



Ricerca di Sistema elettrico

# Rapporto tecnico economico sulle attività SOTACARBO su efficientamento energetico I Anno (LA 1.26 e 1.29)

Autori: Marcella Fadda, Enrico Maggio

## RAPPORTO TECNICO ECONOMICO SULLE ATTIVITÀ SOTACARBO SU EFFICIENTAMENTO ENERGETICO I ANNO (LA 1.26 E 1.29)

Marcella Fadda, Enrico Maggio

Dicembre 2019

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - I annualità

Obiettivo 1: *Tecnologie: presidiare e sviluppare tecnologie di prodotto e di processo essenziali per la transizione energetica*

Progetto: Tema 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti

Work package 1: Edifici ad alta efficienza energetica

Linea di attività: LA 1.29 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno

Responsabile del Progetto: Giovanni Puglisi ENEA

Responsabile del Work package: Domenico Iatauro ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente*"

Responsabile scientifico ENEA: Giovanni Puglisi

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Hanno collaborato alle attività Caterina Frau, Giovanni Perra e Francesca Poggi.

## Indice

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SOMMARIO .....                                                                                                                                | 4  |
| 1 INTRODUZIONE.....                                                                                                                           | 5  |
| 2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI .....                                                                                         | 5  |
| 2.1 WP1 - LA 1.26 EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PATRIMONIO EDILIZIO: APPROCCI, STRUMENTI E METODOLOGIE .....                                 | 6  |
| CONTESTO TEORICO DI SFONDO E OBIETTIVO DEL PROGETTO.....                                                                                      | 6  |
| MODELLAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO A SCALA URBANA .....                                                                          | 7  |
| APPROCCIO METODOLOGICO GENERALE .....                                                                                                         | 8  |
| IL CASO STUDIO DI CARBONIA .....                                                                                                              | 10 |
| ATTIVITÀ SVOLTE .....                                                                                                                         | 13 |
| CONCLUSIONI .....                                                                                                                             | 14 |
| ANALISI PRELIMINARE DEL CASO STUDIO DI CARBONIA.....                                                                                          | 14 |
| VALUTAZIONE DEI DATI GEOMETRICI .....                                                                                                         | 14 |
| VALUTAZIONE DEI DATI SUL PATRIMONIO EDILIZIO .....                                                                                            | 15 |
| VALUTAZIONE DEI DATI USO DEL PATRIMONIO .....                                                                                                 | 16 |
| 2.2 WP1 - LA 1.29 COMUNICAZIONE, DIFFUSIONE DEI RISULTATI E COORDINAMENTO: ATTIVITÀ SOTACARBO SU<br>EFFICIENTAMENTO ENERGETICO - I ANNO ..... | 18 |
| CONCLUSIONI .....                                                                                                                             | 20 |
| PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE E PARTECIPAZIONE A CONVEGNI .....                                                                                  | 21 |
| 3 PRINCIPALI SOGGETTI ESTERNI COINVOLTI .....                                                                                                 | 22 |
| 4 ELENCO DEI RAPPORTI TECNICI E DEI PRODOTTI REALIZZATI.....                                                                                  | 22 |
| 5 CRONOPROGRAMMA ATTIVITÀ.....                                                                                                                | 23 |
| 6 RENDICONTAZIONE ECONOMICA .....                                                                                                             | 24 |
| COSTO COMPLESSIVO DEL PROGETTO A PREVENTIVO.....                                                                                              | 24 |
| COSTI SOSTENUTI NEL PRIMO ANNO DI RICERCA .....                                                                                               | 25 |
| AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI PROGRAMMA E DI COSTO DEL PROGETTO .....                                                                     | 27 |
| 7 CONCLUSIONI .....                                                                                                                           | 28 |
| 8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....                                                                                                              | 29 |
| 9 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI .....                                                                                                             | 29 |

## Sommario

Il presente documento riporta una breve descrizione del progetto che si sta sviluppando nell'ambito del piano triennale di realizzazione 2019-2021, il cui obiettivo generale è definire una metodologia di studio e sperimentare uno strumento per supportare il processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio tramite un approccio multi scala.

Verranno analizzate le attività svolte nel periodo dal 1 gennaio 2019 al 31 dicembre 2019 (LA 1.26 Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie e LA 1.29 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su efficientamento energetico - I Anno) che hanno riguardato l'acquisizione delle conoscenze di base per la definizione e lo sviluppo della metodologia che aiuterà a sostenere il processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio e la comunicazione e diffusione dei risultati al fine di dare visibilità al progetto stesso e alle attività svolte, con l'obiettivo di diffondere le tematiche trattate nella comunità locale, intesa come comunale e regionale, vista la natura del progetto stesso. Nel documento è riportato anche un quadro generale dei costi preventivati e un dettaglio delle spese registrate a consuntivo e relative al primo anno.

L'attività di ricerca svolta ha portato a tracciare il contesto teorico della ricerca e a definirne l'approccio metodologico generale, permettendo di individuare le macro attività in cui articolare la ricerca nelle prossime due annualità e di stabilirne i contenuti disciplinari.

## 1 Introduzione

Il presente documento si riferisce all'accordo di collaborazione tra ENEA e SOTACARBO dal titolo *“Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente”* inserito nelle attività del Piano triennale di realizzazione 2019-2021 Tema 1.5 *“Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti”* – WP1 *“Edifici ad alta efficienza energetica”*

Le attività da svolgere nel triennio 2019- 2021 riguardano in particolare lo studio di metodologie e la sperimentazione di uno strumento per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio edilizio.

I principali obiettivi del progetto sono:

- Definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato pubblico esportabile in diversi contesti;
- Definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato nel suo complesso esportabile in diversi contesti;
- Sperimentazione di sensori per il monitoraggio dei consumi energetici e delle condizioni di comfort indoor interfacciabili con il modello informativo degli edifici.
- Applicazione ad uno o più casi studio di edifici pubblici della metodologia di indagine e proposta di interventi migliorativi della prestazione energetica.
- Sviluppo e sperimentazione di un modello energetico alla scala urbana adatto ad essere replicato in contesti simili a quelli analizzati.
- Creazione di un portale, basato sul modello energetico a scala urbana, utile a fornire informazioni sui risultati della modellazione stessa, con diversi livelli di approfondimento in funzione del tipo di utenti che lo consultano.

Il progetto di ricerca triennale è stato sviluppato in sei linee di attività:

- WP1 - LA 1.26 Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie (anno 2019)
- WP1 - LA 1.27 Analisi e rappresentazione del patrimonio edilizio residenziale: Caso studio di Carbonia (anno 2020)
- WP1 - LA 1.28 Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio (anno 2021)
- WP1 - LA 1.29 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno
- WP1 - LA 1.30 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - II Anno
- WP1 - LA 1.31 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno.

Nel presente documento è riportata una descrizione sintetica delle attività svolte e dei risultati ottenuti nella prima annualità del progetto dal 1 gennaio 2019 al 31 dicembre 2019, afferenti a:

- WP1 - LA 1.26 Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie.
- WP1 - LA 1.29 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno.

## 2 Descrizione delle attività svolte e risultati

L'obiettivo principale delle attività del primo anno è stato quello di acquisire le conoscenze di base per la definizione e lo sviluppo della metodologia che aiuterà a sostenere il processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio. Le tematiche sviluppate hanno riguardato:

- contesto teorico ed approcci metodologici per l'efficientamento energetico ed il recupero del patrimonio edilizio;
- metodi per la stima del fabbisogno energetico del patrimonio edilizio alla scala urbana;
- esperienze di efficientamento energetico urbane.

## 2.1 WP1 - LA 1.26 Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie

### CONTESTO TEORICO DI SFONDO E OBIETTIVO DEL PROGETTO

La transizione verso modelli insediativi più sostenibili, e nello specifico il miglioramento della efficienza energetica del patrimonio edificato esistente, responsabile di circa il 40% delle emissioni di gas serra e di circa il 25% degli usi finali energetici nell'Europa dei 28 (Eurostat, 2016), è una delle strategie chiave per l'ambizioso traguardo per il 2050 (European Parliament, 2010). Nonostante lo sviluppo di tecnologie sempre più efficienti e le promettenti esperienze dei nuovi eco-quartieri, il patrimonio edificato europeo è ancora prevalentemente costituito da vecchi edifici con limitate prestazioni energetiche e mostra il considerevole valore medio di fabbisogno energetico di circa 200 kWh/mq annuo. Inoltre, i contesti urbani sono caratterizzati da una forte complessità di relazioni tra elementi materiali e immateriali stratificatesi nel tempo, che condiziona fortemente le possibilità di recupero ed efficientamento energetico del patrimonio immobiliare e il rinnovamento delle reti infrastrutturali della città [1].

La mancanza di conoscenza è individuata come uno dei principali fattori critici del processo di efficientamento del patrimonio immobiliare [2]. L'aspetto più limitante consiste nella difficoltà di definire a priori il potenziale di efficientamento energetico di un edificio perché, oltre a essere strettamente dipendente dalle risorse economiche disponibili, è condizionato da limiti legati alle caratteristiche specifiche dell'immobile e del suo contesto e alla accessibilità del mercato locale alle diverse tecnologie. La mancanza di conoscenza ha effetto sui diversi attori coinvolti nel processo di efficientamento del patrimonio edilizio: gli operatori del settore, i fruitori finali dell'edificio, gli investitori e la Pubblica Amministrazione (PA). Gli operatori del settore, tanto i progettisti che la manodopera specializzata, possono non essere al corrente delle tecnologie disponibili e/o non avere le conoscenze per garantirne la corretta realizzazione e messa in esercizio. I fruitori degli edifici non sono in generale depositari di conoscenze tecniche, ma sono gli utilizzatori finali delle tecnologie e degli ambienti, inoltre, spesso coincidono con i decisori chiave che stanno investendo nel retrofitting energetico. Gli investitori necessitano di prospettive attendibili sull'efficacia delle tecnologie, che in alcuni casi richiedono attività di studio e ricerca non proporzionati all'entità dell'intervento di efficientamento e al valore del bene. I decisori della PA, oltre alla conoscenza delle opportunità offerte dalle nuove tecnologie, necessitano di avere un quadro sufficientemente rappresentativo delle caratteristiche del patrimonio edilizio e dei consumi energetici ad esso associato per disegnare efficaci politiche di incentivazione e di supporto al processo di efficientamento.

