

PIANO ENERGETICO COMUNE DI AREZZO

DEFINIZIONE DEGLI SCENARI E STRUMENTI DI ATTUAZIONE

VOLUME IV

NOVEMBRE 2011

SOMMARIO

1. Introduzione	3
2. Lo Scenario attuale – SA	5
3. Scenario Zero – SO	8
4. Scenario di Bassa Applicazione – SBA	10
4.1. SBA – effetto sull’utilizzo di fonti energetiche tradizionali	11
4.2. SBA – raggiungimento degli obiettivi	16
5. Scenario di Alta Applicazione – SAA	18
5.1. SAA – effetto sull’utilizzo di fonti energetiche tradizionali	18
5.2. SAA – raggiungimento degli obiettivi	24
6. Scenari a confronto.....	26
6.1. Riduzione dei consumi di Fonti Tradizionali.....	26
6.2. Quota di energia da FER sul consumo finale di energia: raggiungimento degli obiettivi europei	29
7. Strumenti di Attuazione.....	31
8. Proposte di introduzione di FER nelle aree di prossimo sviluppo	34
8.1. Indagine sulla applicazione di FER nelle A.S.I. di tipo residenziale.....	37
8.1.1. Caratterizzazione della zona di interesse.....	38
8.1.2. Ipotesi adottate	42
8.1.3. Calcolo dei fabbisogni termici.....	45
8.1.4. Scelte Tecnologiche per gli impianti termici	50
8.1.5. Fotovoltaico previsto dal RU.....	53
8.2. FER in A.S.I. residenziale: esempio di realizzazione parziale.....	56
8.3. Indagine sulla applicazione di FER nelle A.S.I. di tipo industriale.....	58
8.4. Indagine sulla applicazione di FER altre A.S.I. per cui è prevista l’introduzione di FER.....	60
9. Conclusioni.....	62
Elenco Tabelle.....	65
Elenco Figure	66
Bibliografia	68

1. INTRODUZIONE

L'analisi condotta nel Volume II del Piano Energetico Comunale di Arezzo fornisce un quadro complessivo dei consumi energetici attuali (2007) ed ipotizza una tendenza di evoluzione temporale di tali consumi giungendo al dato previsionale 2020.

Il Volume III del PEC mette in evidenza che nel territorio comunale di Arezzo sono possibili interventi sull'edilizia, sugli impianti termici, sull'illuminazione pubblica e sul parco veicolare tali da condurre ad una riduzione dei consumi. Inoltre lo studio ha mostrato l'esistenza di una certa potenzialità di produzione di energia da fonti rinnovabili.

L'obiettivo del presente volume è quello di costruire alcuni scenari di applicazione di questi interventi al fine di valutare il potenziale che deriva dall'introduzione delle FER, anche nell'ottica di valutare la raggiungibilità degli obiettivi Europei della Direttiva 2009/28/CE, che, per quanto concerne l'incremento della quota di energie rinnovabili, pone un valore obiettivo per l'Italia pari al 17% del consumo energetico finale.

La stessa Direttiva 2009/28/CE pone anche l'obiettivo di riduzione del consumo del 20% attraverso misure di efficienza energetica. Gli interventi proposti in questa sede non permettono di avvicinarsi significativamente a tale obiettivo. D'altra parte nella presente disamina non è stato possibile effettuare una analisi puntuale dei potenziali interventi sull'efficienza energetica a livello di utenze industriali e di utilizzi di elettricità da utenze domestiche.

Sempre in relazione alla Direttiva 2009/28/CE, gli obiettivi di riduzione, entro il 2020, delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai valori del 2005 saranno analizzati in sede di Valutazione Ambientale Strategica del Piano.

Nei prossimi paragrafi viene riportata una breve descrizione dello stato attuale dei consumi (SA) e successivamente si procede alla costruzione degli scenari per il 2020. In particolare si definisce:

- **Scenario Zero (S0)** – È lo scenario al 2020, considerando l'incremento stimato precedentemente per i consumi e nessun intervento di riduzione dei consumi stessi. È lo scenario rispetto al quale si valutano gli effetti dovuti all'attuazione degli interventi per la riduzione dei consumi e all'applicazione di FER.
- **Scenario di Bassa Applicazione (SBA)** – Si ipotizza la produzione di energia da FER secondo le potenzialità stimate per il Basso Scenario (BS) e l'introduzione degli interventi di riduzione dei consumi di BS. Volendo costruire uno scenario di basso profilo, si ritiene di escludere il recupero termico da combustione di biomasse e rifiuti, in quanto lo sfruttamento cogenerativo del calore residuo dai processi termici richiede notevoli interventi di allaccio alle utenze civili e/o industriali, ammessa la loro presenza nelle vicinanze dell'impianto. Si ritiene pertanto, data la maggiore complessità nell'applicabilità, di non considerare tale contributo nella costruzione dello scenario di bassa applicazione.
- **Scenario di Alta Applicazione (SAA)** – Si ipotizza l'applicazione della produzione di energia da FER secondo le potenzialità stimate per l'Alto Scenario (AS) e l'introduzione degli interventi di riduzione dei consumi di AS. Volendo costruire uno scenario di alto profilo, si ritiene di includere lo sfruttamento cogenerativo del calore residuo dai processi termici.

L'intenzione perseguita nella costruzione degli scenari è quella di fornire gli estremi entro i quali è possibile agire, attraverso la combinazione diversificata degli interventi proposti, per raggiungere obiettivi minimali o massimali di razionalizzazione energetica.

Si precisa che, come spiegato nel Volume III, nella costruzione degli scenari SBA e SAA non saranno presi in considerazione i potenziali di riduzione dei consumi derivanti da interventi sull'edilizia privata esistente per la difficoltà che sussiste nella realizzazione e nella quantificazione puntuale di queste.

TABELLA 1.1 – COMPOSIZIONE DEGLI SCENARI

	Scenario Attuale – SA	Scenario Zero – S0	Scenario di Bassa Applicazione - SBA	Scenario di Alta Applicazione - SAA
Consumo attuale	●			
Consumo 2020		●	●	●
Interventi riduzione consumi			●	●
FER BS			●	
FER AS				●
Cogenerazione da biomasse e rifiuti				●

Alla conclusione di questo volume vengono avanzate alcune proposte di introduzione delle FER nelle aree di prossimo sviluppo previste dagli strumenti di pianificazione.

2. LO SCENARIO ATTUALE – SA

In questo paragrafo viene riportato sinteticamente ciò che emerge dall'analisi dei consumi attuali (anno 2007). I valori di Tabella 2.1 sono il risultato delle elaborazioni del Bilancio Energetico Comunale, Volume II. In Figura 2.1, Figura 2.2 e Figura 2.3 si forniscono alcune rappresentazioni grafiche al fine di facilitare la lettura dei dati.

Il Comune di Arezzo vede per lo scenario attuale un totale di consumi energetici pari a 2.446,1 GWh/anno, espressi in termini di energia primaria.

Il settore civile è quello che assorbe la maggior parte della risorsa energetica (39,1%), seguito dai trasporti (31,9%), e dall'industria (28,3%). Un ruolo marginale nei consumi è quello del settore agricolo e della pesca, con lo 0,7% (Figura 2.1).

I consumi sono dovuti per il 40,1% all'impiego di gas naturale prevalentemente ad uso civile ed industriale, i quali incidono rispettivamente per il 57,9% e 38,9% sul consumo totale di gas. L'energia elettrica, con 384,2 GWh/anno, rappresenta il 15,7% dei consumi totali ed è impiegata prevalentemente ad uso civile (71,5% del consumo elettrico totale). Un altro contributo importante è dato dai carburanti: gasolio e benzina, con 602,8 e 290,5 GWh/anno, rappresentano complessivamente il 36,5% dei consumi totali e sono impiegati quasi interamente nel settore dei trasporti. Infine i contributi dei combustibili solidi e del GPL rappresentano rispettivamente il 4,7% ed il 3,0% sul totale consumi (Figura 2.2 e Figura 2.3).

TABELLA 2.1 – CONSUMI DEL COMUNE DI AREZZO 2007 – SA [GWh]

Gasolio	Benzina	GPL	Gas naturale	Comb. Solidi	En Elettrica	TOT
602,8	290,5	73,0	979,8	115,9	384,2	2.446,1

TABELLA 2.2 – CONSUMI DEL COMUNE DI AREZZO 2007 – DETTAGLIO PER SETTORE ECONOMICO – SA [GWh]

[GWh]	Gasolio	Benzina	GPL	Gas naturale	Comb. solidi	En Elettrica	TOT
Agricoltura e Pesca	14,4	-	0,6	1,3	-	1,6	18,0
Industria	131,8	-	9,6	380,8	76,2	94,8	693,2
Civile	28,4	-	45,3	567,1	39,7	274,8	955,2
Trasporti	428,2	290,5	17,5	30,6	-	12,9	779,8
TOT	602,8	290,5	73,0	979,8	115,9	384,2	2.446,1

FIGURA 2.1 – INCIDENZA DEI DIVERSI SETTORI ECONOMICI SUI CONSUMI – COMUNE DI AREZZO 2007

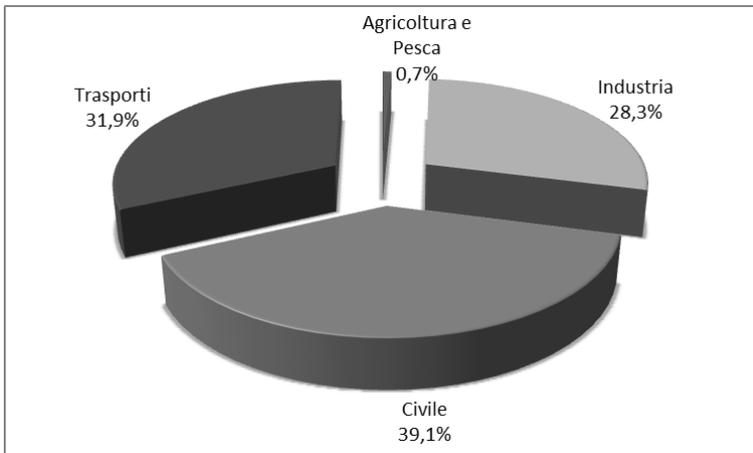


FIGURA 2.2 – RIPARTIZIONE DEI CONSUMI PER FONTE ENERGETICA - COMUNE DI AREZZO 2007

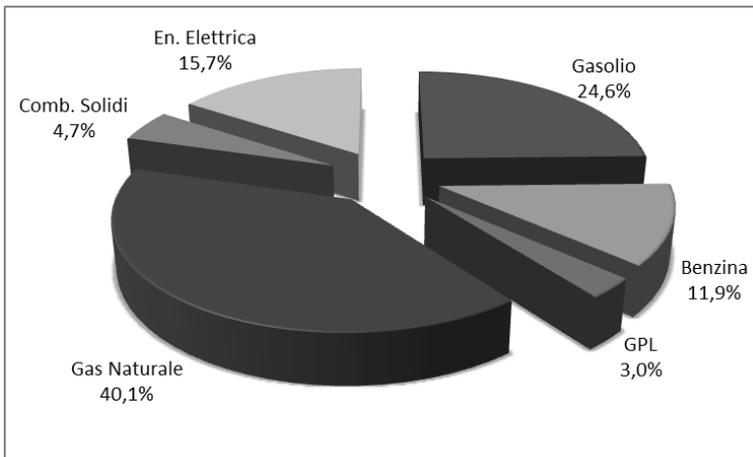
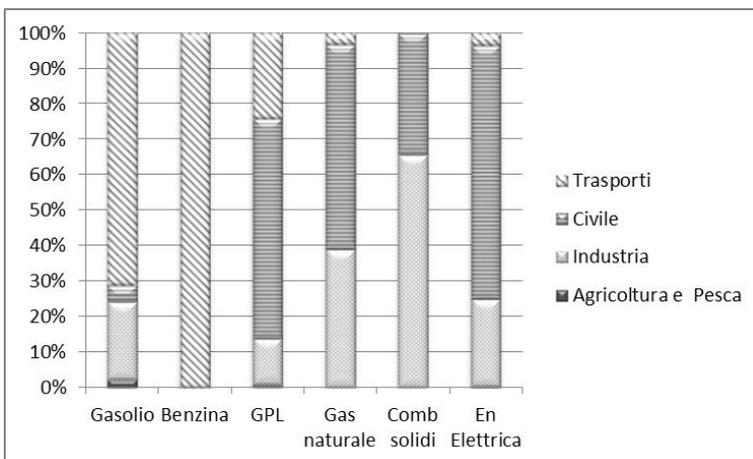


FIGURA 2.3 – INCIDENZA DEI DIVERSI SETTORI SULLE FONTI ENERGETICHE – COMUNE DI AREZZO 2007



Lo SA è caratterizzato dalla presenza di una esigua produzione di energia elettrica da FER dovuta ai contributi della termovalorizzazione nell'attuale installazione di San Zeno e dell'idroelettrico. In Tabella 2.3 si riportano tali produzioni come indicato nel Bilancio Energetico Comunale riferito all'anno 2007.

Per lo stato attuale l'installazione di FER è indirizzata esclusivamente alla produzione di energia elettrica, con 34,4 GWh annui prodotti corrispondenti alla copertura del 9% del consumo complessivo di energia elettrica. Rispetto ai consumi totali, le FER dello scenario SA rappresentano il 1,4% dei consumi.

TABELLA 2.3 – SITUAZIONE APPLICAZIONE FER [GWh/anno]– ESTRATTO DAL BEC 2007 - SA

	idraulica	da rifiuti	Termica	TOT
Produzione EE	9,9	18,1	6,4	34,4
Acquisto EE				349,8
Consumo EE				384,2
% FER su consumo EE	2,6%	4,7%	1,7%	9,0%
% FER su consumo TOT	0,4%	0,7%	0,3%	1,4%

3. SCENARIO ZERO – S0

Si definisce Scenario Zero – S0 lo scenario di non-intervento, ossia la situazione prevista al 2020 senza che nessuna misura di contenimento dei consumi venga presa e senza l'introduzione di alcuna FER.

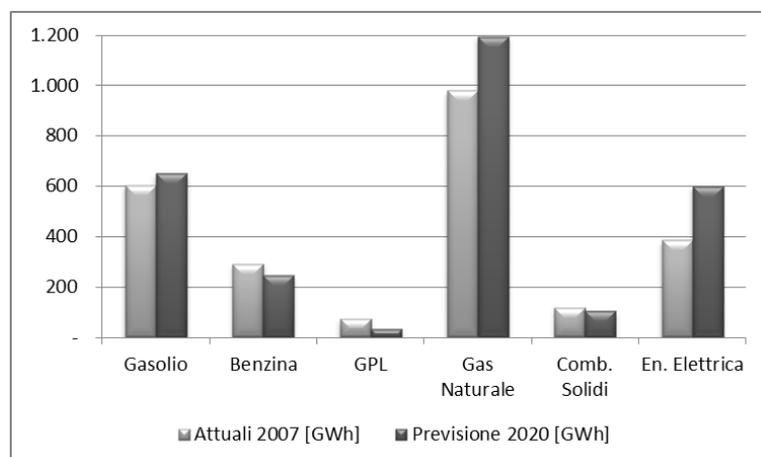
Lo scenario S0 viene costruito con l'unico scopo di rappresentare un riferimento rispetto al quale valutare gli effetti degli scenari di intervento proposti nei paragrafi successivi. Infatti questo scenario si pone in contrasto sia con le disposizioni normative che con gli obiettivi del Piano stesso.

Questo scenario è stato ricostruito sulla base dei tassi di incremento annui attesi a livello nazionale per i consumi di energia, anche in considerazione degli effetti della crisi economica che ha interessato la seconda metà del 2008 e l'anno 2009.

TABELLA 3.1 – CONSUMI DEL COMUNE DI AREZZO – S0 E CONFRONTO CON SA [GWh]

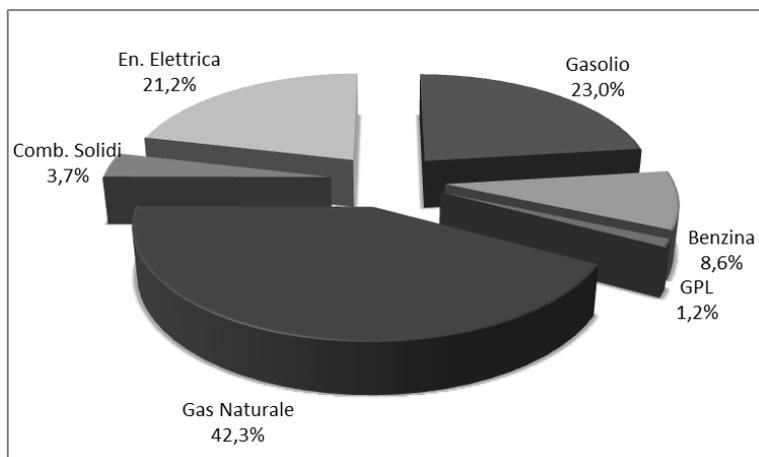
	Gasolio	Benzina	GPL	Gas Naturale	Comb. Solidi	En. Elettrica	TOT
S0	649,7	244,0	32,8	1.193,4	103,9	599,6	2.823,3
SA	602,8	290,5	73,0	979,8	115,9	384,2	2.446,1
incremento	7,8%	-16,0%	-55,1%	21,8%	-10,3%	56,0%	15,4%

FIGURA 3.1 – CONSUMI DEL COMUNE DI AREZZO – CONFRONTO SA - S0 [GWh]



Il consumo maggiore è relativo al gas naturale, che rappresenta il 42,3% del totale e vede un incremento di 21,8 punti percentuali rispetto allo stato attuale. L'energia elettrica, con circa 384 GWh/anno, rappresenta il 21,2% dei consumi totali. Il contributo dei carburanti (gasolio e benzina) rappresenta complessivamente il 31,6% dei consumi. Infine i contributi dei combustibili solidi e del GPL rappresentano rispettivamente il 3,7% ed l'1,2% sul totale dei consumi.

