | Psa [Pa]  | Pst [Pa]         | Ti [°C]   | Psi [Pa]        | Pit [Pa]                |              |
| SITUAZIONE LIMITE (vedi grafico)   | 20.0   | 2.339   | 1.216            | 0.0   | 611             | 243                     |              |
| CONVENZIONALE INVERNALE (60 gg)  | 20.0   | 2.339   | 1.170            | 0.0   | 611             | 550                     |              |
| CONVENZIONALE ESTIVA (90 gg)   | 18.0   | 2.065   | 1.446            | 18.0  | 2.065           | 1.446                   |              |
| Dalla Verifica Convenzionale risulta che la struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.   |  |   |                  |   |                 |                         |              |
| Nella situazione limite la struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.   |  |   |                  |   |                 |                         |              |
| Ts = Temperatura superiore; Psa = Pressione di saturazione superiore; Pst = Pressione relativa superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pit = Pressione relativa inferiore.                      |  |   |                  |   |                 |                         |              |

Copyright - Tattus by ACCA - Tel.082-92004

Tabella 8 – Caratteristiche termiche e igrometriche del solaio di copertura di progetto

La trasmittanza in questo caso passa da  $U = 1,858 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $U = 0,425 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Il D. Lgs. 311/2006 prevede valori limite anche per la trasmittanza termica delle coperture; tali valori sono riportati nella *tab. 9*.

| TABELLA 3.1 Coperture<br>Valori limite della trasmittanza termica U espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$ |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Zona climatica   | Dall' 1 gennaio 2006<br>U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) | Dall' 1 gennaio 2008<br>U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) | Dall' 1 gennaio 2010<br>U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) |
| A  | 0.80   | 0.42   | 0.38   |
| B  | 0.60   | 0.42   | 0.38   |
| C  | 0.55   | 0.42   | 0.38   |
| D  | 0.46   | 0.35   | 0.32   |
| E  | 0.43   | 0.32   | 0.30   |
| F  | 0.41   | 0.31   | 0.29   |

Tabella 9 - Valori limite di trasmittanza termica delle coperture secondo il D. Lgs. 311/2006

Il valore limite da rispettare entro il 31 dicembre 2007 è di  $U = 0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ , pertanto anche in questo caso ci troviamo al di sotto del limite stabilito dalla normativa.

### 8.3. Gli infissi

Gli infissi presenti nell'edificio sono in legno, non a tenuta d'aria, e con vetro singolo, pertanto soggetti a sensibili dispersioni termiche nella stagione invernale.

Anche in questo caso si utilizza il programma TerMus-G per il calcolo della trasmittanza e per la verifica delle resistenze termiche sia degli infissi che dei vetri esistenti.

Essendo presenti nell'edificio diverse tipologie di aperture (finestre ad un'anta, a due ante, porte-finestre), il calcolo è stato effettuato per tutte le tipologie, ma riportiamo per semplificazione nella presente tesi esclusivamente la tipologia di infissi maggiormente disperdente (*tab. 10*).

La trasmittanza termica totale del serramento risulta essere di  $U = 4,925 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mentre quella del solo elemento vetrato risulta  $U = 5,917 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Per ridurre le dispersioni termiche degli infissi, si prevede la loro totale sostituzione con nuovi infissi in metallo a taglio termico, con doppio vetro a bassa emissività e con intercapedine riempita con gas Argon (*tab. 11*).

### CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Descrizione Struttura: Finestra esistente a doppia anta con infissi in legno non a tenuta - dimensioni 100x150 cm

| SERRAMENTO SINGOLO |                         |                         |           |                            |                            |                            |                             |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| DESCRIZIONE        | Ag<br>[m <sup>2</sup> ] | At<br>[m <sup>2</sup> ] | Lg<br>[m] | Ug<br>[W/m <sup>2</sup> K] | Ut<br>[W/m <sup>2</sup> K] | It<br>[W/m <sup>2</sup> K] | Ute<br>[W/m <sup>2</sup> K] |
| INFISSO            | 1.120                   | 0.380                   | 7.200     | 5.917                      | 2.000                      | 0.000                      | 4.925                       |

Ag = Area vetro; At = Area telaio; Lg = Lunghezza superficie vetrata; Ug = Trasmissanza termica elemento vetrato; Ut = Trasmissanza termica telaio; It = Trasmissanza inerzia (nulla se singolo vetro); Ute = Trasmissanza termica totale serramento.



|   |                           |
|---|---------------------------|
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA  | 0.125 m <sup>2</sup> K/W  |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA  | 0.040 m <sup>2</sup> K/W  |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 8.000 W/m <sup>2</sup> K  |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m <sup>2</sup> K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE                 | 0.203 m <sup>2</sup> K/W  |
| TRASMITTANZA TOTALE                       | 4.925 W/m <sup>2</sup> K  |

Tabella 10 – Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti finestrati esistenti

### CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Descrizione Struttura: Finestra di progetto a doppia anta con infissi in metallo a taglio termico e vetro doppio - dimensioni 100x150 cm

| SERRAMENTO SINGOLO |            |            |           |               |               |               |                |
|--------------------|------------|------------|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| DESCRIZIONE        | Ag<br>[m²] | At<br>[m²] | Lg<br>[m] | Ug<br>[W/m²K] | Ut<br>[W/m²K] | Kt<br>[W/m²K] | Ute<br>[W/m²K] |
| INFISSO            | 1.120      | 0.380      | 7.200     | 1.949         | 3.950         | 0.050         | 2.696          |

Ag = Area vetro; At = Area telaio; Lg = Lunghezza superficie vetrata; Ug = Trasmissanza termica elemento vetrato; Ut = Trasmissanza termica telaio; Kt = Trasmissanza lineica (nulla se singolo vetro); Ute = Trasmissanza termica totale serramento.



|   |              |
|---|--------------|
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA  | 0.125 m²K/W  |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA  | 0.040 m²K/W  |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 8.000 W/m²K  |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m²K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE                 | 0.371 m²K/W  |
| TRASMITTANZA TOTALE                       | 2.696 W/m²K  |

Copyright - Tattilon by KCCS - Tel 0827-69616

Tabella 11 – Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti finestrati di progetto

La trasmittanza termica totale del serramento in questo caso passa da  $U = 4,925 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $U = 2,696 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mentre quella del solo elemento vetrato passa da  $U = 5,917 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $U = 1,949 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

I valori limite del D. Lgs. 311/2006 per la trasmittanza termica delle chiusure trasparenti e dei vetri

sono riportati nella *tab. 12*.

| <b>TABELLA 4.a</b> Chiusure trasparenti<br>Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m <sup>2</sup> K |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Zona climatica   | Dall' 1 gennaio 2006<br>U (W/m <sup>2</sup> K) | Dall' 1 gennaio 2008<br>U (W/m <sup>2</sup> K) | Dall' 1 gennaio 2010<br>U (W/m <sup>2</sup> K) |
| A  | 5.5  | 5.0  | 4.6  |
| B  | 4.0  | 3.6  | 3.0  |
| C  | 3.3  | 3.0  | 2.6  |
| D  | 3.1  | 2.8  | 2.4  |
| E  | 2.8  | 2.4  | 2.2  |
| F  | 2.4  | 2.2  | 2.0  |

| <b>TABELLA 4.b</b> Vetri<br>Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m <sup>2</sup> K |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Zona climatica  | Dall' 1 gennaio 2006<br>U (W/m <sup>2</sup> K) | Dall' 1 luglio 2008<br>U (W/m <sup>2</sup> K) | Dall' 1 gennaio 2011<br>U (W/m <sup>2</sup> K) |
| A   | 5.0  | 4.5   | 3.7  |
| B   | 4.0  | 3.4   | 2.7  |
| C   | 3.0  | 2.3   | 2.1  |
| D   | 2.6  | 2.1   | 1.9  |
| E   | 2.4  | 1.9   | 1.7  |
| F   | 2.3  | 1.7   | 1.3  |

**Tabella 12 - Valori limite di trasm. termica delle chiusure trasparenti e dei vetri secondo il D. Lgs. 311/2006**

I limiti per le chiusure trasparenti sono: **U = 3,1 W/m<sup>2</sup>K** fino al 31 dicembre 2007, **U = 2,8 W/m<sup>2</sup>K** dal 1 gennaio 2008; i limiti per i vetri sono: **U = 2,6 W/m<sup>2</sup>K** fino al 31 dicembre 2007, **U = 2,1 W/m<sup>2</sup>K** dal 1 gennaio 2008. Come è facilmente intuibile, anche in questo caso sono rispettati tutti i limiti di trasmittanza termica degli elementi considerati.

Relativamente alle strutture, non sono stati presi in considerazioni ulteriori interventi; il solaio controterra non subisce modifiche in quanto già realizzato su vespaio areato; una coibentazione in tal senso comporterebbe spese eccessive non necessarie.

Anche i solai interpiano non sono interessati dall'intervento, in quanto il loro isolamento non porterebbe a sostanziali modifiche dal punto di vista delle dispersioni energetiche.

