

PIÙ EFFICIENZA: obiettivo COMUNE
L'EFFICIENTAMENTO NELL'EDILIZIA PUBBLICA:
PROGETTI ED OPPORTUNITÀ

*Studi di Efficiamento del
Patrimonio pubblico di Carbonia*

Ing. PhD. Stefano Pili
stefano.pili@sotacarbo.it



Stefano Pili
Francesca Poggi
Eusebio Loria
Caterina Frau

@sotacarbo.it

L'obiettivo

definizione e sperimentazione di un approccio volto a supportare il processo di efficientamento energetico, e più in generale il recupero del patrimonio edificato della Pubblica Amministrazione tramite la costruzione della conoscenza condivisa alla base del processo:

- basata sulle specificità locali (materiali e tecnologie, paesaggio, profilo d'uso, risorse,..)
- coerente con gli approcci e le metodologie consolidate in letteratura
- coerente col contesto normativo nazionale.

Perché Carbonia?

Carbonia è una città mineraria di fondazione perciò è caratterizzata da un patrimonio immobiliare piuttosto omogeneo dal punto di vista materico – costruttivo, con un'alta incidenza di edifici di proprietà pubblica.

- 1) Obiettivo e contesto teorico
- 2) Approccio metodologico
- 3) Risultati
- 4) Futuri Sviluppi

Nuovi edifici e complessi di edifici

Dati del problema noti

Soluzioni possibili
(Tecnologie) note a priori



**Problema di
ottimizzazione tra
diverse tecnologie**

Edifici Esistenti

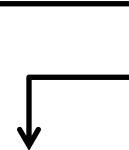
Non si conoscono i dati del problema:

le caratteristiche del sistema edificio impianto
I profili d'uso degli ambienti

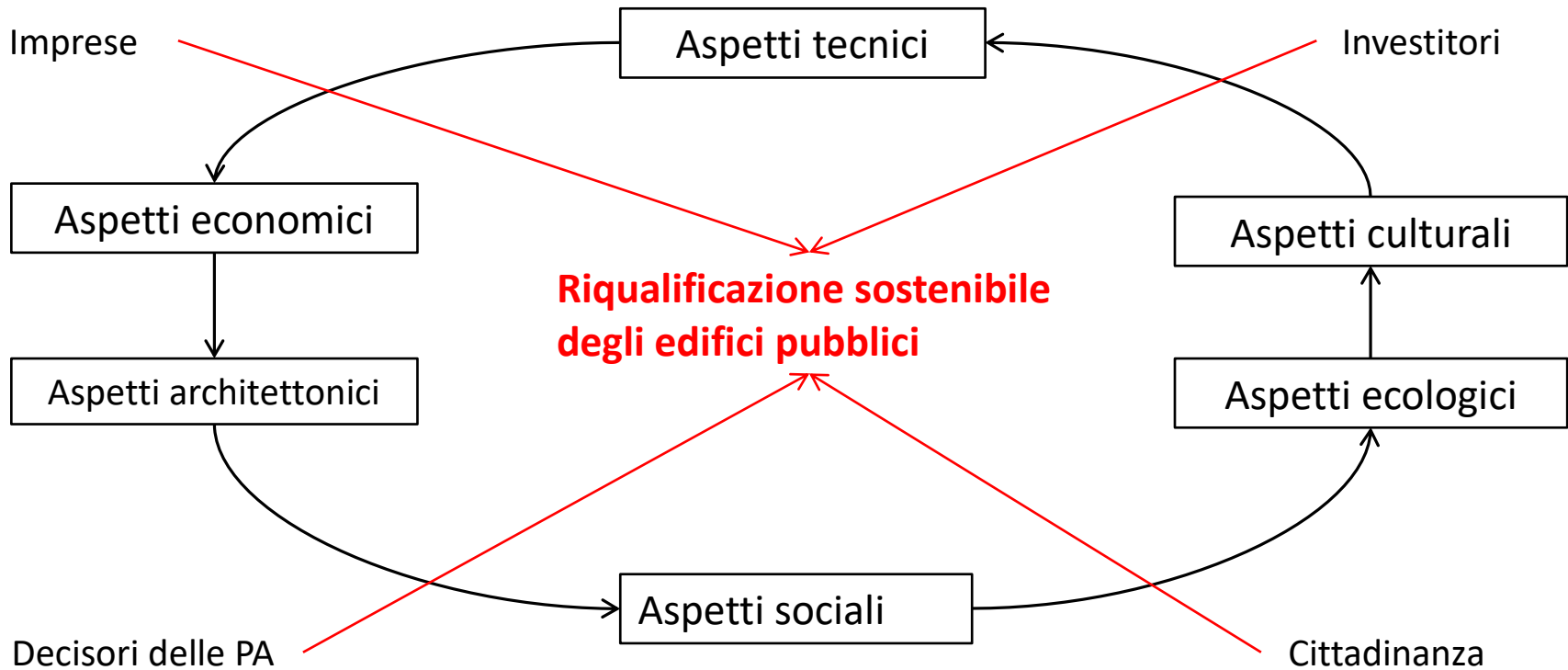
Barriere all'efficientamento:

Limiti tecnici
Limiti economici
Limiti normativi
Limiti culturali – gestionali
Limiti di conoscenza

....



