



Comune di Santa Giusta Provincia di Oristano

Relazione tecnica generale

OGGETTO: POR FESR Sardegna 2014/2020 - Asse Prioritario IV - Energia sostenibile e qualità della vita - Interventi di efficientamento energetico negli edifici pubblici e di realizzazione di micro reti nelle strutture pubbliche nella Regione Sardegna - Scuola Elementare, Scuola Media e Municipio

COMMITTENTE: Comune di Santa Giusta

Santa Giusta, 15/06/2019

I Progettisti

RTP Ing. Boi, IAU Engineering Service srl, Arch. Vargiu

Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1	Disposizioni legislative generali	4
3.	CONSIDERAZIONI GENERALI	5
4.	ANALISI STATO ATTUALE	6
4.1	Municipio	6
4.2	Scuola elementare	8
4.3	Scuola Media	11
5.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROGETTUALI	12
5.1	Installazione impianto climatizzazione a volume di refrigerante variabile (VRV/VRF)	13
5.2	Intervento su impianto di illuminazione	14
5.3	Installazione impianto fotovoltaico	14
5.4	Installazione sistema di accumulo energia elettrica	16
5.5	Installazione sistema di ricarica veicoli elettrici	16
5.6	Sostituzione infissi edificio municipale	17
5.7	Schermi solari	18
5.8	Coibentazione termica strutture opache verticali municipio e scuola media	19
5.9	Realizzazione sistema di controllo BEMS, conforme alla norma EN 15232	19
5.10	Acquisto veicolo elettrico	21
5.11	Realizzazione Smart Grid	21
6.	QUADRO ECONOMICO	22

Indice delle immagini

Immagine 1 (Vista esterna Municipio)	6
Immagine 2 (Vista esterna Municipio)	6
Immagine 3 (Pompa di calore aria/acqua municipio)	7
Immagine 4 (Fan Coil installato nei servizi igienici municipio)	7
Immagine 5 (Illuminazione a soffitto uffici municipio)	7
Immagine 6 (Illuminazione a soffitto ingresso principale municipio)	7
Immagine 7 (Illuminazione a parete ambienti comuni municipio)	8
Immagine 8 (Illuminazione a parete uffici municipio)	8
Immagine 9 (Infissi esterni municipio)	8
Immagine 10 (Scuola elementare – vista esterna)	8
Immagine 11 (Infissi esterni nuova installazione)	9
Immagine 12 (Schermi esterni contro l'irraggiamento)	9
Immagine 13 (Corpi illuminanti zone comuni scuola elementare)	9
Immagine 14 (Corpi illuminanti aula scuola elementare)	9
Immagine 15 (Corpi illuminanti servizi igienici scuola elementare)	9
Immagine 16 (Radiatore scuola elementare)	10
Immagine 17 (Serbatoio gasolio scuola elementare)	10
Immagine 18 (Caldaia a gasolio scuola elementare)	10
Immagine 19 (Centrale termica scuola elementare)	10
Immagine 20 (Boiler servizi igienici scuola elementare)	10
Immagine 21 (Boiler servizi igienici scuola elementare)	10
Immagine 22 (Scuola media – prospetto anteriore)	11
Immagine 23 (Scuola media – prospetto posteriore)	11
Immagine 24 (Caldaia a gasolio scuola media)	11
Immagine 25 (Radiatore scuola media)	11
Immagine 26 (Plafoniere aule scuola media)	12
Immagine 27 (Plafoniere corridoio scuola media)	12
Immagine 28 (Confronto tra impianto tradizionale e impianto VRV - Schema a blocchi)	13
Immagine 29 (Esempio di botola da installare nella copertura della Scuola Elementare)	14
Immagine 30 (Imp. fotovoltaico esistente sul municipio)	15
Immagine 31 (Scuola elementare)	15
Immagine 32 (Scuola media)	15
Immagine 33 (Sezione infisso da utilizzare nel Municipio)	17
Immagine 34 (Schermo solare mobile Municipio)	18
Immagine 35 (Particolare pannello cappotto interno Municipio e Scuola Media)	19
Immagine 36 (Le classi di efficienza energetica identificate dalla EN15232)	20

1.Premessa

La presente relazione è finalizzata ad illustrare i lavori relativi al “POR FESR Sardegna 2014/2020 - Asse Prioritario IV - Energia sostenibile e qualità della vita - Interventi di efficientamento energetico negli edifici pubblici e di realizzazione di micro reti nelle strutture pubbliche nella Regione Sardegna - Scuola Elementare, Scuola Media e Municipio” nel Comune di Santa Giusta (OR).

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti costituito dall’Ingegnere Silvestro Boi, la società IAU Engineering Service srl e l’architetto R. G. Vanessa Vargiu, con studio professionale a Selargius in Via Peretti 2b, ha avuto dal Comune di Santa Giusta l’incarico della progettazione, della direzione lavori e del coordinamento della sicurezza dei lavori in oggetto.

Data la natura dell’opera – lavorazioni relative sostanzialmente agli impianti tecnologici su strutture esistenti – non si rende necessaria la redazione del rilievo planaltimetrico, lo studio dettagliato dell’inserimento urbanistico, lo studio di impatto ambientale o lo studio di prefattibilità ambientale, il censimento e il progetto di risoluzione delle interferenze, il piano particellare di esproprio di cui all’art. 17 del Regolamento del codice dei contratti pubblici (DPR 207/2010).