In questo panorama, l'obiettivo del progetto triennale nel suo complesso è definire una metodologia di studio e sperimentare uno strumento per supportare il processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio tramite un approccio multi scala, che integra la prospettiva del singolo edificio con quella urbana e di quartiere, in un'ottica partecipativa adattata a contesti di piccola o media dimensione, caratterizzati da limitato accesso a risorse economiche e umane. L'approccio di studio è basato sulla esplicitazione degli elementi ricorrenti e sulla individuazione di profili d'uso tipo che possono favorire l'individuazione di interventi di retrofitting standard e altamente ripetibili a carattere locale. Lo scopo è supportare gli operatori del settore nella fase iniziale di analisi dell'edificio e individuare preliminarmente le strategie di intervento, al fine di limitare i tempi e i costi della progettazione e impostare delle metodologie, costituendo un patrimonio conoscitivo accettato su base locale, utile anche alla comparazione tra diversi casi applicativi e alla condivisione di buone pratiche. A tal fine si è scelto come ambito di studio il contesto locale della città di Carbonia. Carbonia si distingue per essere una città mineraria di fondazione, edificata durante il periodo fascista, che ha avuto il primo nucleo di edificazione terminato nel 1938. Il contesto è perciò molto adatto alla sperimentazione della metodologia perché è caratterizzato da un patrimonio immobiliare piuttosto omogeneo dal punto di vista materico – costruttivo, con una percentuale di edifici di proprietà pubblica, sia residenziali che non, fra le più alte di Italia.

Obiettivo dell'attività di questo primo anno del progetto è quella di tracciare lo stato dell'arte della materia definire l'approccio metodologico e definire il quadro delle conoscenze disponibili per lo sviluppo del caso studio.

### MODELLAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO A SCALA URBANA

Lo sviluppo di strumenti per la modellazione energetica del patrimonio edificato dedicata alla pianificazione urbana è, stato negli ultimi anni, oggetto di uno straordinario interesse scientifico di natura fortemente multidisciplinare, tanto da delinearsi come una disciplina a se stante [3]. Gli Urban Building Energy Modelling (UBEM) sono perciò caratterizzati da un preciso riferimento allo studio del contesto urbano che può anche integrare tematiche di natura differente, e sono in genere concepiti per delineare metodologie e strumenti esportabili in altri contesti e utilizzabili anche da personale con ordinarie competenze tecniche. Molti di essi sono sviluppati in ambiente GIS e fanno largo uso di informazione spaziale che, grazie alla sua spiccata interoperabilità, permette lo sviluppo di interfacce per la diffusione dell'informazione via WEB, la condivisione di nuovi algoritmi e procedure e l'integrazione con metodologie di supporto alla decisione spaziale (Spatial Decision Support System - SDSS).

La principale differenza tra i modelli energetici disponibili può essere ricondotta al tipo di approccio utilizzato (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) [4]: top down o bottom up. I modelli top down partono da quantità note aggregate per un dato territorio e utilizzano procedure statistiche per studiarne i legami con gli elementi che la producono per prevederne l'andamento in futuro o suddividere tale quantità in elementi più piccoli dell'insieme. Gli approcci bottom up, al contrario, partono dallo studio di un campione del patrimonio edilizio e, tramite appropriati algoritmi ricavano i valori per un insieme più grande. Il tipo di approccio alla modellazione energetica determina tutta l'impostazione dello strumento, le operazioni di preparazione dei dati di base, la rappresentazione risultati e l'affidabilità degli stessi.

Nello specifico gli aspetti principali da tenere in considerazione nella impostazione di un approccio di UBEM sono:

- lo scopo dello studio che ne implica la scala e il riferimento spaziale e ne determina l'accuratezza e l'articolazione dei risultati richiesti;
- la disponibilità di dati di ingresso e i sistemi di reperimento dati che condizionano le metodologie di calcolo e determinano principalmente i costi dell'analisi;
- l'algoritmo di calcolo che cerca di ottenere i risultati attesi con limiti imposti dai dati di ingresso, mantenendo semplicità d'uso e di lettura dei risultati
- la validazione dei risultati che valuta l'affidabilità della metodologia e l'esportabilità della stessa.

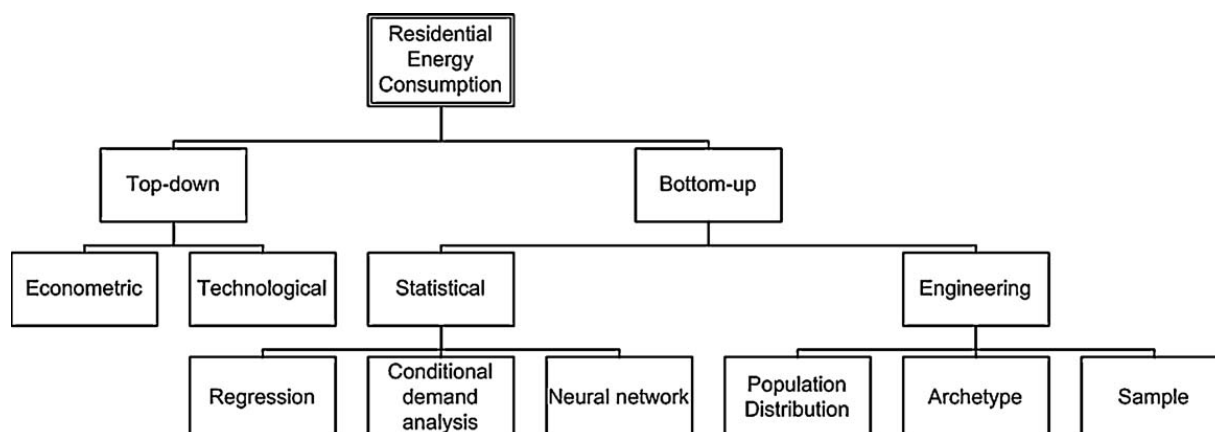


Figura 1 - Tecniche di modellizzazione del fabbisogno del settore residenziale [4]

#### APPROCCIO METODOLOGICO GENERALE

La ricerca si incentra su un approccio metodologico per lo sviluppo di un “*Abaco geografico SMART per il recupero ed efficientamento energetico del patrimonio edilizio urbano*”: vi sono diversi esempi di linee guida o protocolli di qualità sul tema dell’efficientamento energetico di particolari tipologie di edifici, ma in genere essi non sono integrati in un vero e proprio strumento di supporto su base geografica che lo contestualizzi, ne supporti la consultazione e ne favorisca l’uso e l’aggiornamento. Perciò il progetto di ricerca si articola principalmente su alcuni grandi temi:

- Studio e codifica di una metodologia di indagine e rappresentazione del patrimonio edilizio;
- Sviluppo dell’approccio al City Modelling;
- Definizione e sperimentazione dello strumento di comunicazione.

Lo strumento si presenta come un protocollo di analisi di rappresentazione del patrimonio edilizio, basato sui dati geografici aperti localmente disponibili (*Spatial Data Infrastructure – SDI*), speditive attività di rilievo e uso di sensoristica, combinati in uno strumento di comunicazione e coinvolgimento degli attori locali sviluppato su infrastruttura WEB – GIS. Si tratta di un approccio di SMART Planning che integra gli open data disponibili con le emergenti tecniche di data harvesting legate agli SMART Building, al fine di costituire una piattaforma comune per la creazione, sintesi e condivisione della conoscenza a supporto dei processi di recupero ed efficientamento energetico del patrimonio edilizio pubblico e privato (Figura 2).

In via preliminare, si può definire che il City Modelling è principalmente volto alla definizione di quattro gruppi o *layers* geografici che costituiscono la base informativa su cui si sviluppano i servizi offerti nel portale e l’interazione con gli attori locali:

- *layers del contesto*: studio e rappresentazione degli elementi del contesto urbano che possono influenzare le possibilità di recupero sostenibile del patrimonio;
- *edifici pubblici*: strumenti di supporto per PA nella gestione energetica di qualità dell’edificio e per progettisti tramite linee guida e strumenti (Building Information Modelling - BIM);
- *layer del patrimonio edificato*: rappresentazione del patrimonio edilizio con approcci GIS nelle sue caratteristiche di efficienza energetica e di potenziale di recupero sostenibile tramite UBEM;
- *abaco geografico*: raccoglie e riordina la conoscenza sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio su base spaziale GIS, favorendone la diffusione multi utente.

Lo strumento di rappresentazione e condivisione delle informazioni è basato su una infrastruttura web multi utente (portale dedicato), capace di coinvolgere i diversi tipi di attori interessati. Esso si configura come l’interfaccia che gli attori possono utilizzare per esplorare e consultare la base informativa, ma anche per fornire il proprio feedback e contributo nel rispetto dei rispettivi interessi e livelli di accesso. In via preliminare esso potrà comprendere: materiale documentale e informativo, i casi studio sviluppati, gli abachi degli elementi tipologico costruttivi ricorrenti, elenchi di interventi di efficientamento e pratiche virtuose realizzate, statistiche riassuntive e indici sullo stato delle prestazioni energetiche del patrimonio immobiliare, statistiche e dati sul monitoraggio dei consumi energetici e degli interventi realizzati sugli edifici pubblici. In questo modo si realizzerà una base informativa dinamica, che alimenta e aggiorna i suoi contenuti sulla base dell’interazione degli utenti del portale e con i dati ricavati dai sensori.

Oggetto della ricerca è quindi definire nel dettaglio le procedure e gli strumenti che collegano i diversi contenuti tematici (layer edifici pubblici, layer patrimonio edilizio, abaco geografico, layer di contesto, dati rilevati dai sensori) alla rappresentazione e interazione con gli attori locali attraverso il portale (Figura 2).