FIGURA 3.2 – RIPARTIZIONE DEI CONSUMI PER FONTE ENERGETICA – S0 [GWh]



Per quanto riguarda l'applicazione di FER, viste le ipotesi di costruzione dello scenario basate sostanzialmente sul non intervento, si assume una produzione energetica analoga a quella registrata per lo SA (Tabella 3.2).

Con l'incremento dei consumi stimato tra SA e S0 si ottiene che l'incidenza dell'energia prodotta da FER si attesta al 5,7% dei consumi elettrici e all'1,2% dei consumi totali.

TABELLA 3.2 – SITUAZIONE APPLICAZIONE FER [GWh/anno] – ESTRATTO DAL BEC 2007 – S0

	idraulica	da rifiuti	Termica	TOT
Produzione EE	9,9	18,1	6,4	34,4
Acquisto EE				565,2
Consumo EE				599,6
% FER su consumo EE	1,7%	3,0%	1,3%	5,7%
%FER su consumo TOT	0,4%	0,6%	0,2%	1,2%

4. SCENARIO DI BASSA APPLICAZIONE – SBA

In questa sede, viene definito Scenario di Bassa Applicazione – SBA lo scenario dei consumi previsti nel 2020 nell'ipotesi che vengano sfruttate le FER secondo le potenzialità di BS e che vengano introdotti gli interventi volti al contenimento dei consumi, sempre secondo la formulazione di BS.

Nei casi di FER in cui non sia stata effettuata una valutazione diversificata in AS e BS, come nel caso di mini-idraulico e fotovoltaico su edifici scolastici, si è proceduto a considerare per la Bassa Applicazione uno sfruttamento del 50% del potenziale stimato¹. Di contro, è stato scelto di sfruttare al massimo le potenzialità del recupero energetico da rifiuti e da eolico². Per quanto riguarda i rifiuti, infatti, la definizione della potenzialità deriva da un altro strumento di programmazione, non discutibile quindi in questa sede. In relazione all'eolico, invece, facendo comunque riferimento ad un unico parco eolico previsto, non avrebbe senso considerarne una realizzazione parziale, in relazione anche ad esigenze tecniche ed economiche.

Date queste premesse, si valutano i consumi dello SBA alla luce dei seguenti interventi:

- Sfruttamento del potenziale eolico del Parco Sassi Bianchi
- Sfruttamento del 50% del potenziale mini-idraulico
- Sfruttamento del potenziale del solare termico, BS
- Sfruttamento del potenziale del solare termico di recente installazione
- Sfruttamento del potenziale del solare fotovoltaico su edifici privati, BS
- Sfruttamento del 50% del potenziale del solare fotovoltaico installabile sugli edifici scolastici
- Sfruttamento del potenziale del solare fotovoltaico di recente installazione
- Recupero energetico – in modalità sola energia elettrica, BS – dal termovalorizzatore di San Zeno
- Recupero energetico dalla combustione delle biomasse che derivano da scarti agricoli o industriali e dalla manutenzione di alvei e verde urbano
- Recupero energetico dalla combustione del 50% del potenziale da biomasse che derivano da colture dedicate
- Recupero energetico dalla conversione in biogas delle biomasse che derivano da reflui di allevamenti, residui di orticoltura e residui agroindustriali
- Introduzione del bioetanolo in diluizione al 5% con la benzina³
- Interventi di contenimento dei consumi

¹ Interventi diffusi sul territorio, più difficilmente implementabili

² Interventi di maggiore entità e concentrati, più facilmente implementabili

³ Diluizione sostenibile dai motori oggi in commercio

4.1. SBA – EFFETTO SULL'UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE TRADIZIONALI

L'applicazione dello SBA ha come effetto la riduzione dell'utilizzo di fonti energetiche tradizionali, grazie all'azione congiunta del contenimento dei consumi e dell'introduzione delle FER considerate. La Tabella 4.1 ne riporta i quantitativi in termini di energia primaria.

Lo SBA è caratterizzato da:

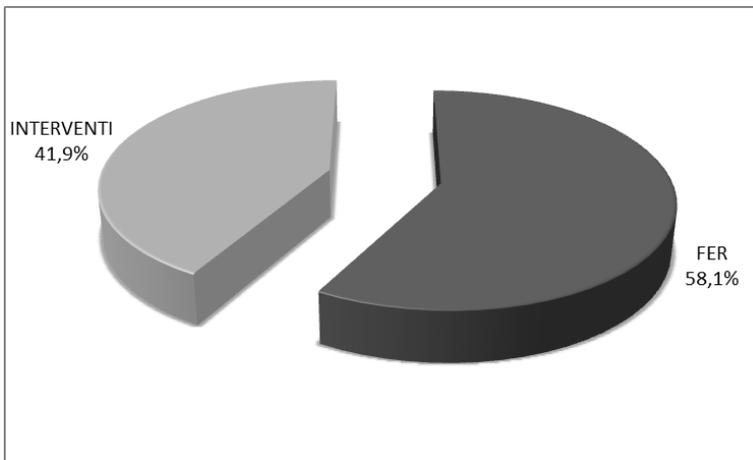
- una produzione energetica da FER di 315,8 GWh di energia primaria, a cui il recupero energetico da rifiuti contribuisce per la maggior parte (31,3%).
- un potenziale di riduzione dei consumi comunali stimato in 227,3 GWh di energia primaria.

La riduzione dell'utilizzo di fonti tradizionali ammonta dunque a 543,1 GWh/anno, alle quali gli interventi di riduzione dei consumi contribuiscono per il 41,9% (Figura 4.1).

TABELLA 4.1 – FER E INTERVENTI DI RIDUZIONE CONSUMI SECONDO LO SBA

FER	Quota considerata	Energia Primaria [GWh]	Energia Primaria [tep]	Energia Primaria [%]
Eolico	100%	29,0	2.491,8	9,2%
Mini-idraulico	50%	17,9	1.543,6	5,7%
Solare Termico BS	100%	44,0	3.786,1	13,9%
Solare termico Altre installazioni	100%	0,1	5,3	0,0%
Fotovoltaico BS	100%	23,4	2.013,0	7,4%
Fotovoltaico scuole	50%	1,7	147,0	0,5%
Fotovoltaico Altre installazioni	100%	39,7	3.414,6	12,6%
Termovalorizzatore BS	100%	98,7	8.489,8	31,3%
Biomasse residue (combustione)	100%	26,7	2.292,8	8,4%
Biomasse dedicate (combustione)	50%	17,6	1.513,0	5,6%
Biomasse biogas (combustione)	100%	3,6	310,5	1,1%
Bioetanolo	5% benzina	13,4	1.149,9	4,2%
TOTALE FER		315,8	27.157,5	100,0%
INTERVENTI				
Su parco macchine	100%	223,4	19.209,6	98,3%
Su illuminazione pubblica	100%	4,0	339,9	1,7%
TOTALE INTERVENTI		227,3	19.549,4	100,0%
TOTALE		543,1	46.706,9	

FIGURA 4.1 – CONTRIBUTO DI FER E INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI RISPETTO AL COMPLESSIVO RISPARMIO DI FONTI TRADIZIONALI – SBA



La Figura 4.2 e la Figura 4.4 mostrano i contributi rispettivamente dell'energia da FER e dei risparmi dovuti agli interventi di riduzione dei consumi rispetto al loro totale, ovvero fornisce una rappresentazione grafica dei valori percentuali della Tabella 4.1. Per quanto riguarda le FER, si evidenzia che la generazione elettrica da termovalorizzazione fornisce il contributo maggiore, mentre, relativamente alle possibilità di riduzione dei consumi, gli interventi sul parco macchine rappresentano il contributo di più elevata entità.

FIGURA 4.2 – CONTRIBUTI DI ENERGIA PRIMARIA DA FER – SBA

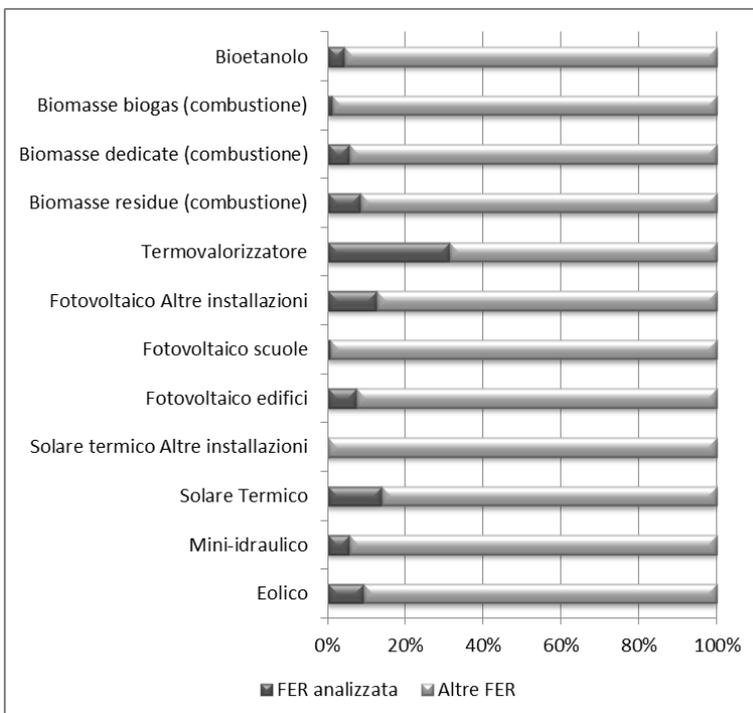


FIGURA 4.3 – CONTRIBUTI DI ENERGIA PRIMARIA DA FER: AGGREGAZIONE – SBA

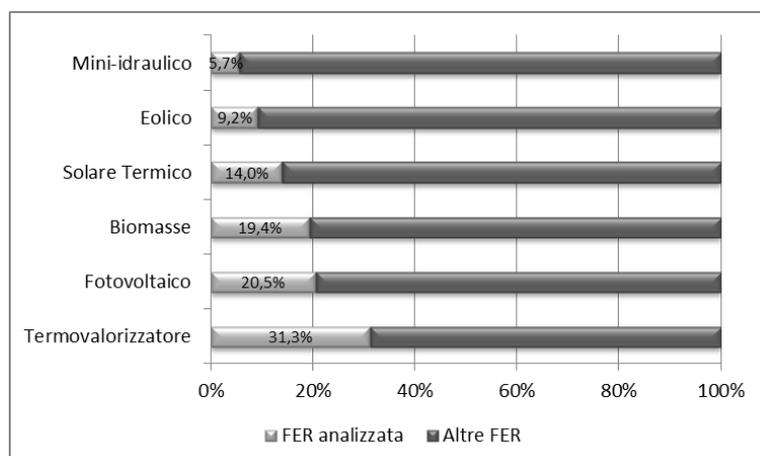
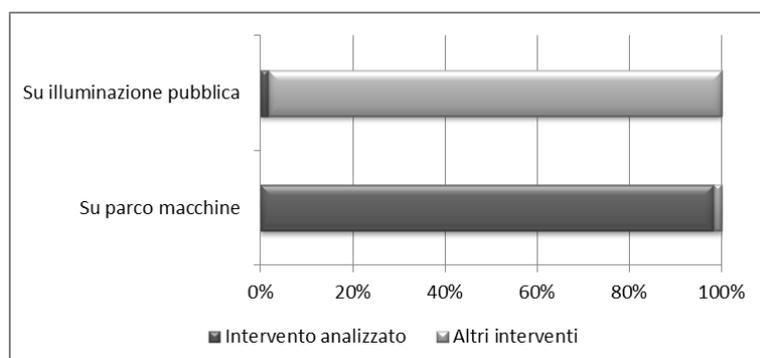


FIGURA 4.4 – CONTRIBUTI DI ENERGIA PRIMARIA DA INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI – SBA

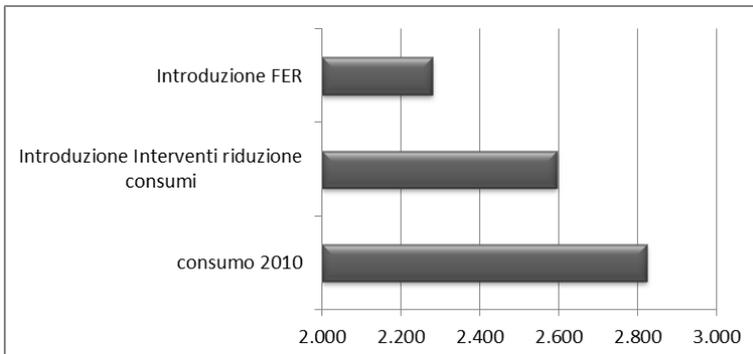


Viene riportata infine una rappresentazione globale dell'effetto dello SBA sui consumi: la Tabella 4.2 e la Figura 4.5 mostrano in maniera progressiva come venga ridotto l'utilizzo di fonti tradizionali, rispetto allo S0, procedendo prima con l'applicazione degli interventi di riduzione dei consumi e poi con l'introduzione delle FER.

TABELLA 4.2 – EFFETTO COMPLESSIVO DI RIDUZIONE DI UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI CON L'APPLICAZIONE DELLO SBA

Consumi 2020 – Scenario Zero [GWh]	2.823,3
Consumi 2020 – Applicazione interventi di riduzione consumi – SBA [GWh]	2.596,0
Consumi 2020 – Applicazione interventi di riduzione consumi e FER – SBA [GWh]	2.280,2
Riduzione utilizzo fonti tradizionali (S0 – SBA) [GWh]	- 543,1
Riduzione utilizzo fonti tradizionali (S0 – SBA) [%]	19,2 %

FIGURA 4.5 – EFFETTO COMPLESSIVO DI RIDUZIONE DI UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI CON L'APPLICAZIONE DELLO SBA [GWH]



Più nel dettaglio vengono adesso riportati gli effetti di riduzione di utilizzo di fonti energetiche tradizionali derivanti dall'applicazione dello SBA, assumendo che:

- il contributo del solare termico riduce il ricorso al gas naturale per gli usi civili
- le altre FER introdotte sostituiscono parte del fabbisogno di energia elettrica
- gli interventi sul parco macchine comportano una riduzione del consumo di carburanti, secondo la ripartizione di Figura 4.6
- gli interventi sull'illuminazione pubblica comportano una riduzione dei consumi elettrici

La Figura 4.7 mostra l'incidenza dell'applicazione dello SBA sulle diverse fonti energetiche tradizionali. Il consumo di combustibili solidi resta invariato, dal momento che non sono state formulate ipotesi di sostituzione di questa categoria di combustibili, mancando un dettaglio sulle tipologie effettivamente utilizzate. E' probabile che gran parte dei combustibili solidi già utilizzati siano biomassa per usi civili. L'impiego delle altre fonti tradizionali subisce una diminuzione, in particolare:

- si ha un contenimento del consumo di carburanti a causa del rinnovo del parco macchine. Un'ulteriore contributo è legato all'introduzione del bioetanolo.
- si registra una diminuzione sui consumi di gas naturale per effetto dell'introduzione del solare termico.
- l'effetto più evidente si ha sui consumi di energia elettrica a cui contribuiscono le produzioni da FER.

FIGURA 4.6 – CONTRIBUTI SPECIFICI DEI DIVERSI TIPI DI CARBURANTE RISPETTO AL RISPARMIO COMPLESSIVO DOVUTO AL RINNOVO DEL PARCO VEICOLARE

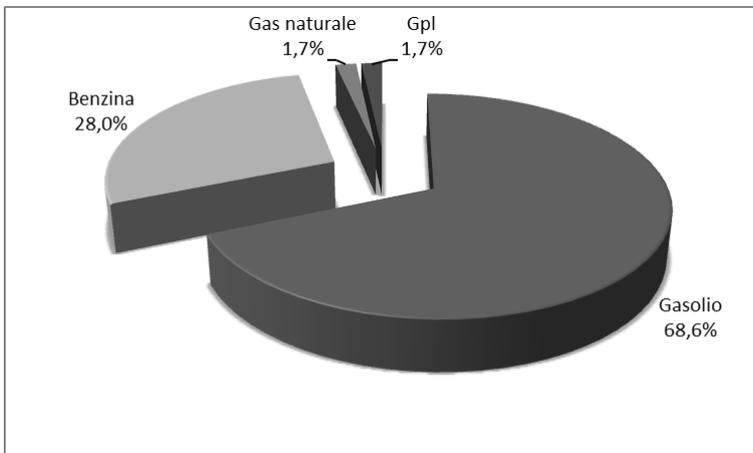


FIGURA 4.7 – INCIDENZA DELLE FER E DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE CONSUMI SULL'UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI SECONDO LO SBA [GWh/anno]

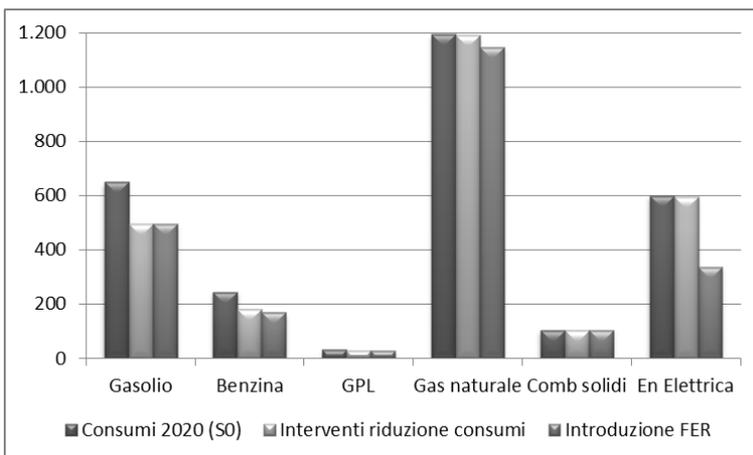


TABELLA 4.3 – INCIDENZA DELLE FER E DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE CONSUMI SULL'UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI SECONDO LO SBA [GWh/anno]

	Gasolio	Benzina	GPL	Gas naturale	Comb solidi	En Elettrica	TOTALE
Previsione 2020	649,7	244,0	32,8	1.193,4	103,9	599,6	2.823,3
Interventi riduzione consumi	153,2	62,5	3,8	3,8	-	4,0	227,3
FER	-	13,4	-	44,1	-	258,3	315,8
TOT SBA	496,4	168,1	29,0	1.145,5	103,9	337,3	2.280,2

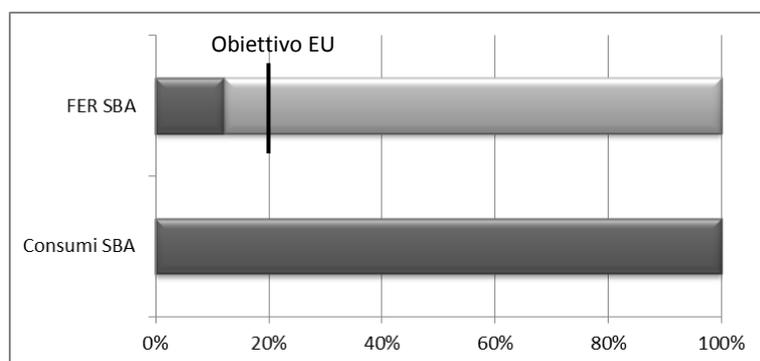
4.2. SBA – RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI

Lo SBA, per come definito, permette di soddisfare attraverso l'utilizzo di FER circa l'12,2% dei consumi totali, intesi come il consumo proiettato al 2020, da cui si sottraggono le riduzioni di consumi precedentemente stimate (Figura 4.8). In tal senso, si ritiene che lo SBA sia ancora lontano dal raggiungimento degli obiettivi Europei "20-20-20" per quanto concerne l'incremento della quota di energie rinnovabili al 17% del consumo energetico finale.