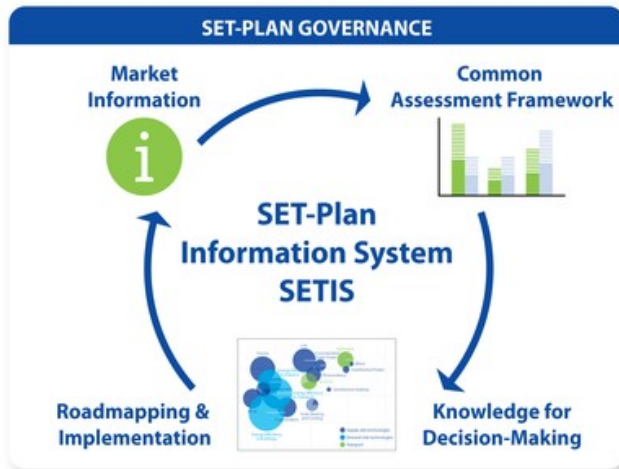
**Processo complesso che coinvolge a più livelli
progettisti, cittadini imprese, investitori e le
Pubbliche Amministrazioni**



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



<http://setis.ec.europa.eu>



http://ec.europa.eu/energy/technology/platforms_en.htm

European Technology Platforms (ETPs)

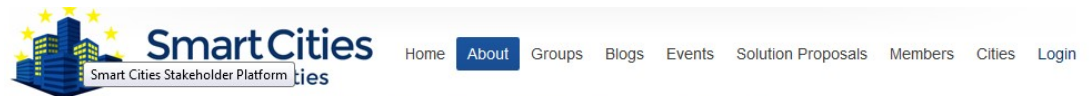
Detailed information on individual platforms is available on the platform websites. The European Commission is not in any way bound by the views, results or recommendations arising from the activities of any of the technology platforms.

- [European Wind Energy Technology Platform](#)
- [European Photovoltaic Technology Platform](#)
- [European Biofuels Technology Platform](#)
- [European Technology Platform for the Electricity Networks of the Future](#)
- [European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling](#)
- [Zero Emission Fossil Fuel Power Plants](#)
- [Sustainable Nuclear Technology Platform](#)
- [The Fuel Cells and Hydrogen Joint Technology Initiative \(FCH JTI\)](#)

<http://concerto.eu/concerto/>



<http://www.eu-smartcities.eu/about>



Join the Platform...

... to share your smart city solution proposals, best practices, project ideas and more!





Definizione di Obiettivi SMART:

1. **Specifico**, ben definito, con un obiettivo chiaro, dettagliato e concreto
2. **Misurabile**, kWh, tempo, denaro, %, KgCO₂...
3. **Attuabile**, fattibile, raggiungibile e come
4. **Realistico**, rispetto alle risorse disponibili ed alle priorità definite
5. **Temporizzato**, definizione di una scadenza o tabella di marcia

Approccio Metodologico

1. Analisi preliminare del patrimonio edilizio del contesto

Identificazione delle tipologie di edifici da studiare



2. Studio degli edifici tipo tramite diagnosi energetica

Attività di diagnosi energetica di edifici pubblici «TIPO», finalizzata a indentificarne gli elementi ricorrenti



3. Riordino e sistematizzazione della conoscenza acquisita

Creazione di abachi, Data base, documenti sintetici,...
Definizione di uno strumento di supporto alla decisione



4. Strumento di rappresentazione e condivisione della conoscenza

Portale (Web GIS, GEO blog,...) per:

- Rappresentazione geografica della conoscenza
- la condivisione allargata della conoscenza;
- Coinvolgimento degli operatori del settore;
- Raccolta di buona pratiche
-