Importanti invece sono gli interventi impiantistici che affiancano quelli strutturali, sia per la sostituzione della caldaia esistente e quindi per il miglioramento delle prestazioni, sia per la possibilità di utilizzo di fonti rinnovabili di energia, che porterebbero ad un risparmio notevole sui costi energetici delle singole unità abitative del fabbricato.

Ma vediamo nel dettaglio tali interventi.

## 9. Gli interventi impiantistici

Fondamentali ai fini del risparmio energetico sono, oltre agli interventi strutturali, quelli relativi al miglioramento delle prestazioni impiantistiche. Purtroppo, per il presente lavoro, non è stato possibile reperire i dati delle singole unità immobiliari relativi all'impianto elettrico, pertanto si ipotizza una soluzione esclusivamente per l'energia consumata nelle parti comuni. Più importanti risultano, invece, gli interventi sull'impianto termico e su quello di produzione di acqua calda sanitaria. Vediamo tutti gli interventi nel dettaglio.

### 9.1. L'impianto di riscaldamento

L'impianto di riscaldamento presente nell'edificio in esame è di tipo centralizzato, con caldaia standard e potenza nominale 180 kW. Il combustibile utilizzato è il metano.

L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria è invece autonomo, con caldaie a gas che servono le singole unità immobiliari.

Per ridurre i consumi energetici dell'impianto termico, si prevede la sostituzione della caldaia centralizzata di tipo standard con una **caldaia a condensazione** (*all. 10*): vediamo di cosa si tratta.

Una caldaia funziona bruciando del combustibile che, a contatto con l'aria, genera calore. Insieme al calore viene prodotta anche acqua allo stato di vapore che viene solitamente rilasciata attraverso i fumi di scarico. Le normali caldaie, non trattando i fumi di scarico prima di rilasciarli nell'ambiente, hanno un rendimento termico basato esclusivamente sul Potere Calorifico Inferiore. Questo significa che l'energia termica sfruttabile deriva esclusivamente dalla combustione. Il vapore acqueo non viene recuperato in alcun modo, disperdendo così un'importante fonte di "calore latente" (*fig. 13*).



Figura 13 – Rendimento di una caldaia tradizionale<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Dal sito web: [http://www.la220azzurra.it/energia-azzurra/tecnologie\\_riscaldamento\\_generatori.php](http://www.la220azzurra.it/energia-azzurra/tecnologie_riscaldamento_generatori.php)

La condensazione è il procedimento fisico che, all'interno della caldaia, trasforma di nuovo l'acqua dallo stato di vapore a quello liquido.

Le caldaie a condensazione sfruttano il fenomeno della condensazione a loro favore, riutilizzando l'energia dei fumi di scarico e incrementando il Potere Calorifico Inferiore con il calore latente, raggiungendo così un rendimento termico di circa il 108%. Inoltre sono attente all'ecologia, grazie alle ridotte emissioni nocive di ossidi di azoto (Nox) e monossido di carbonio (CO) (fig. 14).



**Figura 14 – Rendimento di una caldaia a condensazione**

### ***9.2. L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria***

Relativamente alla produzione di acqua calda sanitaria, ogni singola unità abitativa è dotata di impianto autonomo con generatore a gas ad accumulo; il combustibile è ancora il metano.

In questo caso non sono previsti interventi sugli impianti esistenti, in quanto tale soluzione è già sufficiente per ottenere un risparmio energetico rispetto ad altre soluzioni alternative. L'intervento previsto invece per il risparmio energetico riguarda la predisposizione di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria che andrà ad integrare l'impianto esistente, con notevoli risparmi sui consumi attuali. Nel capitolo successivo si parlerà più in dettaglio delle fonti di energia rinnovabili utilizzate e del loro dimensionamento.

### ***9.3. L'impianto elettrico***

Relativamente all'impianto elettrico, non si hanno dati certi sulla tipologia di impianto e sui consumi delle singole unità abitative, ma si è in possesso solo dei dati relativi ai consumi delle parti comuni nell'anno 2006-2007. Attraverso tali dati è stato possibile dimensionare l'impianto fotovoltaico, di cui si parlerà nel capitolo successivo.



## **10. L'energia da fonti rinnovabili**

### ***10.1. La scelta architettonica***

Per poter ottenere un alto rendimento sia dall'impianto solare termico che da quello fotovoltaico, è necessario tener conto nella fase progettuale dell'orientamento dell'edificio e dell'ombreggiamento estivo ed invernale causato dagli edifici circostanti e dai corpi scala dell'edificio stesso. Una collocazione di per sé favorevole dei pannelli può essere facilmente invalidata se soggetta ad ombreggiamenti parziali o temporanei della superficie captante, dovuta alla presenza di elementi antistanti (altri edifici, vegetazione, ecc.).

Per tale motivo, in via preliminare, si è rivelato molto utile uno studio sull'ombreggiamento dell'edificio, derivante dalle analisi già svolte dal gruppo di ricerca PRIN dell'Università La Sapienza per l'intero quartiere di San Basilio.

In tal senso sono state redatte due tavole esplicative per l'intera zona analizzata, che mostrano l'ombreggiamento del quartiere storico di San Basilio al 21 giugno ed al 21 dicembre, in tre differenti orari (9.00 – 12.00 – 17.00 per il 21 giugno, 9.00 – 12.00 – 15.00 per il 21 dicembre) (*allegati 11 e 12*). Dallo studio effettuato, risulta che l'ombreggiamento degli edifici circostanti non interessa la copertura dell'edificio, in quanto si tratta di edifici di uguale o minore altezza rispetto a quello in esame.

Successivamente sono state redatte ulteriori due tavole che rappresentano invece l'ombreggiamento prodotto dall'edificio stesso e dai suoi aggetti. La prima tavola presenta l'ombreggiamento suddiviso per i tre diversi orari (*allegato 13*), la seconda tavola è invece una sovrapposizione, che ci fornisce una visione immediata delle zone d'ombra dell'edificio (*allegato 14*).

Come è evidente dalle figure, è presente un'ombra significativa prodotta dai corpi scala con lavatoi che fuoriescono dall'edificio. Tale ombreggiamento ci permette di stabilire che non risulta conveniente installare i pannelli solari e fotovoltaici sull'estradosso del solaio di copertura; risulta invece maggiormente fattibile una soluzione che preveda un'integrazione dei pannelli nelle coperture inclinate dei corpi scala. L'orientamento di tali coperture risulta essere a circa 45° sud-est. In realtà l'orientamento più favorevole per i pannelli è il Sud perfetto, con una tolleranza angolare di circa  $\pm 30^\circ$ . Possiamo affermare però che una variazione consistente dalle condizioni ideali può essere compensata mediante il sovradimensionamento della superficie captante. L'angolo di tilt rispetto al piano orizzontale risulta essere invece di circa 30°, quindi ottimale per i nostri calcoli.

### ***10.2. L'impianto solare termico***

L'impianto previsto per la riqualificazione energetica dell'edificio prevede l'applicazione parallela al manto di copertura dei corpi scala, pertanto si prevede anche lo smantellamento parziale di tale



manto per il fissaggio delle staffe sul solaio sottostante. Dopo aver ripristinato il manto, si fissano i binari metallici sui quali vengono installati i collettori. Si tratta di una delle tipologie di installazioni più diffuse, in quanto evita il totale rifacimento del tetto, ed ha per questo costi più contenuti.

Si tratta di un impianto a circolazione forzata, nel quale la circolazione del fluido termovettore è mantenuta da una pompa controllata dalla centralina elettronica, che la attiva se la temperatura dell'acqua nel serbatoio è inferiore a quella del fluido nei pannelli. Attraverso la serpentina avviene il trasferimento del calore dal fluido all'acqua contenuta nel serbatoio (fig. 15).

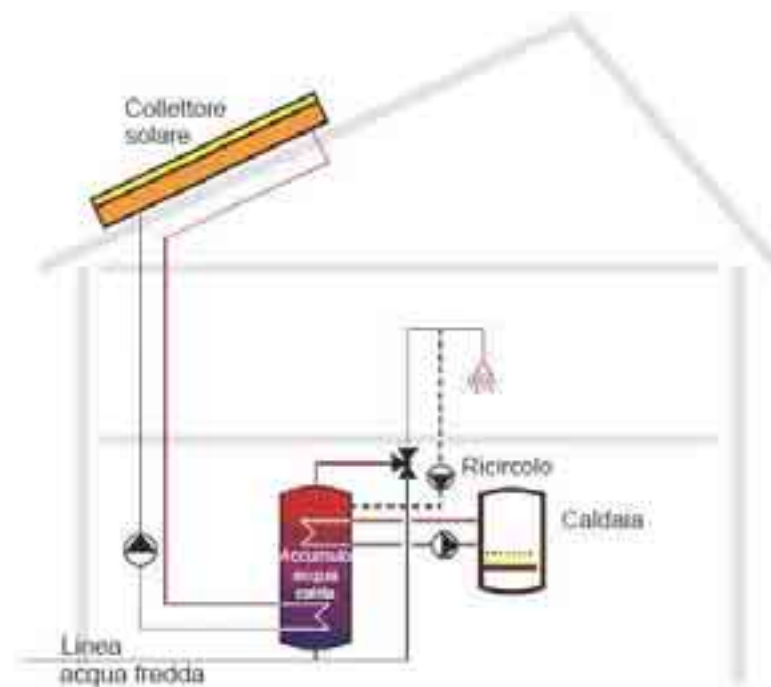


Figura 15 – Schema di impianto solare termico a circolazione forzata

Se l'apporto energetico fornito dal circuito solare è insufficiente, la temperatura nella parte superiore dell'accumulatore scende e la centralina elettronica comanda l'inserimento del sistema di riscaldamento ausiliario, che nel nostro caso è una caldaia a gas.