TABELLA 4.4 – FER RISPETTO AI CONSUMI – SBA

Obiettivo % FER rispetto a consumi	12,2%
FER [GWh]	315,8
Consumi [GWh]	2.596,0

FIGURA 4.8 – FER RISPETTO AI CONSUMI - SBA



Secondo le previsioni sviluppate nel PIER, l'obiettivo europeo (17% di produzione da FER) viene raggiunto considerando che la produzione di energia elettrica attraverso impianti alimentati da FER dovrebbe raggiungere nel 2020 il livello del 39% del fabbisogno stimato, quella di energia termica il 10%.

Rispetto a questi obiettivi si ha che con l'applicazione dello SBA la copertura del fabbisogno elettrico stimato per il 2020 risulta del 43,4%, al di sopra degli obiettivi del PIER. Al contrario la copertura del fabbisogno termico, con il 3,7% è al di sotto di tali obiettivi.

L'incidenza della riduzione dei consumi rispetto a quelli di S0 rappresenta un'ulteriore obiettivo Europeo: rispetto a questo, lo SBA, con un contenimento dei consumi dell'8,1%, non è tale da raggiungere questo secondo traguardo.

FIGURA 4.9 – COPERTURA CONSUMI ELETTRICI E TERMICI CON FER – SBA

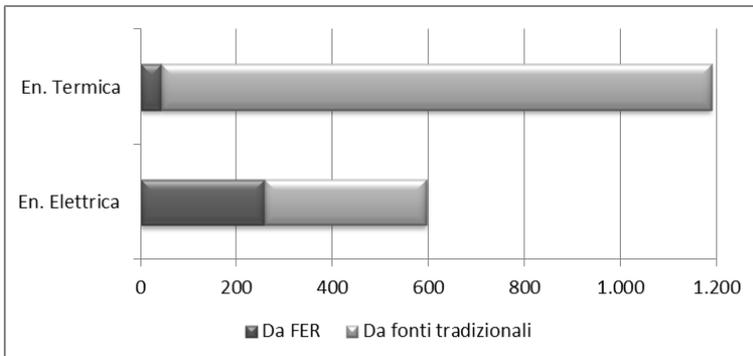
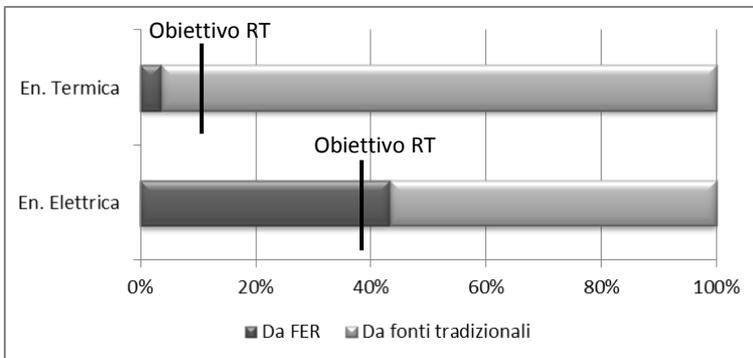


FIGURA 4.10 – COPERTURA CONSUMI ELETTRICI E TERMICI CON FER (PERCENTUALE) – SBA



5. SCENARIO DI ALTA APPLICAZIONE – SAA

Si definisce Scenario di Alta Applicazione – SAA lo scenario dei consumi previsti nel 2020 nell'ipotesi che venga sfruttata tutta la potenzialità da FER di Alto Scenario (AS) e che vengano effettuati gli interventi di riduzione dei consumi sul parco macchine, sugli edifici e sull'illuminazione pubblica.

Questo scenario risulta essere più virtuoso del precedente ed è ovviamente di più difficile raggiungimento. La sua analisi viene affrontata con il fine di mostrare quale sia la piena potenzialità del Comune di Arezzo in termini di efficienza energetica, per valutare la fattibilità del raggiungimento degli obiettivi Europei.

5.1. SAA – EFFETTO SULL'UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE TRADIZIONALI

L'energia primaria ottenibile da FER e interventi di risparmio considerati per lo SAA è riportata in Tabella 5.1. Si evidenzia come si ipotizzi uno sfruttamento totale delle FER, in particolare rispetto allo scenario precedente vengono anche considerati:

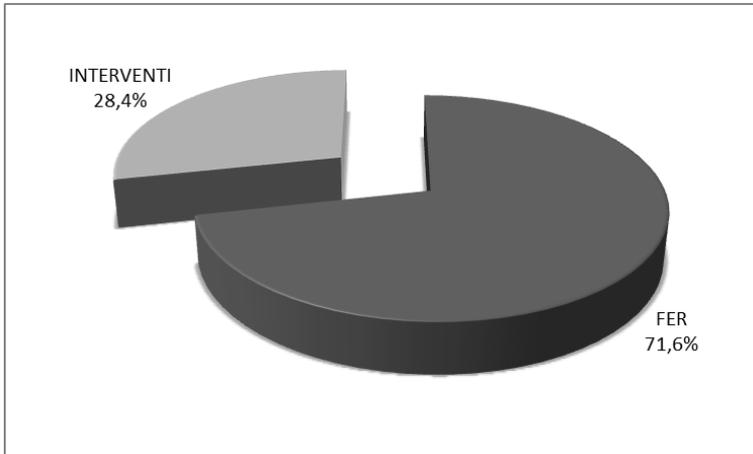
- la completa potenzialità da mini-idraulico
- la completa potenzialità da fotovoltaico
- il 100% della potenzialità che deriva dalla biomassa combustione (residui + colture dedicate)
- il recupero di energia termica in cogenerazione da termovalorizzazione e da combustione delle biomasse

Questo scenario è caratterizzato da una potenziale produzione energetica da FER di 572,4 GWh di energia primaria e da una riduzione dei consumi pari a 227,3 GWh per un totale di 799,7 GWh in meno rispetto allo S0 (Tabella 5.2).

TABELLA 5.1 – FER E INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI SECONDO LO SAA

FER	Quota considerata	Energia Primaria [GWh]	Energia Primaria [tep]	Energia Primaria [%]
Eolico	100%	29,0	2.491,8	5,1%
Mini-idraulico	100%	35,9	3.087,2	6,3%
Solare Termico AS	100%	88,0	7.572,2	15,4%
Solare termico Altre installazioni	100%	0,1	5,3	0,01%
Fotovoltaico AS	100%	46,8	4.026,0	8,2%
Fotovoltaico scuole	100%	3,4	294,1	0,6%
Fotovoltaico Altre Installazioni	100%	39,7	3.414,6	6,9%
Termovalorizzatore AS	100%	125,0	10.750,1	21,8%
Termovalorizzatore (recupero termico)	100%	88,5	7.614,7	15,5%
Biomasse residue (combustione)	100%	26,7	2.292,8	4,7%
Biomasse dedicate (combustione)	100%	35,2	3.026,1	6,1%
Biomasse biogas (combustione)	100%	3,6	310,5	0,6%
Bioetanolo	5% benzina	13,4	1.149,9	2,3%
Biomasse combustione (recupero termico)	100%	37,1	3.190,4	6,5%
TOTALE FER		572,4	49.225,7	100,0%
INTERVENTI				
Su parco macchine	100%	223,4	19.209,6	58,6%
Su illuminazione pubblica	100%	4,0	339,9	1,0%
TOTALE INTERVENTI		227,3	19.549,4	100,0%
TOTALE		799,7	68.775,1	

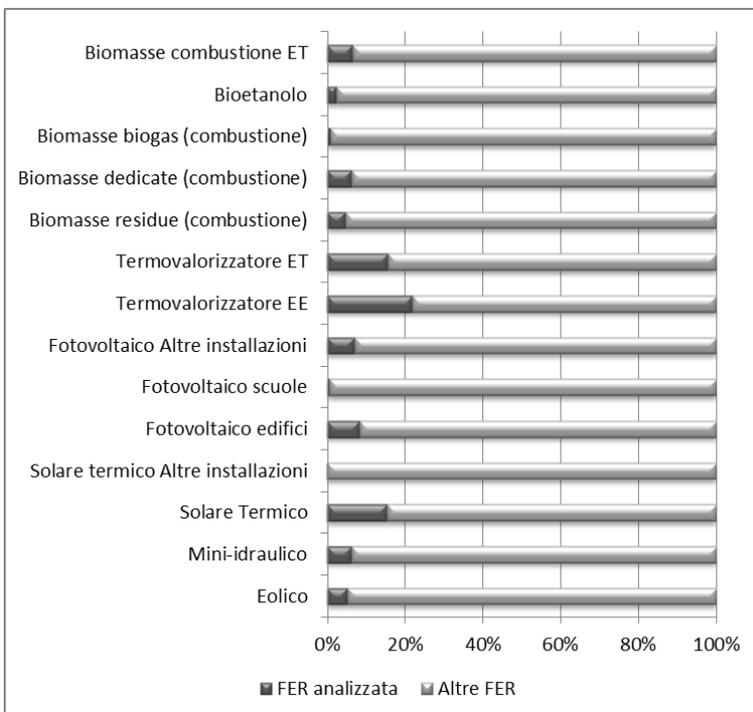
FIGURA 5.1 – CONTRIBUTO DI FER E INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI RISPETTO AL COMPLESSIVO RISPARMIO DI FONTI TRADIZIONALI - SAA



La Figura 5.2 e la Figura 5.4 mostrano la composizione rispettivamente dell'energia da FER e dei risparmi dovuti agli interventi di riduzione dei consumi rispetto al loro totale, ovvero fornisce una rappresentazione grafica dei valori percentuali della Tabella 5.1.

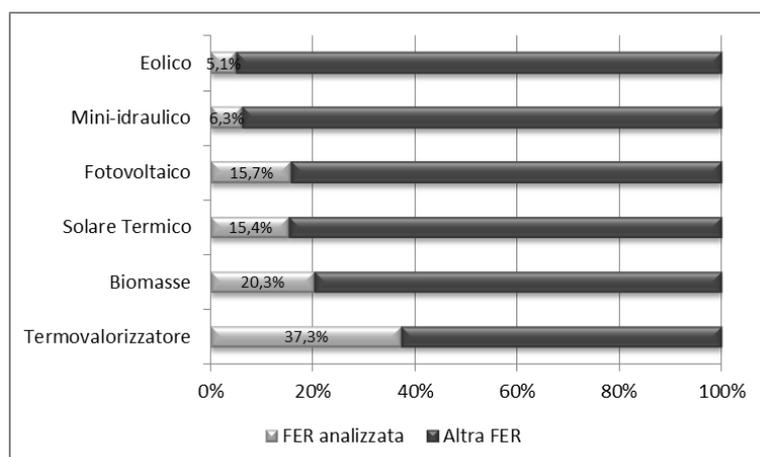
Per quanto riguarda le FER, anche in questo caso si ritrova che la generazione elettrica da termovalorizzazione fornisce il contributo maggiore (21,8%), seguito dal corrispettivo recupero termico (15,5%).

FIGURA 5.2 – CONTRIBUTI DI ENERGIA PRIMARIA DA FER – SAA



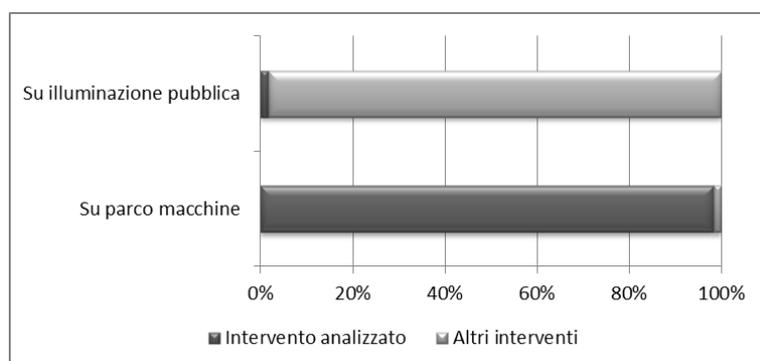
Risulta interessante la rappresentazione aggregata di Figura 5.3: fermo restando l'ampia incidenza del contributo dato dalla termovalorizzazione (anche per effetto del recupero termico da cogenerazione), risulta evidente che le biomasse ed il solare sono le FER che offrono potenzialità maggiori.

FIGURA 5.3 – CONTRIBUTI DI ENERGIA PRIMARIA DA FER: AGGREGAZIONE – SAA



Per quanto riguarda gli interventi, le incidenze sono analoghe a quelle ottenute nello scenario precedente.

FIGURA 5.4 – CONTRIBUTI DI ENERGIA PRIMARIA DA INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI – SAA

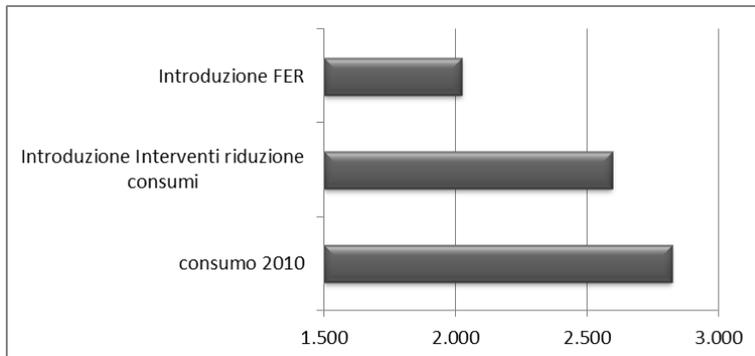


Viene fornita anche per questo scenario una rappresentazione globale dell'effetto dell'introduzione delle FER e degli interventi di riduzione dei consumi rispetto all'utilizzo di fonti energetiche tradizionali: le Tabella 4.2 e Figura 5.5 mostrano in maniera progressiva la riduzione ottenibile rispetto ai consumi dello S0, prima con l'applicazione degli interventi di riduzione, poi con l'introduzione delle FER.

TABELLA 5.2 – EFFETTO COMPLESSIVO DI RIDUZIONE DI UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI CON L'APPLICAZIONE DELLO SAA [GWh/anno]

Consumi 2020 – Scenario Zero [GWh]	2.823,3
Consumi 2020 – Applicazione interventi di riduzione consumi – SAA [GWh]	2.596,0
Consumi 2020 – Applicazione interventi di riduzione consumi e FER – SAA [GWh]	2.023,6
Riduzione utilizzo fonti tradizionali (S0 – SAA) [GWh]	- 799,7
Riduzione utilizzo fonti tradizionali (S0 – SAA) [%]	28,3 %

FIGURA 5.5 – EFFETTO COMPLESSIVO DI RIDUZIONE DI UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI CON L'APPLICAZIONE DELLO SAA [GWh/anno]



Vengono adesso valutati gli effetti dello SAA considerando al diversificazione per fonti energetiche considerando che:

- eolico, mini-idraulico, fotovoltaico, termovalorizzazione, biomasse residue/dedicate a combustione/ biogas sono FER destinate alla produzione di energia elettrica e gli interventi sull'illuminazione pubblica ne riducono il consumo
- il solare termico riduce i consumi di gas naturale, così come il recupero termico dagli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti e di combustione delle biomasse
- gli interventi sul parco mezzi riducono i consumi di carburanti e il bioetanolo viene utilizzato in sostituzione alla benzina (diluizione del 5%)

FIGURA 5.6 – INCIDENZA DELLE FER E DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI SULL'UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI SECONDO LO SAA [GWh/anno]

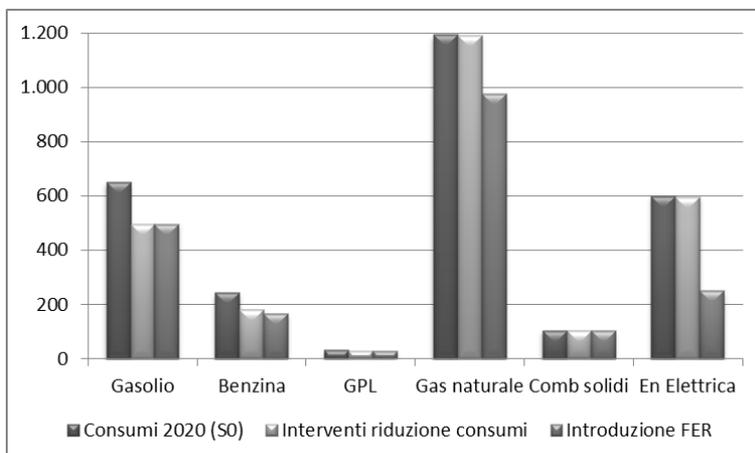


TABELLA 5.3 – INCIDENZA DELLE FER E DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI SULL’UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI SECONDO LO SAA

	Gasolio	Benzina	GPL	Gas naturale	Comb solidi	En Elettrica	TOTALE
Previsione 2020 [GWh]	649,7	244,0	32,8	1.193,4	103,9	599,6	2.823,3
Interventi riduzione consumi	153,2	62,5	3,8	3,8	-	4,0	227,3
FER Riduzione consumi	-	13,4	-	213,7	-	345,3	572,4
TOT	496,4	168,1	29,0	975,8	103,9	250,3	2.023,6

Lo SAA è caratterizzato principalmente da un minor consumo di gas naturale grazie a una più spinta implementazione del solare termico e soprattutto grazie al recupero energetico in cogenerazione negli impianti di combustione di biomasse e di rifiuti. Un altro importante contributo al contenimento del consumo di gas è fornito dagli interventi sull’edilizia e sulle caldaie. Questo scenario vede anche una maggior generazione elettrica da FER, vedendo sfruttato per intero il potenziale censito nel precedente volume del PEC.