2.Normativa di riferimento

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle disposizioni di legge e delle norme tecniche vigenti. Di seguito si riportano le principali.

2.1 Disposizioni legislative generali

Legge n. 186, 01/03/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
D. Lgs. n. 192, 19/08/05	Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
D. Lgs. n. 311, 29/12/06	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia;
Decreto n. 37, 22/01/08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

D. Lgs. n. 81, 09/04/08	Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro; attuazione dell'art. 1 della legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
D. Lgs. n. 106, 03/08/09	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 09/04/2008 n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
D.P.R. n. 59, 02/04/09	Regolamento recante attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del DLG 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
D. Interm. 26/06/15	Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici ("Decreto Requisiti minimi");
D. Lgs. n. 50, 18/04/16	Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
D. Lgs. n. 56, 19/04/17	Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.

3.Considerazioni generali

L'intervento progettuale prevede una serie di misure da attuare su tre edifici distinti – Municipio, Scuola Elementare e Scuola Media – finalizzate a rendere gli stessi efficienti da un punto di vista energetico e a consentirne, contestualmente, il monitoraggio la gestione.

Ciò significa, sostanzialmente, intervenire sul sistema edificio-impianto cercando di contenere i consumi dei vari vettori energetici, nel rispetto delle condizioni minime di benessere e salubrità degli occupanti l'edificio previste dalla normativa vigente.

I settori specifici di intervento riguarderanno l'impianto di climatizzazione¹, l'impianto di illuminazione, le superfici scambianti verso l'esterno (pareti opache e infissi), la produzione di energia da conversione fotovoltaica (contestualmente alla possibilità di utilizzo della stessa anche per l'alimentazione delle vetture

¹ L'insufficienza delle risorse economiche non consente di realizzare l'impianto di ventilazione meccanica controllata, che avrebbe assicurato condizioni di salubrità e benessere degli occupanti nettamente migliori rispetto a quelle che può offrire un normale impianto termico. È auspicabile che con le somme derivanti dalle economie di gara si provveda alla sua realizzazione.

elettriche), la realizzazione di un sistema di accumulo elettrico.

Unitamente a quanto esposto, verrà prestata particolare attenzione alla gestione dei vari sistemi impiantistici, in modo tale da consentire il dialogo tra gli stessi e l'ottimizzazione delle risorse impiegate in funzione dei bisogni effettivi delle utenze, variabili nel tempo sia per le presenze che per le condizioni al contorno; verrà installato, al riguardo, un sistema BACS (*Building Automation and Control System*), conformemente a quanto prescritto dalla norma UNI EN 15232.

È prevista altresì la realizzazione di una *smart grid*, che permetterà di ottimizzare la gestione dei tre edifici e i flussi energetici tra gli stessi e la rete elettrica.

4. Analisi stato attuale

Nelle pagine che seguono si descrivono le caratteristiche principali dei tre edifici oggetto di intervento. Verranno analizzati in particolar modo gli ambiti oggetto delle lavorazioni (caratteristiche involucro e impianti tecnologici).

4.1 Municipio

L'edificio che ospita il municipio comunale si sviluppa su due livelli così distinti:

- Piano terra, dedicato agli uffici di una parte dei servizi comunali;
- Piano primo, che accoglie gli uffici dell'amministrazione ed i rimanenti uffici dei servizi.

La struttura portante dell'immobile è in pilastri e travi in calcestruzzo armato; la tamponatura esterna è in laterizio, con finitura esterna sia con intonaco – in alcune aree – sia con mattoncini a vista. La copertura è in laterocemento.



Immagine 1 (Vista esterna Municipio)



Immagine 2 (Vista esterna Municipio)

L'impianto di climatizzazione è alimentato da una pompa di calore aria/acqua. La distribuzione negli ambienti avviene con fan coil a pavimento e unità a parete.



Immagine 3 (Pompa di calore aria/acqua municipio)



Immagine 4 (Fan Coil installato nei servizi igienici municipio)

L'acqua calda per uso sanitario era prodotta da boiler elettrici installati nella centrale termica; al momento sono dismessi in quanto non funzionanti.

L'illuminazione è fornita da apparecchi con tubi fluorescenti installati a soffitto e a parete. La potenza è variabile in funzione dell'ambiente e della quota di installazione. Negli uffici, al fine di incrementare il livello di illuminamento sul piano di lavoro, i corpi illuminanti sono sospesi a circa 80 cm dal soffitto.

Nelle zone di passaggio (corridoi e atri), considerate le esigenze più modeste di lux richiesti, l'installazione è a parete. Fa eccezione la zona dell'ingresso principale, servita da apparecchi di design sospesi in prossimità delle porte.



Immagine 5 (Illuminazione a soffitto uffici municipio)



Immagine 6 (Illuminazione a soffitto ingresso principale municipio)



Immagine 7 (Illuminazione a parete ambienti comuni municipio)



Immagine 8 (Illuminazione a parete uffici municipio)

Gli infissi esterni hanno telaio in alluminio e vetro camera. Sono in condizioni generali non ottimali e hanno un'elevata trasmittanza termica.