Per il dimensionamento di tale impianto il parametro di base è il numero di utenti da servire, in funzione del quale si ha una previsione attendibile del consumo di acqua calda giornaliero.

Esso viene quantificato, per ogni utente, corrispondente alla media di consumo delle società avanzate, pari a 70-80 litri al giorno, a 45° di temperatura.

Il dimensionamento di massima viene effettuato attraverso principi empirici: per ottenere la copertura totale del fabbisogno di acqua calda tenendo conto anche dell'orientamento non ottimale, si attribuisce almeno **1 mq di superficie captante per ogni utente**, in modo da garantire una produzione di almeno **80-130 litri di acqua a 40°** in un periodo variabile dalle 6 alle 10 ore a

seconda delle stagioni.

Attraverso indagini sul posto, si è potuto stimare che nell'edificio siano presenti circa **50 inquilini**, pertanto si ottiene un dimensionamento di **50-52 mq di superficie captante totale** per l'intero edificio, ed un dimensionamento medio di circa **17 mq di superficie captante** per ogni scala.

### ***10.3. L'impianto fotovoltaico***

L'applicazione parallela al manto di copertura esistente dei corpi scala riguarda anche l'impianto fotovoltaico. Si parla in tal caso di "*intervento retrofit*", cioè di un intervento volto ad integrare il sistema nella struttura di un edificio esistente. Si è previsto per l'intervento in oggetto un impianto connesso in rete (grid connected), che produca energia elettrica per l'utenza e ceda la quantità prodotta in eccedenza alla rete elettrica durante il giorno, mentre nelle ore notturne sfrutti l'allacciamento per l'alimentazione tradizionale, dal momento che il generatore fotovoltaico è inattivo. Questo per poter usufruire degli incentivi in "conto energia" di cui si è accennato nel capitolo precedente.

L'impianto connesso in rete necessita di un inverter, che trasformi la corrente continua prodotta dalla superficie fotovoltaica in corrente alternata il più possibile simile a quella fornita dalla rete. Il principio della connessione alla rete è quello di consentire il flusso energetico in due direzioni: quando la superficie fotovoltaica converte più energia di quella necessaria alla copertura della domanda del carico, l'eccedenza viene inviata alla rete. Quando la produzione è invece insufficiente, l'elettricità necessaria per integrare la quota autoprodotta dall'impianto viene acquisita direttamente dalla rete (fig. 16).



**Figura 16 – Schema di un impianto fotovoltaico connesso alla rete (grid connected)**

Relativamente al dimensionamento dell'impianto, è di fondamentale importanza valutare il carico elettrico cui deve far fronte il sistema. Nel nostro caso sarebbe poco conveniente pensare di

soddisfare il fabbisogno di tutti gli appartamenti dell'edificio, sia per i costi ancora elevati di un impianto fotovoltaico, sia per la necessità di uno spazio eccessivo e non disponibile per l'inserimento dei moduli. Pertanto, presi in considerazione i consumi delle parti comuni dell'edificio, ed avendo effettuato una stima di massima per l'illuminazione delle scale e quella degli spazi esterni (ricordiamo che nell'edificio in oggetto non è presente l'ascensore), si può procedere al dimensionamento dell'impianto.

Secondo i calcoli effettuati, avendo a disposizione i consumi reali per le parti comuni, si è arrivati a stabilire che ciascuna scala dell'edificio consuma meno di **0,2 kWh**. Pertanto l'impianto è stato dimensionato con una potenza di **1 kWh** per ogni scala (**3 kWh totali**), il che richiede circa **10 mq** di superficie per scala, ed in totale **30 mq** di superficie per l'intero edificio.

L'intervento relativo all'installazione dei pannelli solari e fotovoltaici è riportato nell'*allegato 15*.

## **11. La diagnosi energetica dopo gli interventi**

Una volta definiti sia gli interventi strutturali che quelli impiantistici, compresi quelli per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia, è possibile capire l'entità del risparmio energetico ottenuto per l'edificio in esame. A tal proposito, vengono presi di nuovo in considerazione i due programmi utilizzati in precedenza, BESTClass e DOCET, e successivamente viene effettuata una nuova analisi comparativa dei risultati. Vediamo nel dettaglio i rispettivi dati di output.

### ***11.1. I nuovi dati di output dell'edificio secondo BESTClass***

#### **Dati generali**

|   |            |                         |
|---|------------|-------------------------|
| <b>Ubicazione</b>                                 | Indirizzo: | Via Arcevia, 20/22/24   |
|   | Comune:    | Roma Prov. RM CAP 00156 |
| <b>Anno di costruzione/ristrutturazione:</b> 1953 |            |                         |
| <b>Soggetto che presenta la domanda:</b>          |            | Sig. Mario Bianchi      |
| <b>In qualità di:</b>                             |            | Proprietario            |
| <b>Tecnico progettista (L.10/91)</b>              |            | Arch. Marina Rubino     |

#### **Dati edificio**

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| <b>Tipo di edificio:</b> | Edificio residenziale |
|--------------------------|-----------------------|

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Volume lordo riscaldato</b>       | 3382 m <sup>3</sup>                                |
| <b>Superficie lorda riscaldata</b>   | 990m <sup>2</sup>                                  |
| <b>Superficie media per alloggio</b> | 47,8 m <sup>2</sup>                                |
| <b>Struttura edilizia</b>            | Edificio con muri in mattoni forati o assimilabili |

## Caratteristiche termiche involucro

### STRUTTURE OPACHE VERTICALI

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Struttura tipo 1:</b>          | Parete con isolamento a cappotto con aggetti/balconi |
| <b>U: 0,4347 W/m<sup>2</sup>K</b> | Superficie: 1040 m <sup>2</sup>                      |

### STRUTTURE TRASPARENTI

| Struttura <b>tipo 1</b>                          | Infissi in metallo a taglio termico  |   |   |      |   |      |   |      |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
|--|--|---|---|------|---|------|---|------|--|--|--------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|-----|---|------|---|------|---|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|---|--|---|--|---|
| Tipologia vetro:                                 | Vetrocamera basso emissivo con Argon (4-16-4)  |   |   |      |   |      |   |      |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
| Tipologia telaio:                                | Metallo a taglio termico   |   |   |      |   |      |   |      |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
| <b>U<sub>MEDIA</sub> 2,696 W/m²K</b>             | <table><tr><th colspan="9">Superfici ripartite per orientamento (m²)</th></tr><tr><th>Orizz.</th><th>S</th><th>SE</th><th>E</th><th>NE</th><th>N</th><th>NO</th><th>O</th><th>SO</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>150</td><td>0</td><td>35,7</td><td>0</td><td>84,2</td><td>0</td><td>35,7</td></tr><tr><th colspan="9">Oscuramento (in ombra o con presenza di aggetti)</th></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td></tr></table> | Superfici ripartite per orientamento (m²) |   |      |   |      |   |      |  |  | Orizz. | S | SE | E | NE | N | NO | O | SO | 0 | 0 | 150 | 0 | 35,7 | 0 | 84,2 | 0 | 35,7 | Oscuramento (in ombra o con presenza di aggetti) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  | X |  | X |  | X |
| Superfici ripartite per orientamento (m²)        |  |   |   |      |   |      |   |      |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
| Orizz.   | S  | SE  | E | NE   | N | NO   | O | SO   |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
| 0  | 0  | 150                                       | 0 | 35,7 | 0 | 84,2 | 0 | 35,7 |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
| Oscuramento (in ombra o con presenza di aggetti) |  |   |   |      |   |      |   |      |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |
|  |  | X   |   | X    |   | X    |   | X    |  |  |        |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |     |   |      |   |      |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |   |  |   |  |   |

### COPERTURE

|                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Struttura tipo 1:</b>         | Soletta piana coibentata       |
| <b>U: 0,425 W/m<sup>2</sup>K</b> | Superficie: 285 m <sup>2</sup> |
|                                  | Ambiente confinante: Esterno   |

### BASAMENTI

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Struttura tipo 1:</b>         | Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis |
| <b>U: 0,063 W/m<sup>2</sup>K</b> | Superficie: 420 m <sup>2</sup>                |
|                                  | Ambiente confinante: Vespaio aerato           |