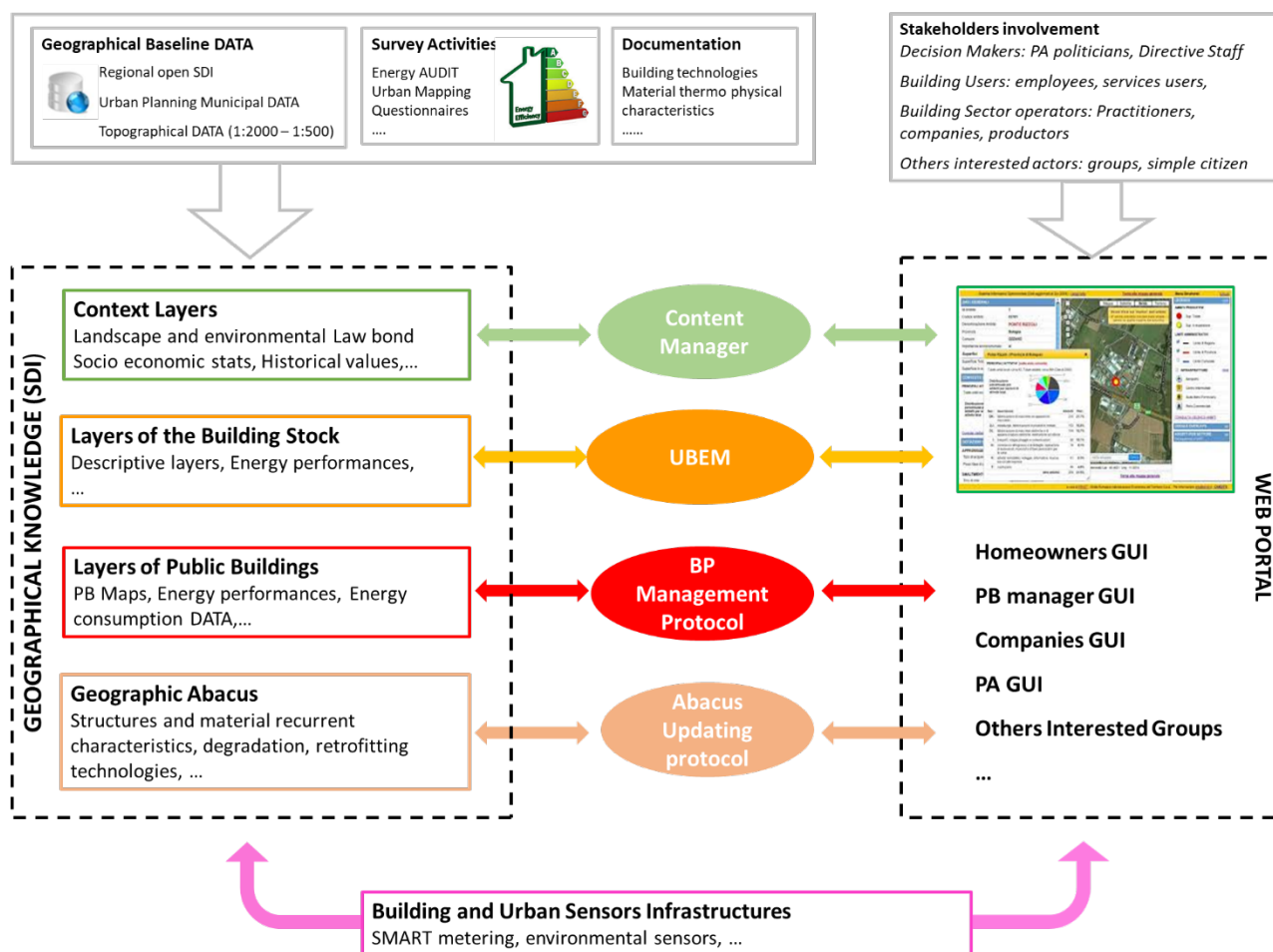


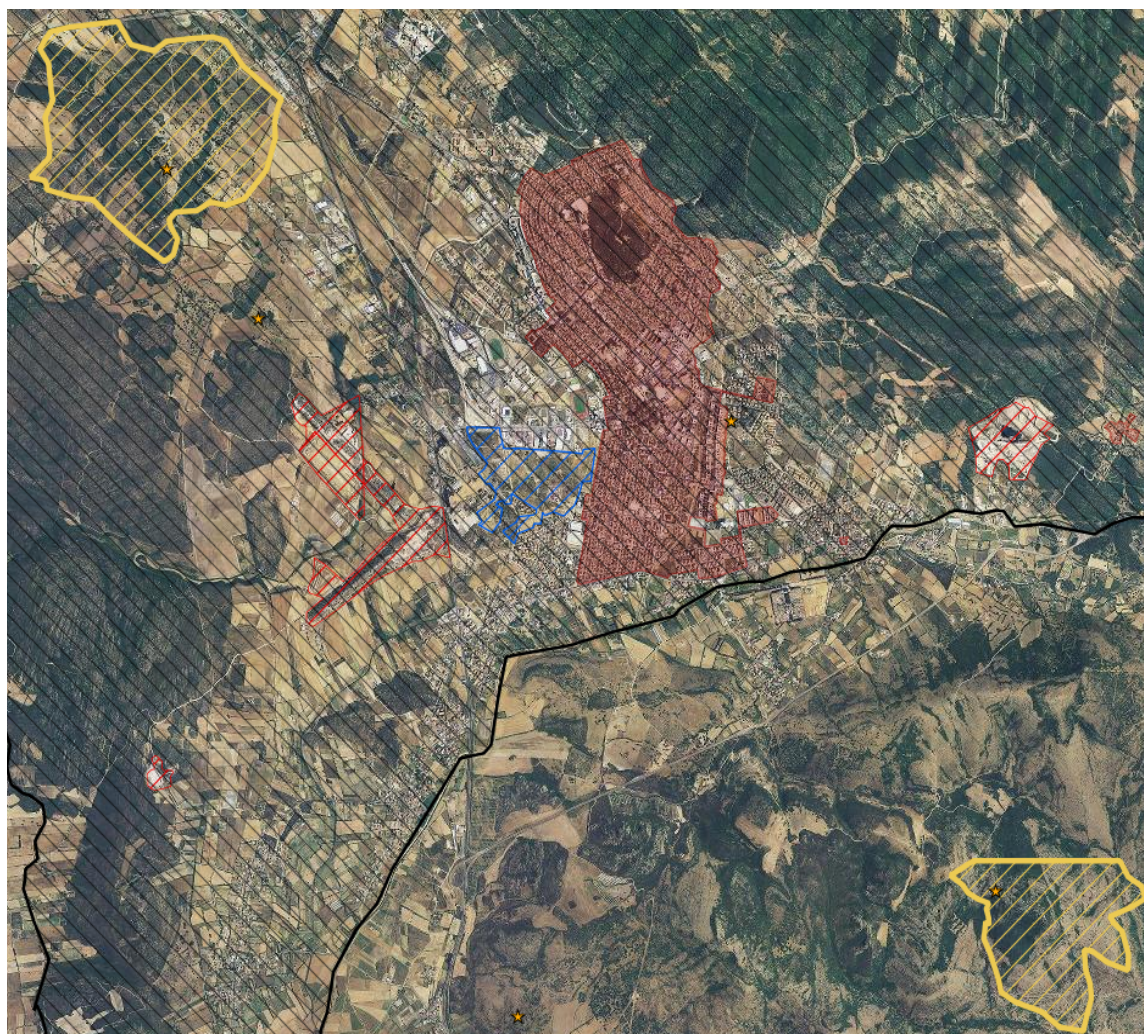
Figura 2 - Schema logico dello strumento

#### IL CASO STUDIO DI CARBONIA

Carbonia è una città di fondazione edificata durante il periodo fascista (1938) a supporto dell'attività mineraria della Grande Miniera di Serbariu. Si tratta di uno dei centri principali della Sardegna Sud – Occidentale (circa 28200 ab. ISTAT 2018), che, dopo la chiusura delle attività minerarie, è caratterizzato da una forte depressione economica e da una costante emorragia di popolazione delle classi di età giovanili (decremento annuo circa 0,5-1,0%). Il territorio è caratterizzato da una diffusa qualità paesaggistica e ambientale, che si combina con i segni della passata attività mineraria (Figura 3). Tutta l'area è considerata un bene identitario di insieme (area della Organizzazione Mineraria ex artt. 5 e 9 N.T.A del PPR2006) e la maggior parte del centro urbano ricade nel Centro di Antica e Prima Formazione (CAPF).

La quasi totalità del patrimonio edilizio risulta utilizzato (circa il 96%, ISTAT 2011) e di esso circa l'86% è residenziale. Più del 70% delle residenze è realizzato in muratura portante, e il 50% di esse è precedente al 1945 (ISTAT 2011), perciò può essere considerato storico. Vi è una bassa incidenza di abitazioni in proprietà (circa il 70% nel 2011 e il 60% nel 1991) in rapporto con la media regionale (circa 80% ISTAT 2011). Circa il 40% della popolazione (ISTAT 2011) risiede in edifici del nucleo di fondazione, ma la maggiore densità abitativa è presente lungo le direttrici sud – occidentale e sud - orientale e a nord ovest dove è presente il patrimonio edilizio più recente (figura 4). Nel complesso, il 20% degli edifici a uso residenziale versa in mediocri condizioni di conservazione, mentre la zona nord del CAPF mostra una forte incidenza di abitazioni vuote ed in cattivo stato. I caratteri costruttivi degli edifici della fondazione sono bene documentati [5] e l'amministrazione comunale è provvista di piani urbanistici con corpose parti conoscitive [6].

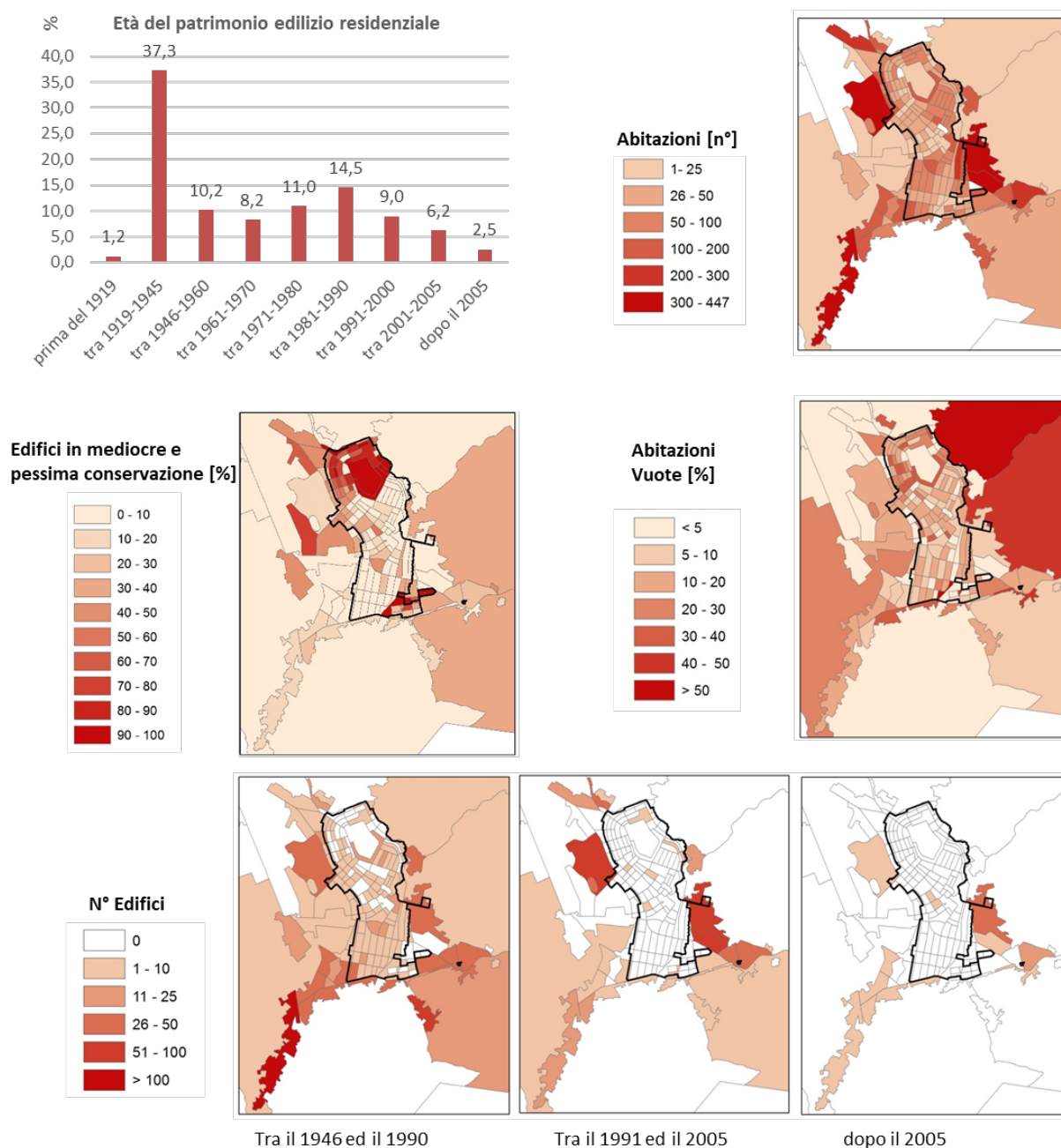
Il progetto prevede, nella sua globalità, che sul caso studio venga svolto un audit energetico semplificato (*diagnosi preliminare*) di alcuni edifici campione presi per intervallo di età (Figura 4) e per tipologia edilizia finalizzate a esplicitare le caratteristiche ricorrenti. Lo studio degli edifici pubblici si baserà sulla documentazione resa disponibile dalla Amministrazione Comunale e su audit più approfonditi (*diagnosi standard*) di alcuni edifici rappresentativi. In questo caso l'approccio sarà indirizzato a sperimentare una metodologia per ricavare un profilo informativo minimo, definito per tipo di uso dell'edificio, basato su una procedura standard di diagnosi energetica e sulla impostazione di semplici sistemi di monitoraggio dei consumi (energy data harvesting) e di coinvolgimento dei fruitori dell'edificio.