5.2. SAA – RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI

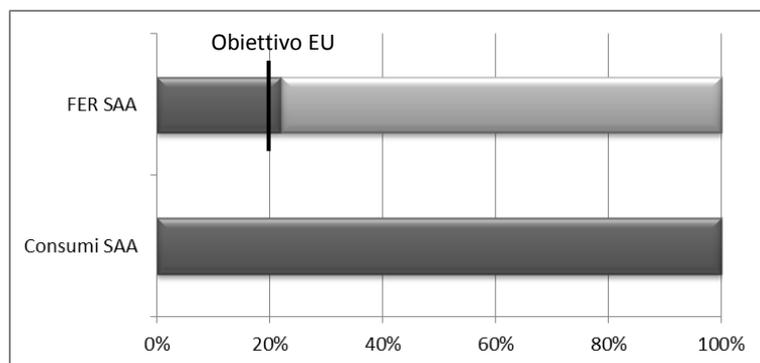
Lo SAA, per come definito, permette di soddisfare attraverso l'utilizzo di FER circa il 22,0% dei consumi totali, intesi come il consumo proiettato al 2020, da cui si sottraggono le riduzioni di consumi precedentemente stimate. In tal senso, si ritiene che lo SAA rappresenti la direzione verso cui orientare le politiche energetiche del territorio nell'ottica di raggiungimento degli obiettivi Europei "20-20-20".

E' certamente da tenere in considerazione come l'obiettivo italiano posto al 17% di FER, rispetto al consumo del 2020, sia da perseguire come valore complessivo medio su tutto il territorio nazionale: esisteranno dunque aree più vocate alla produzione di energia da FER (aree di sfruttamento del geotermico, aree vocate all'eolico, aree boschive, ecc...) il cui contributo andrà ad ovviare alle carenze di aree meno dotate di questo tipo di risorsa. In questo contesto, il territorio comunale di Arezzo può raggiungere percentuali superiori rispetto agli obiettivi europei solo nel caso in cui si persegua una strada impegnativa di sfruttamento intensivo delle FER e soprattutto della realizzazione di interventi di riduzione dei consumi. In tal caso, il contributo ottenibile da FER potrebbe raggiungere valori superiori agli obiettivi europei, contribuendo al bilancio nazionale di produzione di energia da FER con peso positivo.

TABELLA 5.4 – FER RISPETTO AI CONSUMI – SAA

Obiettivo % FER rispetto a consumi	Obiettivo EU	22,0%
FER [GWh]		572,4
Consumi [GWh]		2.596,0

FIGURA 5.7 – FER RISPETTO AI CONSUMI - SAA



Come per lo scenario precedente, si valuta il raggiungimento degli obiettivi posti dal PIER rispetto alla copertura dei fabbisogni elettrici e termici con FER stimati per il 2020.

Rispetto a questi obiettivi si ha che con l'applicazione dello SAA la copertura del fabbisogno elettrico stimato arriva al 58,0%, ampiamente al di sopra degli obiettivi posti dal PIER del 39%. Questo scenario permette di coprire con FER il 18,0% del fabbisogno termico, superando in questo caso gli obiettivi del 10% di copertura.

FIGURA 5.8 – COPERTURA CONSUMI ELETTRICI E TERMICI CON FER – SAA

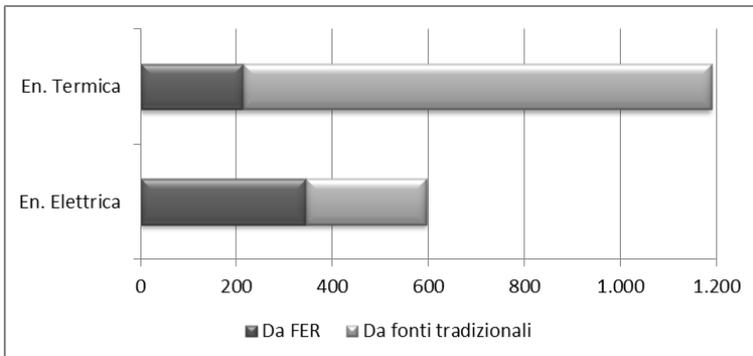
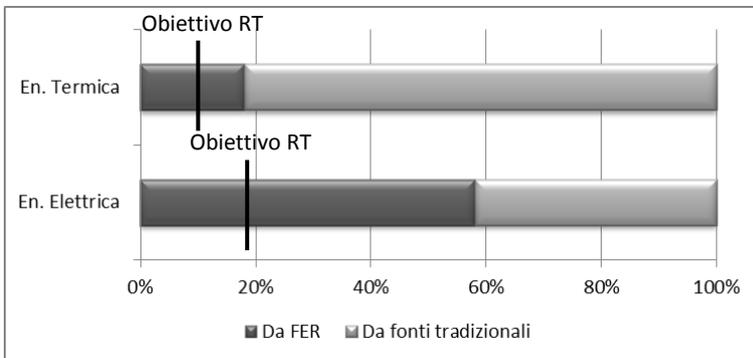


FIGURA 5.9 – COPERTURA CONSUMI ELETTRICI E TERMICI CON FER (PERCENTUALE) – SAA



L'incidenza della riduzione dei consumi rispetto a quelli di S0 rappresenta un'ulteriore obiettivo Europeo: rispetto a questo, anche lo SAA, con un contenimento dei consumi dell'8,1%, non è tale da raggiungere questo secondo traguardo.

6. SCENARI A CONFRONTO

Gli scenari proposti in questo lavoro perseguono l'obiettivo della razionalizzazione energetica seguendo contemporaneamente due possibilità: interventi di riduzione sui consumi, previsti al 2020, ed interventi di introduzione di fonti energetiche rinnovabili alternative a quelle tradizionali. La Tabella 6.1 riassume tutte le azioni proposte per il contenimento dei consumi e per la generazione di energia da FER.

TABELLA 6.1 – AZIONI PER LA RIDUZIONE DELL'UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI.

	Riduzione consumi	Produzione FER
S0	-	-
SBA	interventi illuminazione pubblica rinnovo parco mezzi	eolico mini-idraulico – BS solare termico – BS solare termico recente installazione fotovoltaico – BS fotovoltaico recente installazione termovalorizzazione – BS solo EE biomasse combustione – BS solo EE biomasse (biogas) bioetanolo
SAA	interventi illuminazione pubblica rinnovo parco mezzi	eolico mini-idraulico – AS solare termico – AS solare termico recente installazione fotovoltaico – AS fotovoltaico recente installazione termovalorizzazione – AS COGENERAZIONE biomasse combustione – AS COGENERAZIONE biomasse (biogas) bioetanolo

6.1. RIDUZIONE DEI CONSUMI DI FONTI TRADIZIONALI

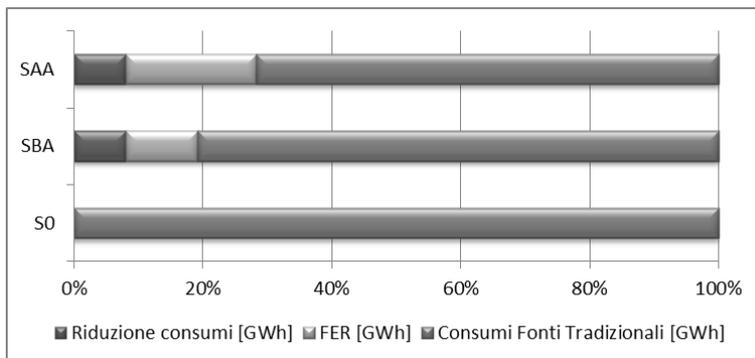
L'applicazione dello SBA comporta il 19,2% di riduzione di impiego di fonti tradizionali, mentre l'introduzione dello SAA incrementa la quota di riduzione al 28,3%.

In Figura 6.1 sono messi a confronto gli scenari ponendo l'attenzione sulla riduzione dell'utilizzo di fonti tradizionali derivante sia dagli interventi di riduzione dei consumi che dall'introduzione delle FER (i valori di riferimento sono quelli di Tabella 6.2). Gli interventi di riduzione dei consumi consentono di risparmiare 227 GWh sia nel SBA che nel SAA. La differenza fra basso e alto profilo di intervento, si registra relativamente al risparmio di fonti tradizionali ottenibile con l'introduzione delle FER, per le quali, complice lo sfruttamento dell'energia termica da cogenerazione, si passa da 316 a 572 GWh, con un incremento percentuale pari all'81%.

TABELLA 6.2 – RISULTATO DELLE AZIONI IN TERMINI DI RISPARMIO DI UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI.

	Consumo [GWh]	Riduzione consumi [GWh]	FER [GWh]	Consumi Fonti Tradizionali [GWh]	Riduzione impiego fonti tradizionali
S0	2.823,3	-	-	2.823,3	0,0%
SBA	2.596,0	227,3	325,8	2.280,2	19,2%
SAA	2.596,0	227,3	572,4	2.023,6	28,3%

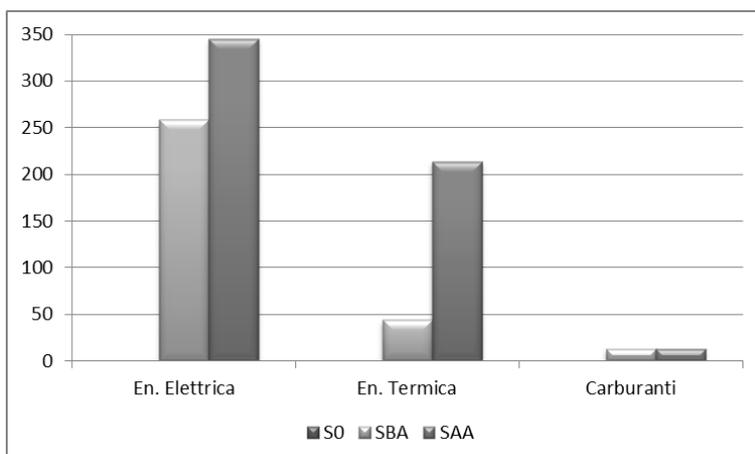
FIGURA 6.1 – EFFETTI DELLE AZIONI IN TERMINI DI RISPARMIO DI UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI



In Figura 6.2 e Figura 6.3 si riporta il confronto tra gli scenari rispettivamente in termini di produzione e risparmio di energia elettrica, energia termica e carburanti.

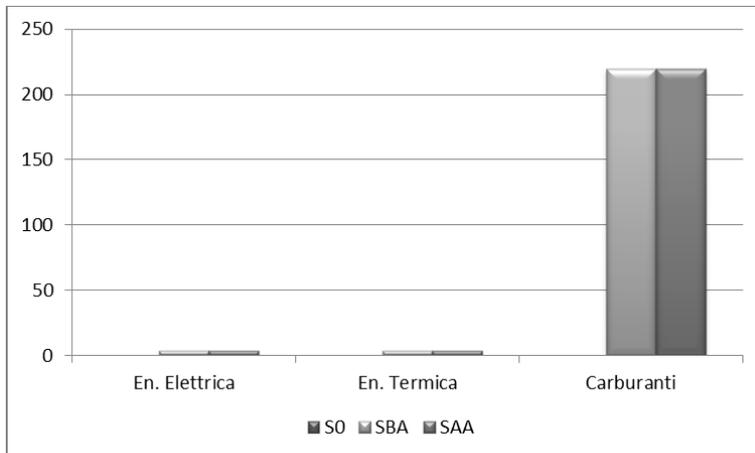
Nuovamente emerge il grosso contributo del termico prodotto da FER nello SAA a ribadire il fatto che un sistema di cogenerazione dà un beneficio importante ai consumi di risorse primarie per la produzione di energia termica.

FIGURA 6.2 – FER: DETTAGLIO PER TIPOLOGIA DI IMPIEGO DELL'ENERGIA [GWh]



Il grafico relativo agli interventi mirati alla riduzione dei consumi di energia, fa emergere innanzitutto la importante influenza del rinnovo del parco mezzi. Marginale è l'intervento sull'illuminazione pubblica.

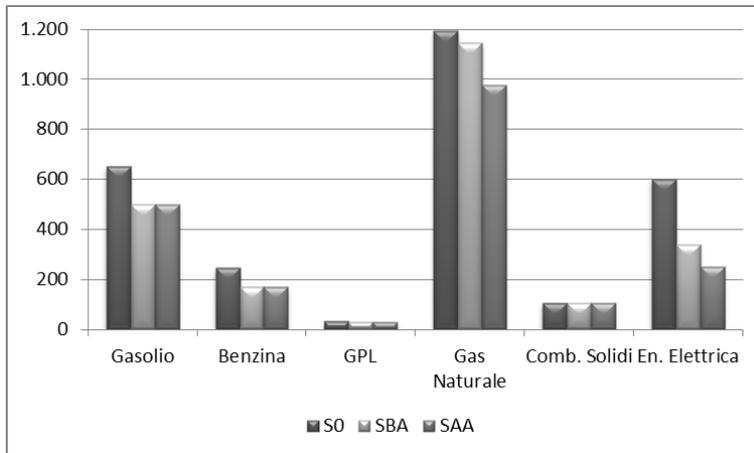
FIGURA 6.3 – INTERVENTI DI RIDUZIONE DEI CONSUMI: DETTAGLIO PER TIPOLOGIA DI IMPIEGO DELL'ENERGIA [GWh]



Infine, in Figura 6.4 mettiamo a confronto gli scenari diversificando le fonti energetiche tradizionali:

- il gas naturale rappresenta il vettore energetico di maggior consumo a livello comunale ed è la fonte su cui vi è più margine di azione: in tal senso l'installazione del solare termico permette di contenerne i consumi di qualche punto percentuale (-4,0%). L'implementazione dello SAA mostra che un sistema di teleriscaldamento per lo sfruttamento del calore residuo dai processi termici porterebbe ad un abbattimento del consumo di gas naturale molto più significativo (-18,2%).
- la seconda voce di consumo è rappresentata dal gasolio, impiegato principalmente nei trasporti e in parte nell'industria: a meno di interventi di incremento di efficienza nel settore industriale (non oggetto del presente studio), uno scenario al 2020, in cui il parco veicoli è allineato a quanto dettato dalle direttive europee sugli standard emissivi, ne permette un contenimento non trascurabile del 23,6%.
- L'energia elettrica è la terza tipologia di vettore energetico utilizzato, in termini quantitativi, a livello comunale. In questo caso, il grafico mostra come già l'applicazione dello SBA porta ad una buona riduzione (-43,7%), lo SAA ha un effetto ancor più marcato (-58,2%).
- Il resto delle fonti energetiche sono caratterizzate da consumi di partenza più contenuti, pertanto gli interventi su di esse non portano a benefici significativi, fatta eccezione per la benzina la quale vede una riduzione in valore assoluto paragonabile con quella registrata per il gasolio (in percentuale questa è del -31,1%). A tale riduzione contribuisce, per il 5%, l'introduzione del bioetanolo.

FIGURA 6.4 – EFFETTI DELLE AZIONI PROPOSTE IN TERMINI DI RIDUZIONE DELL’UTILIZZO DI FONTI TRADIZIONALI – DETTAGLIO [GWh]



6.2. QUOTA DI ENERGIA DA FER SUL CONSUMO FINALE DI ENERGIA: RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI EUROPEI

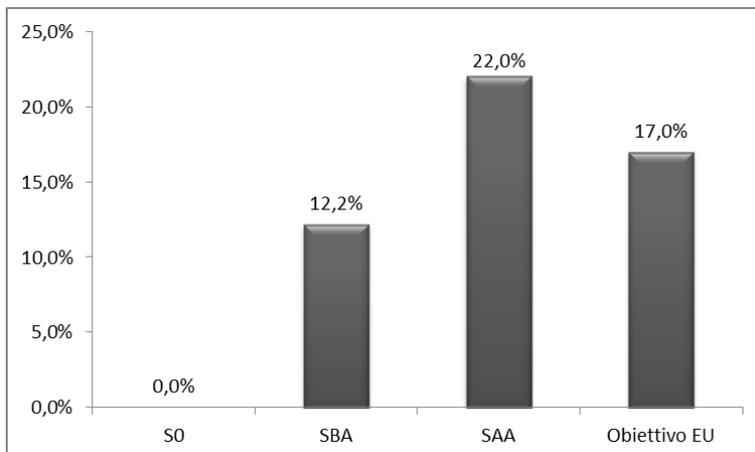
Con la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, l’Europa ritiene opportuno fissare obiettivi nazionali obbligatori in linea con la quota del 20% per l’energia da fonti rinnovabili.

Le situazioni di partenza, le possibilità di sviluppo dell’energia da fonti rinnovabili e il mix energetico variano da uno Stato membro all’altro. Occorre pertanto tradurre l’obiettivo complessivo comunitario del 20% in obiettivi individuali per ogni Stato membro. In questo contesto, l’obiettivo per l’Italia è il 17% di consumi prodotti da FER.