## Caratteristiche impianto termico

### IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Generatore di calore: Caldaia a condensazione

Terminali scaldanti: Radiatori

Sistema di erogazione: Per singolo ambiente con pre-regolazione

### IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA PER USI SANITARI

Impianto autonomo -  $P_{ns} < 35$  kW

Generatore di calore indipendente

Tipo di apparecchio: Generatore a gas ad accumulo per sola produzione di acqua calda sanitaria

Versione: Tipo C senza pilota

## Fonti energetiche rinnovabili

### SOLARE TERMICO

Superficie captante:  $51 \text{ m}^2$ ;

Tipologia collettore: Piano vetrato selettivo

Guadagno energetico stimato: 13191,2082225 kWh/anno

### SOLARE FOTOVOLTAICO

Superficie captante:  $30 \text{ m}^2$ ;

Tipologia collettore: Silicio policristallino

Guadagno energetico stimato: 0 kWh/anno

## RISULTATI

### Involucro

|       |                                    |       |          |
|-------|------------------------------------|-------|----------|
| $Q_T$ | Energia scambiata per trasmissione | 55367 | kWh/anno |
| $Q_V$ | Energia scambiata per ventilazione | 9420  | kWh/anno |
| $Q_L$ | Energia scambiata totale           | 64787 | kWh/anno |
| $Q_I$ | Energia dovuta ad apporti interni  | 7713  | kWh/anno |

|          |  |       |                         |
|----------|--|-------|-------------------------|
| $Q_{SI}$ | Energia dovuta ad apporti solari sulle superfici trasparenti | 6893  | kWh/anno                |
| $Q_G$    | Energia dovuta ad apporti gratuiti                           | 14607 | kWh/anno                |
| $h_U$    | Fattore di utilizzazione degli apporti energetici gratuiti   | 1,00  |                         |
| $Q_H$    | Fabbisogno energetico dell'involucro                         | 50249 | kWh/anno                |
| $PE_H$   | Fabbisogno energetico specifico dell'involucro               | 58,40 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

### Impianto di riscaldamento

|           |   |       |                         |
|-----------|---|-------|-------------------------|
| $h_e$     | Rendimento di emissione   | 0,94  |                         |
| $h_c$     | Rendimento di regolazione   | 0,99  |                         |
| $h_d$     | Rendimento di distribuzione   | 0,94  |                         |
| $h_p$     | Rendimento di produzione medio stagionale                                 | 1,01  |                         |
| $h_g$     | Rendimento medio stagionale   | 0,88  |                         |
| $Q_{EPH}$ | Fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale           | 56874 | kWh/anno                |
| $PE_{HP}$ | Fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale | 66,10 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

### Produzione di acqua calda per usi sanitari

|        |  |       |                         |
|--------|--|-------|-------------------------|
| $Q_W$  | Fabbisogno energetico per la produzione di acqua calda           | 18845 | kWh/anno                |
| $PE_W$ | Fabbisogno energetico specifico per la produzione di acqua calda | 21,90 | kWh/m <sup>2</sup> anno |
| $h_e$  | Rendimento di emissione  | 0,95  |                         |
| $h_d$  | Rendimento di distribuzione                                      | 0,85  |                         |
| $h_p$  | Rendimento di produzione medio stagionale                        | 1,01  |                         |

|           |   |       |                         |
|-----------|---|-------|-------------------------|
| $h_{gw}$  | Rendimento medio stagionale   | 0,82  |                         |
| $Q_{WP}$  | Fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda           | 23106 | kWh/anno                |
| $PE_{WP}$ | Fabbisogno di energia primaria specifico per la produzione di acqua calda | 26,85 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

### Fonti rinnovabili

|          |   |       |                         |
|----------|---|-------|-------------------------|
| $Q_{ST}$ | Contributo relativo agli impianti solari termici        | 13191 | kWh/anno                |
| $Q_{FR}$ | Contributo dovuto alle fonti energetiche rinnovabili    | 13191 | kWh/anno                |
| $PE_H$   | Contributo energetico specifico dovuto ad altri sistemi | 15,33 | kWh/m <sup>2</sup> anno |

### CLASSE DI EFFICIENZA ENERGETICA

| Classe di consumo |                                 | $PE_H$      | $PE_G$      |
|-------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Casa passiva      | $< 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  |             |             |
| A                 | $< 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  |             |             |
| B                 | $< 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  |             |             |
| C                 | $< 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  | <b>C</b> 58 |             |
| D                 | $< 90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  |             | <b>D</b> 78 |
| E                 | $< 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ |             |             |
| F                 | $< 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ |             |             |
| G                 | $> 160 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ |             |             |

## 11.2. I nuovi dati di output dell'edificio secondo DOCET

|                                  |  |   |   |
|----------------------------------|--|---|---|
| <b>Qualificazione energetica</b> | <b>Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente</b>  |   |  |
|                                  |   | <small>Strumento ufficiale</small><br><b>DOCET software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE</b> |   |
|                                  | <b>Dati generali</b>   |   |   |
|                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Certificazione edificio <input type="checkbox"/> Certificazione appartamento<br><br>Data emissione: 7 / 2007<br>Data scadenza: 7 / 2009                                |   |   |
|                                  | <b>Dati edificio</b>   |   |   |
|                                  | Indirizzo edificio: Via Arcevia, 20/22/24<br>Comune: Roma<br>Provincia: Roma<br>Zona climatica: D<br>Risult. clim. m3: 1613<br>Superficie utile: 918<br>snt: 0,62<br>Codice identificativo amministrativo: |   |   |
|                                  | <b>Informazioni amministrative</b><br>Codice identificativo: 18<br>Certificatore: Arch. Marina Rubino<br>Firma:  |   |   |



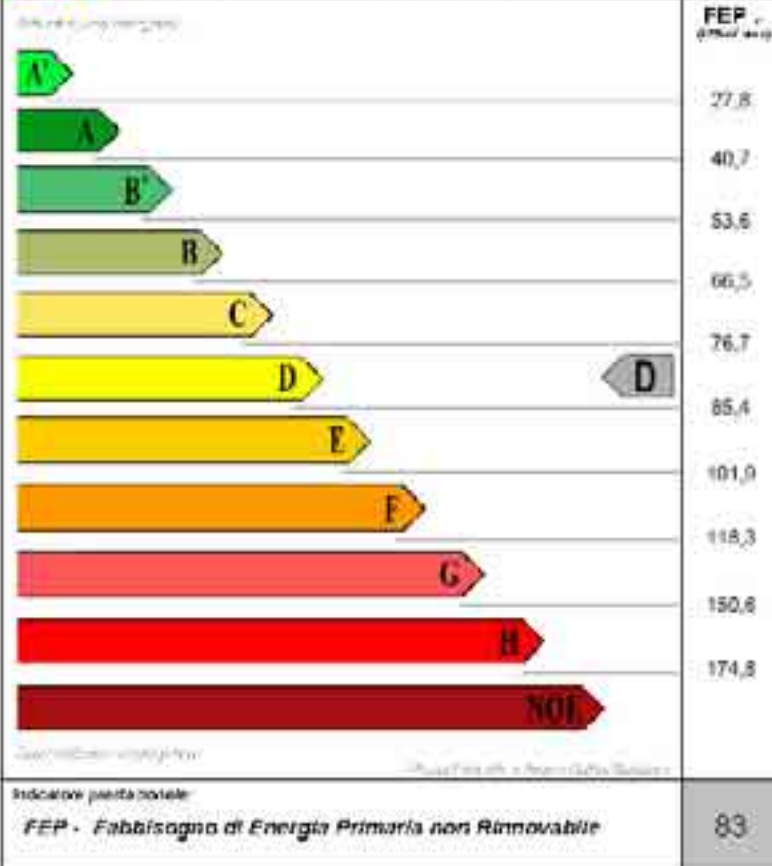
# Qualificazione energetica

## Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente



Software utilizzato:

DOCET software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE



### Informazioni amministrative:

Codice identificativo: 18  
Certificatore: Arch. Marina Rubino  
Firma:

## Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente



Software utilizzato:

**DOCET** software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE

### Dati di base Prestazioni:

|                              | Riscaldamento | Raffrescamento | ACS  | Scoppia elettrica | Totale | Unità               |
|------------------------------|---------------|----------------|------|-------------------|--------|---------------------|
| Energia termica              | 88,9          | 34,5           | 13,8 | 14                | -      | volume <sup>3</sup> |
| Energia elettrica            | 83            | -              | 0    | 10,8              | -      | volume <sup>3</sup> |
| Energia Primaria Totale      | 83            | -              | 13,8 | 24,4              | 120,2  | volume <sup>3</sup> |
| Consumo Primario equivalente | 83            | -              | 0    | 20                | 111    | volume <sup>3</sup> |
| Consumo di CO <sub>2</sub>   | 19,8          | -              | 0    | 8,6               | 22,4   | kg/m <sup>2</sup>   |
| Superficie utile             | 7037          | -              | -    | -                 | -      | m <sup>2</sup>      |

### Trasmissioni termiche:

|                  | W/m <sup>2</sup> ·K |
|------------------|---------------------|
| Parati verticali | 0,4                 |
| Superfici        | 0,454               |
| Infissi esterni  | 1,55                |
| Infissi interni  | 0                   |
| Infissi esterni  | 1,5                 |
| Infissi interni  | 0,083               |
| Conduttori       | 2,606               |