Sono dotati di tenda interna per ridurre gli effetti dell'irraggiamento solare.

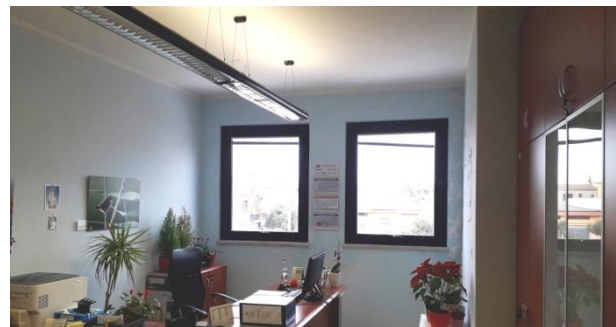


Immagine 9 (Infissi esterni municipio)

4.2 Scuola elementare

La scuola elementare si articola su due livelli, realizzati su muratura portante in pietra e parte in laterizio. Il pavimento del piano terra è a diretto contatto con il terreno; il solaio di copertura, di tipo piano, è in laterocemento.

Nell'edificio è stato recentemente completato un intervento di manutenzione straordinaria nell'ambito del quale sono stati sostituiti gli infissi, installati gli schermi solari protettivi, realizzato il cappotto sulle pareti esterne.



Immagine 10 (Scuola elementare – vista esterna)



Immagine 11 (Infissi esterni nuova installazione)



Immagine 12 (Schermi esterni contro l'irraggiamento)

L'impianto di illuminazione è costituito da apparecchi installati a plafone con tubi fluorescenti; all'interno delle aule la potenza delle lampade è 2x58 W, mentre nei corridoi e nelle scale è di 2x36 W. Nei servizi igienici gli apparecchi sono di tipo stagno.



Immagine 13 (Corpi illuminanti zone comuni scuola elementare)



Immagine 14 (Corpi illuminanti aula scuola elementare)



Immagine 15 (Corpi illuminanti servizi igienici scuola elementare)

L'impianto termico prevede il solo riscaldamento invernale, con caldaia a gasolio e radiatori negli ambienti. La centrale termica si trova in apposito locale realizzato sul retro della scuola. Il serbatoio di gasolio è esterno, adiacente la centrale termica.



Immagine 16 (Radiatore scuola elementare)



Immagine 17 (Serbatoio gasolio scuola elementare)



Immagine 18 (Caldaia a gasolio scuola elementare)



Immagine 19 (Centrale termica scuola elementare)

La produzione di acqua calda per uso sanitario avviene grazie a boyler elettrici installati nei servizi igienici.



Immagine 20 (Boiler servizi igienici scuola elementare)



Immagine 21 (Boiler servizi igienici scuola elementare)

4.3 Scuola Media

L'edificio che ospita la scuola media si sviluppa su due livelli fuori terra sui quali si trovano i locali scolastici e gli uffici del personale docente e amministrativo; è presente poi un seminterrato adibito in parte a locali tecnici e deposito ed in parte a vuoto tecnico.

La struttura portante è in calcestruzzo armato, la tamponatura esterna in laterizio. La copertura è a falde ed è presente un sottotetto non accessibile.



Immagine 22 (Scuola media – prospetto anteriore)



Immagine 23 (Scuola media – prospetto posteriore)

Recentemente è stato eseguito un intervento di rifacimento della facciata e di sostituzione degli infissi esterni.

Gli impianti tecnologici sono sostanzialmente analoghi a quelli della scuola elementare.

Il riscaldamento invernale è assicurato da una caldaia a gasolio installata nella centrale termica ubicata nel piano seminterrato in locale dedicato. I radiatori distribuiscono il fluido termovettore negli ambienti per mezzo di tubazioni in rame.



Immagine 24 (Caldaia a gasolio scuola media)



Immagine 25 (Radiatore scuola media)

L'illuminazione è data da apparecchi installati a plafone, con lampade fluorescenti di potenza pari a 2x58 W – nelle aule e negli uffici – e pari a 2x36 W nei corridoi e ambienti comuni.



Immagine 26 (Plafoniere aule scuola media)

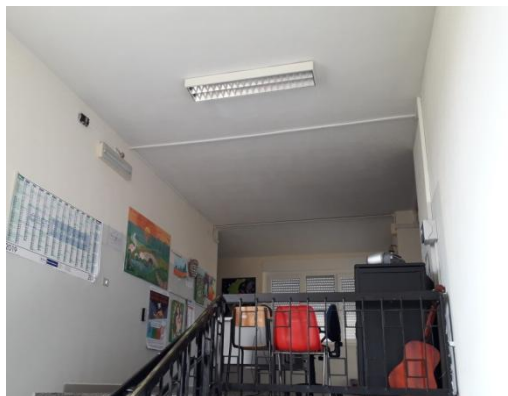


Immagine 27 (Plafoniere corridoio scuola media)

L'acqua calda per uso sanitario è prodotta da boyler elettrici ubicati nei servizi igienici.