|                                          |                                                          |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                          | Historical mining settlement (ex art. 5, 9 NTA PPR 2006) |
|                                          | Historical centre of the city (2012-17)                  |
|                                          | Landscape good (ex art. 143)                             |
| <i>Mining Sites</i>                      |                                                          |
|                                          | Quarries                                                 |
|                                          | Mines                                                    |
| <i>Landscape goods (ex art. 136-142)</i> |                                                          |
|                                          | Archeological goods                                      |
|                                          | Architectural goods                                      |



Figura 3 - Contesto Paesaggistico (dati Geo Portale RAS: <http://www.sardegna geoportale.it/>)



| Anno costruzione              | Descrizione tipologia                                                                                                                  | Localizzazione                                                                               |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>prima del 1919</i>         | Case tradizionali realizzate con materiale lapideo locale e terra cruda                                                                | sono presenti alcuni esempi nella zona sud del centro urbano e nelle campagne                |
| <i>tra il 1919 ed il 1945</i> | Sono le tipologie di case realizzate per la fondazione della città                                                                     | Prevalentemente ricomprese nel CAPF                                                          |
| <i>tra il 1946 ed il 1990</i> | È un gruppo eterogeneo per materiali (muratura portante, strutture in CA,..) e tipologie edilizie (villette, edifici multilivello, ..) | Si concentrano nella parte sud della Città ma sono presenti un po' in tutto il centro urbano |
| <i>tra il 1991 ed il 2005</i> | Si tratta principalmente dei quartieri nuovi della città.                                                                              | Si concentrano su due aree specifiche della città a sud - est e nord - ovest del CAPF        |
| <i>dopo il 2005</i>           | edifici nuovi con performance energetiche comparabili agli standard attuali                                                            | Contano pochissimi esempi nelle zone a sud-est del CAPF.                                     |

**Figura 4 - Sintesi dell'analisi del patrimonio edilizio ((elaborazione dati Cens. Pop ISTAT 2011)**

## ATTIVITÀ SVOLTE

L'attività di ricerca svolta in questo anno ha portato a tracciare il contesto teorico della ricerca e a definirne l'approccio metodologico generale. Dopo un discorso introduttivo sulla complessità del processo di recupero ed efficientamento energetico del patrimonio immobiliare, che ha portato a inquadrare le principali barriere alla diffusione delle nuove tecnologie, si sono presentati gli approcci del paradigma della SMART City e delle strategie Comunitarie.

Lo stato dell'arte è stato particolarmente indagato per ciò che riguarda gli approcci tipologici e lo sviluppo di strumenti di Urban Building Energy Modelling (UBEM) a supporto del processo urbano di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio. A tal riguardo si sono illustrati gli approcci ricorrenti attraverso una ricognizione della letteratura e si è sviluppata una metodologia analitica di studio che è stata utilizzata per alcuni casi specifici che possono essere di indirizzo alla impostazione della metodologia.

Dopo aver definito un quadro rappresentativo degli approcci più diffusi all'UBEM, si è approfondito lo schema concettuale della metodologia, esplicitandone per ogni sua parte i contenuti e i requisiti generali e sottolineando le criticità a cui la ricerca dovrà dare una risposta.

Infine si è presentato il caso studio di Carbonia tramite l'analisi dei dati disponibili come OPEN data finalizzata a costruire la conoscenza di sfondo necessaria allo sviluppo del progetto e a individuare le principali criticità della baseline informativa del contesto.

L'approccio metodologico proposto è coerente con la letteratura disciplinare, può essere inquadrato come uno strumento di supporto alla impostazione dei processi di coinvolgimento e di creazione della conoscenza condivisa costitutivo delle componenti soft della SMART City. Esso costituisce uno strumento di SMART Planning, in quanto coinvolge la dimensione strategica della Governance Urbana, è principalmente basato sul riutilizzo del patrimonio informativo aperto (Open Data) disponibile presso le istituzioni nazionali e presso l'amministrazione locale e integra moderne infrastrutture di sensoristica applicate agli SMART Buildings finalizzate a completare il quadro conoscitivo e a garantirgli la dinamicità necessaria per supportare attività di monitoraggio rivolta principalmente agli edifici pubblici.

L'impostazione della metodologia generale ha permesso di individuare le macro attività in cui articolare la ricerca nei prossimi anni e di stabilirne i contenuti disciplinari:

- *Definizione dei layers del contesto*, studio e rappresentazione degli elementi del contesto urbano che possono influenzare le possibilità di recupero sostenibile del patrimonio;
- *Definizione dei layers degli edifici pubblici (scuole, uffici, edilizia residenziale pubblica, ...)*, dove l'obiettivo principale è supportare la PA nella gestione energetica di qualità dell'edificio e supportare i progettisti tramite linee guida e strumenti (BIM);
- *Definizione dei layers del patrimonio edificato*, dove si rappresenta il patrimonio edilizio con approcci GIS nelle sue caratteristiche di efficienza energetica e di potenziale di recupero sostenibile tramite UBEM;
- *Definizione dell'Abaco Geografico*, che raccoglie e riordina la conoscenza sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio su base spaziale (GIS), favorendone la diffusione anche ad una utente non tecnico;
- Sviluppo di una rete mesh di sensori innovativi, a supporto del processo di recupero ed efficientamento energetico del patrimonio edilizio pubblico, adottando approcci di "Energy Visualisation", SMART Building e Building Automation.

La presentazione del caso studio delle città di Carbonia, basato sulla analisi preliminare del contesto, ha contribuito a individuare i punti di forza e le criticità dei dati disponibili al fine di indirizzare le future attività di rilievo e analisi dei dati e la struttura stessa della metodologia. Tale studio si è concentrato su due finalità complementari ma differenti. Da una parte si sono valutati la struttura e i contenuti della baseline conoscitiva, ottenibile da elaborazioni speditive sugli Open Data disponibili per il territorio comunale e più in generale per il contesto Sardo, finalizzata allo sviluppo dei dettagli della metodologia. Dall'altra parte si è iniziata a costruire la conoscenza del contesto che permette di sintetizzare i contenuti disciplinari dell'Abaco Geografico. Nello specifico si è valutato se i dati raccolti sono sufficienti per la tipizzazione del patrimonio edilizio locale finalizzata alla impostazione dell'UBEM e dell'Abaco Geografico.

## CONCLUSIONI

L'attività di ricerca svolta nella presente annualità ha portato a tracciare il contesto teorico della ricerca e a definirne l'approccio metodologico generale.

Dopo un discorso introduttivo sulla complessità del processo di recupero ed efficientamento energetico dell'immobiliare, che ha consentito di inquadrare le principali barriere alla diffusione delle nuove tecnologie, si sono presentati gli approcci del paradigma della SMART City e delle strategie Comunitarie.

Lo stato dell'arte è entrato poi più nel dettaglio degli approcci tipologici e nello sviluppo di strumenti di Urban Building Energy Modelling (UBEM) a supporto del processo urbano di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio. A tal riguardo si sono analizzati gli approcci ricorrenti attraverso una ricognizione in letteratura e lo studio di alcuni casi specifici, che possono essere di indirizzo alla impostazione della metodologia.

L'approccio metodologico proposto è coerente con la letteratura disciplinare, può essere inquadrato come uno strumento di supporto alla impostazione dei processi di coinvolgimento e di creazione della conoscenza condivisa, costitutivo delle componenti soft della SMART City. Esso può essere definito come uno strumento di SMART Planning, in quanto coinvolge la dimensione strategica della Governance urbana, è principalmente basato sul riutilizzo del patrimonio informativo aperto Open Data disponibile presso le istituzioni nazionali e presso l'amministrazione locale e prevede lo sviluppo di infrastrutture di sensoristica applicate agli SMART Buildings finalizzate a completare il quadro conoscitivo.

L'impostazione della metodologia generale ha permesso di individuare le macro attività in cui articolare la ricerca nelle prossime due annualità e di stabilirne i contenuti disciplinari:

- *Definizione dei layers del contesto*, studio e rappresentazione degli elementi del contesto urbano che possono influenzare le possibilità di recupero sostenibile del patrimonio;
- *Definizione dei layers degli edifici pubblici*, con l'obiettivo principale di supporto alla PA nella gestione energetica di qualità dell'edificio e ai progettisti tramite linee guida e strumenti (BIM);
- *Definizione dei layers del patrimonio edificato*, dove il patrimonio edilizio viene rappresentato tramite approcci GIS nelle sue caratteristiche di efficienza energetica e di potenziale di recupero sostenibile tramite UBEM;
- *Definizione dell'Abaco Geografico*, che raccoglie e riordina la conoscenza sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio su base spaziale, favorendone la diffusione multiutente;
- Sviluppo di una rete mesh di sensori innovativi, a supporto del processo di recupero ed efficientamento energetico del patrimonio edilizio pubblico tramite approcci di Energy Visualisation, SMART Building e Building Automation.