### Bilancio per riscaldamento:

| Perdite di calore | Volume |
|-------------------|--------|
| Trasmissione      | 87,9   |
| Infissi esterni   | 18,5   |
| Guadagni termici  |        |
| Trasmissione      | 20     |
| Infissi esterni   | 8,8    |

### Impianti di Riscaldamento:

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Tipologia generatore   | Caldaia |
| Rendimento globale     | 0,83    |
| Tipologia combustibile | Metano  |

### Impianto di Acqua Calda Sanitaria:

|                        |        |
|------------------------|--------|
| Tipologia generatore   | Boler  |
| Tipologia combustibile | Metano |

### Utilizzo di Fonti Rinnovabili:

- ☐ Biomassa  
☒ Solare termico  
☒ Pannelli fotovoltaici

### Informazioni amministrative:

Codice identificativo: 18  
 Certificatore: Arch. Marina Rubino  
 Firma:

## Prestazione energetica di un edificio residenziale esistente



Strumento ufficiale

**DOCET** software di diagnosi e certificazione degli edifici residenziali esistenti basato sulla normativa tecnica CEN in attuazione della direttiva europea 2002/91/CE

Presenta i miglioramenti in relazione ai requisiti prestazionali minimi previsti dall'Allegato C D.Lgs. 31/10/06

- ☐ I requisiti minimi richiesti sono stati rispettati
- ☒ I requisiti minimi richiesti sono stati rispettati
- ☐ I requisiti minimi richiesti sono stati rispettati
- ☐ I requisiti minimi richiesti sono stati rispettati
- ☐ I requisiti minimi richiesti sono stati rispettati

Raccomandazioni fornite dal Certificatore (descrizione soluzioni costruttive e tecnologiche di miglioramento energetico)

Informazioni amministrative:

Codice identificativo: 13  
 Certificatore: Arch. Marina Rubino  
 Firma:

### 11.3. Analisi comparativa dei risultati

In primo luogo, riportiamo le informazioni già enunciate precedentemente in relazione alle differenze tra i due programmi.

BESTClass prende in considerazione due valori fondamentali:

3. **PE<sub>H</sub>** - Fabbisogno energetico specifico dell'involucro, che definisce le caratteristiche dell'involucro, tiene conto delle dispersioni di calore, ma anche degli eventuali apporti gratuiti dovuti alla radiazione solare (pareti opache e trasparenti) e gli apporti interni e l'eventuale contributo energetico dovuto a sistemi solari passivi;
4. **PE<sub>G</sub>** - Fabbisogno specifico globale di energia primaria, che è la somma del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (**PE<sub>HP</sub>**) e di quello per la produzione di acqua calda (**PE<sub>WP</sub>**) al quale vengono eventualmente detratti i contributi energetici dovuti alle fonti rinnovabili (**PE<sub>FR</sub>**).

DOCET, d'altro canto, considera come valore finale il Fabbisogno di Energia Primaria (**FEP**) dell'edificio, come somma dell'energia primaria non rinnovabile per riscaldamento e per produzione di acqua calda sanitaria.

Pertanto è possibile paragonare il **PE<sub>G</sub>** di BESTClass al **FEP** di DOCET. A tal proposito, il primo valore risulta essere: **PE<sub>G</sub> = 77,6 kWh/m<sup>2</sup> anno**, il secondo: **FEP = 82,7 kWh/m<sup>2</sup> anno**.

Vediamo che i due valori di output sono molto simili, e sono entrambi inferiori al valore limite necessario per ottenere le detrazioni IRPEF. Il fabbisogno di energia primaria di BESTClass, però, subisce variazioni maggiori rispetto a quello di DOCET; ciò ci fa intuire che i parametri del secondo software risultano essere leggermente più restrittivi.

Analizzando i risultati in maniera più puntuale, suddividendo cioè il Fabbisogno di Energia Primaria totale in FEP relativo al solo riscaldamento e FEP relativo alla produzione di acqua calda sanitaria, abbiamo i seguenti dati:

#### **BESTClass:**

FEP riscaldamento (**PE<sub>HP</sub>**) = **66,10 kWh/m<sup>2</sup> anno**

FEP acqua calda sanitaria (**PE<sub>WP</sub>**) = **26,85 kWh/m<sup>2</sup> anno**

**PE<sub>H</sub>** (contributo energetico dovuto ad altri sistemi – fonti rinnovabili) = **15,33 kWh/m<sup>2</sup> anno**

Da cui risulta: **66,10 + (26,85 – 15,33) = 77,62 kWh/m<sup>2</sup> anno**

Ciò significa che dal fabbisogno di energia primaria per l'acqua calda sanitaria è stato detratto il contributo energetico fornito dall'impianto solare termico.

Bisogna ribadire che tale programma ancora non è stato implementato per il calcolo del fabbisogno di energia elettrica, pertanto non sono presenti né i valori per tale fabbisogno, né il contributo fornito dall'impianto fotovoltaico. Tali considerazioni sono state fatte seguendo altre metodologie.

## **DOCET:**

FEP riscaldamento = **68,9** kWh/m<sup>2</sup> anno

FEP acqua calda sanitaria = **13,8** kWh/m<sup>2</sup> anno

Da cui risulta: **68,9 + 13,8 = 82,7 kWh/m<sup>2</sup>anno**

Nel caso di DOCET, invece, i contributi apportati dall'impianto solare termico sono già stati detratti dal FEP di acqua calda sanitaria. Anche in questo caso i contributi apportati dall'impianto fotovoltaico non sono menzionati, pertanto si procederà attraverso una diversa analisi.

I risultati ottenuti ci mostrano come l'edificio in esame abbia adesso i parametri per soddisfare sia la normativa vigente, sia la possibilità di richiesta di agevolazioni fiscali.

La classe energetica è salita nel seguente modo: per entrambi i software ci troviamo nella **Classe D**, sicuramente non tra le classi più alte, ma abbastanza per poter usufruire delle agevolazioni fiscali della Finanziaria 2007.

## **12. I costi e i benefici dell'intervento**

### ***12.1. Analisi dei costi***

Relativamente agli interventi strutturali, per l'analisi dei costi è stato effettuato un vero e proprio computo, prendendo in considerazione i prezzi informativi dell'edilizia per il recupero, la ristrutturazione e la manutenzione<sup>23</sup>. Nel caso di voci non presenti nel prezziario appena citato, sono stati redatti nuovi prezzi derivanti dai listini delle ditte fornitrici dei materiali occorrenti.

Per quanto riguarda invece gli interventi impiantistici, i costi derivano da preventivi puntuali richiesti ad alcune ditte specializzate nei diversi settori.

I risultati di tale computo sono riassunti nella *tabella 13*, che evidenzia un costo di ristrutturazione per l'intero edificio di **€ 173.271**.

Ricordiamo che gli interventi previsti sono i seguenti:

#### **INTERVENTI STRUTTURALI**

- a) Coibentazione a cappotto muri esterni
- b) Coibentazione solaio di copertura
- c) Sostituzione infissi

#### **INTERVENTI IMPIANTISTICI**

- a) Sostituzione generatore con caldaia a condensazione e posa valvole termostatiche
- b) Sistema solare termico per produzione acqua calda sanitaria
- c) Kit fotovoltaico per produzione energia elettrica