Attività in svolgimento

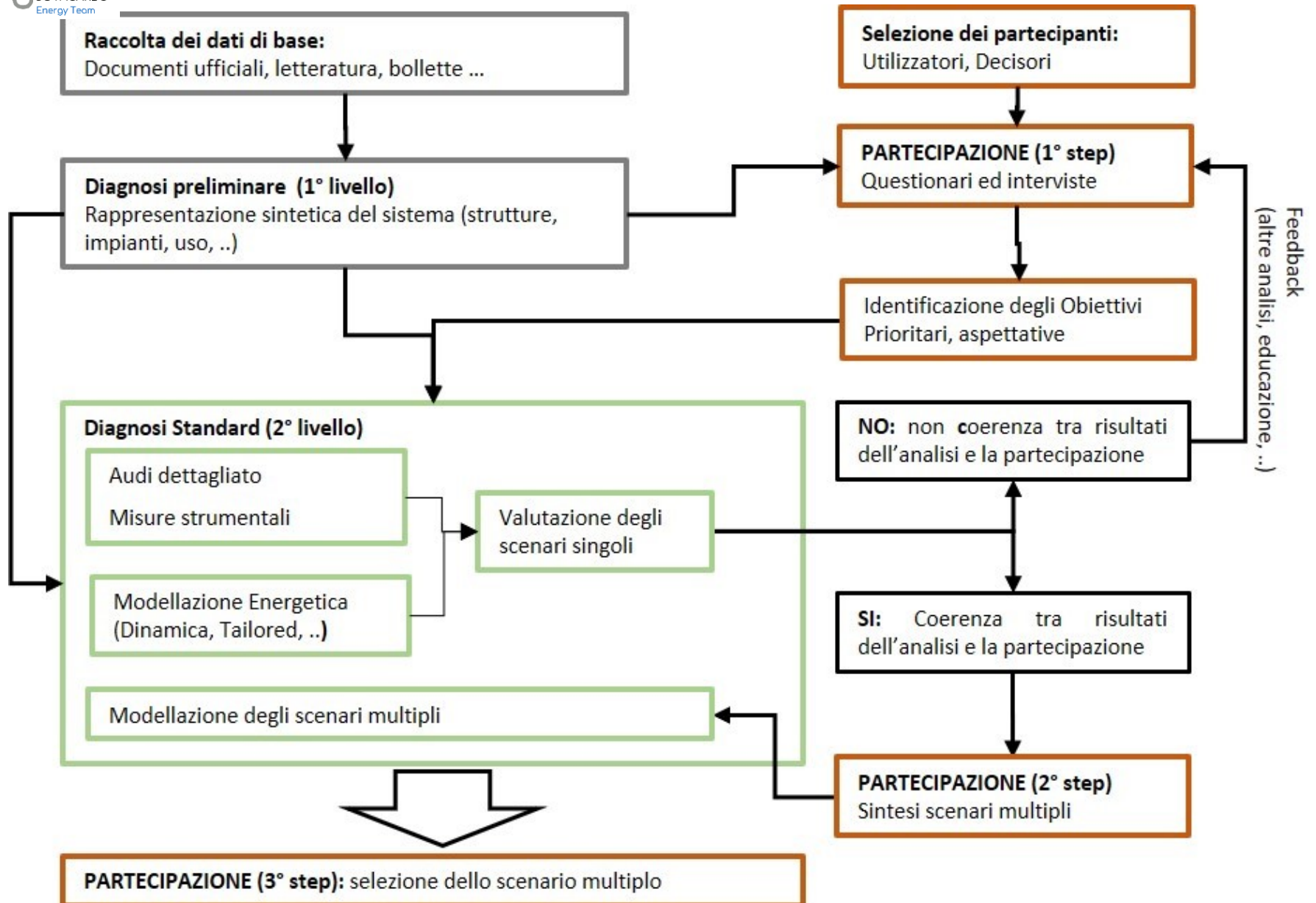
a. Diagnosi energetica di edifici rappresentativi → Protocollo adattato allo scopo dello studio (Semplificato, significativo, ripetibile,..)

b. Sviluppo di uno strumento per la misurazione delle caratteristiche termofisiche dei materiali →



c. Attività di divulgazione e sensibilizzazione → Alternanza Scuola Lavoro; Laboratorio ZOE; Notte dei ricercatori,(oltre 1000 presenze anno 2017-18)

d. Sviluppo di progetti in collaborazione con altri gruppi di ricerca orientati alle nuove tecnologie → PRELUDE³ (DICAAR, DIEE), ACCUMULO TERMICO, SMART GRID (DIMCM),



Studio dei valori storico paesaggistici

Definizione dei profili d'uso (presenza, consumi, attività,..)

Caratterizzazione del Sistema Edificio - Impianto

Misure di comfort interno

Indagini strumentali su involucro ed impianti

Modellazione energetica (UNI 11300, ISO EN 52016-1)

Valutazione di Scenari di retrofit singoli e multipli

Coinvolgimento dei fruitori degli ambienti (interviste, questionari,..)