## ANALISI PRELIMINARE DEL CASO STUDIO DI CARBONIA

La presentazione del caso studio di Carbonia, basato sulla analisi preliminare del contesto, ha contribuito a individuare i punti di forza e le criticità dei dati disponibili, al fine di indirizzare le future attività di rilievo e analisi dei dati e la struttura stessa della metodologia. Tale studio si è concentrato su due finalità complementari, ma differenti: da una parte valutare la struttura e i contenuti della baseline conoscitiva, finalizzata allo sviluppo dei dettagli della metodologia, e dall'altro iniziare a costruire la conoscenza del contesto per sintetizzare i contenuti disciplinari dell'Abaco Geografico. Nello specifico si è effettuata una valutazione sulla quantità e qualità dei dati disponibili ai fini della tipizzazione del patrimonio edilizio locale e alla impostazione dell'UBEM e dell'Abaco Geografico.

## VALUTAZIONE DEI DATI GEOMETRICI

I dati geometrici di base sono riferiti alla forma dell'involucro esterno degli edifici ed alla loro localizzazione nell'ambiente urbano, possono principalmente essere desunti dal Data Base GeoTopografico (DBGT) dei centri urbani reso disponibili dalla Regione Sardegna per quasi tutti i nuclei dell'isola. Si tratta di una base topografica (in scala 1:2000 o più di dettaglio) strutturata coerentemente con le direttive INSPIRE che oltre all'impronta degli edifici contiene i dati sulle altezze (gronda, colmo, base) ed altri strati conoscitivi di utilità per gli studi sull'ambito urbano. Tale base topografica è sufficiente ad impostare il City Box model (LoD 1) che costituisce l'informazione geometrica minima per lo sviluppo di un approccio di UBEM.

Il DBGT contiene una gran quantità di altre informazioni che possono esser utilizzate nell'ambito dello sviluppo di un UBEM e per lo sviluppo di altri studi anche con finalità non strettamente legate alla efficienza energetica. Tra tutti è di particolare interesse il DB spaziale di tutti gli indirizzi, utile per legare informazioni di diverso tipo eventualmente disponibili per unità immobiliare e sviluppare altri studi di estrazione multidisciplinare. Il SITR della RAS mette anche a disposizione i modelli digitali del terreno in formato Raster2.5d (DSM, DTM, DSM edifici) con griglie di diversa precisione (1m, 5m 10m)<sup>1</sup> che sono la base per la valutazione del potenziale delle tecnologie solari in ambito urbano esplicitandone il potenziale teorico, tecnico e sfruttabile. Per il comune Carbonia sono disponibili i modelli Raster con tutte le precisioni.

Le informazioni mancanti nel DBGT, relative alla articolazione delle proprietà e al numero e destinazione d'uso delle unità immobiliari presenti all'interno dei corpi edilizi, sono reperibili nella Mappa Urbana del Nuovo Catasto Edilizio Urbano (NCEU). La Mappa Urbana del NCEU è costituita dall'unione delle footprint degli edifici ricavate da un rilievo topografico di dettaglio sub metrico utilizzato per definire le proprietà dei terreni e degli immobili a fini fiscali. Per quanto tale dato sia teoricamente molto accurato, spesso le geometrie sono affette da mancanze e imprecisioni. Tuttavia è possibile, tramite confronto tra la Mappa Urbana e altre fonti di dati spaziali comunemente disponibili, riconoscere l'articolazione degli edifici. Si può così raffinare la rappresentazione delle Unità Edilizie comprendente anche gli aspetti relativi alla proprietà, ossia ai corpi di fabbrica soggetti a una gestione unitaria. Attraverso i riferimenti catastali si possono collegare agli elementi spaziali le informazioni sintetiche contenute nelle Visure Catastali ossia le categorie catastali d'uso, numero di unità immobiliari, superfici catastali e/o numero di vani. Le categorie catastali sono piuttosto articolate e basate sulla redditività dell'uso dell'immobile (per dettagli si rimanda all'elenco completo<sup>2</sup>), tuttavia si può definire una matrice di corrispondenza con i tipi di edificio proposti dalla normativa di riferimento per i calcoli energetici (DPR 412/93 e s. m. i. La corrispondenza tra le due classificazioni non è perfetta, in quanto le categorie catastali prevedono casi molto più vari e non pertinenti. In ambito urbano, dove la maggioranza degli edifici sono adibiti ad abitazione o ad altri usi affini per le finalità di un calcolo energetico, si può forzare una corrispondenza.

La struttura dei dati catastali è la stessa in tutto il territorio nazionale, perciò è possibile definire procedure per ricavare i dati di interesse per lo sviluppo della metodologia in maniera automatizzata, impostano anche degli algoritmi per la tutela delle informazioni sensibili.

#### VALUTAZIONE DEI DATI SUL PATRIMONIO EDILIZIO

La tipizzazione del patrimonio edilizio richiede la costruzione di una solida conoscenza dei caratteri costruttivi e architettonici del contesto, basata sulla osservazione dei luoghi, sullo studio dei dati documentali e sull'analisi dei dati statistici e geografici disponibili. Gli elementi che caratterizzano la parte fisica del patrimonio edilizio possono essere convenzionalmente suddivisi nelle dimensioni spaziali e geometriche, nella componente materico-strutturale e negli elementi impiantistici.

Per le sue particolarità di città di fondazione, Carbonia è un contesto molto studiato, soprattutto per quanto riguarda la parte legata all'architettura razionalista, inoltre le fonti di dati statistici nazionali e regionali sono in grado di tracciare in maniera abbastanza chiara le dinamiche che riguardano il processo di efficientamento del patrimonio edilizio, perciò si può concludere che la base conoscitiva documentale può essere considerata sufficiente alla impostazione generale dei contenuti e allo studio propedeutico alla tipizzazione del patrimonio.

Tuttavia lo sviluppo di un UBEM richiede generalmente di legare le informazioni tipologico-costruttive a elementi spaziali specifici, generalmente coincidenti con il singolo edificio, dettaglio spaziale che i dati disponibili generalmente non supportano. La maggior parte delle fonti di dati statistici aperti sul patrimonio edilizio è riferita alla scala comunale (CPA ISTAT 2001, 2011) e le statistiche sugli interventi di efficientamento (ENEA GSE) e i consumi (energie elettrica e prodotti petroliferi) sono diffusi con dettaglio massimo tra il regionale e il provinciale. Le fonti di informazione aperte aventi il dettaglio spaziale sub-comunale, utile allo sviluppo della metodologia, sono principalmente i dati contenuti nelle sezioni censuarie (Censimento

---

<sup>1</sup><http://www.sardegnageoportale.it/areetematiche/modellidigitalidielevezione/>

<sup>2</sup><https://www.catasto.it/categorie.html>

Popolazione e Abitazioni ISTAT 2011) e la base conoscitiva degli strumenti urbanistici locali (PUC e PPCS). Un aspetto prettamente tecnico, che limita l'utilizzo del patrimonio informativo contenuto negli strumenti di piano, è che l'amministrazione comunale ha diffuso le informazioni cartografiche in formati non facilmente utilizzabili per analisi spaziali e rielaborazioni e perciò non sono da considerarsi una dato aperto a tutti gli effetti.

Lo studio preliminare dei dati disponibili ha potuto evidenziare i punti di forza e debolezza degli Open Data nella tipizzazione delle caratteristiche materico strutturali e tecnologiche impiantistiche del patrimonio edilizio mostrando come per lo sviluppo della metodologia sia necessario impostare una attività di rilievo coerente con le risorse disponibili.

La componente materico strutturale, ossia l'involucro edilizio, è quella meglio descrivibile con i dati disponibili: nel centro della Fondazione la conoscenza di base del PPCS fornisce un prospetto articolato dei tipi edilizi razionalisti presenti e una individuazione spaziale al dettaglio del singolo edificio. Inoltre i manuali del recupero danno un quadro molto chiaro delle tecnologie costruttive storiche presenti e delle possibili azioni di riqualificazione degli edifici. Tuttavia tale dettaglio sulle tecniche costruttive riguarda solo gli edifici della fondazione e non quelli più recenti, seppure presenti anche all'interno del perimetro del PPCS. Per descrivere le aree esterne al centro di fondazione, ossia le espansioni successive al 1950, si può fare ricorso alle statistiche sugli edifici e sulle abitazioni contenute nelle sezioni censuarie (CPA ISTAT 2011) e sulla classificazione dei tessuti urbani contenuta nella base conoscitiva del PUC, che ha il dettaglio dell'isolato compatibile con le sezioni censuari ISTAT. I tessuti urbani delle espansioni pianificate (zone C del PUC) mostrano tipologie di edifici molto riconoscibili e le caratteristiche costruttive possono essere desunte dalla documentazione progettuale dei piani di lottizzazione, presumibilmente disponibili presso l'amministrazione comunale. Le aree di completamento non regolate da piani specifici (Zone B del PUC) mostrano edifici di diversa natura, dai quali non è facile ricavare le caratteristiche strutturali con una semplice osservazione esterna. I dati sulle epoche di costruzione e le caratteristiche delle abitazioni (note per le sezioni censuarie) sono di indirizzo per impostare uno studio dei tipi edilizi a scala di isolato, tuttavia si sono già evidenziate incoerenze tra lo stato dei luoghi e i dati riportati, legati alla non perfetta coincidenza del concetto di edificio residenziale tra quella utilizzata per il rilievo ISTAT (2011) e quella necessaria per la modellazione energetica. Si renderà perciò necessario effettuare una campagna di indagine volta a chiarire la natura degli involucri di alcune tipologie di edifici molto diffuse (prevalentemente edifici isolati multi familiari e due livelli fuori terra) nelle zone di edilizia non pianificata, che mostrano una attività edificatoria che interessa pressoché tutti gli intervalli temporali riportati dal censimento ISTAT. L'obiettivo è esplicitare le caratteristiche ricorrenti della componente materico strutturali degli involucri edilizi per le tipologie di edifici rilevate nel contesto riferendole all'anno di costruzione.

Per quanto riguarda la componente impiantistica non si sono potuti ottenere dati di scala inferiore a quella comunale diffusa nel CPA 2011 (ISTAT). Si noti che i dati sugli impianti rilevati durante il Censimento sono stati diffusi al più a livello comunale, perciò non sono compresi nelle sezioni censuarie. I dati sugli interventi di efficientamento energetico si fermano al massimo dettaglio provinciale, assolutamente non utilizzabile per il tipo di studio che si sta impostando, se non come riferimento generale.