In questo contesto introduciamo il risultato dell’elaborazione, riportato in Figura 6.5:

- Lo **SBA** per come definito permette una copertura dei consumi attraverso le FER pari al 12,2% dei consumi totali. In tal senso, si ritiene che lo SBA sia ancora lontano dal raggiungimento degli obiettivi Europei.
- Lo **SAA** per come definito permette una copertura dei consumi attraverso le FER pari al 22,0% dei consumi totali. In tal senso, lo SAA è tale da raggiungere gli obiettivi Europei per quanto concerne l’incremento della quota di energie rinnovabili al 17% del consumo energetico finale. Anche in considerazione del fatto che l’obiettivo italiano è da perseguire su tutto il territorio, in cui sussistono aree meno vocate ed aree più vocate alla produzione di energia da FER (aree di sfruttamento del geotermico, aree vocate all’eolico, aree boschive, ecc...), il territorio comunale di Arezzo potrebbe contribuire, con valori superiori a quelli obiettivo, pesando positivamente sul bilancio, ma solo nel caso in cui si intraprenda uno sfruttamento intensivo delle diverse FER, accompagnato da un contemporaneo ed imprescindibile programma di riduzione significativa dei consumi.

FIGURA 6.5 – OBIETTIVO EU (IT): %FER SUL CONSUMO FINALE DI ENERGIA



La Direttiva 2009/28/CE inoltre ritiene opportuno fissare obiettivi nazionali obbligatori in linea con la quota del 20% per la riduzione dei consumi.

In tal senso, gli interventi di riduzione dei consumi considerati nel PEC 2011 non consentono il raggiungimento di tale obiettivo in quanto il contenimento dei consumi si attesta all'8,1% in entrambi gli scenari considerati.

Tuttavia, rispetto a questo obiettivo è da tenere in considerazione che l'analisi proposta non considera alcuni elementi che potrebbero apportare miglioramenti rispetto al contenimento dei consumi, quali:

- interventi sull'involucro edilizio (miglior isolamento termico) e sugli impianti termici (incremento dell'efficienza). La stima di massima di questa potenzialità è riportata nel Volume III del PEC
- riduzione del traffico veicolare come conseguenza dell'ottimizzazione del trasporto pubblico e dell'introduzione di nuovi mezzi (tranvia). La stima di questa potenzialità non è stata affrontata nel PEC
- riduzione dei consumi dei privati cittadini, attraverso la progressiva sostituzione degli elettrodomestici con nuove macchine più efficienti e attraverso una progressiva sensibilizzazione della popolazione sui temi del risparmio energetico

Dunque l'obiettivo, disatteso secondo l'analisi di scenario, non è da ritenersi del tutto non raggiunto.

7. STRUMENTI DI ATTUAZIONE

Dopo l'analisi delle potenzialità presentata nei precedenti capitoli, è opportuno focalizzare le linee generali di uno scenario strategico di azioni che possa realmente incidere sugli usi razionali dell'energia.

Per dare concretezza agli interventi di valorizzazione delle risorse rinnovabili locali e di riduzione dei consumi delle fonti fossili, l'Amministrazione Comunale deve predisporre un Piano di Azione all'interno del quale vengano descritte tutte le azioni che devono essere portate avanti.

Azione 1 – Potenziamento dello Sportello Energetico

È il centro di promozione, programmazione, coordinamento e controllo di tutte le molteplici azioni che caratterizzano le problematiche energetiche su scala locale. È in sostanza il referente tecnico ed organizzativo, che garantisce continuità e unità di azione in continua relazione con i soggetti (privati o pubblici) che si occupano di attuare i singoli progetti previsti nel piano energetico comunale e/o negli altri strumenti pianificatori per la parte avente rilevanza sulla produzione e, soprattutto, sui consumi di energia.

Al momento attuale esiste uno sportello energetico patrocinato dal Comune e dalla Provincia (<http://sportelloenergia-arezzo.it>) e promosso da Estra e Legambiente. Sarebbe auspicabile un ripensamento in tal senso della struttura dello Sportello Energetico che per una maggiore incisività del proprio ruolo dovrebbe fare capo direttamente all'Ufficio Ambiente del Comune stesso.

In tale prospettiva, lo Sportello Energetico dovrà avere due ruoli/funzioni distinti:

- svolgere una funzione di Energy Manager che dovrà: raccogliere ed organizzare i dati sui consumi energetici specifici dell'Amm.ne com.le; raccogliere ed organizzare i dati sui consumi energetici nel territorio comunale; fornire supporto tecnico agli altri settori dell'amministrazione, in particolare ai settori pianificazione ed edilizia pubblica.
- operare come "sportello energetico" per il grande pubblico, fornendo, anche con il supporto tecnico della struttura di coordinamento, i seguenti servizi considerati minimali: diagnostica energetica (una verifica sull'efficienza energetica e sul rispetto degli obiettivi di risparmio e uso razionale delle fonti di energia nell'edilizia abitativa e commerciale/industriale); consulenza sugli interventi possibili necessari al raggiungimento degli obiettivi (indicando il risultato in termini di risparmio energetico, costi di investimento e gestione, possibilità di finanziamenti, tempi di ritorno dell'investimento); informazione di base e promozione del risparmio energetico e dell'uso delle fonti rinnovabili.

Potrebbe essere particolarmente interessante prevedere l'integrazione dello sportello energetico all'interno della Casa Dell'Energia, struttura dedicata alla promozione della sostenibilità urbana sul territorio aretino.

Questa struttura è prevista dal Piano di Azione Comunale 2011-2013 e si pone come il luogo di informazione, sensibilizzazione ed educazione alla sostenibilità per le associazioni, le scuole, i cittadini e gli enti locali, con particolare attenzione per le energie rinnovabili. Il ruolo dello sportello energetico si integra dunque

perfettamente negli obiettivi di coinvolgimento dei diversi soggetti nella prospettiva della sostenibilità ambientale ed energetica.

Azione 2 – Informazione e Progetti Dimostrativi

Lo Sportello avrà come suo compito prioritario quello di organizzare l'informazione all'utenza relativamente alle opportunità offerte dal risparmio energetico e all'uso delle fonti rinnovabili.

Il raggiungimento degli obiettivi di programmazione energetica dipende in misura non trascurabile dal consenso dei soggetti coinvolti, ed in particolare le famiglie e i cittadini in genere.

Risulta pertanto necessario promuovere e diffondere adeguatamente, tra tutti i soggetti, le finalità e le modalità operative del Piano, utilizzando non solo le forme usuali di comunicazione, ma anche alcuni strumenti specifici come i progetti dimostrativi, che comprovano la fattibilità e invitano all'emulazione, e le campagne di informazione.

Azione 3 – Promozione degli Impianti a Fonti Rinnovabili

E' l'azione che sostiene tutta l'impiantistica finalizzata alla produzione di energia rinnovabile, sia elettrica che termica, attraverso l'impiego progressivo di risorse rinnovabili per grandi utenze collettive a media e grande scala: aggregati di edifici, complessi condominiali, quartieri.

Relativamente agli impianti a FER, è auspicabile da parte dell'amministrazione comunale:

- il sostegno alla realizzazione di impianti eolici e di mini-idraulica: il Comune si impegna a rilasciare in tempi brevi tutte le autorizzazioni e i nulla osta per l'approvazione dei progetti;
- il sostegno all'utilizzo delle biomasse: il Comune si impegna a sostenere le iniziative presentate rilasciare in tempi brevi tutte le autorizzazioni e i nulla osta per l'approvazione dei progetti;
- il sostegno alla termovalorizzazione dei rifiuti: il Comune si impegna a sostenere nelle sedi opportune il progetto di adeguamento dell'impianto di San Zeno;
- il sostegno alla promozione del fotovoltaico, anche riproponendo bandi specifici per la realizzazione di impianti presso edifici pubblici (nello specifico, la riproposta del bando per FV su edifici scolastici, accompagnata da eventuale maggiore pubblicizzazione)

Azione 4 – Promozione dell'Edilizia efficiente

Relativamente all'edilizia efficiente è auspicabile che il Comune incentivi il recupero energetico ed ambientale del patrimonio immobiliare esistente pubblico e privato di vecchia e recente realizzazione attraverso interventi mirati alla riduzione della domanda di energia tradizionale, nonché mirati agli usi razionali dell'energia nei settori civile (abitativo, impianti ed attrezzature sportive, mense, scuole, ospedali, terziario, commerciale, assicurativo, bancario, pubblico e privato), agricolo ed industriale. Si dovrà puntare sull'integrazione architettonica ed ambientale delle seguenti tecnologie:

- solare attivo: produzione acqua calda;
- solare passivo: produzione aria calda, ventilazione e raffrescamento naturali e coibentazione;
- solare fotovoltaico integrato dalla rete elettrica pubblica: produzione energia elettrica combinata (solare diretta ausiliaria di rete);
- solare fotovoltaico autonomo: produzione di energia elettrica in aree idonee da individuare tra le zone non servite dalla rete elettrica: case rurali isolate, aree archeologiche, oasi naturalistiche, terreni dismessi, illuminazione aree isolate, cartellonistica stradale, passaggi a livello incustoditi;
- elettrodomestici ed illuminazione: a basso consumo di energia;
- cogenerazione termoelettrica: case di cura e riposo, uffici, alberghi, banche, piscine, condomini, palestre, centri commerciali, aziende, scuole, ospedali, aziende agri-turistiche;

Negli interventi di nuova edificazione, ristrutturazione urbanistica e sostituzione edilizia, il Regolamento Urbanistico Comunale, già prevede che siano obbligatori:

- l'installazione di pannelli fotovoltaici di potenza non inferiore a 1 kWp per ciascuna unità abitativa;
- l'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria, pari ad almeno il 50% del fabbisogno annuale.

8. PROPOSTE DI INTRODUZIONE DI FER NELLE AREE DI PROSSIMO SVILUPPO

Il Comune di Arezzo, durante la redazione degli strumenti di programmazione del territorio, ha individuato alcune aree di prossimo sviluppo urbano, chiamate Aree Strategiche di Intervento (di seguito denominate A.S.I.). Queste aree, localizzate da apposita Mappa Strategica, sono indicate dal Piano Strutturale come future aree di sviluppo e sono descritte in termini di superfici utili destinate a edificazioni, parcheggi, servizi, ed altre aree funzionali.

L'obiettivo di questo capitolo è quello di valutare la possibilità di introduzione di FER in queste nuove aree di sviluppo. Trattandosi di interventi ancora da realizzare, risulta interessante valutare i diversi potenziali di applicabilità delle FER, così da fornire un supporto alle prossime decisioni: è infatti importante integrare gli impianti energetici a FER nel tessuto urbano già in fase di progettazione piuttosto che intervenire a posteriori, con conseguenti costi aggiuntivi e inefficienze.

La Tabella 8.1 riporta il riferimento normativo, il nome, la categoria e una breve caratterizzazione di quelle A.S.I. per le quali la pianificazione prevede l'introduzione di FER.

TABELLA 8.1 – DESCRIZIONE DELLE A.S.I. PER LE QUALI SI PREVEDE L'INTRODUZIONE DI FER

Rif. PS	A.S.I. n°	Area strategica di intervento	Categoria	Caratteristiche
Art. 178	1.2	Nuovo quartiere Tucciarello	Residenza	Slp = 75.000 mq residenza Slp = 32.000 mq altre funzioni Sf = 9.800 mq attrezzature comuni S = 210.000 mq verde e parcheggi
Art. 179	1.3	Nuovo quartiere Cacciarelle	Residenza	Slp = 29.700 mq residenza Slp = 12.700 mq altre funzioni Sf = 3.900 mq attrezzature comuni S = 85.000 mq verde e parcheggi
Art. 185	2.2	Nuova zona industriale di Indicatore	Produzione	Sc = 145.000 mq S = 52.800 mq verde e parcheggi
Art. 186	2.3	Nuova zona industriale di San Zeno	Produzione	Sc = 22.820 mq S = 32.600 mq verde e parcheggi
Art. 187	2.4	Interporto	Mobilità e infrastrutture	Sc = 63.300 mq S = 18.000 mq verde e parcheggi
Art. 193	3.3	Cittadella degli affari	Grandi attrezzature	Slp = 30.000 mq commerciale e terziario Sf = 5.000 mq attrezzature comuni
Art. 197	3.7	La Catona	Residenza	Slp = 23.850 mq residenza Sf = 2.500 mq attrezzature comuni S = 48.000 mq verde e parcheggi
Art. 198	3.8	Area ex caserme	Grandi attrezzature	Slp = 16.000 mq residenza e terziario Slp = 7.500 mq auditorium e biblioteca

Rif. PS	A.S.I. n°	Area strategica di intervento	Categoria	Caratteristiche
Art. 207	4.6	La cittadella dello Sport	Grandi attrezzature	Potenziamento degli attuali complessi sportivi; Nuovi complessi sportivi; Centro Servizio, strutture ricettive e di foresteria; Potenziamento dell'accessibilità con trasporto pubblico e dell'accessibilità pedonale e ciclabile; Riorganizzazione degli spazi interni, creazione di viali, punti sosta attrezzati, servizi di base, parchi sportivi di libero accesso.
Art. 208	4.7	La cittadella del tempo libero	Grandi attrezzature	Sc = 14.000 mq attività varie S = 20.000 mq parcheggio S = 10 ha parco Sc = 1.500 mq ristorazione

*Slp = Superficie lorda di pavimento
Sc = superficie coperta
Sp = superficie permeabile
Sf = superficie fondiaria

FIGURA 8.1 – A.S.I. DI INTERESSE PER L'APPLICAZIONE DI FER. ESTRATTO MAPPA STRATEGICA DEL PS

Interventi per la città e gli insediamenti urbani

Grandi attrezzature

- 1** Cittadella dello sport
- 2** Cittadella degli affari
- 3** Cittadella del tempo libero
- 5** Ex caserme

Residenza

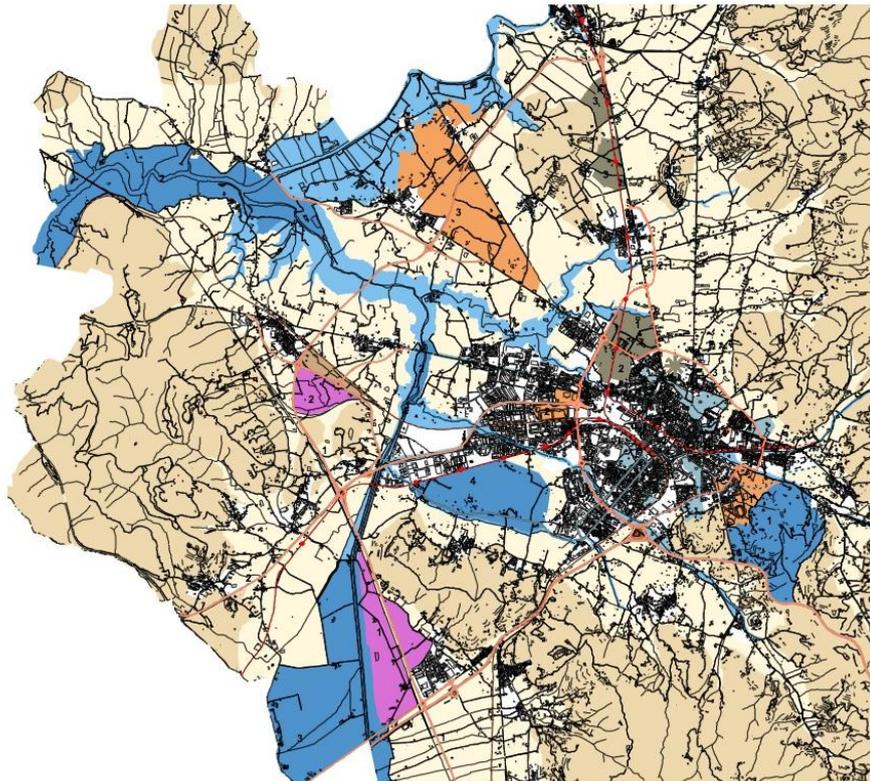
- 1** Tucoarello
- 2** Cacciarelle
- * La Catona

Produzione

- 1** San Zeno
- 2** Indicatore

Interventi per la mobilità e infrastrutture

- Interporto



I paragrafi che seguono hanno lo scopo di fornire alcune proposte di applicazione delle FER. In particolare:

- Il paragrafo 8.1 fornisce una proposta di applicazione di FER nelle A.S.I. residenziali. Questa indagine è possibile anche grazie al fatto che questo tipo di area necessiterà sicuramente di approvvigionamento termico per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria. Tale analisi viene condotta con lo scopo di valutare la possibilità di implementare una centrale termica a biomasse che possa coprire, insieme al solare termico, i fabbisogni energetici di queste aree. Inoltre si stimerà la producibilità elettrica dall'installazione della potenza minima prevista per il solare fotovoltaico.
- Il paragrafo 8.3 contiene alcune considerazioni circa l'applicazione di FER nelle A.S.I. industriali. I processi produttivi possono avere fabbisogni termici anche elevati, rispetto al tipo di attività. In questa sede è solo possibile fornire indicazioni rispetto al potenziale termico presente nell'area.
- il paragrafo 8.4 infine contiene alcune valutazioni circa l'applicazione di FER nelle altre A.S.I., in funzione delle informazioni ad oggi disponibili.

Si tiene a precisare che le valutazioni fatte al presente capitolo sono redatte allo scopo di fornire una lettura più "concreta" dei potenziali energetici e della loro applicabilità sul territorio. Tuttavia deve essere sempre tenuto presente che si tratta di valori di stima, pertanto puramente indicativi e non utilizzabili come base dati per le future progettazioni. Queste ultime dovranno essere basate su valutazioni più puntuali, alla luce delle reali edificazioni e delle effettive esigenze territoriali.

8.1. INDAGINE SULLA APPLICAZIONE DI FER NELLE A.S.I. DI TIPO RESIDENZIALE

L'Art. 46 del Regolamento Urbanistico – Disposizioni generali relative al contenimento energetico degli edifici – afferma che *“Negli interventi di nuova edificazione, ristrutturazione urbanistica e sostituzione edilizia (ad esclusione delle fattispecie di cui al comma 3 dell'art.44 [...]) sono resi obbligatori:*

- *l'installazione di pannelli fotovoltaici di potenza non inferiore a 1 kWp per ciascuna unità abitativa*
- *l'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria, pari ad almeno il 50% del fabbisogno annuale”*

Tale affermazione riscuote particolare interesse nell'ottica di introdurre queste tecnologie nelle A.S.I., per le quali la norma tecnica del PS prevede, tra l'altro, che venga valutata la possibilità di introdurre l'utilizzo di fonti e tecnologie energetiche alternative.