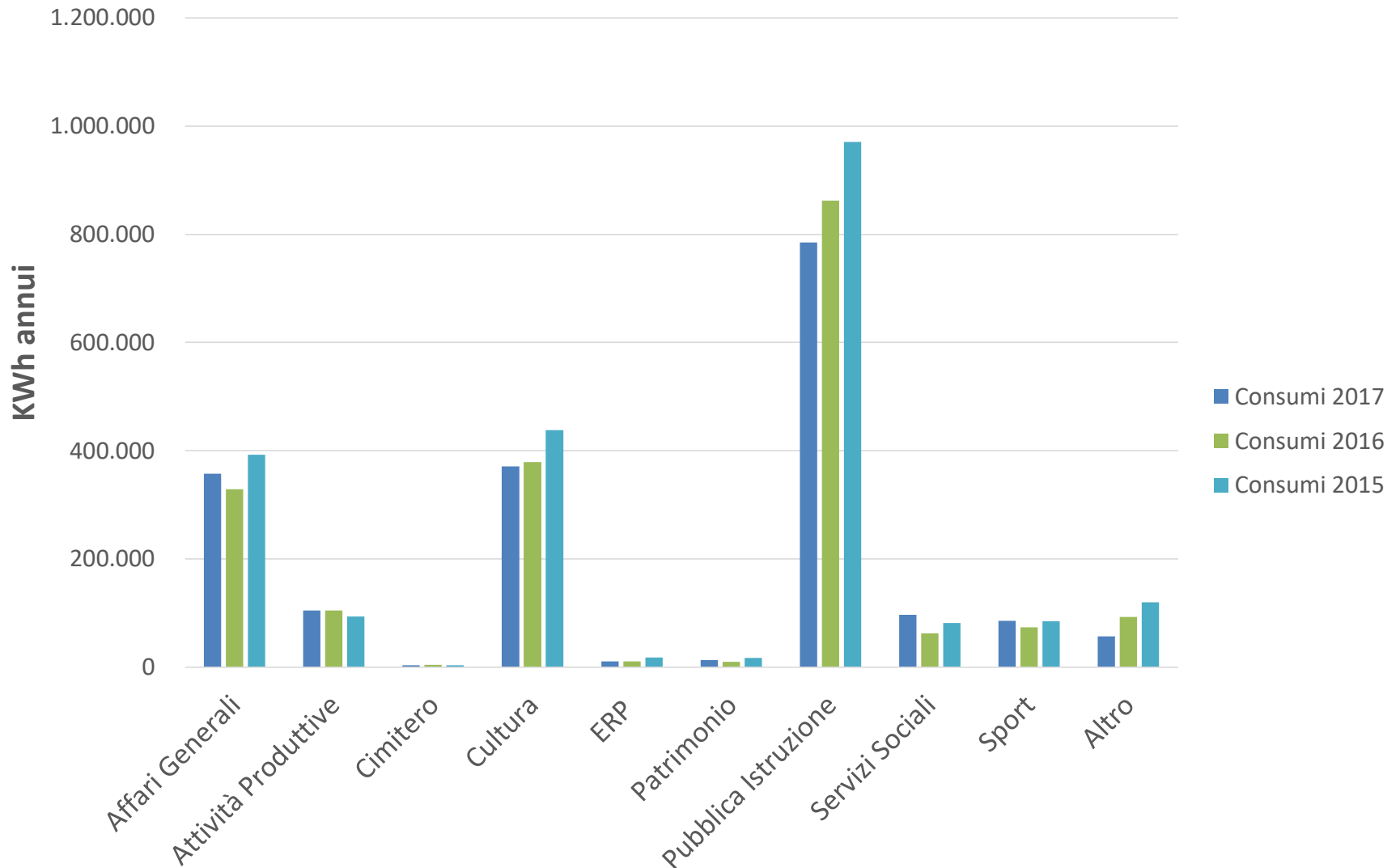
Criteri di valutazione economica degli impatti delle ipotesi progettuali

	Criteri	Cr_1 - Cr_2	Cr_3	Cr_4
punti	giudizio	<i>Cr_1 - Fabbisogno energetico Cr_2 - Costi operativi</i>	<i>Investimento iniziale</i>	<i>Tempo di Ritorno</i>
4	Molto positivo	Risparmio > 50%	<= 10% costo op. annuo (CA)	TR <= 3 anni
2	Positivo	20% < risparmio <= 50%	10% < investimento <= 40% CA	3 < TR <= 5 anni
1	Moderatamente positivo	5% < risparmio <= 20%	40% < investimento <= 70% CA	5 < TR <= 8 anni
0	Trascurabile (Cr_1, Cr_2) Moderato (Cr_3, Cr_4)	risparmio <= 5% aumento <= 5%	70% < investimento <= 100% CA	8 < TR <= 10 anni
-1	Moderatamente negativo	5% < Aumento <= 20%	100% < investimento <= 200% CA	10 < TR <= 15 anni
-2	Negativo	20% < Aumento <= 50%	200% < investimento <= 300% CA	15 < TR <= 20 anni
-5	Molto Negativo	Aumento > 50%	> 300% Costo op. annuo	> della vita utile

Criteri di valutazione qualitativa degli impatti delle ipotesi progettuali

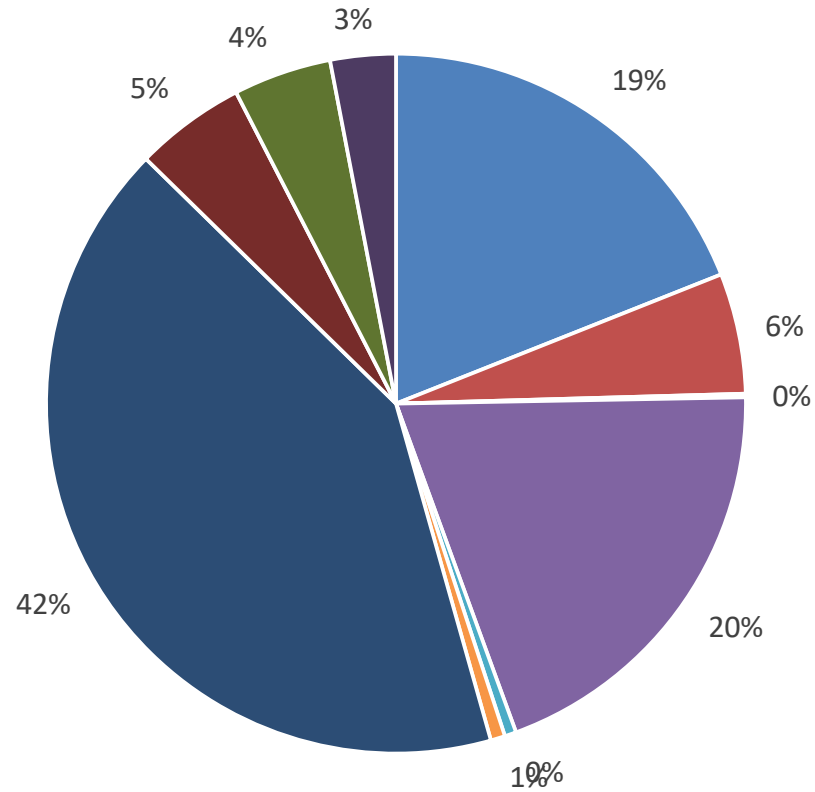
	Criteri	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8
punti	giudizio	<i>Microclima interno</i>	<i>Fruibilità dell'edificio</i>	<i>Qualità arc. Interna</i>	<i>Qualità arc. Esterna e paesaggio</i>
4	Molto positivo	Valutazione qualitativa	Valutazione qualitativa	Valutazione qualitativa	Valutazione qualitativa
2	Positivo				
1	Moderatamente positivo				
0	Trascurabile (Cr_1, Cr_2)				
-1	Moderatamente negativo				
-2	Negativo				
-5	Molto Negativo				