Si è provveduto perciò a fare richiesta di accesso alle informazioni di alcuni data base pubblici non aperti gestiti su base regionale e nazionale, al duplice scopo di perfezionare la conoscenza e definire il dettaglio massimo eventualmente raggiungibile nel rispetto delle normative della privacy e dei regolamenti degli enti responsabili del dato. Per lo sviluppo della metodologia è comunque opportuno impostare e sperimentare una metodologia di rilievo e profilazione delle caratteristiche ricorrenti della componente tecnologico impiantistica del patrimonio edilizio.

#### VALUTAZIONE DEI DATI USO DEL PATRIMONIO

Le modalità d'uso del patrimonio edilizio, ossia la componente riferita al fattore umano che influenza la performance energetica del sistema edificio – impianto, è la meno rappresentata nei dati disponibili. Tale componente, al contrario, prende parte a vario titolo alle procedure di calcolo di prestazione energetica ed è fondamentale nello sviluppo di approcci volti alla stima dei consumi. I seguenti aspetti dovranno essere approfonditi e definiti con una appropriata attività di rilievo, al fine di ricavare i profili d'uso locali ricorrenti:

- profilo di presenza e d'uso degli ambienti;
- profilo di utilizzo e regolazione degli impianti;
- profilo microclimatico interno;
- profilo dei consumi per vettore energetico e per servizio.

Il profilo demografico può essere una base iniziale per definire il profilo d'uso, tuttavia esso è disponibile dettagliato alla sezione censuaria solo per il 2011 (CPA ISTAT 2011), mentre il dato dinamico con aggiornamento semestrale è diffuso solo su base comunale. Per quanto riguarda i consumi, i dati diffusi in formato aperto sono solo a scala regionale. Tuttavia il dettaglio rimane non sufficiente alla tipizzazione del patrimonio ma probabilmente più adatto alla fase di validazione del modello.

Per un approfondimento maggiore dell'argomento si veda il report *"Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie"*

- Autori – Stefano Pili, Eusebio Loria, Francesca Poggi, Caterina Frau
- **RdS/PTR2019/040**

## 2.2 WP1 - LA 1.29 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno

Le attività di comunicazione e diffusione dei risultati raggiunti nelle attività di ricerca sull'efficienza energetica sono parte integrante del progetto. La condivisione dei risultati è da considerare strumentale al raggiungimento del pieno successo del progetto. L'obiettivo è favorire e consolidare un riscontro positivo alle attività svolte dalla Società, che vada oltre i consessi specialistici e si apra anche ad un pubblico sprovvisto di competenze tecniche. Nel perseguire tale obiettivo, la strategia adottata mira a promuovere le attività del progetto specifico in modo coordinato con gli altri progetti portati avanti dalla Società; consentendo di ampliare e diversificare il pubblico di riferimento oltreché indirizzarlo su attività e tematiche distinte - sia attraverso la pubblicazione di articoli, sia attraverso una variegata offerta formativa rivolta sia a studenti universitari che delle scuole elementari, medie e superiori. Per migliorare la propria capacità di informare e porsi come punto di riferimento sui temi legati all'efficientamento energetico, alla ricerca e alle tecnologie sviluppate in questo campo, la Società ha proseguito le attività informative sui vari media, avviando campagne promozionali e utilizzando in modo più penetrante i social network associati ai siti.

Nel corso dell'anno 2019 le attività di comunicazione e diffusione dei risultati a supporto delle attività relative all'efficientamento energetico hanno riguardato in particolare: la pubblicazione di articoli di taglio volutamente divulgativo, sul sito aziendale e sul magazine digitale in lingua inglese "Only Natural Energy - ONE" (Figura 5 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**); la partecipazione a conferenze di interesse specifico a livello nazionale e regionale; la prosecuzione del progetto ZoE (Zero Emissioni) per la divulgazione scientifica a favore di scuole, associazioni culturali e cittadinanza; la partecipazione alle manifestazioni "La Festa del Patrimonio" e "La notte dei ricercatori" con apertura del Centro Ricerche ai visitatori.



Figura 5 - Magazine digitale ONE-Only Natural Energy

### Pubblicazione articoli

Sui temi legati all'efficienza energetica, all'innovazione sociale e tecnologica nel settore oltreché al contributo che può essere dato nella mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, sono stati pubblicati sulla rivista digitale Only Natural Energy (ONE) i seguenti articoli di produzione propria:

- Articolo di Loria Eusebio, pubblicato nel numero gennaio-marzo 2019, dal titolo **"Cyber-crime is smarter than energy"**.
- Articolo di Jez Abbott, pubblicato nel numero aprile-giugno 2019, dal titolo **"The Green New Deal as a catalyst for smoothing out social inequality"**.
- Articolo di Toby Lockwood, pubblicato nel numero aprile-giugno 2019, dal titolo **"Generations arm wrestling for climate"**.
- Articolo di Lenore Hitchler, pubblicato nel numero luglio-settembre 2019, dal titolo **"The long road towards a more environmental energy system"**.
- Articolo di Eusebio Loria, pubblicato nel numero ottobre-dicembre 2019, dal titolo **"The archipelagic energy structure of the Philippines"**.
- Articolo di Gianni Serra, pubblicato nel numero ottobre-dicembre 2019, dal titolo **"Teen Air"**.

Attingendo dalla rassegna stampa internazionale, sono stati selezionati i più interessanti contributi pubblicati da riviste del settore, tra cui:

- Articolo di John Vidal (Ensia.com) pubblicato il 14 gennaio 2019, dal titolo **“Is clean energy funding from the UN’s green climate fund and other sources going where it’s needed most?”**.
- Articolo di Frank Rossi (Energy News) pubblicato il 12 febbraio 2019 dal titolo **“How Minnesota could economically reach 70 percent renewable electricity”**.
- Articolo di Emiliano Bellini (PV-Magazine) pubblicato il 26 febbraio 2019 dal titolo **“South African renewables may be boosted by plan to privatize utility”**.
- Articolo di Terence Creamer (Creamer Media’s Engineering News) pubblicato il 1 marzo 2019 dal titolo **“New statistics point to renewables playing a role in load-shedding mitigation”**.
- Articolo di Nate Berg (Ensia.com) pubblicato il 15 aprile 2019 dal titolo **“With no upfront costs, this innovative financing tool makes energy efficiency affordable to all”**.
- Articolo di Neela Banerjee (Inside Climate News) pubblicato il 7 novembre 2019 dal titolo **“Nobel Prize in Chemistry Honors 3 Who Enabled a ‘Fossil Fuel-Free World’ — with an Exxon Twist”**.
- Articolo di Edd Gent (Singularity Hub) pubblicato il 6 dicembre 2019 dal titolo **“How Cheap Must Batteries Get for Renewables to Compete With Fossil Fuels?”**.
- Articolo di Sarah Wessler (Yale Climate Connections) pubblicato il 16 dicembre 2019 dal titolo **“Rising demand for air conditioning could make climate change even worse”**.

Sul sito aziendale è stato pubblicato l’articolo **“Riqualificazione energetica intelligente per Carbonia”** sulla definizione di un metodo di studio per la pianificazione di attività di recupero e efficientamento del patrimonio edilizio, considerando come laboratorio iniziale la città di Carbonia, fondata nel 1938 e caratterizzata da una percentuale di costruzioni di proprietà pubblica fra le più alte di Italia.

### Progetto ZoE

Il Progetto Zoe è un’iniziativa rivolta agli studenti delle scuole elementari, medie e superiori nell’ambito del programma di attività “Sotacarbo per le scuole” ed è articolato in più percorsi di “animazione energetico-ambientale” in base all’età dei partecipanti. Anche in questa annualità ha contribuito a diffondere, nelle 33 classi incontrate, maggiore consapevolezza sul cambiamento climatico e sull’importanza del ruolo di alcune tecnologie, tra cui l’efficientamento energetico nel settore edilizio e l’utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, nella mitigazione del problema (Figura 6).



**Figura 6 - Laboratorio Sota Energy House**

### Altri eventi divulgativi

Nel 2019 Sotacarbo ha partecipato alla **Festa del Patrimonio (18-19 maggio)**, seconda edizione dell’evento organizzato dal Comune di Carbonia, e per il quinto anno consecutivo alla manifestazione **“La Notte dei Ricercatori” (27 settembre)** con l’obiettivo di avvicinare i ricercatori al pubblico, mostrando l’impatto della ricerca sulla vita quotidiana con strumenti di comunicazione informale e coinvolgente.

### Siti web e social network

Siti web aziendali e social network sono strumenti essenziali per il perseguimento di obiettivi generali di diffusione e disseminazione scientifica dei progetti aziendali. Entrambi gli strumenti hanno ruolo attivo nella promozione delle attività realizzate in questi anni dall'azienda. Nel periodo gennaio-dicembre 2019 il sito [www.sotacarbo.it](http://www.sotacarbo.it) ha registrato 3150 utenti e 23700 visualizzazioni mentre il sito web [www.onlynaturalenergy.com](http://www.onlynaturalenergy.com), rispettivamente, 8050 utenti e 12700 visualizzazioni delle pagine. L'attività di pubblicizzazione nei canali social dei contenuti ha avuto un sensibile impatto sul numero di visite ai siti garantendo il 7,3% e il 5,7 % delle acquisizioni, rispettivamente, del dominio Sotacarbo e di quello ONE. Nel periodo 23-31 dicembre 2019 sono state attivate campagne di marketing sui social network (Facebook, LinkedIn e Twitter), i cui risultati sono stati positivi, in considerazione dei commenti sui contenuti sponsorizzati. L'efficientamento energetico a livello urbano viene percepito come un intervento fondamentale da attuarsi in maniera organica, considerando che tutti i fattori e non solo quelli edilizi (tra cui il comfort e la salubrità dell'aria) hanno un forte impatto sulla qualità abitativa.

### CONCLUSIONI

Nel campo delle attuali sfide urbane e ambientali, uno degli obiettivi della Società consiste nel promuovere ad un livello più ampio possibile lo scambio di conoscenze tra ricercatori, professionisti e istituzioni ma soprattutto cittadinanza. La strategia di comunicazione e diffusione adottata ha consentito di consolidare e in alcuni casi accrescere la visibilità delle attività svolte sia in ambito comunale che regionale. L'apertura del centro ricerche, l'attività ludico-didattica rivolta alle scuole, insieme al contributo dei siti web e dei social network, hanno orientato l'attenzione sul cittadino, inteso come portatore attivo del cambiamento in continua evoluzione nel settore dell'efficientamento energetico. Il coinvolgimento del cittadino e delle amministrazioni è un fattore essenziale nella progettazione delle future attività di comunicazione e diffusione dei risultati a sostegno delle prossime attività di ricerca che mirano a trasformare gli insediamenti urbani in innovativi e sostenibili.