---

<sup>23</sup> Prezziario DEI (Tipografia del Genio Civile) anno 2004

## ANALISI DEI COSTI

### OPERE STRUTTURALI

|         |   | u.m. | prezzo unitario | quantità | prezzo totale<br>(IVA inclusa) |
|---------|---|------|-----------------|----------|--------------------------------|
| CAPA1   | OPERE PROVVISORIE   |      |                 |          |                                |
| CAPA10C | PONTEGGI A TUBO GIUNTO E A TELAIO   |      |                 |          |                                |
| A15022  | Ponteggi a telaio con altezze anche oltre i 20 m prodotto da azienda in possesso di autorizzazione ministeriale ed eseguito con l'impiego di tubi di diametro 48 mm e spessore pari a 2,9 mm, in acciaio zincato o verniciato, compresi progetto e relazione tecnica (quando necessari), pezzi speciali, doppio parapetto, protezioni usuali eseguite secondo le norme di sicurezza vigenti in materia, manovane, ancoraggi ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte con esclusione dei piani di lavoro da contabilizzarsi a parte. Valutate a mq di proiezione verticale di facciata |      |                 |          |                                |
| A15022a | montaggio comprensivo di trasporto, approvvigionamento, scarico avvicinamento e tiro in alto dei materiali, per i primi 30 giorni   | mq   | € 7,74          | 1.160    | € 8.514,00                     |
| CAPA2   | SCAVI, DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E TRASPORTI   |      |                 |          |                                |
| CAPA20C | RIMOZIONI DI INTONACI   |      |                 |          |                                |
| A25039  | Spaccatura di intonaco a vivo di muro, di spessore fino a 3 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzatura delle superfici  | mq   | € 12,01         | 730      | € 8.767,30                     |
| CAPA20C | SMANTELLAMENTO DI PAVIMENTI SOTTOFONDI E RIVESTIMENTI   |      |                 |          |                                |
| A25045  | Demolizione di pavimento in mattoni, marmette, ecc., compreso il sottofondo dello spessore fino a 5 cm, anche con eventuale recupero parziale del materiale   | mq   | € 8,41          | 280      | € 2.354,80                     |
| CAPA20C | RIMOZIONE DI MANTI IMPERMEABILI   |      |                 |          |                                |
| A25074  | Rimozione di strato impermeabile, compreso calo in basso e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso il trasporto alla discarica e l'eventuale rimozione del manto sottostante da pagarsi a parte;   |      |                 |          |                                |
| A25074a | manto bituminoso monostrato   | mq   | € 2,52          | 280      | € 705,60                       |
| CAPA20C | SMONTAGGIO DI INFESSI   |      |                 |          |                                |
| A25094  | Smontaggio di infissi esterni in legno come finestre, sportelli a vent, persiane ecc., calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smontatura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi  | mq   | € 15,10         | 305      | € 4.645,50                     |
| CAPA20C | MOVIMENTAZIONI E TRASPORTI  |      |                 |          |                                |
| A25109  | Trasporto a discarica controllata di materiali di risulta, provenienti da demolizioni, con autocarro di portata fino a 50 q, compresi carico, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica   | mc   | € 37,67         | 80       | € 3.013,60                     |
| CAPA6   | OPERE MURARIE E DI SOTTOFONDO   |      |                 |          |                                |
| CAPA60C | OPERE DI SOTTOFONDO   |      |                 |          |                                |

Tabella 13 – Analisi dei costi

|         |  |    |         |     |             |
|---------|--|----|---------|-----|-------------|
| A65086  | Spianata di malta cementizia, spessore 1,5+2 cm, disposta su superfici orizzontali compresa la posa di rete metallica, maglia 1,5+2 cm, ed ogni altro onere e magistero per fornire l'opera eseguita a perfetta regola d'arte:   |    |         |     |             |
| A65096b | ai piani superiori   | mq | € 14,42 | 280 | € 4.037,60  |
| CAPB1   | OPERE DI PROTEZIONE TERMICA E ACUSTICA   |    |         |     |             |
| CAPB1OC | ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO DI PARETE ESTERNA E/O INTERNA  |    |         |     |             |
|         | Isolamento termico a cappotto di pareti esterne già preparate, eseguito mediante pannelli rigidi di materiale isolante, completo di intonaco sottile armato con rete in fibra di vetro, escluso pitture o rivestimento di finitura da pagarsi a parte, realizzato con pannelli in: |    |         |     |             |
|         | lana di roccia COVERROCK 035, di densità pari a 100 kg/mc, dimensione 800X625 mm   |    |         |     |             |
|         | spessore 60 mm   | mq | € 26,28 | 730 | € 19.184,40 |
| CAPB1   | OPERE DI PROTEZIONE TERMICA E ACUSTICA   |    |         |     |             |
| CAPB1OC | ISOLAMENTO TERMICO DI COPERTURE PIANE  |    |         |     |             |
|         | Isolamento termico in estruso di coperture piane a lembo, eseguito mediante pannelli rigidi bitumati di materiale isolante a fibre orientate su piano di posa già preparato esclusa pavimentazione, realizzato con:  |    |         |     |             |
|         | lana di roccia T-ROCK 508, di densità pari a 145 kg/mc, dimensione 1200X1000 mm, compresa impermeabilizzazione di mm 5 doppio strato   |    |         |     |             |
|         | spessore 80 mm   | mq | € 28,29 | 280 | € 7.921,20  |
| CAPB4   | PAVIMENTI, RIVESTIMENTI ED OPERE IN PIETRA   |    |         |     |             |
| CAPB4OC | PAVIMENTI INDUSTRIALI  |    |         |     |             |
| CAPB4OC | Pavimento in piastrelle di micrograniglia di quarzo legata con cemento ad alta resistenza, dimensioni 25x25 cm, spessore 3 cm, posto in opera su un letto di malta di cemento compresso sottofondo, tagli e sfridi:  |    |         |     |             |
| B45130  | superficie grezza  |    |         |     |             |
| B45130a | colore grigio, maso  | mq | € 26,23 | 280 | € 7.344,40  |
| CAPB6   | OPERE DA PITTORE   |    |         |     |             |
| CAPB6OC | TINTEGGIATURE  |    |         |     |             |
| CAPB6OC | Tinteggiatura a calce di superfici esclusa la preparazione delle stesse:   |    |         |     |             |
| B65007  | su superfici esterne, eseguita a pennello:   |    |         |     |             |
| B65007a | imprimatura ad una mano  | mq | € 1,82  | 730 | € 1.328,60  |
| B65007b | per ogni strato a coprire  | mq | € 2,54  | 730 | € 1.854,20  |
| CAPC1   | OPERE METALLICHE   |    |         |     |             |
| CAPC1OC | SUPPLEMENTI IN ALLUMINIO   |    |         |     |             |

Tabella 13 – Analisi dei costi

|          |   |     |          |    |             |
|----------|---|-----|----------|----|-------------|
|          | Serramenti in profilati di alluminio anodizzato serie normale dello spessore di 50x55 mm, a giunto aperto, termoisolante inferiore a 3,1 W/mqK; posti in opera completi di vetrocamera 4/12/4, controtelaio metallico, guarnizioni in EPDM, cerniere e meccanismo di chiusura. Telai cianfrinati con squadrette tagliate da barre trafilate incollate con colla speciale, a due componenti per alluminio; |     |          |    |             |
| CAPI/LOC | ad un battente:   |     |          |    |             |
| C15024   | 100x210 cm  | cad | € 390,00 | 6  | € 1.950,00  |
| C15025   | a due battenti  |     |          |    |             |
| C15025a  | 100x150 cm  | cad | € 380,00 | 60 | € 23.160,00 |
| C15025c  | 100x210 cm  | cad | € 495,00 | 12 | € 5.940,00  |
|          |   |     |          |    |             |
| totale   |   |     |          |    | € 100.711   |

#### IMPIANTI

|        |  |     | prezzo unitario | quantità | prezzo totale |
|--------|--|-----|-----------------|----------|---------------|
|        |  |     |                 |          |               |
|        | <b>CALDAIA A CONDENSAZIONE</b>   |     |                 |          |               |
|        | Fornitura e posa in opera di n. 3 generatori in serie, gestiti da una centralina, per una potenza complessiva di 180 kW  |     |                 |          | € 10.760,00   |
|        |  |     |                 |          |               |
|        | <b>IMPIANTO SOLARE TERMICO</b>   |     |                 |          |               |
|        | Fornitura e posa in opera di n. 3 impianti solare termici appoggiati sulla struttura architettonica esistente, costituiti da pannelli vetrati. Ciascun impianto avrà una superficie captante di 17 mq  | mq  | € 800,00        | 51       | € 40.800,00   |
|        |  |     |                 |          |               |
|        | <b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>   |     |                 |          |               |
|        | Fornitura e posa in opera di campo fotovoltaico, appoggiato sulla struttura architettonica esistente, costituito da pannelli in silicio policristallino, dotato di tutti gli accessori necessari per il suo funzionamento (inverter, staffe per il montaggio, scaricatori di sovratensione, ecc), e per la relativa connessione alla rete elettrica, il tutto per una potenzialità di 3kWp | kWp | € 7.000,00      | 3        | € 21.000,00   |
|        |  |     |                 |          |               |
| totale |  |     |                 |          | € 72.560,00   |

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| <b>TOTALE STRUTTURE/IMPIANTI</b> | <b>€ 173.271</b> |
|----------------------------------|------------------|

Tabella 13 – Analisi dei costi



## 12.2. Analisi dei benefici

Con la realizzazione dell'intervento di riqualificazione energetica dell'edificio è possibile ottenere i seguenti benefici:

1. Benefici economici
2. Benefici ambientali

I benefici economici sono relativi al risparmio energetico ottenuto attraverso gli interventi strutturali ed impiantistici sopra citati, quindi ad un minor Fabbisogno di Energia Primaria (FEP) sia per la climatizzazione invernale che per la produzione di acqua calda sanitaria. Analizzando la *tabella 14*<sup>24</sup> risulta evidente che tale risparmio è notevole soprattutto per la climatizzazione invernale, e ciò è dovuto alla coibentazione ben realizzata ed alla sostituzione degli infissi prima eccessivamente disperdenti. Purtroppo tali programmi non sono ancora in grado di analizzare la climatizzazione estiva, ma possiamo ipotizzare che anche tali consumi risultino minori conseguentemente agli interventi di coibentazione, e pertanto diminuiscono notevolmente anche i consumi di energia elettrica.

I benefici economici sono inoltre supportati dalla realizzazione degli impianti solare termico e fotovoltaico che, per quanto prevedano una discreta spesa iniziale di installazione, garantiscono in pochi anni un rientro delle spese sostenute ed un ulteriore guadagno dovuto al sistema (solo per il fotovoltaico) "grid connected", cioè connesso alla rete di distribuzione di energia elettrica.