Consumi Energia elettrica nel Patrimonio della PA di Carbonia*



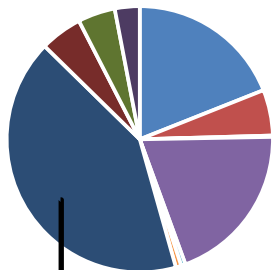
* Elaborazione su dati forniti dal Comune di Carbonia

Ripartizione dei consumi energia elettrica nei diversi settori*



- Affari Generali
- Attività Produttive
- Cimitero
- Cultura
- ERP
- Patrimonio
- Pubblica Istruzione
- Servizi Sociali
- Sport
- Altro

* Elaborazione su dati forniti dal Comune di Carbonia



Istruzione
40%



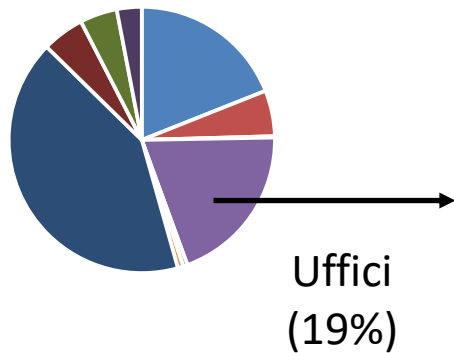
Sede dell'Istituto Comprensivo SATTA



Scuola Primaria IS GANNAUS



Scuola Primaria IS MEIS



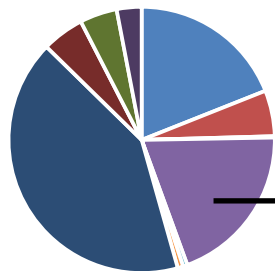
Uffici del Comune - Ex Uffici Giudiziari (edificio moderno)



Centro Ricerche Sotacarbo
(edificio storico della miniera)



Sede del Municipio di Carbonia (Edificio Storico)



Cultura
(20%)