5.Descrizione degli interventi progettuali

Il Comune di Santa Giusta è aggiudicatario di un finanziamento relativo al bando POR FESR POR FESR Sardegna 2014/2020 Asse Prioritario IV "Energia sostenibile e qualità della vita" Azioni 4.1.1 e 4.3.1 "INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO NEGLI EDIFICI PUBBLICI E DI REALIZZAZIONE DI MICRO RETI NELLE STRUTTURE PUBBLICHE NELLA REGIONE SARDEGNA". In fase di richiesta sono stati individuati i principali interventi che saranno sviluppati nel presente progetto.

Le lavorazioni, già anticipate al capitolo 3, possono riassumersi come segue:

- Installazione impianto climatizzazione a volume di refrigerante variabile (VRV/VRF)²;
- Installazione apparecchi illuminanti con tecnologia LED, dimmerabili e con sensore di presenza;
- Installazione impianto fotovoltaico (scuola elementare e media);
- Installazione sistema di accumulo energia elettrica (scuola elementare e media);
- Installazione sistema di ricarica veicoli elettrici (edificio municipale);
- Realizzazione cappotto murature perimetrali (edificio municipale e scuola media);
- Sostituzione infissi (edificio municipale);
- Realizzazione sistema di controllo BACS, conforme alla norma EN 15232;
- Acquisto veicolo ad alimentazione elettrica.

² Nella scheda presentata in fase di richiesta di finanziamento non venne prevista la realizzazione di impianti VMC in nessuno degli edifici citati. Si ritiene comunque doveroso e utile installare tale tipologia di impianto, sia per il raggiungimento di migliori prestazioni energetiche complessive sia per il benessere degli utenti. L'insufficienza delle risorse economiche, nonché l'elevata incidenza dei costi di realizzazione della Smart Grid, non consentono al momento la realizzazione di tali impianti. Ciò potrà presumibilmente essere fatto impiegando le economie derivanti dal ribasso d'asta in fase di gara. Analogo discorso può essere fatto per la produzione di acqua calda per uso sanitario, momentaneamente esclusa da tutt'e tre gli edifici per insufficienza di risorse economiche.

Nei paragrafi che seguono si riporta una descrizione dettagliata delle lavorazioni previste.

5.1 Installazione impianto climatizzazione a volume di refrigerante variabile (VRV/VRF)

Gli impianti termici esistenti nel municipio, nella scuola elementare e nella scuola media – già descritti in precedenza – andranno dismessi e sostituiti da un nuovo sistema a volume di refrigerante variabile (VRF). La pompa di calore che alimenta ciascun impianto sarà alloggiata in specifico locale – debitamente arieggiato – oppure all'esterno. Le dorsali di distribuzione del gas refrigerante passeranno nei corridoi e negli ambienti comuni, che verranno controsoffittati. I terminali da installare negli ambienti – unità interne ad espansione diretta – saranno a parete o a soffitto.

La soluzione tecnologica proposta – impianto a volume di refrigerante variabile, ad espansione diretta nell'ambiente di installazione – si caratterizza per una gestione ottimale dei consumi ai carichi parziali, condizione largamente più diffusa nell'arco della vita dell'impianto stesso. Si ricorda, al riguardo, che le condizioni di progetto dell'impianto – necessariamente le più critiche per temperatura e umidità – si verificano solo in poche occasioni nell'arco di un anno solare³, per cui appare fondamentale gestire in maniera efficiente le condizioni di carico intermedie. In considerazione di ciò il sistema installato permette di conseguire significative riduzioni delle spese di gestione dell'impianto.

L'impianto VRV è da tal punto di vista particolarmente performante, in quanto riesce a garantire elevati valori di COP (*Coefficiente of Performance*) e di EER (*Energy Efficiency Ratio, Rapporto di Efficienza Energetica*) elevati anche quando il fabbisogno energetico si discosta dalle condizioni di progetto.

In un normale impianto idronico, che utilizza come fluido termovettore l'acqua, il circuito in cui avviene la produzione di energia termica è distinto dal circuito che si fa carico della distribuzione della stessa. Un impianto VRF-VRV si caratterizza per un'espansione/compressione del liquido refrigerante direttamente nel terminale presente all'interno dell'ambiente da climatizzare, consentendo di ottenere in tal modo maggiori performance. A lato si riporta uno schema riassuntivo delle due tipologie.

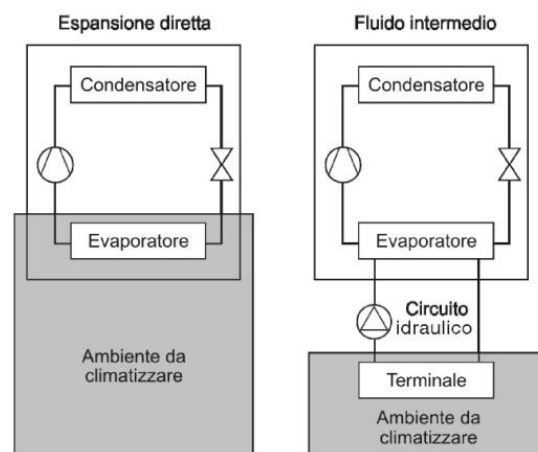


Immagine 28 (Confronto tra impianto tradizionale e impianto VRV - Schema a blocchi)