In aggiunta all'installazione di pannelli solari fotovoltaici e termici, come previsto da RU, avanziamo in questa sede la proposta aggiuntiva di implementare un sistema centralizzato per la generazione termica al fine di teleriscaldare il nuovo edificio.

Alla luce di quanto esposto, di seguito si affronta un'indagine sul fabbisogno termico nelle A.S.I. di tipo residenziale secondo step successivi:

- caratterizzazione della zona di interesse e formulazione di ipotesi
- stima copertura del fabbisogno termico per ACS e con solare termico
- stima copertura del fabbisogno termico per il riscaldamento ambientale con teleriscaldamento
- stima del potenziale dell'installazione del fotovoltaico

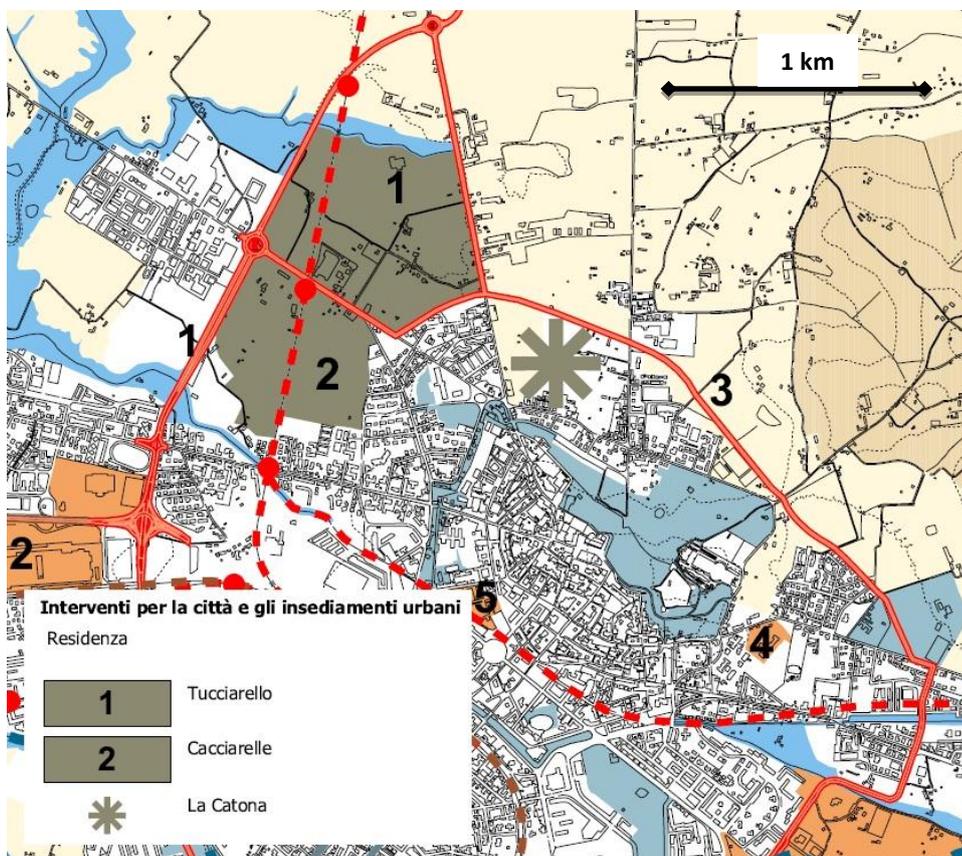
8.1.1. CARATTERIZZAZIONE DELLA ZONA DI INTERESSE

LOCALIZZAZIONE

Le A.S.I. su cui è interessante fare una valutazione dei fabbisogni termici per ACS e riscaldamento sono le zone residenziali di prossima realizzazione di Tucciarello, Cacciarelle e La Catona. In Figura 8.2 se ne riporta la localizzazione sul territorio comunale (estratto della mappa strategica del PS).

La vicinanza delle tre aree risulta essere un elemento importante nell'ottica di utilizzare una singola centrale termica per il teleriscaldamento. Tuttavia, tale ipotesi dovrà essere attentamente verificata in fase di progettazione.

FIGURA 8.2 – LOCALIZZAZIONE DELLE A.S.I. DI TIPO RESIDENZIALE – ESTRATTO DELLA MAPPA STRATEGICA (PS)



DATI CLIMATICI

La classificazione climatica dei comuni italiani è stata introdotta dal D.P.R. n. 412/1993, regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.

Il Comune di Arezzo, secondo questa classificazione, ricade in zona climatica E, essendo caratterizzato da un valore di GG pari a 2104 [GG o Gradi Giorno = somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera].

La tabella riporta per ognuna delle zone climatiche il periodo dell'anno e il numero massimo di ore giornaliere in cui è consentita l'accensione degli impianti di riscaldamento.

FIGURA 8.3 – MAPPA NAZIONALE DELLE ZONE CLIMATICHE

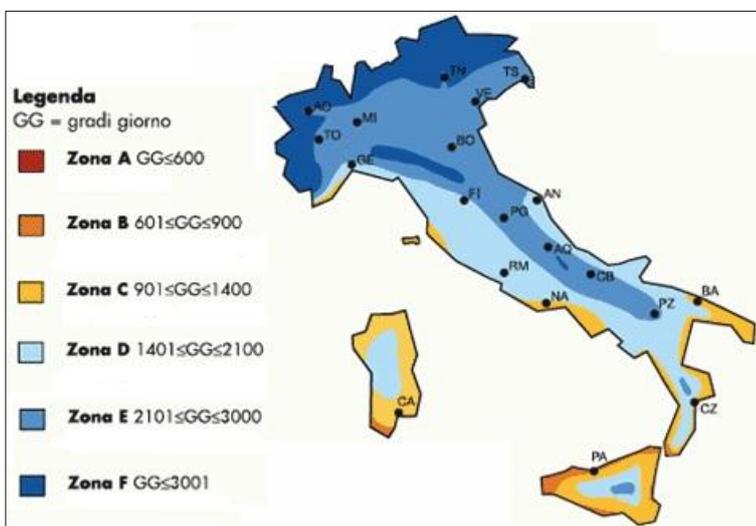


TABELLA 8.2 – ZONE CLIMATICHE E PERIODI CONSENTITI PER L'UTILIZZO DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

Zona Climatica	Gradi Giorno (GG)		Periodo di accensione		Orario consentito h/d
	da	a	da	a	
A	0	600	01-dic	15-mar	6
B	601	900	01-dic	31-mar	8
C	901	1.400	15-nov	31-mar	10
D	1.401	2.100	01-nov	15-apr	12
E	2.101	3.000	15-ott	15-apr	14
F	3.001	+ inf	nessuna limitazione	nessuna limitazione	nessuna limitazione

La radiazione solare per il Comune di Arezzo è stata tratta dall'Atlante Italiano della Radiazione Solare pubblicato da ENEA. La scelta della località, dell'orientazione e dell'inclinazione dei pannelli, della presenza di ostacoli e di un coefficiente di riflessione al suolo permette di ottenere un valore medio mensile per la radiazione solare. Nel caso in esame, si è ipotizzato di adottare un'orientazione dei pannelli ottimale (sud) con una inclinazione di 30°, l'assenza di ostacoli ed un coefficiente di riflessione del suolo pari a 0,25 (valore cautelativo, caratteristico delle aree urbane).

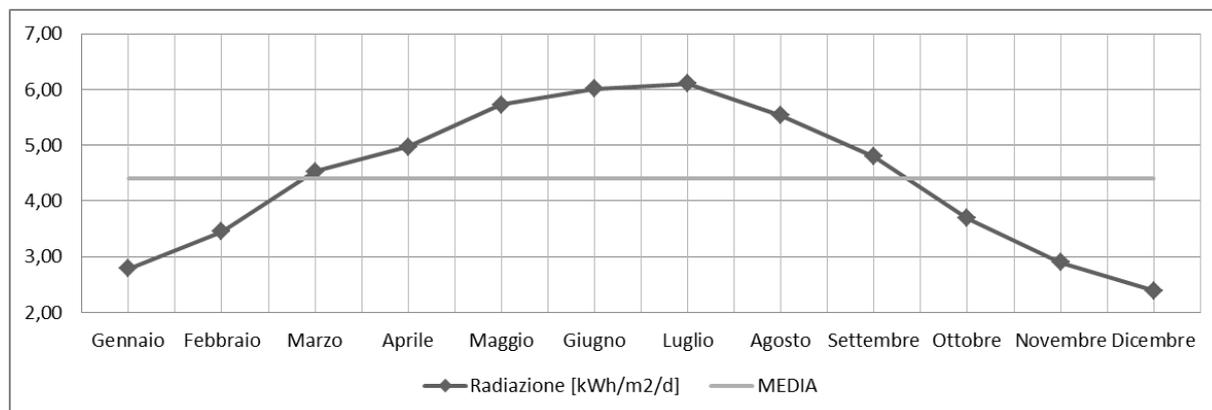
TABELLA 8.3 – IPOTESI ADOTTATE PER IL CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE GLOBALE GIORNALIERA MEDIA MENSILE. FONTE: ENEA

Orientazione	SUD
Inclinazione rispetto all'orizzontale	30°
Ostacoli	NO
Coefficiente riflessione suolo	0,25

TABELLA 8.4 – RISULTATO DEL CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE GLOBALE GIORNALIERA MEDIA MENSILE. FONTE: ENEA

MESE	Radiazione [kWh/m ² /d]
Gennaio	2,79
Febbraio	3,45
Marzo	4,53
Aprile	4,97
Maggio	5,73
Giugno	6,01
Luglio	6,10
Agosto	5,53
Settembre	4,80
Ottobre	3,69
Novembre	2,90
Dicembre	2,39
MEDIA	4,41

FIGURA 8.4 – RADIAZIONE SOLARE GLOBALE GIORNALIERA MEDIA MENSILE. FONTE: ENEA



Altri dati necessari per la valutazione sono i valori di temperatura media mensile esterna (fonte: ENEA – profilo climatico del Comune di Arezzo) e quella dell’acqua di rete (fonte: UNI 10349), riportati nella tabella seguente.

TABELLA 8.5 – TEMPERATURE MEDIE MENSILI, COMUNE DI AREZZO : T ATMOSFERICA E T DELL’ACQUA DI RETE

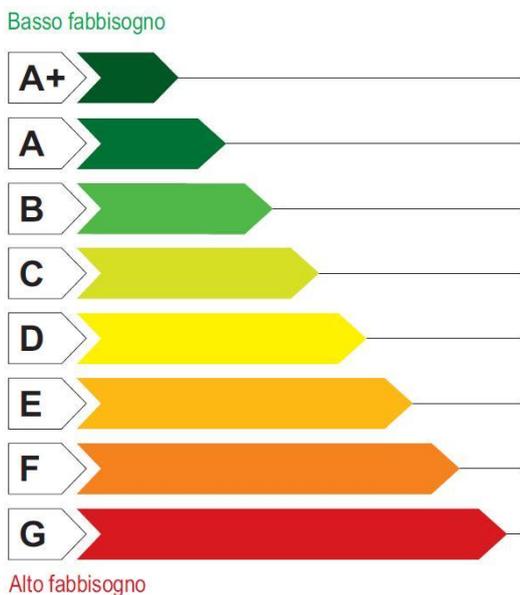
MESE	T media mensile esterna [°C]	T media acqua di Rete [°C]
Gennaio	4,6	5
Febbraio	5,8	6
Marzo	8,6	8
Aprile	11,8	10
Maggio	15,9	11
Giugno	19,7	12
Luglio	22,8	13
Agosto	22,6	12
Settembre	19,2	11
Ottobre	14,2	10
Novembre	9,3	8
Dicembre	5,7	5

8.1.2. IPOTESI ADOTTATE

La stima del **fabbisogno termico per il riscaldamento** di un edificio è un procedimento complesso che, a seguito di un'indagine dettagliata sulla struttura, sulle sue caratteristiche di isolamento termico e sugli impianti installati, permette di assegnare una certa classe di efficienza energetica. In questa sede, trattandosi di aree di futura edificazione non si dispone delle informazioni di dettaglio necessarie per questo tipo di stima.

Nel Decreto Ministeriale del 26/6/2009 – Ministero dello Sviluppo Economico detta le Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici – viene definita una classificazione prestazionale, detta classe energetica globale dell'edificio, che rappresenta l'etichetta di efficienza energetica attribuita all'edificio sulla base di un intervallo convenzionale di riferimento all'interno del quale si colloca la sua prestazione energetica complessiva. La classe energetica è contrassegnata da una lettera da A+ (elevata efficienza) fino a G (pessima efficienza).

FIGURA 8.5 – SCALA DELLE CLASSI DI EFFICIENZA ENERGETICA



In questa sede si ipotizza di procedere in senso inverso rispetto a quanto previsto dal sistema di certificazione energetica degli edifici: si stima il fabbisogno energetico dei nuovi edifici attribuendo loro a priori una certa classe di efficienza energetica, nell'ipotesi che si tratti di case "efficienti".

A titolo cautelativo l'ipotesi adottata per la stima dei fabbisogni è che le nuove edificazioni siano di classe C rispetto all'efficienza per il riscaldamento degli ambienti. È tuttavia auspicabile che le nuove edificazioni vengano realizzate in modo da rientrare in classi di efficienza superiori (in tal caso i dimensionamenti che seguono risulteranno essere una sovrastima).

FIGURA 8.6 – CLASSI DI EFFICIENZA ENERGETICA



Si riporta la scala di classi energetiche espressione della prestazione energetica per la climatizzazione invernale, come da Allegato A del Decreto Ministeriale del 26/6/2009.

FIGURA 8.7 – SCALA DELLE CLASSI ENERGETICHE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE – FONTE: ALLEGATO A, DM DEL 26/6/2009

Classe A_i^+	$< 0,25 EP_{iL}(2010)$
Classe A_i	$0,25 EP_{iL}(2010) \leq < 0,50 EP_{iL}(2010)$
Classe B_i	$0,50 EP_{iL}(2010) \leq < 0,75 EP_{iL}(2010)$
Classe C_i	$0,75 EP_{iL}(2010) \leq < 1,00 EP_{iL}(2010)$
Classe D_i	$1,00 EP_{iL}(2010) \leq < 1,25 EP_{iL}(2010)$
Classe E_i	$1,25 EP_{iL}(2010) \leq < 1,75 EP_{iL}(2010)$
Classe F_i	$1,75 EP_{iL}(2010) \leq < 2,50 EP_{iL}(2010)$
Classe G_i	$\geq 2,50 EP_{iL}(2010)$

L'indice di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (E_{Pi}) è calcolato in funzione di:

- rapporto S/V dell'edificio, dove S è la superficie disperdente verso ambienti non riscaldati e V è il volume riscaldato racchiuso da S
- zona climatica in cui è presente l'edificio, rappresentata dai gradi giorno (GG)

L' E_{Pi} Limite (EP_{iL}) si calcola per interpolazione lineare dei valori limite di legge riportati nell'allegato C del D.Lgs 311/06. L'interpolazione deve essere fatta qualora S/V sia compreso tra 0,2 e 0,9 e per GG intermedi a quelli di legge.

TABELLA 8.6 – VALORI LIMITE DI LEGGE PER L'EPI [kW/mq/anno] – FONTE: ALLEGATO C DEL D.LGS 311/06

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Nel caso in cui non si abbiano indicazioni sulle geometrie delle abitazioni per poter assumere un valore realistico del parametro S/V, si assumono i seguenti valori tipici da letteratura tecnica (fonte: La Casa Passiva in Italia).

TABELLA 8.7 – VALORI TIPICI DEL FATTORE GEOMETRICO DEGLI EDIFICI S/V

Tipo edificio	S/V [m ⁻¹]
Villetta	0,80
Villetta a schiera	0,65
Edificio in linea	0,50
Edificio a torre	0,30

La stima del **fabbisogno termico per la produzione di ACS** viene affrontata ipotizzando:

- fabbisogno di ACS di 60 l/abitante/giorno, corrispondente ad un livello di comfort medio-elevato
- temperatura di utilizzo dell'ACS di 45°C
- l'installazione di 1 m² di pannello per abitante
- il rendimento dei pannelli solari termici è assunto come un valore di rendimento medio mensile di un collettore piano di medie prestazioni (da letteratura tecnica).

8.1.3. CALCOLO DEI FABBISOGNI TERMICI

In questo paragrafo si valutano i fabbisogni termici per il riscaldamento degli edifici e per l'approvvigionamento di acqua calda sanitaria.

L'analisi relativa al riscaldamento degli ambienti viene condotta in maniera separata tra le tre A.S.I. residenziali, distinguendo due casi di tipologia edilizia: villette ($S/V = 0,80$) ed edifici in linea ($S/V = 0,50$) in modo da costruire un range di possibili valori.

TABELLA 8.8 – VALORI CALCOLATI PER L'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

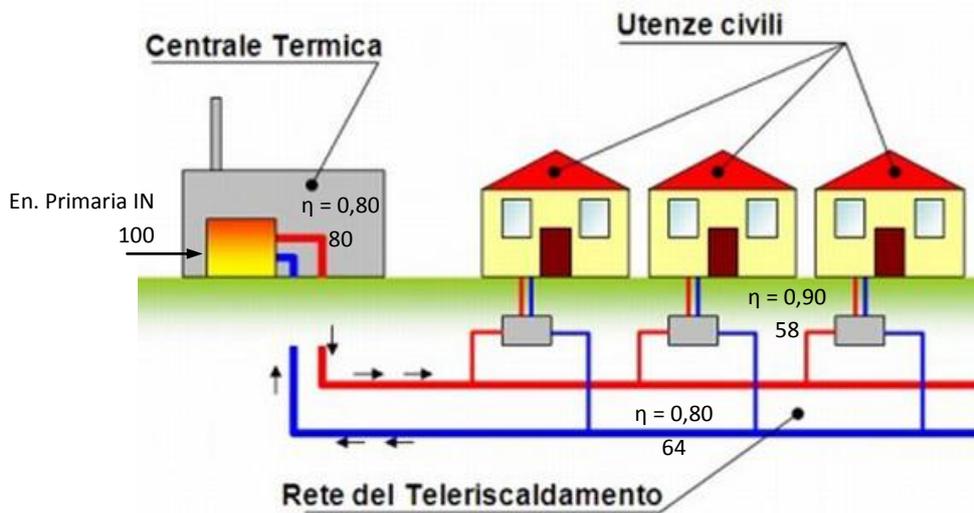
Classe Energetica	EPI _i [kWh/m ² /anno]	
	Villette (S/V = 0,80)	Edifici in linea (S/V = 0,50)
A+	25,04	17,52
A	50,07	35,05
B	75,11	52,57
C	100,14	70,10
D	125,18	87,62
E	175,25	122,67
F	250,36	175,25
G	Oltre	oltre

Si assumono i seguenti valori di rendimento da applicare alla richiesta termica delle abitazioni per tenere conto delle perdite termiche che si hanno durante il trasporto dell'acqua calda dalla centrale all'utenza e delle perdite energetiche che avvengono in centrale. Il valore del periodo di accensione del riscaldamento domestico è stato assunto pari a quello massimo previsto dalla norma vigente per la zona climatica E.