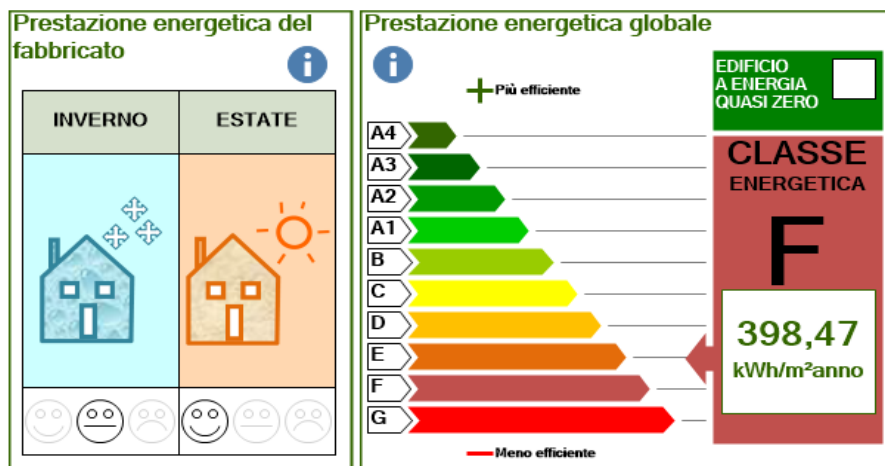


Museo Paleo Ambienti Sulcitani (PAS) –E.A. Martel



Museo del Carbone

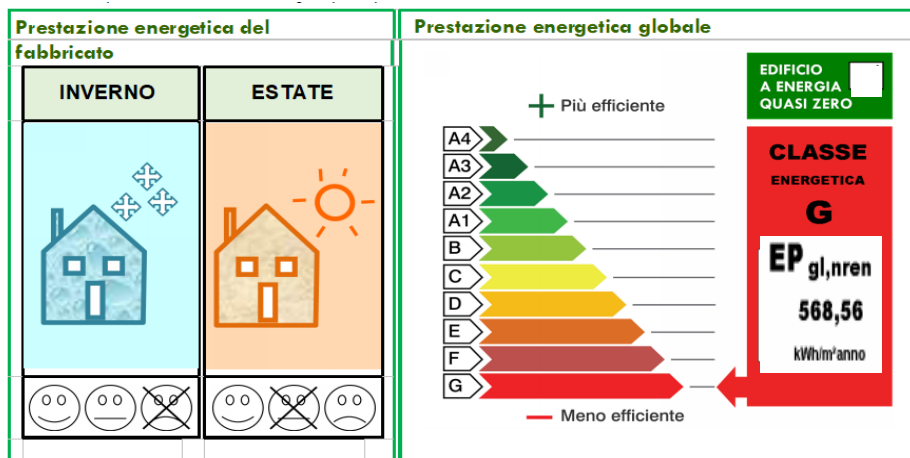
Museo PAS E. A. Martel*



Museo PAS	um	STD 11300	TAI 11300	[%]	Din ISO 52016	[%]
Energia Utile H	kWh	19.631	11.598	-41	14.866	-24
Energia Utile C	kWh	2.786	1.507	-46	3.219	16
Consumo teorico (elettricità)	kWh	14.121	10.392	-26	10.784	-24
Consumo H	kWh	11.086	8.092	-27	8.394	-24
Consumo C	kWh	3.035	2.300	-24	2.390	-21
Consumo V	kWh					
C. O. teorico	€	2.824	2.078	-26	2.157	-24

* S. Pili, F. Poggi, E.Loria, C. Frau (2019), "The influence of building use on the definition of energy retrofiting strategies. An expository public building case study", 51st AiCARR International Conference - 20-22 Febbraio 2019, Venezia

Museo del Carbone



Museo Carbone	um	STD	TAILORED	[%]
Energia Utile H	kWh	27.416	11.928	-56
Energia Utile C	kWh	8.189	3.029	-63
Consumo teorico totale (elettricità)	kWh	53.301	40.271	-24
Consumo H	kWh	29.763	23.099	-22
Consumo C	kWh	18.815	13.102	-30
Consumo V	kWh	4.723	4.070	-14
Costo Operativo teorico	€	10.660	8.054	-24

Scenario Base Museo PAS E.A.Martel

Servizi energetici del Museo PAS	Consumo [kWh]	Spesa [euro]
Riscaldamento zona termica della diagnosi +	8092	1620
Raffrescamento zona termica della diagnosi +	2305	460
ACS, zona termica diagnosi +	282	71,91
Illuminazione ed altri apparecchi*	14037	3579
Riscaldamento stato attuale (stufette Ufficio_1, Ingresso) *	3000	750
totale	22376	5730
+ consumi calcolati col modello energetico		
* consumo stimato da misure reali a campione		

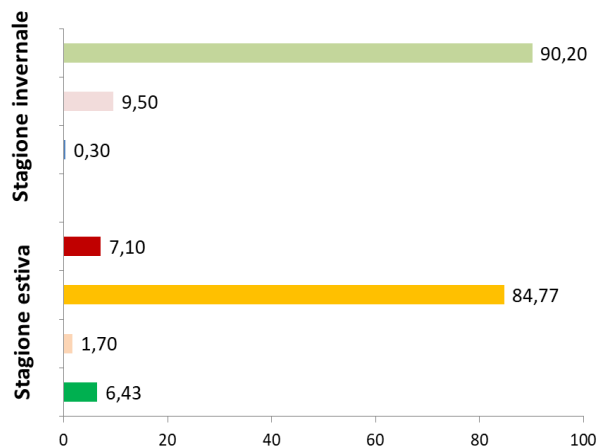
Scenario Base Museo del Carbone

Museo del Carbone	Consumo [kWh]	Spesa [euro]
Consumo teorico climatizzazione zona termica +	40271	8135
Riscaldamento zona termica della diagnosi +	23099	4666
Raffrescamento zona termica della diagnosi +	13102	2647
Ventilazione zona termica della diagnosi +	4070	822
ACS, zona termica diagnosi	0	0
Illuminazione ed altri apparecchi*	2336	472
totale	82878	16742
+ consumi calcolati col modello energetico		
* consumo stimato da misure reali a campione		

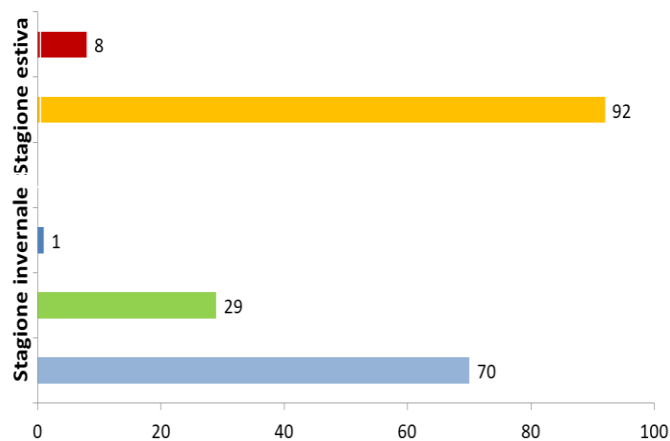
Valutazione scenari Singoli museo del carbone