Gli impianti installati nei tre edifici, pur basandosi sulla stessa tipologia costruttiva, presentano delle peculiarità che li distinguono. Rimandando alle relazioni specialistiche e agli elaborati grafici allegati per i dettagli, si sottolinea in questa relazione la scelta di impiegare una macchina esterna unica per il Municipio

³ La temperatura esterna di riferimento per il dimensionamento dell'impianto viene riscontrata solamente in pochi giorni nell'ambito dell'intera stagione invernale; discorso analogo vale per il raffrescamento estivo.

e due macchine distinte⁴ per ciascuno degli edifici scolastici. Ciò deriva dal fatto che le due scuole sono maggiormente esposte a variazioni delle presenze nel corso degli anni, per cui la scelta di installare una unità esterna dedicata ad un solo piano potrebbe agevolare la gestione dell'edificio occupato parzialmente.

Nella Scuola Elementare l'installazione delle macchine per la climatizzazione sulla copertura piana andrebbe accompagnata dalla realizzazione di una botola di accesso per le operazioni di manutenzione. L'insufficienza delle somme disponibili di fatto non lo consente. In una seconda fase, qualora la Stazione Appaltante sia favorevole, potrà realizzarsi un sistema di apertura, opportunamente coibentato, associato ad una scala retrattile.



Immagine 29 (Esempio di botola da installare nella copertura della Scuola Elementare)

5.2 Intervento su impianto di illuminazione

I corpi illuminanti esistenti sono dotati di lampada fluorescente. È prevista la loro sostituzione con apparecchi di illuminazione dotati di tecnologia LED, che si caratterizza per una maggior efficienza (rapporto tra energia assorbita e luminosità emessa) e per una durata nettamente superiore. Sulla base dei risultati del calcolo illuminotecnico, per il quale si rimanda alla relazione specialistica allegata, risulta necessario incrementare il numero dei punti luce in alcuni ambienti.

Al fine di gestire in maniera ottimale i tempi di funzionamento delle lampade, si prevede che l'accensione e lo spegnimento vengano gestiti da un sensore di presenza delle persone che agisce automaticamente.

Si terrà inoltre conto del contributo della luce naturale filtrante dagli infissi dotando i corpi illuminanti di opportuno sistema dimmerabile, che adeguerà la potenza assorbita al fabbisogno reale.

Il dettaglio del calcolo illuminotecnico e il posizionamento dei corpi illuminanti è illustrato nelle relazioni specialistiche e negli elaborati grafici allegati.

5.3 Installazione impianto fotovoltaico

L'edificio municipale è già dotato di impianto fotovoltaico, di potenza nominale pari a 19,9 kW. In fase di richiesta di finanziamento è stata prevista la sua implementazione con un impianto avente una potenza di 2 kW di picco.

⁴ È prevista l'installazione di una pompa di calore a servizio del piano terra e una a servizio del piano primo, sia per la Scuola Elementare che per la Scuola Media.

Tale scelta, finalizzata ad incrementare la quota parte di energia prodotta e auto consumata, non è stata attuata nel progetto esecutivo. In sua sostituzione è prevista l'installazione di ottimizzatori di potenza nell'impianto della Scuola Elementare e Media.

In tal modo, considerato l'incremento di produzione dovuto agli ottimizzatori (che va da un valore minimo del 2% fino al 10%), si riesce ad ottenere la stessa energia producibile dall'impianto previsto sul Municipio.

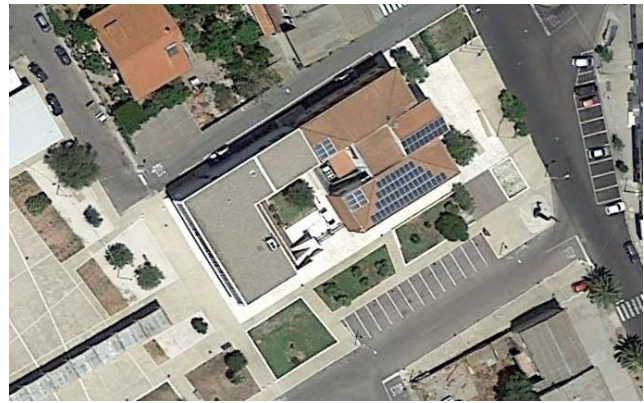


Immagine 30 (Imp. fotovoltaico esistente sul municipio)

	Impianto Municipio ⁵	Impianto Scuola Elementare	Impianto Scuola Media
Energia elettrica prodotta kWh (Stima)	2500	24893,87	14836,05
Incremento per presenza ottimizzatori (stima 7%)		1742	1038
Totale	2500	2780	

Negli edifici che ospitano la scuola elementare e media, come appena anticipato, verranno installati nuovi impianti di produzione di energia da conversione fotovoltaica, aventi rispettivamente potenza 19,53 kW e 11,97 kW di picco.

La loro installazione avverrà su tetto piano nella scuola elementare e su falda nella scuola media.



Immagine 31 (Scuola elementare)



Immagine 32 (Scuola media)

⁵ Previsto in fase di richiesta ma non nel progetto esecutivo

Nel primo caso l'inclinazione sull'orizzontale (Tilt) sarà di 20°, in modo tale da massimizzare la produzione nell'arco dell'intero anno. Nel caso del tetto a falda i moduli fotovoltaici saranno messi in aderenza alla stessa struttura.