Per un approfondimento maggiore dell'argomento si veda il report *"Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotacarbo su Efficientamento energetico – l'anno"*

- Autori – Eusebio Loria
- **RdS/PTR2019/041**

#### PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE E PARTECIPAZIONE A CONVEGNI

Nel corso del periodo dal 01.01.2019 al 31.12.2019 sono state presentate le seguenti memorie correlate con l'attività scientifica svolta nell'ambito del progetto:

- Stefano Pili, Francesca Poggi, Eusebio Loria, Caterina Frau, **Uno strumento di supporto alla costruzione della conoscenza per l'efficientamento energetico ed il recupero sostenibile del patrimonio edilizio. Il caso studio della Città di Carbonia**, XXII Conferenza SIU Società Italiana degli urbanisti - L'urbanistica italiana di fronte all'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile: Portare territori e comunità sulla strada della sostenibilità e della resilienza (Bari - Matera, 5-6-7 giugno 2019) (in pubblicazione sulla rivista Planum, The Journal of Urbanism).
- Stefano Pili, Francesca Poggi, Eusebio Loria, Caterina Frau, **A Smart Planning tools for the valorisation of the Carbonia's building heritage via an energy retrofitting based approach**, International Conference on Innovation in Urban and Regional Planning, INPUT aCademy 2019, (Cagliari, 24-26 giugno 2019).
- Stefano Pili, Francesca Poggi, Eusebio Loria, Caterina Frau, **The Influence of building use on the definition of energy retrofitting strategies. An expository public building case study**, 51° Convegno Internazionale AiCARR, Aspetti umani e comportamentali nella prestazione energetica degli edifici (San Servolo, Venezia, 20-22 febbraio 2019).

Nell'ambito del progetto la società ha partecipato ai seguenti convegni:

- **XXII Conferenza SIU Società Italiana degli urbanisti - L'urbanistica italiana di fronte all'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile: Portare territori e comunità sulla strada della sostenibilità e della resilienza (Bari - Matera, 5-6-7 giugno 2019)**. La conferenza ha approfondito la questione delle responsabilità, delle competenze e degli strumenti dell'Urbanistica Italiana di fronte alle sfide lanciate dagli obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals – SDGs) dell'Agenda ONU-2030, partendo dall'obiettivo 11 ossia "Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili".
- **International Conference on Innovation in Urban and Regional Planning, INPUT aCademy 2019, (Cagliari, 24-26 giugno 2019)**. La conferenza ha incoraggiato la discussione sulle principali sfide urbane e ambientali attualmente in gioco nel campo dell'efficientamento edilizio promuovendo lo scambio di conoscenze tra ricercatori, professionisti, amministratori pubblici e tecnici. L'evento ha fornito approfondimenti su metodologie, strumenti ed esperienze di pianificazione territoriale innovativi basato su un approccio completo e integrato.
- **Sardinian Job Day (Cagliari, 24-25 gennaio 2019)**. Nel corso dell'evento, organizzato dall'Agenzia Sarda per Politiche Attive del Lavoro (Aspal), Sotacarbo ha presentato le attività divulgative orientate al mondo della scuola, con una proposta formativa a 360 gradi, che va a coinvolgere gli studenti delle scuole primarie, secondarie e gli universitari. L'edizione 2019 è stata incentrata sull'innovazione digitale e sull'incidenza dei processi di trasformazione tecnologica nell'organizzazione del lavoro e nelle professioni. L'evento è stato anche un momento di incontro con altre realtà imprenditoriali che operano nel settore dell'efficienza energetica.
- **51° Convegno Internazionale AiCARR, Aspetti umani e comportamentali nella prestazione energetica degli edifici (San Servolo, Venezia, 20-22 febbraio 2019)**. Il tema centrale ha messo in evidenza l'integrazione tra dimensione umana ed edificio e l'importanza delle variabili comportamentali come elemento chiave per definire la prestazione energetica di un immobile.
- **Sinnova 2019: il cittadino protagonista dell'innovazione (Cagliari, 3-4 ottobre 2019)**. "Sa Manifattura" di Cagliari (l'ex Manifattura Tabacchi), luogo simbolo della creatività e dell'innovazione, ha ospitato, dal 3 al 4 ottobre 2019, SINNOVA, il Salone dell'Innovazione al servizio dell'impresa in Sardegna. L'evento, organizzato da Sardegna Ricerche in collaborazione con l'Assessorato regionale della Programmazione, ha visto la partecipazione di circa 2500 visitatori.

La Società ha partecipato inoltre a vari seminari e workshop su argomenti affini al tema di ricerca tra cui:

- l'integrazione delle tecnologie dell'idrogeno nelle microreti, organizzato da Sardegna Ricerche;

- le tecnologie, i materiali e i campi di impiego dei sistemi di accumulo dell'energia termica, organizzato da Sardegna Ricerche;
- la presentazione dello studio preliminare per lo sviluppo della Smart Grid comunale di Benetutti, organizzata dal Comune di Benetutti, con la collaborazione della Piattaforma Energie rinnovabili di Sardegna Ricerche e dell'Università di Cagliari;
- la disciplina dell'Informatica Urbana ovvero l'acquisizione, il trattamento e i metodi statistici di analisi dei Big data, organizzato da CRS4 e Università di Cagliari.

### 3 Principali soggetti esterni coinvolti

Durante il primo anno di attività sono state attivate delle consulenze per la stesura di articoli pubblicati nella rivista ONE, di importo non significativo.

### 4 Elenco dei rapporti tecnici e dei prodotti realizzati

Si riporta di seguito l'elenco dei rapporti tecnici sviluppati da Sotacarbo:

#### **WP1-LA 1.26 Efficiamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie**

- *Efficiamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie*
  - Autori – Stefano Pili, Eusebio Loria, Francesca Poggi, Caterina Frau
  - **RdS/PTR2019/040**

#### **WP1-LA 1.29 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficiamento energetico - I Anno**

- *Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotcarbo su Efficiamento energetico – I anno*
  - Autori – Eusebio Loria
  - **RdS/PTR2019/041**
- *Rapporto tecnico economico sulle attività SOTACARBO su Efficiamento energetico – I Anno*
  - Autori: M. Fadda, E. Maggio
  - **RdS/PTR2019/149**

## 5 Cronoprogramma attività

| Descrizione attività                                                                                                            | 2019 |  |  | 2020 |  |  | 2021 |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|--|------|--|--|------|--|--|
| LA 1.26. Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie                                  |      |  |  |      |  |  |      |  |  |
| La 1.27. Analisi e rappresentazione del patrimonio edilizio residenziale: Caso studio di Carbonia                               |      |  |  |      |  |  |      |  |  |
| LA 1.28 Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio       |      |  |  |      |  |  |      |  |  |
| LA 1.29. Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno     |      |  |  |      |  |  |      |  |  |
| LA LA 1.29. Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - II Anno |      |  |  |      |  |  |      |  |  |
| LA 1.29. Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico – III Anno   |      |  |  |      |  |  |      |  |  |

## 6 Rendicontazione economica

### COSTO COMPLESSIVO DEL PROGETTO A PREVENTIVO

Di seguito è riportato il costo complessivo del progetto, a preventivo, suddiviso per linee di attività e nelle principali voci di costo.

| Sigla   | Denominazione Linee attività                                                                                                                                                                                 | Anno di Riferimento | Ore di personale SOTACARBO | SPESE AMMISSIBILI* (k€) |                |                              |                        |                                |                                     |        |  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|----------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------|--|
|         |                                                                                                                                                                                                              |                     |                            | Personale (A)           | Spese generali | Strumenti e attrezzature (B) | Costi di esercizio (C) | Acquisizione di competenze (D) | Collaborazioni di cobeneficiari (U) | TOTALE |  |
| WP1     | Tema 1.5 “Tecnologie, tecniche e materiali per l’efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti” – WP1 “Edifici ad alta efficienza energetica” |                     |                            |                         |                |                              |                        |                                |                                     |        |  |
| LA 1.26 | Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie                                                                                                                        | 2019                | 4924                       | 148,4                   | 89,04          | 0,468                        | 0                      | 0                              |                                     | 237,9  |  |
| LA 1.27 | Analisi e rappresentazione del patrimonio edilizio residenziale: Caso studio di Carbonia                                                                                                                     | 2020                | 5697                       | 168,08                  | 100,84         | 1,416                        | 0                      | 0                              |                                     | 270,34 |  |
| LA 1.28 | Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l’efficientamento energetico del patrimonio edilizio                                                                                            | 2021                | 5850                       | 173,35                  | 104,0          | 1,416                        | 0                      | 40                             |                                     | 318,76 |  |
| LA 1.29 | Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno                                                                                           | 2019                | 1454                       | 50,25                   | 30,15          | 0                            | 7,5                    | 0,8                            |                                     | 88,7   |  |
| LA 1.30 | Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - II Anno                                                                                          | 2020                | 914                        | 33,06                   | 19,83          | 0                            | 20,15                  | 1,5                            |                                     | 74,54  |  |
| LA 1.31 | Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - III Anno                                                                                         | 2021                | 802                        | 28,92                   | 17,35          | 0                            | 22                     | 1,5                            |                                     | 69,77  |  |
| TOTALE  |                                                                                                                                                                                                              |                     | 19.641                     | 602,06                  | 361,21         | 3,3                          | 49,65                  | 43,8                           |                                     | 1.060  |  |

#### COSTI SOSTENUTI NEL PRIMO ANNO DI RICERCA

Per quanto concerne il costo del primo anno del progetto, le spese registrate a consuntivo vengono riepilogate nella tabella che segue, ripartite per linee di attività (tra parentesi, si confrontano i valori di preventivo).