Interventi museo del Carbone	invest. [Euro]	PBT [anni]	Energia [%]	C. Oper. [%]	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8
Isolamento muratura	31650	36	-8,3	-8,3	1	1	-2	-2	1	0	0	0
Isolamento Copertura	10300	25	-3,9	-3,9	0	0	0	-2	2	0	0	0
Pellicole selettiva	800	3,1	-2,4	-2,4	0	0	4	4	2	1	1	0
Sostituzione infissi	4100	226	-0,5	-0,5	0	0	2	-5	1	0	0	0
Isolamento solaio di base	10100	nessuno	0,6	0,6	0	0	0	-5	1	0	0	0
Sostituzione HP (aria-acqua) di pari potenza e maggiore capacità modulante	15000	7,7	-18,3	-18,3	-1	-1	-1	1	1	0	0	0
Sostituzione HP (aria-acqua) di minore potenza e maggiore capacità modulante	10000	4,6	-20,5	-20,5	0	0	0	2	1	0	0	0
Regolazione:	8000	9,9	-7,5	-7,5	0	0	0	1	4	2	-1	0
Stufe irraggiamento bagni dipendenti	500	nessuno	0,2	0,2	0	0	4	-5	4	4	0	0
Boiler elettrico bagni dipendenti	200	nessuno	0,3	0,3	0	0	4	-5	0	4	0	0
Impianto fotovoltaico	32000	10,9	-45	-45	-5	4	4	2	0	0	0	-2

Comfort termico uffici - Museo Carbone



Comfort termico uffici - Museo PAS



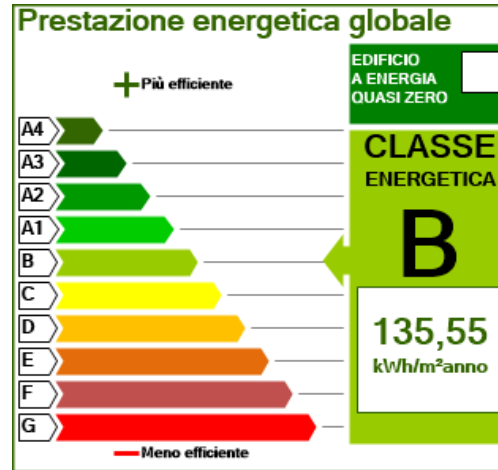
- benessere termico (27 - 28 °C)
- termicamente accettabile (28 - 29 °C)
- leggermente caldo (29 - 30 °C)
- caldo (31 - 33 °C)
- leggermente freddo (14 - 15 °C)
- termicamente accettabile (17 - 18 °C)
- benessere termico (19 °C)

Ripartizione percentuale nelle Classi di Comfort – PMV [%]

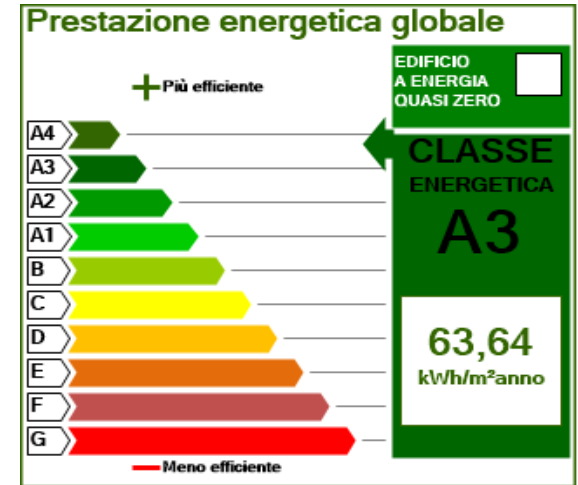
**Museo PAS E.A.Martel
(Tailored 11300)**



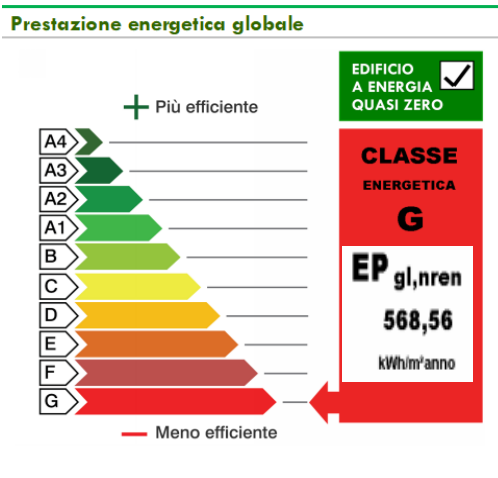
Scenario condiviso, minimo intervento



Scenario massimo intervento



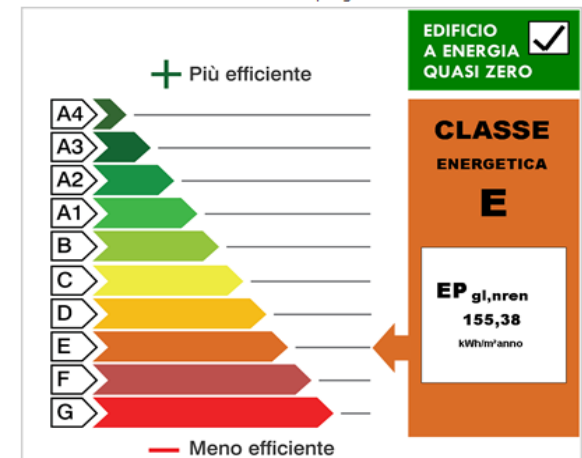
**Museo del Carbone
(Asset Rating 11300)**