L'energia prodotta, con l'ausilio del sistema di accumulo descritto al capitolo successivo, permetterà di far fronte ai fabbisogni di energia elettrica degli edifici.

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni specialistiche e agli elaborati grafici allegati.

5.4 Installazione sistema di accumulo energia elettrica

La scelta del sistema di storage, oltre che sulle qualità della tipologia di batterie, sulla efficienza massima e la profondità di scarica, si basa sulla capacità di accumulo (kWh immagazzinabili) e sulla potenza in fase di carica e scarica dell'inverter integrato. Il dimensionamento deriva dall'analisi del fabbisogno di energia elettrica dell'edificio e dall'analisi della distribuzione dei consumi nell'arco della giornata.

Coerentemente con quanto indicato in fase di richiesta di finanziamento, verrà installato un sistema di storage da 15 kWh nella scuola elementare e da 10 kWh nella scuola media.

Tali valori sono da ritenere congrui con i fabbisogni delle scuole che, per loro natura, si caratterizzano per un consumo energetico concentrato nelle ore diurne. Solo occasionalmente (riunioni pomeridiane del personale, consigli di classe, scrutini ecc.), potrà aversi un impiego dei locali in orari serali che, soprattutto nella stagione invernale⁶, comporteranno un certo consumo di energia elettrica.

5.5 Installazione sistema di ricarica veicoli elettrici

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico del Municipio potrà essere impiegata anche per la ricarica di veicoli a propulsione elettrica. Si installerà, al riguardo, una colonnina di ricarica nei parcheggi sul lato dell'edificio municipale, in posizione agevole per l'erogazione del servizio.

Le caratteristiche tecniche sono riportate di seguito:

Caratteristiche tecniche:

- Versione: infrastruttura di ricarica in metallo a parete monolito (ricarica di un solo veicolo) con sistema di alimentazione AC trifase. Sistema integrato di comunicazione Bluetooth e interfaccia utente con spie di segnalazione stato ricarica, allarmi.
- Grado di protezione IP: (grado di protezione degli involucri dei dispositivi elettrici ed elettronici contro la penetrazione di agenti esterni di natura solida o liquida): IP55.
- Grado di protezione IK: (grado di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni): IK10.

⁶ Il consumo di energia elettrica è dovuto sia all'illuminazione degli ambienti che all'impiego di utilizzatori, quali pc, monitor, stampanti ecc. Mentre questi ultimi prescindono dall'orario di utilizzo, l'illuminazione degli ambienti è necessariamente legata all'illuminazione naturale che nei mesi invernali viene a mancare nel tardo pomeriggio.

- Conformità: il prodotto è conforme a quanto previsto dalle normative Europee IEC 61851-1 e 61851-22
- Sistema di ricarica:
 - N° 1 presa tipo T2S 3P+T+N+2CP (22 kW AC trifase – 32 A) predisposta per la ricarica “Modo 3 –con gestione della comunicazione con il veicolo tramite protocollo PWM.
 - N° 1 presa “Std Tedesco” tipo Green’up Access 2P+T predisposta per la ricarica “Modo 2 –“. Il sistema Green’up Access è un brevetto di Bticino e consente una ricarica in modo 2 alla massima potenza (14 A) se collegato a cavo con spina brevettata Green’up
- Sistema di gestione:
 - Locale, da pannello sull’infrastruttura o via App EV Charge attraverso comunicazione Bluetooth
 - Da remoto, attraverso kit di comunicazione Ethernet
- Sistema di accesso:
 - Libero
 - Ristretto: attraverso lettore badge RfId, attraverso App, attraverso Webserver (White/Black List)

Le stazioni di ricarica offrono all’utente la possibilità di collegare e ricaricare il proprio veicolo elettrico con la rapidità desiderata in assoluta sicurezza: ogni stazione di ricarica dispone di prese, organi di segnalazione, sistemi di comunicazione, sistemi di controllo e sistemi di supervisione utili sia al funzionamento e all’utilizzo del sistema in sicurezza che alla sua gestione, alla sua manutenzione e al suo monitoraggio. Tutte le infrastrutture di ricarica sono comandabili localmente attraverso un intuitivo pannello operatore posto sulla colonnina; sono altresì dotate di sistema di comunicazione Bluetooth che consente di interfacciare l’infrastruttura con l’App Bticino EV Charge disponibile per smartphone iOS e Android. Con l’App EV Charge è possibile comandare, programmare e gestire completamente la ricarica, tenendone sotto controllo i tempi ed i costi.

5.6 Sostituzione infissi edificio municipale

Gli infissi esterni del municipio saranno sostituiti con nuovi serramenti in alluminio a taglio termico e vetrocamera con riempimento ad argon.

L’infisso dovrà avere caratteristiche prestazionali conformi ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della radiazione solare, sicurezza. Riferimento norme: UNI EN ISO 140-3:06, UNI 6534:74, UNI EN 572-1:04, UNI EN 12758:04, UNI EN 12150-1:01, UNI 7143:72 DM 2 Aprile 1998, Legge 90/2013 e dei Requisiti Minimi.