| Sigla   | Denominazione Linee attività                                                                                                                                                                                 | Anno di Riferimento | Ore di personale SOTACARBO | SPESE AMMISSIBILI* (k€) |                 |                              |                        |                                |                                     |                 |  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|--|
|         |                                                                                                                                                                                                              |                     |                            | Personale (A)           | Spese generali  | Strumenti e attrezzature (B) | Costi di esercizio (C) | Acquisizione di competenze (D) | Collaborazioni di cobeneficiari (U) | TOTALE          |  |
| WP1     | Tema 1.5 “Tecnologie, tecniche e materiali per l’efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti” – WP1 “Edifici ad alta efficienza energetica” |                     |                            |                         |                 |                              |                        |                                |                                     |                 |  |
| LA 1.26 | Efficientamento energetico del patrimonio edilizio: approcci, strumenti e metodologie                                                                                                                        | 2019                | 4.881 (4924)               | 149,09 (148,4)          | 89,45 (89,04)   | 0,276 (0,468)                | 0 (0)                  | 0 (0)                          |                                     | 238,816 (237,9) |  |
| LA 1.29 | Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su Efficientamento energetico - I Anno                                                                                           | 2019                | 1.454 (1454)               | 49,54 (50,25)           | 29,72 (30,15)   | 0 (0)                        | 8,211 (7,5)            | 0,5 (0,8)                      |                                     | 89,97 (88,7)    |  |
| TOTALE  |                                                                                                                                                                                                              |                     | 6.335 (6.378)              | 198,63 (198.65)         | 119,17 (119.19) | 0,276 (0.468)                | 8,211 (7.5)            | 0,5 (0.8)                      |                                     | 326,79 (326.6)  |  |

\* in base al documento "Criteri di valutazione dei Piani triennali di realizzazione"

(A) include il costo del personale, sia dipendente che non dipendente

(B) include le attrezzature e le strumentazioni inventariabili, ad esclusivo uso del progetto e/o in quota di ammortamento

(C) include materiali e forniture, spese per informazione, pubblicità e diffusione

(D) include le attività con contenuto di ricerca commissionate a terzi, i.e. consulenze, acquisizioni di competenze tecniche, brevetti

(E) include le spese di trasporto, vitto e alloggio del personale in missione

(U) include le collaborazioni con istituzioni universitarie

| Tema 1.5<br>"Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" – WP1<br>"Edifici ad alta efficienza energetica" | Preventivo<br>Anno 2019 | Consuntivo<br>Anno 2019 | Variazioni        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>Personale (A)</b>                                                                                                                                                                                               | <b>€ 198.645,13</b>     | <b>€ 198.632,63</b>     | <b>- € 12,50</b>  |
| Spese generali                                                                                                                                                                                                     | € 119.187,08            | € 119.179,58            | - € 7,50          |
| <b>Costi per strumenti, attrezzature e software specifico (B)</b>                                                                                                                                                  | <b>€ 468,00</b>         | <b>€ 275,67</b>         | <b>-€ 192,33</b>  |
| Fornitura software specifico e licenze periodiche                                                                                                                                                                  | € 468,00                | € 275,67                | -€ 192,33         |
| <b>Costi di esercizio (C)</b>                                                                                                                                                                                      | <b>€ 7.500,00</b>       | <b>€ 8.211,04</b>       | <b>€ 711,04</b>   |
| Iscrizioni Convegni/Conferenze                                                                                                                                                                                     | € 800,00                | € 779,19                | -€ 20,81          |
| Organizzazione eventi divulgativi/workshop                                                                                                                                                                         | € -                     | € -                     | € -               |
| Consumabili per laboratori di divulgazione scientifica                                                                                                                                                             | € 1.500,00              | € 1.728,40              | € 228,40          |
| Materiale pubblicitario (locandine, gadget e rivista ONE)                                                                                                                                                          | € 2.700,00              | € 2.635,00              | -€ 65,00          |
| Campagne pubblicitarie attività inerenti il progetto                                                                                                                                                               | € 500,00                | € 799,94                | € 299,94          |
| Partecipazione a convegni/Conferenze                                                                                                                                                                               | € 2.000,00              | € 2.268,51              | € 268,51          |
| <b>Costi per servizi di consulenza, acquisizione di competenze tecniche e brevetti (D)</b>                                                                                                                         | <b>€ 800,00</b>         | <b>€ 500,00</b>         | <b>-€ 300,00</b>  |
| Realizzazione portale                                                                                                                                                                                              | € -                     | € -                     | € -               |
| Collaborazioni per attività di comunicazione                                                                                                                                                                       | € 800,00                | € 500,00                | -€ 300,00         |
| <b>SUB Totale investimenti (B+C+D)</b>                                                                                                                                                                             | <b>€ 8.768,00</b>       | <b>€ 8.986,71</b>       | <b>€ 218,71</b>   |
| <b>TOTALE</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>€ 326.600,21</b>     | <b>€ 326.798,92</b>     | <b>+ € 198,71</b> |

| <b>Tema 1.5</b><br>"Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" – WP1<br>"Edifici ad alta efficienza energetica" | <b>Totale Costo<br/>a Preventivo</b> | <b>Consuntivo<br/>Anno 2019</b> | <b>Preventivo a<br/>finire</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Personale (A)</b>                                                                                                                                                                                                      | € 602.053,40                         | € 198.623,63                    | € 403.420,77                   |
| Spese generali                                                                                                                                                                                                            | € 361.232,04                         | € 119.179,58                    | € 242.052,46                   |
| <b>Costi per strumenti, attrezzature e software specifico (B)</b>                                                                                                                                                         | <b>€ 3.300,00</b>                    | <b>€ 275,67</b>                 | <b>€ 3.024,33</b>              |
| Fornitura software specifico e licenze periodiche                                                                                                                                                                         | € 3.300,00                           | € 275,67                        | € 3.024,33                     |
| <b>Costi di esercizio (C)</b>                                                                                                                                                                                             | <b>€ 49.650,00</b>                   | <b>€ 8.211,04</b>               | <b>€ 41.438,96</b>             |
| Iscrizioni Convegni/Conferenze                                                                                                                                                                                            | € 3.800,00                           | € 779,19                        | € 3.020,81                     |
| Organizzazione eventi divulgativi/workshop                                                                                                                                                                                | € 10.500,00                          | € 0                             | € 10.500                       |
| Consumabili per laboratori di divulgazione scientifica                                                                                                                                                                    | € 4.500,00                           | € 1.728,40                      | € 2.771,60                     |
| Materiale pubblicitario (locandine, gadget e rivista ONE)                                                                                                                                                                 | € 8.700,00                           | € 2.635,00                      | € 6.065,00                     |
| Campagne pubblicitarie attività inerenti il progetto                                                                                                                                                                      | € 2.500,00                           | € 799,94                        | € 1.700,06                     |
| Partecipazione a convegni/Conferenze                                                                                                                                                                                      | € 19.650,00                          | € 2.268,51                      | € 17.381,49                    |
| <b>Costi per servizi di consulenza, acquisizione di competenze tecniche e brevetti (D)</b>                                                                                                                                | <b>€ 43.800,00</b>                   | <b>€ 500,00</b>                 | <b>€ 43.300,00</b>             |
| Realizzazione portale                                                                                                                                                                                                     | € 40.000,00                          | € 0                             | € 40.000                       |
| Collaborazioni per attività di comunicazione                                                                                                                                                                              | € 3.800,00                           | € 500,00                        | € 3.300,00                     |
| <b>SUB Totale investimenti (B+C+D)</b>                                                                                                                                                                                    | <b>€ 96.750,00</b>                   | <b>€ 8.986,71</b>               | <b>€ 87.763,29</b>             |
| <b>TOTALE</b>                                                                                                                                                                                                             | <b>€ 1.060.035,44</b>                | <b>€ 326.798,92</b>             | <b>€ 733.236,52</b>            |

#### AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI PROGRAMMA E DI COSTO DEL PROGETTO

Complessivamente non si sono riscontrati scostamenti significativi né per quanto riguarda l'impegno del personale, né per quanto riguarda gli investimenti.

## 7 Conclusioni

L'attività di ricerca svolta nella presente annualità ha portato a tracciare il contesto teorico della ricerca e a definirne l'approccio metodologico generale, permettendo di individuare le macro attività in cui articolare la ricerca nelle prossime due annualità e di stabilirne i contenuti disciplinari:

- *Definizione dei layers del contesto*, studio e rappresentazione degli elementi del contesto urbano che possono influenzare le possibilità di recupero sostenibile del patrimonio;
- *Definizione dei layers degli edifici pubblici*, con l'obiettivo principale di supporto alla PA nella gestione energetica di qualità dell'edificio e ai progettisti tramite linee guida e strumenti (BIM);
- *Definizione dei layers del patrimonio edificato*, dove il patrimonio edilizio viene rappresentato tramite approcci GIS nelle sue caratteristiche di efficienza energetica e di potenziale di recupero sostenibile tramite UBEM;
- *Definizione dell'Abaco Geografico*, che raccoglie e riordina la conoscenza sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio su base spaziale, favorendone la diffusione multiutente;
- Sviluppo di una rete mesh di sensori innovativi, a supporto del processo di recupero ed efficientamento energetico del patrimonio edilizio pubblico tramite approcci di Energy Visualisation, SMART Building e Building Automation.

L'approccio metodologico proposto può essere inquadrato come uno strumento di supporto alla impostazione dei processi di coinvolgimento e di creazione della conoscenza condivisa, costitutivo delle componenti soft della SMART City e può essere definito come uno strumento di SMART Planning, in quanto è principalmente basato sul riutilizzo del patrimonio informativo aperto Open Data disponibile presso le istituzioni nazionali e presso l'amministrazione locale e prevede lo sviluppo di infrastrutture di sensoristica applicate agli SMART Buildings finalizzate a completare il quadro conoscitivo.

I risultati raggiunti sono in linea con i risultati attesi.

## 8 Riferimenti bibliografici

- [1] P. De Pascali, “Città ed Energia: La valenza energetica dell’insediamento”, Franco Angeli (2008), Milano
- [2] L. Kranzl and the ENTRANZE consortium, “Laying Down The Pathways To Nearly Zero-Energy Buildings A toolkit for policy makers”, Final Report of the Policies to enforce the transition to nearly zero energy buildings in the EU-27 (ENTRANZE) founded by IEE (2014), <http://www.entranze.eu/pub/pub-policies>
- [3] Reinhart, C. F., &Cerezo Davila, C. (2016). Urban building energy modeling — A reviewof a nascent feld. *Building and Environment*, 97, 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.12.001>
- [4] Lukas G. Swan, V.Ismet Urgursal, *Modeling of end use Energy consumption in the residential sector: A review of modelling techniques*, Renewable & Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1819-1835
- [5] Sanna A., Peghin G. (2009), *Carbonia. Città del Novecento Guida all'architettura moderna della città*; Skira, Milano
- [6] <http://www.comune.carbonia.ci.it/urbiportal/>

## 9 Abbreviazioni ed acronimi

BIM: Building Information Modeling  
CAPF: Centro di Antica e Prima Formazione  
DBGT: Data Base GeoTopografico  
GIS: Geographic information system  
NCEU: Nuovo Catasto Edilizio Urbano  
ONE: Only Natural Energy  
PA: Pubblica Amministrazione  
SDI: Spatial Data Infrastructure  
SDSS: Spatial Decision Support System  
SITR: Sistema Informativo Territoriale Regionale  
UBEM: Urban Building Energy Modeling  
ZoE: Zero Emissioni