TABELLA 8.9 – RENDIMENTI DEL SISTEMA DI TELERISCALDAMENTO E TEMPI DI ACCENSIONE

Ore annue di accensione	2.562
Rendimento tubazioni edifici	0,90
Rendimento collettore principale	0,80
Rendimento termico centrale	0,80

FIGURA 8.8 – SCHEMA DELLE PERDITE TERMICHE (VALORE DI RIFERIMENTO: ENERGIA PRIMARIA IN INGRESSO = 100)



Secondo quanto esposto, si stima che nel caso in cui si abbia un edificio a villette energeticamente efficiente (classe energetica C), il fabbisogno termico per il riscaldamento degli ambienti per le tre aree residenziali è di quasi 12.900 MWh annui, corrispondente a un consumo di 22.350 MWh annui di energia primaria. Un edificio con edifici in linea di classe energetica C comporta un fabbisogno termico di circa 9.000 MWh/anno ed un consumo di circa 15.650 MWh/anno di energia primaria. Nelle tabelle si riporta il dettaglio per le diverse A.S.I..

Considerato che il tempo di accensione degli impianti di riscaldamento è previsto per 2.562 h/anno, si manifesta la necessità di installare un impianto di potenza termica in ingresso complessiva di 8,72 MWt per l'edificio a villette, di 6,11 MWt nel caso degli edifici in linea.

TABELLA 8.10 – FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO PER EDIFICATO A VILLETTE

A.S.I. – Villette	Superficie utile [m ²]	Fabbisogno termico classe C [MWh/anno]	Energia primaria centrale [MWh/anno]	Potenza centrale [MW]
La Catona	23.850	2.388	4.147	1,62
Tucciarello	75.000	7.511	13.039	5,09
Cacciarelle	29.700	2.974	5.164	2,02
TOTALE	128.550	12.873	22.350	8,72

TABELLA 8.11 – FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO PER EDIFICI IN LINEA

A.S.I. – Edifici in linea	Superficie utile [m ²]	Fabbisogno termico classe C [MWh/anno]	Energia primaria centrale [MWh/anno]	Potenza centrale [MW]
La Catona	23.850	1.672	2.903	1,13
Tucciarello	75.000	5.257	9.128	3,56
Cacciarelle	29.700	2.082	3.615	1,41
TOTALE	128.550	9.011	15.645	6,11

Le valutazioni sul fabbisogno termico per ACS vengono condotte ipotizzando differenti densità abitative per le due tipologie di edificio considerate fino ad ora.

TABELLA 8.12 – VALORI ASSUNTI PER LA STIMA DEL FABBISOGNO TERMICO PER ACS PER UNITÀ ABITATIVA (U.A.)

	Villette	Edifici in linea	u.d.m.
Fabbisogno procapite ACS	60	60	lt/ab/giorno
Densità abitativa	30	25	m ² /ab
N. abitanti in una unità abitativa	4	3	ab/u.a.
Dimensione unità abitativa	120	75	m ² /u.a.
Installazione pannelli	1	1	m ² /ab
Installazione pannelli	4	3	m ² /u.a.

Sotto queste ipotesi, si effettua una prima valutazione della disponibilità di energia solare termica per la produzione di ACS. I risultati sono forniti per singola unità abitativa.

Nel periodo tra marzo e settembre risulta che il solare termico riesce a coprire interamente il fabbisogno energetico per ACS. Nei mesi invernali la minor radiazione solare e le inferiori temperature fanno sì che tale copertura risulti parziale. Il deficit energetico massimo si verifica nel mese di dicembre, in cui il grado di copertura medio mensile del fabbisogno è del 42%.

TABELLA 8.13 – DISPONIBILITÀ E FABBISOGNO DI ENERGIA PER ACS – EDIFICATO A VILLETTE

A.S.I. – Villette	Disponibilità energia ST [kWh/d/u.a.]	Fabbisogno energia per ACS [kWh/d/u.a.]	Grado di copertura
<i>Gennaio</i>	6,03	11,16	54,0%
<i>Febbraio</i>	8,14	10,88	74,8%
Marzo	11,05	10,33	107,0%
Aprile	12,13	9,77	124,2%
Maggio	13,98	9,49	147,4%
Giugno	14,90	9,21	161,8%
Luglio	15,13	8,93	169,4%
Agosto	13,94	9,21	151,3%
Settembre	12,10	9,49	127,5%
<i>Ottobre</i>	9,15	9,77	93,7%
<i>Novembre</i>	6,38	10,33	61,8%
<i>Dicembre</i>	4,68	11,16	42,0%

FIGURA 8.9 – DISPONIBILITÀ E FABBISOGNO DI ENERGIA PER ACS – EDIFICATO A VILLETTE

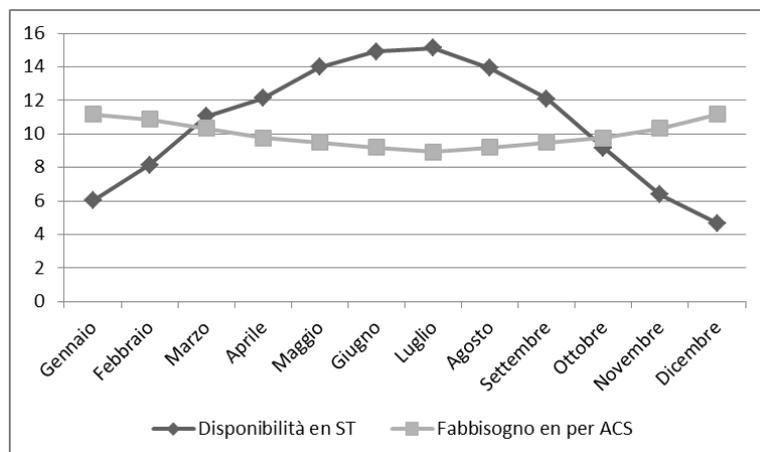
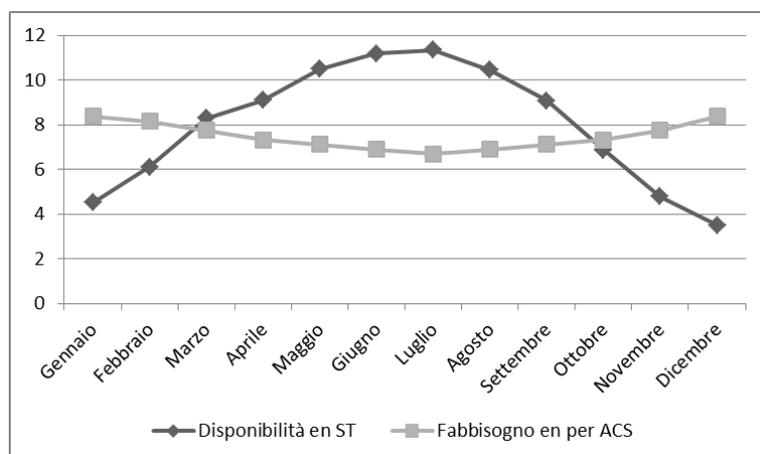


TABELLA 8.14 – DISPONIBILITÀ E FABBISOGNO DI ENERGIA PER ACS – EDIFICI IN LINEA

A.S.I. – Edifici in linea	Disponibilità energia ST [kWh/d/u.a.]	Fabbisogno energia per ACS [kWh/d/u.a.]	Grado di copertura
<i>Gennaio</i>	4,52	8,37	54,0%
<i>Febbraio</i>	6,11	8,16	74,8%
Marzo	8,29	7,74	107,0%
Aprile	9,10	7,33	124,2%
Maggio	10,49	7,12	147,4%
Giugno	11,18	6,91	161,8%
Luglio	11,35	6,70	169,4%
Agosto	10,45	6,91	151,3%
Settembre	9,07	7,12	127,5%
<i>Ottobre</i>	6,86	7,33	93,7%
<i>Novembre</i>	4,79	7,74	61,8%
<i>Dicembre</i>	3,51	8,37	42,0%

FIGURA 8.10 – DISPONIBILITÀ E FABBISOGNO DI ENERGIA PER ACS – EDIFICI IN LINEA



Si effettua infine una verifica rispetto alla disponibilità di superfici su cui installare i pannelli solari. La Tabella 8.15 e la Tabella 8.16 mostrano che, considerando che le villette siano composte da 3 piani (2 piani + piano terra) e che gli edifici in linea vengano costruiti su 5 livelli (4 piani + piano terra) si ha un'occupazione delle superfici dei tetti del 10% nel primo caso e del 20% nel secondo. Tali considerazioni sono ovviamente da integrare considerando una certa inclinazione per i pannelli e l'ingombro previsto per l'accumulatore del fluido caldo, tuttavia l'utilizzo delle superfici di tetto che risulta da questa prima stima lascia un ampio margine per eventuali ingombri aggiuntivi.

TABELLA 8.15 – DISPONIBILITÀ SUPERFICI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SOLARI TERMICI. EDIFICATO A VILLETTE

A.S.I. – Villette	N. unità abitative	N. piani	Superficie tetto [m ²]	Superficie pannelli [m ²]	Utilizzo tetto
La Catona	199	3	7.950	795	10%
Tucciarello	625	3	25.000	2.500	10%
Cacciarelle	248	3	9.900	990	10%
TOTALE	1.071	3	42.850	4.285	10%

TABELLA 8.16 – DISPONIBILITÀ SUPERFICI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SOLARI TERMICI. EDIFICI IN LINEA

A.S.I. – Edifici in linea	N. unità abitative	N. piani	Superficie tetto [m ²]	Superficie pannelli [m ²]	Utilizzo tetto
La Catona	318	5	4.770	954	20%
Tucciarello	1000	5	15.000	3.000	20%
Cacciarelle	396	5	5.940	1.188	20%
TOTALE	1.714	5	25.710	5.142	20%

8.1.4. SCELTE TECNOLOGICHE PER GLI IMPIANTI TERMICI

In Figura 8.11 viene mostrato che l'attività della centrale termica copre il periodo 15 ottobre – 15 aprile (come imposto da normativa) e che nei mesi in cui questo impianto non è in funzione si ha una copertura totale del fabbisogno di ACS con il solare termico (unica eccezione si ha per la prima quindicina di ottobre: tuttavia per tale mese il solare termico assicura una copertura media del 93,7% del fabbisogno termico per ACS per cui si provvederà a considerare questo piccolo gap in sede di progettazione dell'impianto termico).

Per la copertura del fabbisogno di ACS tra ottobre e febbraio si possono effettuare differenti scelte tecnologiche, tra cui:

- integrare il deficit di ACS prodotta nei mesi invernali dal solare termico con caldaia a gas metano. Tale impianto deve comunque essere previsto per la copertura termica in casi di periodi di copertura nuvolosa prolungata, anche nei mesi estivi, qualora la centrale di teleriscaldamento non partecipi alla produzione di ACS e dunque non ci fossero alternative alla produzione termica.
- integrare nel periodo invernale, l'utilizzo del solare termico con la centrale di teleriscaldamento per la produzione di ACS. Tale integrazione si effettua installando una adeguata potenza aggiuntiva presso la centrale di teleriscaldamento. La Tabella 8.17 e la Tabella 8.18 riportano la stima di potenza aggiuntiva da installare, che corrisponde a quella necessaria a coprire il deficit maggiore (mese di dicembre).

FIGURA 8.11 – SCANSIONE TEMPORALE DEL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI TERMICI

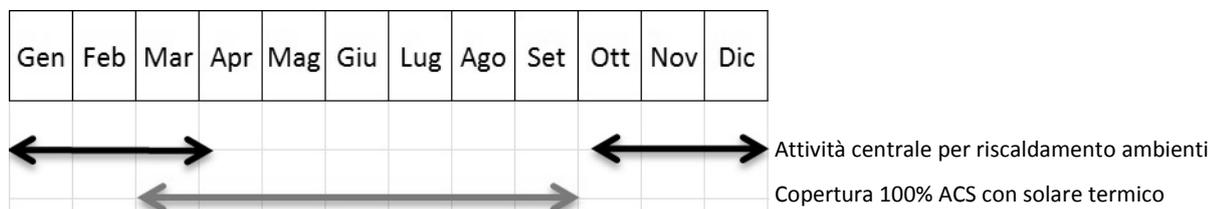


TABELLA 8.17 – POTENZA AGGIUNTIVA PER PRODUZIONE DI ACS CON CENTRALE DI TELERISCALDAMENTO. EDIFICATO A VILLETTE

Villette	MW aggiuntivi	MW totali
La Catona	0,09	1,71
Tucciarelo	0,29	5,38
Cacciarelle	0,12	2,13
TOTALE	0,50	9,23

TABELLA 8.18 – POTENZA AGGIUNTIVA PER PRODUZIONE DI ACS CON CENTRALE DI TELERISCALDAMENTO. EDIFICI IN LINEA

Edifici in linea	MW aggiuntivi	MW totali
La Catona	0,11	1,24
Tucciarelo	0,47	4,03
Cacciarelle	0,19	1,60
TOTALE	0,80	6,91

Vista la disponibilità di biomassa adatta alla combustione emersa dall'indagine sul potenziale comunale di FER, per cui si rimanda al Volume III del PEC, si valuta la possibilità di implementare una **centrale a biomasse** come scelta tecnologica per la centrale di teleriscaldamento. Si tiene a precisare che tale scelta non è in contrasto con le affermazioni del Piano di Azione Comunale in quanto la proposta è orientata verso impianti dotati degli opportuni dispositivi di contenimento delle emissioni atmosferiche di polveri.

TABELLA 8.19 – ENERGIA PRIMARIA ANNUA PER RISCALDAMENTO E ACS IN CENTRALE TERMICA [GWh]. EDIFICATO A VILLETTE

Villette	Energia Primaria Riscaldamento [GWh]	Energia Primaria integrazione ACS [GWh]	Energia Primaria Annuo [GWh]
La Catona	4,15	0,20	4,34
Tucciarello	13,04	0,62	13,66
Cacciarelle	5,16	0,25	5,41
TOTALE	22,35	1,07	23,42

TABELLA 8.20 – ENERGIA PRIMARIA ANNUA PER RISCALDAMENTO E ACS IN CENTRALE TERMICA [GWh]. EDIFICI IN LINEA

Edifici in linea	Energia Primaria Riscaldamento [GWh]	Energia Primaria integrazione ACS [GWh]	Energia Primaria Annuo [GWh]
La Catona	2,90	0,24	3,14
Tucciarello	9,13	0,75	9,88
Cacciarelle	3,61	0,30	3,91
TOTALE	15,64	1,28	16,93

Rispetto alla richiesta energetica valutata (Tabella 8.19 e Tabella 8.20), la Tabella 8.21 riporta la disponibilità energetica da biomasse: risultano disponibili circa 16 GWh/anno di energia primaria dallo sfruttamento delle diverse frazioni residuali (residui agricoli, sanse esauste, residui del mantenimento dei boschi, degli alvei, del verde urbano, scarti dell'arboricoltura e dell'industria del legno). Tale potenzialità è integrabile dallo sfruttamento delle biomasse da colture dedicate che potrebbero apportare ulteriori 21 GWh/anno di energia primaria, per un totale di circa 37 GWh annui.

La disponibilità di biomassa è quindi in grado di coprire l'intero fabbisogno delle tre A.S.I. considerate, in particolare (Tabella 8.22):

- si sfrutta a pieno la totale potenzialità da biomasse residuali (15,99 GWh/anno), inoltre
- nel caso di edifici in linea, ipotizzando di teleriscaldare tutte e tre le aree analizzate, si dovrebbe ricorrere a 0,94 GWh annui di biomasse dedicate, corrispondenti al 4,4% del totale delle dedicate
- nel caso di edificato a villette, ipotizzando di teleriscaldare tutte e tre le aree analizzate, si dovrebbe ricorrere a 7,43 GWh annui di biomasse dedicate, corrispondenti al 35,2% del totale delle dedicate

Lo sfruttamento della risorsa energetica derivante da biomasse combustibili in conseguenza a tali applicazioni varia tra il 45,6% (edifici in linea) ed il 63,1% (edificato a villette).

TABELLA 8.21 – DISPONIBILITÀ ANNUA DI ENERGIA DA BIOMASSA PER COMBUSTIONE DA INDAGINE SUL POTENZIALE COMUNALE

BIOMASSE	En Primaria [GWh]
Colture dedicate	21,11
Biomasse residuali	15,99
TOTALE	37,10

TABELLA 8.22 – SFRUTTAMENTO POTENZIALITÀ DA BIOMASSE PER LA REALIZZAZIONE DEL TELERISCALDAMENTO DELLE TRE A.S.I.

Edificato	Utilizzo Biomassa dedicata [GWh]	% Sfruttamento biomassa residuale	% Sfruttamento biomassa dedicata	Utilizzo risorsa biomasse
villette	7,43	100,0%	35,2%	63,1%
in linea	0,94	100,0%	4,4%	45,6%

Volendo fornire una diversa chiave di lettura, in Tabella 8.23 e Tabella 8.24 si riporta il potenziale risparmio di gas naturale ottenibile dallo sfruttamento del solare termico per la produzione di ACS e delle biomasse combustibili per il riscaldamento degli ambienti (ed integrazione del ST per ACS nei mesi di deficit di produzione) fino ad ora illustrato.