Immagine 33 (Sezione infisso da utilizzare nel Municipio)

In particolare dovrà avere le seguenti caratteristiche:

INFISSI IN ALLUMINIO realizzati con la serie taglio termico Planet 62 PLUS con sistema di tenuta a giunto aperto con pinna centrale di forma tubolare e materiale coestruso, espanso/compatto. I profilati sono estrusi in lega di alluminio 6060 (EN 573.3), stato di fornitura T5 e T6 conformi alla norma EN 755.2 con tolleranze dimensionali e spessori conformi alla norma UNI12020-2 : 2001.. In particolare dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni minime:

- Tipologia vetro: vetrocamera 6/7-15-6/7 basso emissivo con gas argon, così composto:
- Prima vetrata: primo vetro planinux da 3 mm; intercalare: PVB standard 0,38 mm; secondo vetro planinux da 3 mm; coating: planitherm one;
- Seconda vetrata: primo vetro planinux da 3 mm; intercalare: PVB standard 0,38 mm; secondo vetro planinux da 3 mm Trasmittanza vetro (max.): 1,0 W/m² K;
- Fattore solare g: 0,44;
- Coefficiente di shading: 0,51.
- Trasmittanza telaio (max.): 2,86 W/m² K;
- Trasmittanza infisso (max.): 1,8 W/m² K;
- Potere fonoisolante: 44 Db;
- Sicurezza: vetro antisfondamento sia interno che esterno di classe 2B2 (o di classe 1B1 per le superfici finestate con altezza parapetto sino a 90 cm o comunque a pericolo di caduta).

5.7 Schermi solari

Per ridurre gli effetti dell'irraggiamento solare, che è causa di un importante incremento del carico termico estivo, verranno installati degli schermi esterni.



Immagine 34 (Schermo solare mobile Municipio)

La tipologia individuata, che si integra nell'architettura dell'edificio municipale, sarà di tipo mobile, in modo tale da ottimizzare la sua azione in funzione dell'irraggiamento solare nell'arco dell'intera giornata, al variare dell'inclinazione dei raggi solari.

Il suo azionamento è gestito da una stazione meteorologica che interagisce con gli attuatori, il tutto pienamente integrato nel sistema BMS di gestione generale degli impianti tecnologici del Municipio.

L'installazione avverrà solo negli infissi esposti nel quadrante a Sud dell'edificio.

5.8 Coibentazione termica strutture opache verticali municipio e scuola media

Le murature esterne del municipio e della scuola media saranno interessate da un intervento di efficientamento energetico consistente nella realizzazione di un cappotto interno; si esclude la realizzazione all'esterno in quanto sarebbe più dispendioso e non giustificabile con un miglioramento della finitura esterna degli edifici. La scuola media, infatti, ha visto concretizzarsi un recente rifacimento delle facciate, mentre il municipio presenta i prospetti in buone condizioni di conservazione (hanno la finitura in mattoncini di laterizio faccia a vista e in parte in intonaco tinteggiato di bianco).

Il materiale individuato – pannello in fibra di legno tipo Fibertherm protect dry 140 della Beton Wood o equivalente – consente di ridurre significativamente la trasmittanza delle pareti e di rientrare nei limiti di legge ($0,36 \text{ W/m}^2 \text{ K}$).



Immagine 35 (Particolare pannello cappotto interno Municipio e Scuola Media)

Le specifiche del materiale sono: coefficiente di conduttività termica $\lambda_D = 0,040 \text{ W/(m}^*k)$, calore specifico $c=2100 \text{ J/Kg K}$, coefficiente di resistenza alla penetrazione del vapore $\mu=5$, classe di reazione al fuoco E, secondo la norma EN 13501-1.

5.9 Realizzazione sistema di controllo BEMS, conforme alla norma EN 15232

Nell'edificio comunale e nelle scuole è prevista l'installazione di un avanzato sistema di gestione e monitoraggio dell'energia impiegata nei vari impianti tecnologici, conformemente alla norma EN 15232.

In essa sono previste quattro classi con efficienza energetica crescente:

- Classe D "NON ENERGY EFFICIENT": comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione e controllo, non efficienti dal punto di vista energetico;
- Classe C "STANDARD" (riferimento): corrisponde agli impianti dotati di sistemi di automazione e controllo degli edifici (BACS) "tradizionali", eventualmente dotati di BUS di comunicazione, comunque a livelli prestazionali minimi rispetto alle loro reali potenzialità.
- Classe B "ADVANCED": comprende gli impianti dotati di un sistema di automazione e controllo (BACS) avanzato e dotati anche di alcune funzioni di gestione degli impianti tecnici di edificio (TBM) specifiche per una gestione centralizzata e coordinata dei singoli impianti. "I dispositivi di controllo delle stanze devono essere in grado di comunicare con il sistema di automazione dell'edificio".

- Classe A “HIGH ENERGY PERFORMANCE”: corrisponde a sistemi BAC e TBM “ad alte prestazioni energetiche” cioè con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all’impianto. “I dispositivi di controllo delle stanze devono essere in grado di gestire impianti HVAC tenendo conto di diversi fattori (ad esempio, valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell'occupazione, sulla qualità dell'aria ecc.) ed includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC e vari servizi dell'edificio (ad esempio, elettricità, illuminazione, schermatura solare ecc.)”.