La riduzione del Fabbisogno di Energia Primaria (FEP) prevede inoltre benefici anche dal punto di vista ambientale, in quanto vengono ridotte sensibilmente le emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Questo significa un'aria meno inquinata e quartieri più vivibili. I calcoli per la riduzione delle emissioni in atmosfera sono anch'essi riportati nella *tabella 14*.

---

<sup>24</sup> Da questo punto in avanti, per evitare un'eccessiva confusione nell'analisi dei dati, sono stati presi in considerazione esclusivamente i dati di output di BESTClass, considerando che i risultati analizzati con DOCET non si discostano di molto da questi.

# ANALISI DEI BENEFICI (dati BESTClass)

## RISPARMIO ECONOMICO DERIVANTE DAGLI INTERVENTI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI

| RISCALDAMENTO  |                |             |          |                 |
|--|----------------|-------------|----------|-----------------|
|  |                | kWh/m2 anno | kWh/anno | €anno           |
| Fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale PRIMA dell'intervento        | A              | 279,24      | 2017,56  |                 |
| Fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale DOPO l'intervento            | B              | 65,41       | 56,312   |                 |
| Risparmio (ΔWh/m2) sul fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale       | = A - B        | 143,8       | 144,414  |                 |
| Risparmio annuo (€) sul fabbisogno di energia primaria specificato per la climatizzazione invernale    | 1kWh = € 0,648 |             |          | € 9.820         |
| ACQUA CALDA SANITARIA  |                |             |          |                 |
|  |                | kWh/m2 anno | kWh/anno | €anno           |
| Fabbisogno di energia primaria specifico per la per la produzione di acqua calda PRIMA dell'intervento | A              | 31,91       | 27,938   |                 |
| Fabbisogno di energia primaria specifico per la per la produzione di acqua calda DOPO l'intervento     | B              | 24,85       | 21,106   |                 |
| Risparmio (ΔWh/m2) sul fabbisogno di energia primaria specificato per la produzione di acqua calda     | = A - B        | 7,06        | 4,832    |                 |
| Risparmio annuo (€) sul fabbisogno di energia primaria specificato per la produzione di acqua calda    | 1kWh = € 0,648 |             |          | € 320           |
| <b>TOTALE RISPARMIO ECONOMICO ANNUO DERIVANTE DAGLI INTERVENTI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI</b>        |                |             |          | <b>€ 10.140</b> |

## RISPARMIO ECONOMICO DERIVANTE DALL'UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI

| ACQUA CALDA SANITARIA   |                |             |          |                |
|---|----------------|-------------|----------|----------------|
|   |                | kWh/m2 anno | kWh/anno | €anno          |
| Contributo annuo kWh/anno dell'impianto solare termico per la produzione di acqua calda                 |                |             | 13,191   |                |
| Contributo annuo (€) dell'impianto solare termico per la produzione di acqua calda                      | 1kWh = € 0,648 |             |          | € 877          |
| ENERGIA ELETTRICA SPAZI COMUNI  |                |             |          |                |
|   |                | kWh/m2 anno | kWh/anno | €anno          |
| Consumo di energia elettrica registrato nell'ultimo anno relativi agli spazi comuni degli edifici (kWh) | A              |             | 2,740    |                |
| Contributo annuo (kWh/anno) dell'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica           | B              |             | 5,120    |                |
| Risparmio kWh/anno da consumi di "comuni energia"   | = B - A        |             | 2,420    |                |
| Guadagno annuo per la produzione di energia elettrica relativa agli spazi comuni                        | 1 kWh = € 0,27 |             | € 2,790  | € 459          |
| Guadagno annuo in "comuni energia" per la produzione di energia elettrica                               | 1kWh = € 0,44  |             | € 2,420  | € 1.065        |
| <b>TOTALE RISPARMIO ECONOMICO ANNUO DERIVANTE DALL'UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI</b>                    |                |             |          | <b>€ 2.420</b> |

Tabella 14 – Analisi dei benefici

# RISPARMIO ECONOMICO DERIVANTE DAGLI INCENTIVI FISCALI

|  | Importo lavori | percentuale detrazione | Importo detrazione |
|--|----------------|------------------------|--------------------|
| Interventi di riqualificazione energetica dell'edificio, che comportano un valore lavori di fabbisogno di energia primaria netto per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20% rispetto ai limiti di legge | € 100.711      | 36%                    | € 36.256           |
| Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici  | € 40.000       | 55%                    | € 22.000           |
| Totale detrazioni TRUPP  |                |                        | € 58.256           |

|   |          |
|---|----------|
| RISPARMIO ECONOMICO DERIVANTE DALLA DETRAZIONE IRPEF ANNUALE (PER I TRE ANNI SUCCESSIVI ALL'INTERVENTO) | € 25.944 |
|---|----------|

# RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> NELL'ATMOSFERA

| FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA   |             |                         |  |                        |           |
|--|-------------|-------------------------|--|------------------------|-----------|
|  |             | kWh/m <sup>2</sup> anno | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> anno | kg/m <sup>2</sup> anno | kg/anno   |
| Fabbisogno di energia primaria totale PRIMA di intervento (riscaldamento + ACS)                            | A           | 261                     |  |                        |           |
| Fabbisogno di energia primaria totale DOPO intervento (riscaldamento + ACS)                                | B           | 70                      |  |                        |           |
| Risparmio (kWh/m <sup>2</sup> anno) nel fabbisogno di energia primaria totale                              | = A - B     | 191                     |  |                        |           |
| Coefficiente di emissione di CO <sub>2</sub> del gas metano  | C           |                         | 0,277                                  |                        |           |
| Emissioni di CO <sub>2</sub> EVITATE per il riscaldamento e la produzione di ACS per ogni mq di superficie | = (A-B) x C |                         |  | 52,691                 |           |
| Emissioni di CO <sub>2</sub> EVITATE per il riscaldamento e la produzione di ACS totali                    |             |                         |  |                        | 50.184,89 |

| IMPIANTO FOTOVOLTAICO  |  |          |              |  |           |
|--|--|----------|--------------|--|-----------|
|  |  | kWh/anno | coefficiente |  | kg/anno   |
|  |  | 5.120    |              |  |           |
| Emissioni di CO <sub>2</sub> EVITATE per l'energia elettrica (impianto fotovoltaico) | 1 kWh = 0,53 kg CO <sub>2</sub> <sup>1</sup> |          |              |  | 2.713,60  |
| Totale emissioni di CO <sub>2</sub> EVITATE (kg/anno)                                |  |          |              |  | 52.898,49 |

<sup>1</sup> In Italia, per produrre un kWh elettrico, le centrali termoelettriche emettono nell'atmosfera in media 0,53 kg di anidride carbonica CO<sub>2</sub>.

Tabella 14 – Analisi dei benefici

### ***12.3. Analisi comparativa dei costi e dei benefici***

Una volta analizzati i costi ed i benefici dell'intervento separatamente, questi sono stati messi a confronto per cercare di comprendere il vantaggio, economico ed ambientale, che può derivare dalla riqualificazione energetica. Nella *tabella 15* viene realizzato il calcolo relativo al tempo di ammortamento delle spese di tale riqualificazione. Tale calcolo ci permette di stabilire che il costo degli interventi può essere recuperato in **7,5 anni**.

Successivamente, grazie all'impianto fotovoltaico connesso in rete, una parte dell'energia prodotta da tale impianto porterà all'edificio una quota di guadagno annuale di oltre 1.000 euro, in più naturalmente all'azzeramento dei costi per l'energia elettrica delle parti comuni.

Un ulteriore punto a favore dell'intervento, riguarda la drastica riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, in ottemperanza alle prescrizioni fornite dal protocollo di Kyoto<sup>25</sup>, che prevede l'obbligo per i paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio ed altri cinque gas serra, ovvero metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) in una misura non inferiore al 5,2% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 — considerato come anno base — nel periodo 2008-2012; la riqualificazione energetica degli edifici può essere un valido inizio per provare a raggiungere tali risultati.

Pertanto, la conclusione cui si è giunti al termine di tale studio, è che tale intervento, seppur relativamente dispendioso nella sua realizzazione, prevede un graduale recupero delle spese nel corso degli anni, oltre ad un miglioramento della qualità abitativa, delle condizioni ambientali e della qualità dell'aria; la sua fattibilità e i vantaggi risultanti, anche in aree non particolarmente agiate della periferia urbana, sono dimostrati appunto dai risultati ottenuti.

---

<sup>25</sup> Trattato internazionale in materia ambientalistica riguardante il riscaldamento globale sottoscritto nella città giapponese di Kyoto l'11 dicembre 1997 da più di 160 paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia.