Scenario condiviso, minimo intervento



Scenario massimo intervento



Interventi sull'Involucro

- Limitata Incidenza sul fabbisogno (5-15%)
- Alti costi iniziali con conseguente alto tempo di ritorno (18-25 anni), raggiungono la convenienza in caso di degrado (8-12 anni)
- A volte non graditi perché possono interferire con le attività dell'edificio

Interventi sugli impianti

- Alta incidenza sul fabbisogno (20-30%)
- Alcuni interventi possono avere costi limitati e ottimi tempi di ritorno (5-8 anni)
- Spesso i sistemi di regolazione e gestione degli impianti sono carenti, ma nel nostro non è sempre facile definire l'impatto di una misura di efficientamento

Utilizzo delle FER

- Alta incidenza sul fabbisogno (20-40%)
- Nonostante gli alti investimenti iniziali possono avere buoni tempi di ritorno (6-10 anni)
- Molti edifici sono in un contesto storico di pregio è necessaria una valutazione di impatto paesaggistica complessiva



Disponibilità dei dati base

Documentazione non completa e non omogenea

Non sempre di dati presenti sono affidabili e/o sufficienti

Disponibilità dei dati dei consumi

Dati di fatturazione energetica non sempre facilmente reperibili con adeguato dettaglio temporale

Sono spesso necessarie misurazioni per quantificare l'incidenza dei diversi servizi energetici (Risc. Raffesc, ACS, ..)

Disomogeneità di dettaglio dei documenti ufficiali disponibili

Profilo d'uso e partecipazione

Le comfort inaccettabili cambiano l'obiettivo dell'intervento verso il recupero

Spesso i locali sono utilizzati in maniera differente rispetto alla loro destinazione d'uso progettuale

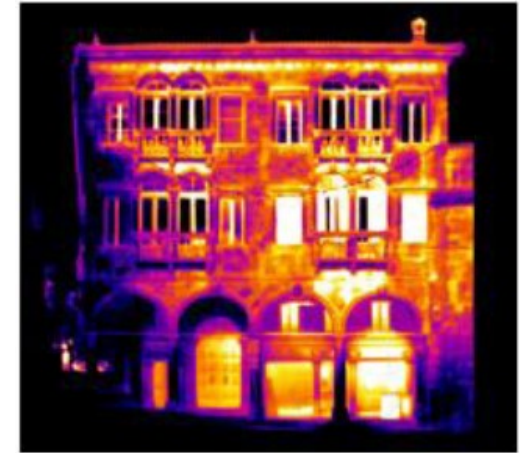
Modellazione energetica

Modellazione Tailored / Modellazione dinamica

La nuova ISO EN 52016 come opportunità

Attività di diagnosi e tipizzazione del patrimonio

- Testare la modellazione energetica con motore dinamico orario semplificato (UNI EN ISO 52016)
- Raffinare la procedure di indagine strumentale e di Audit dell'edificio
- Valutare lo sviluppo di metodi di rilievo speditivo a scala urbana (LiDAR, Droni,..)
- Definire un approccio semplificato al monitoraggio stagionale dei profili di utilizzo da utilizzare in caso di incompletezza dei dati di base.



Proseguire con le fasi della ricerca

- Rappresentazione del patrimonio edilizio tramite strumenti di condivisione via web (WebGIS, GeoBlog,..);
- Definizione e sperimentazione uno strumento per il riordino della conoscenza;
- Sperimentare una metodologia per la sensibilizzazione ed il coinvolgimento della cittadinanza



Analisi tipologica degli edifici

Diagnosi Energetiche

Tipi edilizi
Tipologie di materiali
Soluzioni tecnologiche

DB topografico: altri dati territoriali

Pianificazione comunale
Pianificazione paesaggistica
Dati socio economici
.....



Altre Attività di rilievo



Dati Aggregati sui consumi



Agenzie dei servizi energetici

Dati partecipativi

Consumi, Profilo utenti
Dati immobili
Preferenze, Giudizi su progetti

Indicatori

Scenario Base
(mappe, grafici,
documenti di sintesi)

Portale (WebGIS, Geo Blog,..)



Interfacce utente

-  Osservatore occasionale
-  Gruppi di interesse organizzati
-  Occupanti, proprietari
-  Imprese
-  Agenzie dei servizi energetici
-  Decisori, Pianificatori comunali

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

ing. PhD. Stefano Pili
stefano.pili@sotacarbo.it



Stefano Pili
Francesca Poggi
Eusebio Loria
Caterina Frau

@sotacarbo.it