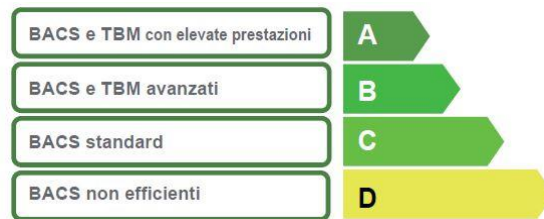


Immagine 36 (Le classi di efficienza energetica identificate dalla EN15232)

Le tipologie applicative sono:

- Riscaldamento
- Acqua calda sanitaria
- Raffrescamento
- Ventilazione e Condizionamento
- Illuminazione
- Schermature solari
- Sistemi TBM (*Technical Building Management*)

Il metodo di calcolo utilizzato è un metodo statistico, chiamato **Metodo dei fattori BACS**. Consiste in una procedura di calcolo rapida e su base tabellare che permette una stima approssimativa dell’impatto delle funzioni BACS e TBM in base alla classe di efficienza A, B, C o D implementata. Tale metodo è particolarmente appropriato per la fase di progettazione iniziale di un edificio, in quanto non è richiesta nessuna informazione specifica riguardo le funzioni di automazione e controllo se non la classe BACS di riferimento (già presente) e quella prevista (da implementare).

Il sistema prevede il controllo dell’impianto di climatizzazione e dell’impianto di illuminazione. Nel caso del municipio sarà anche compresa la gestione degli schermi solari esterni, che saranno orientati in funzione dell’angolo di incidenza della radiazione solare.

Nello specifico si opererà come segue:

Impianto climatizzazione

L’impianto di climatizzazione è equipaggiato di un sistema di controllo centralizzato WEB Server 3d TOUCH CONTROLLER per la gestione di sistemi VRF; dotato di schermo LCD 10,4" touch screen a colori retro-illuminato, gestione di 50 unità interne/gruppi in configurazione stand-alone. In configurazione estesa con

moduli d'espansione, gestisce fino a 200 unità interne/gruppi. Consente la visualizzazione delle planimetrie grafiche del sistema, gestione remota tramite Internet, APP, funzioni di programmazione orarie avanzate, funzioni di risparmio energetico, controllo e supervisione individuale o collettiva dei dispositivi di campo. Alimentazione 240 VAC 50/60 Hz integrata.

Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione, come già accennato, sarà costituito da apparecchi illuminanti dimmerabili che saranno gestiti da un sensore di presenza nell'ambiente di utilizzo che provvederà all'accensione e allo spegnimento degli stessi. In tal modo si potrà conseguire un significativo risparmio dell'energia elettrica.

5.10Acquisto veicolo elettrico

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico potrà essere utilizzata da un veicolo ad alimentazione elettrica di tipo V2G (*Vehicle To Grid*). Tale tipologia si configura come sistema di accumulo, in quanto consente di immettere nella rete elettrica l'energia immagazzinata non utilizzata.

5.11Realizzazione Smart Grid

L'ottimizzazione dei consumi energetici dei tre edifici interessati dagli interventi sarà agevolata dalla realizzazione di una smart grid che collegherà gli stessi, consentendo il monitoraggio, l'analisi e la gestione dei vari vettori energetici. Sarà ottimizzato, in particolare, l'impiego dell'energia elettrica, individuata quale fonte di alimentazione dei vari impianti tecnologici (illuminazione, termico, BEMS).

In funzione della produzione degli impianti fotovoltaici e del livello di carica dei sistemi di accumulo si indirizzerà il consumo in modo opportuno stabilendo una gerarchia di utenze.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica e agli elaborati grafici allegati.

6. Quadro economico

Si riporta di seguito il quadro economico dell'intervento.

a) Importo finanziamento	€ 1 000 000,00
b) Importo esecuzione delle lavorazioni	
A misura	€ 754 000,00
A corpo	
In economia	
Totale	€ 754 000,00
c) Importo per l'attuazione dei piani di sicurezza	
Costi sicurezza diretti	€ 0,00
Costi sicurezza speciali	€ 15 000,00
Totale	€ 15 000,00
Sommano lavori più sicurezza (b+c)	€ 769 000,00
d) Somme a disposizione della stazione appaltante per:	
IVA sui lavori 10%	€ 76 900,00
Spese Tecniche comprensive di iva e contributi previdenziali	€ 78 784,04
Rilievi, accertamenti ed indagini (Diagnosi energetica e APE pre-int.)	€ 2 684,00
Spese per collaudi e monitoraggi (APE post-intervento)	€ 1 586,00
Incentivi per funzioni tecniche (art. 113 D. Lgs. 50/2018)	€ 15 380,00
Contributo ANAC	€ 300,00
Accantonamento per transazioni e accordi bonari (3%)	€ 23 070,00
Acquisto automezzo alimentazione elettrica	€ 31 205,16
Imprevisti	€ 1 090,80
Sommano	€ 231 000,00
Costo totale opera	€ 1 000 000,00

Santa Giusta, 15/06/2019

I Progettisti

RTP Ing. Boi, IAU Engineering Service srl, Arch. Vargiu