# AMMORTAMENTO DELL'INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

| COSTI   |                  |
|---|------------------|
| <b>INTERVENTI STRUTTURALI</b>   |                  |
| a) Coibentazione a cappotto muri esterni, sostituzione infissi, coibentazione solai coperture | € 160.711        |
| <b>INTERVENTI IMPIANTISTICI</b>   |                  |
| b) Sostituzione generatore con caldaia a condensazione e pompa solare termocircolante         | € 10.760         |
| c) Sistema solare termico per produzione A.C.S.   | € 40.800         |
| d) Pannelli fotovoltaici per produzione energia elettrica                                     | € 21.000         |
| <b>TOTALE COSTI</b>   | <b>€ 433.271</b> |
| <b>BENEFICI</b>   |                  |
| Totale risparmio economico annuo derivante dagli interventi strutturali ed impiantistici      | € 10.149         |
| Totale risparmio economico annuo derivante dall'utilizzo di fonti rinnovabili                 | € 2.421          |
| Risparmio economico derivante dalla detrazione IMU (per i primi tre anni)                     | € 25.944         |
| <b>Risparmio economico per i primi tre anni</b>   | <b>€ 38.514</b>  |
| <b>Risparmio economico per gli anni successivi</b>  | <b>€ 12.571</b>  |
| <b>ANNI DI AMMORTAMENTO NECESSARI PER RECUPERARE IL COSTO DELL'INTERVENTO</b>                 | <b>7,5</b>       |

Tabella 14 – Analisi dell’ammortamento

### 13. Conclusioni

Da alcuni anni la riqualificazione energetica degli edifici esistenti sta diventando una realtà sempre più concreta, vista la necessità di ottenere edifici con prestazioni sempre più alte a costi relativamente contenuti. I quartieri periferici urbani della Capitale sono un terreno fertile per l'applicazione dei principi della bioclimatica e della bioedilizia, in quanto costruiti sicuramente con criteri poco attenti alla riduzione delle dispersioni di calore ed al mantenimento del microclima interno delle abitazioni. Lo scenario futuro si intravede sicuramente rivolto verso una realizzazione sempre più massiccia di interventi di recupero energetico, e verso l'utilizzo di materiali ecocompatibili e di fonti rinnovabili di energia. A tal proposito, sarebbe auspicabile mettere a punto una metodologia che permetta agli Enti pubblici di stabilire a priori i consumi energetici e quindi gli interventi necessari per gli edifici di loro proprietà, una sorta di "mappatura energetica" a scala urbana. Alcune città del Nord Italia si stanno già muovendo su questo fronte; l'idea è quella di promuovere un "*catasto energetico territoriale*", uno strumento innovativo per la gestione energetica ed ambientale degli edifici, attraverso una "mappatura" con strumenti GIS<sup>26</sup> dei consumi energetici dei singoli edifici, al fine di individuare quelli che necessitano di interventi di riqualificazione energetica, per poi programmare nel tempo tali interventi, avendo sempre una visione chiara e dettagliata dei costi e dei risparmi ottenibili da essi. Sarebbe auspicabile che le Amministrazioni pubbliche si attivino in tale direzione, considerando la crescente necessità di adeguare il patrimonio edilizio agli standard europei, e considerando soprattutto la necessità di rispettare le prescrizioni del protocollo di Kyoto. Sicuramente, per ridurre drasticamente le emissioni in atmosfera, non è sufficiente agire solo sul settore edilizio, ma questo potrebbe essere un passo importante nella "*presa di coscienza pubblica*" verso tali problematiche, che necessitano con sempre maggiore urgenza di valide soluzioni.

---

<sup>26</sup> Geographical Information System

## 14. Bibliografia

### Testi:

Francesco Paolo R. Marino, Mariateresa Greco – *La certificazione energetica degli edifici ed il D. Lgs. 192 del 19/8/2005* – EPC Libri, 2006

Paolo Rava – *Tecniche costruttive per l'efficienza energetica e la sostenibilità* – Maggioli Editore, 2007

DEI - *Certificazione energetica degli edifici* - Edizione: 1 / 2007 – DEI, Tipografia del Genio Civile - 2007

Anna Magrini, Daniela Ena – *Tecnologie solari attive e passive* – III edizione – EPC Libri, 2007

Mauro Spagnolo – 2003 – *Il sole nella città – L'uso del fotovoltaico nell'edilizia* – Franco Muzzio Editore

### Riviste specializzate:

Bollettino di Legislazione Tecnica – *Legge Finanziaria 2007* - Gennaio 2007 – pagg. 23-24

Bollettino di Legislazione Tecnica – *Certificazione energetica degli edifici* – Marzo 2007 – pagg. 203-246

Bollettino di Legislazione Tecnica – *Riqualificazione energetica edifici, Incentivi impianti fotovoltaici* - Aprile 2007 – pagg. 301-337

Bollettino di Legislazione Tecnica – *Riqualificazione energetica edifici* - Luglio/Agosto 2007 – pagg. 589-604

PONTE, Mensile di Progettazione, Gestione e Tecnica per Costruire – *Progettare architettura, Come rinnovare l'edilizia economico – popolare* - DEI, Tipografia del Genio Civile, Ottobre 2006– pagg. 4-10

PONTE, Mensile di Progettazione, Gestione e Tecnica per Costruire – *Progettare energia, Novità normative in materia di certificazione energetica: dal D.Lgs. 192/05 al D.Lgs. 311/06, le agevolazioni della finanziaria 2007 e i criteri per incentivare il fotovoltaico* – DEI, Tipografia del Genio Civile, Marzo 2007– pagg. 4-8, 13-26

PONTE, Mensile di Progettazione, Gestione e Tecnica per Costruire – *Progettare energia, Incentivi finanziaria 2007 in 25 domande e relative risposte – Quali soluzioni tecnologiche e con quale costo* – DEI, Tipografia del Genio Civile, Maggio 2007– pagg. 4-15

Il progetto sostenibile, Ricerca e tecnologie per l'ambiente costruito – n° 10-11, giugno settembre 2006 – *Certificazione energetica* – Edicom Edizioni

### **Studi e ricerche:**

*PRIN 2005 - Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale - La "città pubblica" come laboratorio di progettualità. La produzione di Linee guida per la riqualificazione sostenibile delle periferie urbane* - Dipartimento di Architettura e Urbanistica per l'Ingegneria, Facoltà di Ingegneria, Università "La Sapienza" di Roma, coordinatrice Prof. Claudia Mattogno, 2006

*Linee guida per nuove qualità urbane nella periferia romana: riconfigurazione degli spazi della città pubblica, sostenibilità ambientale, modi d'uso e nuove significazioni* - Dipartimento di Architettura e Urbanistica per l'Ingegneria, Facoltà di Ingegneria, Università "La Sapienza" di Roma, coordinatrice Prof. Claudia Mattogno, 2006

*La città pubblica: un laboratorio della modernità da riqualificare e tutelare* - Paola Di Biagi, 2006

### **Riferimenti normativi:**

Legge 9 gennaio 1991, n. 10 – “Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 - "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"

Legge Regionale della Regione Lazio n.15 dell'8 novembre 2004 - "Disposizioni per favorire l'impiego di energia solare termica e la diminuzione degli sprechi idrici negli edifici"

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 - “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”

Decreto Legislativo 9 dicembre 2006, n. 311 – “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 27 dicembre 2006, n. 296 - "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2007)"

Decreto 19 febbraio 2007 del Ministero dello Sviluppo Economico – “Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387”

### **Siti web e links:**

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

<http://www.sacert.eu/>

<http://www.docet.itc.cnr.it/>

<http://www.agenziacasaclima.it/index.php?id=3&L=1>

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



<http://www.romaenergia.org/>  
<http://www.edilio.it/news/edilionews.asp?l=3&cod=111>  
<http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/fin2007.htm>  
<http://www.conto-energia-online.it/>  
<http://www.edilportale.com/edilnews/NpopUp.asp?idDoc=10198&iDCat=27>  
[http://www.fedarene.org/Best\\_Practices/Documents/Intereb/Intereb\\_LineeGuida.pdf](http://www.fedarene.org/Best_Practices/Documents/Intereb/Intereb_LineeGuida.pdf)  
<http://www.edilio.it/news/edilionews.asp?l=3&cod=111>  
<http://www.certificazionienergetiche.it/certificazione/>  
<http://www.ilportaledelsole.it/>  
<http://www.edilportale.com/EdilNews/NpopUp.asp?iddoc=10452&idCat=27>  
<http://www.edilportale.com/EdilNews/NpopUp.asp?iddoc=10099&idCat=27>  
<http://www.rockwool.it/sw10810.asp>  
[http://www.viessmann.it/web/italy/it\\_publish.nsf/Content/Home\\_italy](http://www.viessmann.it/web/italy/it_publish.nsf/Content/Home_italy)  
<http://www.puntoenergia.com/>  
<http://www.cened.it/>

### **Softwares:**

BESTClass – *Software di diagnosi e certificazione energetica di edifici residenziali esistenti* –  
Versione 2.1

DOCET – *Software di diagnosi e certificazione energetica di edifici residenziali esistenti* –  
Versione 1.07.06 – Ultimo aggiornamento giugno 2007

Termus–G - *Calcolo Trasmittanze Termiche e di Glaser di Pareti, Solai e Superfici finestrate* –  
Versione 6.00

## **ALLEGATI**