TABELLA 8.23 – STIMA DEL RISPARMIO DI GAS NATURALE. EDIFICATO A VILLETTE

Villette	Gas Naturale risparmiato da impiego di biomasse [Nmc/anno]	Gas Naturale risparmiato da impiego di solare termico [Nmc/anno]	Totale risparmio di Gas Naturale [Nmc/anno]
La Catona	455.668	71.002	526.670
Tucciarello	1.432.918	223.275	1.656.194
Cacciarelle	567.436	88.417	655.853
TOTALE	2.456.022	382.694	2.838.716

TABELLA 8.24 – STIMA DEL RISPARMIO DI GAS NATURALE. EDIFICI IN LINEA

Edifici in linea	Gas Naturale risparmiato da impiego di biomasse [Nmc/anno]	Gas Naturale risparmiato da impiego di solare termico [Nmc/anno]	Totale risparmio di Gas Naturale [Nmc/anno]
La Catona	329.359	85.202	414.561
Tucciarello	1.035.720	267.930	1.303.650
Cacciarelle	410.145	106.100	516.245
TOTALE	1.775.224	459.233	2.234.456

Viste le proiezioni dei consumi per fonte energetica al 2020, il dato previsionale di consumo di gas naturale è di 102.633 tep/anno, corrispondenti a più di 125 milioni di Nmc di gas naturale.

I risparmi stimati per l'edificato a villette e per gli edifici in linea rappresentano rispettivamente il 2,3% e l'1,8% del totale consumo di tale risorsa energetica.

8.1.5. FOTOVOLTAICO PREVISTO DAL RU

Riprendendo quanto riportato nel paragrafo 8.1. di questo capitolo, il RU comunale afferma all'art. 46 l'obbligatorietà dell'installazione di pannelli fotovoltaici di potenza non inferiore a 1 kWp per ciascuna unità abitativa delle aree residenziali di prossima edificazione.

Applicando le ipotesi di tipologia e densità abitativa adoperate per la valutazione del fabbisogno termico e prendendo come riferimento la producibilità elettrica di Figura 8.12 si ottengono i risultati di Tabella 8.26 e Tabella 8.27.

TABELLA 8.25 – VALORI ASSUNTI PER LA STIMA DELLA PRODUZIONE ENERGETICA DA FV IN AREE RESIDENZIALI

Produzione energetica	1.150	kWh/kWp
Potenza per unità abitativa	1	kWp/u.a.
Fattore conversione energia primaria	0,39	-

Dalla valutazione emerge che nel caso di edificato a villette si ha una producibilità elettrica di 1,6 GWh annui, corrispondenti al risparmio di 4,2 GWh di energia primaria da fonti tradizionali. Nel caso di edifici in linea si ottiene una producibilità elettrica di circa 1,5 GWh annui, corrispondenti al risparmio di 3,8 GWh di energia primaria da fonti tradizionali.

TABELLA 8.26 – PRODUZIONE ENERGETICA DA FV IN AREE RESIDENZIALI. EDIFICATO A VILLETTE

A.S.I. – Villette	N. unità abitative	Potenza Installabile [kWp]	EE producibile [MWh/anno]	En primaria [MWh/anno]
La Catona	199	199	229	586
Tucciarello	625	625	719	1.843
Cacciarelle	248	248	285	730
TOTALE	1.071	1.071	1.232	3.159

TABELLA 8.27 – PRODUZIONE ENERGETICA DA FV IN AREE RESIDENZIALI. EDIFICI IN LINEA

A.S.I. – Edifici in linea	N. unità abitative	Potenza Installabile [kWp]	EE producibile [MWh/anno]	En primaria [MWh/anno]
La Catona	318	318	366	938
Tucciarello	1.000	1.000	1.150	2.949
Cacciarelle	396	396	455	1.168
TOTALE	1.714	1.714	1.971	5.054

Anche in questo caso, si effettua una verifica rispetto alla disponibilità di superfici su cui installare i pannelli solari. La Tabella 8.28 e la Tabella 8.29 mostrano che, mantenendo le ipotesi precedenti, si ha un'occupazione delle superfici dei tetti di circa il 18% nel caso di edificato a villette e del 48% nel caso di edifici in linea.

Considerando dunque il duplice ingombro da solare termico e da fotovoltaico (Tabella 8.30), risulta che mentre nel caso di edificato a villette l'occupazione di tetto complessiva si mantiene al di sotto del 50% del totale, nel

caso di edifici in linea questa raggiunge il 68%. Ciò non costituisce una immediata limitazione nel caso di edificazione con tetti piani, mentre crea problemi di esposizione ottimale al sole nel caso di tetti a più falde.

Tuttavia si tiene a ribadire che le presenti valutazioni sono da considerarsi stime puramente indicative, e che dunque non devono essere pretesto per pregiudicare valutazioni accurate e puntuali.

TABELLA 8.28 – DISPONIBILITÀ SUPERFICI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI. EDIFICATO A VILLETTE

A.S.I. – Villette	Superficie tetto	Superficie pannelli	Utilizzo tetto
La Catona	7.950	1.420	17,9%
Tucciarello	25.000	4.464	17,9%
Cacciarelle	9.900	1.768	17,9%
TOTALE	42.850	7.652	17,9%

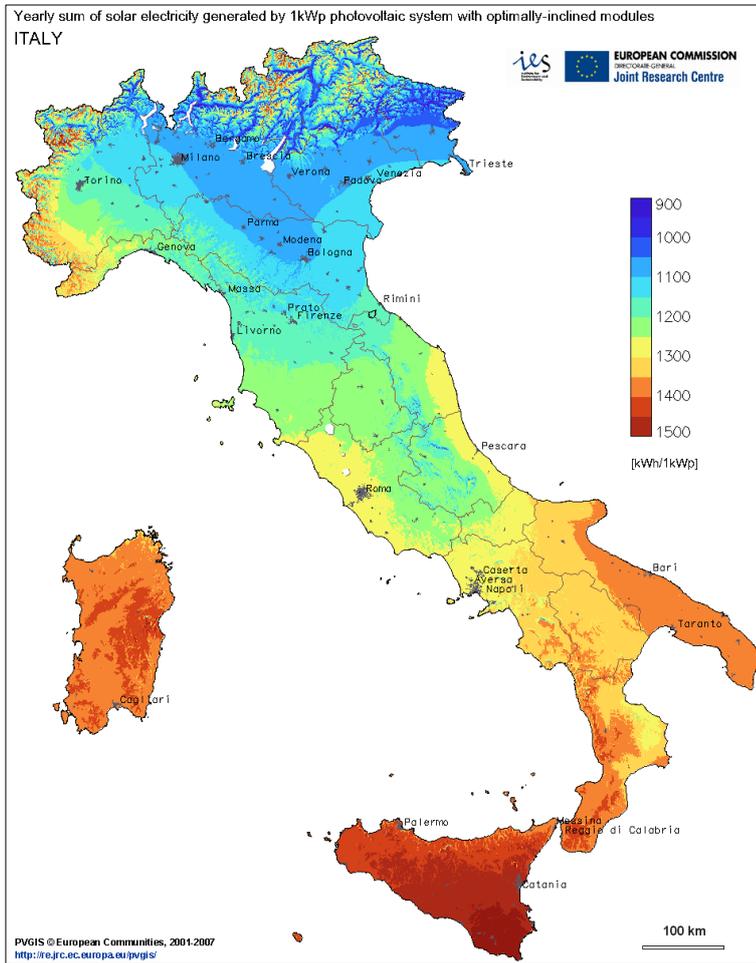
TABELLA 8.29 – DISPONIBILITÀ SUPERFICI PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI. EDIFICI IN LINEA

A.S.I. – Edifici in linea	Superficie tetto	Superficie pannelli	Utilizzo tetto
La Catona	4.770	2.271	47,6%
Tucciarello	15.000	7.143	47,6%
Cacciarelle	5.940	2.829	47,6%
TOTALE	25.710	12.243	47,6%

TABELLA 8.30 – RIEPILOGO DELL'OCCUPAZIONE DI SUPERFICI PER L'INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI (FV E ST)

Tipologia edificazione	Utilizzo tetto ST	Utilizzo tetto ST	Utilizzo tetto
Villette	10,0%	17,9%	27,9%
Edifici in Linea	20,0%	47,6%	67,6%

FIGURA 8.12 – ENERGIA ELETTRICA GENERABILE IN UN ANNO DALL’INSTALLAZIONE DI 1 kWp DI FV CON MODULI INCLINATI IN MANIERA OTTIMALE. FONTE: EUROPEAN COMMISSION – JOINT RESEARCH CENTRE.



8.2. FER IN A.S.I. RESIDENZIALE: ESEMPIO DI REALIZZAZIONE PARZIALE

In questo paragrafo si ripropone la stima dei fabbisogni termici in area residenziale, sotto le medesime ipotesi considerate nel paragrafo 8.1, nel caso di realizzazione parziale di un'area residenziale.

In particolare la stima proposta riguarda la realizzazione di metà dell'area Catona, secondo una tipologia di edificazione mista tra villette (30%) ed edifici in linea (70%).

Di seguito si riportano i risultati dell'elaborazione.

TABELLA 8.31 – FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO. A.S.I. CATONA – REALIZZAZIONE PARZIALE

Edificato	Superficie utile [m ²]	Fabbisogno termico classe C [MWh/anno]	Energia primaria centrale [MWh/anno]	Potenza centrale [MW]
Villette	3.578	358	622	0,24
Edifici in linea	8.348	585	1.016	0,40
TOTALE	11.925	943	1.638	0,64

TABELLA 8.32 – POTENZA AGGIUNTIVA PER L'INTEGRAZIONE DEL SOLARE TERMICO (PRODUZIONE DI ACS) CON CENTRALE DI TELERISCALDAMENTO. A.S.I. CATONA – REALIZZAZIONE PARZIALE

Edificato	MW aggiuntivi	MW totali
Villette	0,01	0,26
Edifici in linea	0,04	0,44
TOTALE	0,05	0,69

TABELLA 8.33 – ENERGIA PRIMARIA ANNUA PER RISCALDAMENTO E ACS IN CENTRALE TERMICA [GWh]. A.S.I. CATONA – REALIZZAZIONE PARZIALE

Edificato	Energia Primaria Riscaldamento [GWh]	Energia Primaria integrazione ACS [GWh]	Energia Primaria Annuo [GWh]
Villette	0,62	0,03	0,65
Edifici in linea	1,02	0,08	1,10
TOTALE	1,64	0,11	1,75

TABELLA 8.34 – SFRUTTAMENTO POTENZIALITÀ DA BIOMASSE PER LA REALIZZAZIONE DEL TELERISCALDAMENTO. A.S.I. CATONA – REALIZZAZIONE PARZIALE

Edificato	% Sfruttamento biomassa residuale	% Sfruttamento biomassa dedicata	Utilizzo risorsa biomasse
villette	4,1%	-	1,8%
in linea	6,9%	-	3,0%
TOTALE	10,9%	-	4,7%

TABELLA 8.35 – STIMA DEL RISPARMIO DI GAS NATURALE. A.S.I. CATONA – REALIZZAZIONE PARZIALE

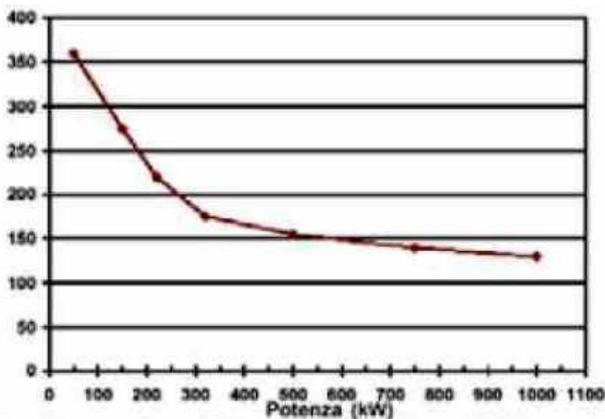
Edificato	Gas Naturale risparmiato da impiego di biomasse [Nmc/anno]	Gas Naturale risparmiato da impiego di solare termico [Nmc/anno]	Totale risparmio di Gas Naturale [Nmc/anno]
villette	68.350	10.650	79.000
in linea	115.276	29.821	145.096
TOTALE	183.626	40.471	224.097

La stima svolta nel presente paragrafo mostra che l'installazione di una centrale termica di circa 700 kW di potenza permetterebbe di teleriscaldare l'edificazione parziale dell' A.S.I. Catona e integrare la produzione di acqua calda sanitaria da solare termico nel periodo invernale.

La Figura 8.13 riporta una curva relativa al costo di installazione [€/kW installato] in funzione della potenza dell'impianto. Si può osservare che per una taglia di impianto intorno ai 700 kW si ricade in una fascia di costi di circa 150 €/kW. A questi costi va aggiunta l'installazione, che incide in misura variabile, orientativamente dal 20% al 50% del costo delle apparecchiature a seconda delle diverse situazioni impiantistiche.

Il grafico evidenzia un calo molto pronunciato dei costi unitari di investimento con l'aumentare della potenza installata. Questo significa che gli impianti di maggiore potenza sono generalmente più convenienti dei piccoli in termini di rapporto costo/beneficio. E' opportuno ricordare che i prezzi indicati nel grafico si riferiscono a impianti basati su tecnologie avanzate, il cui costo può essere notevolmente superiore a quello di sistemi più semplici disponibili sul mercato.

FIGURA 8.13 – COSTI INDICATIVI DI UN IMPIANTO DI RISCALDAMENTO A CIPPATO [€/KW INSTALLATO]



Fonte: Energie-Rinnovabili.net

I costi comprendono caldaia, estrattore del cippato, ciclone, centrale di regolazione (IVA esclusa)

In conclusione, l'installazione di una centrale termica utile alla copertura dei fabbisogni termici dell'area Catona, anche nell'ipotesi di una sua realizzazione parziale, ricade in un intervallo di potenza per il quale è necessario un costo di investimento contenuto. Risulta dunque di notevole interesse considerare questa opportunità in sede di progettazione puntuale dell'area.

8.3. INDAGINE SULLA APPLICAZIONE DI FER NELLE A.S.I. DI TIPO INDUSTRIALE

In questo paragrafo si stima il potenziale di produzione energetica da FER nel caso in cui nelle aree di prossimo sviluppo industriale venga effettuata la scelta di sfruttare le coperture degli edifici per installare pannelli solari fotovoltaici e solari termici. Inoltre si valuta un eventuale sfruttamento delle coperture dei parcheggi.

Per l'A.S.I. 2.3 – Nuova zona industriale di San Zeno riportiamo in oltre il potenziale termico valutato per lo SAA derivante dallo sfruttamento dell'energia termica da cogenerazione proveniente dal nuovo impianto di termovalorizzazione dei rifiuti ad essa limitrofo.

La Tabella 8.36 riporta le ipotesi adottate circa lo sfruttamento delle coperture per l'installazione dei pannelli per le varie produzioni energetiche. I valori di rendimento dei sistemi fotovoltaici e del solare termico sono gli stessi adottati durante la trattazione affrontata nei paragrafi precedenti.

TABELLA 8.36 – IPOTESI DI SFRUTTAMENTO DELLE COPERTURE PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI. A.S.I. INDUSTRIALI

percentuale di copertura sfruttata per FV	25%
percentuale di copertura sfruttata per ST	25%
percentuale di superficie di parcheggi sfruttata per FV	10%

Date le ampiezze delle superfici previste per queste edificazioni, sotto le ipotesi di cui sopra le aree di industriali di Indicatore e di San Zeno hanno un potenziale di produzione elettrica rispettivamente di 6.686 e 3.701 MWh annui. Tale produzione corrisponde al 33% del potenziale totale da fotovoltaico dello SAA.

TABELLA 8.37 – PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DA INSTALLAZIONI DI PANNELLI FOTOVOLTAICI. A.S.I. INDUSTRIALI

FV - A.S.I. industriale	Indicatore	San Zeno
Sup. tetti [m ²]	145.000	22.820
Sup. FV [m ²]	36.250	5.705
Potenza installabile [kWp]	5.075	799
EE producibile [MWh/anno]	5.836	919
En. Primaria [MWh/anno]	14.965	2.355
Sup. Parcheggi [m ²]	52.800	32.600
Sup. FV [m ²]	5.280	3.260
Potenza installabile [kWp]	739	456
EE producibile [MWh/anno]	850	525
En. Primaria [MWh/anno]	2.180	1.346
EE producibile [MWh/anno]	6.686	1.443
En. Primaria [MWh/anno]	17.144	3.701

Per quanto riguarda la produzione termica, quella ottenibile dalle installazioni ipotizzate per le A.S.I. industriali costituisce il 50% della potenzialità totale dello SAA. Ovviamente l'installazione di pannelli solari termici è strettamente legata all'esistenza di un eventuale fabbisogno termico.

La Tabella 8.38 contiene le informazioni relative al potenziale termico ottenibile dalle installazioni di solare termico e quello derivante da cogenerazione, censito nel Volume III del PEC.

TABELLA 8.38 – PRODUCIBILITÀ TERMICA DA INSTALLAZIONI DI SOLARE TERMICO E COGENERAZIONE. A.S.I. INDUSTRIALI

ST - A.S.I. industriale	Indicatore	San Zeno
Sup. tetti [m2]	145.000	22.820
Sup. ST [m2]	36.250	5.705
ET producibile [MWh/anno]	34.694	5.460
En. Primaria [MWh/anno]	38.549	6.067
ET da cogenerazione [MWh/anno]	-	79.688
En. Primaria da cogenerazione [MWh/anno]	-	88.542
ET producibile [MWh/anno]	34.694	85.148
En. Primaria [MWh/anno]	38.549	94.608

In conclusione, per le A.S.I. di tipo industriale esiste un buon potenziale energetico da FER, il cui sfruttamento è auspicabile, anche nell'ottica del raggiungimento degli obiettivi europei e regionali.

In questa sede non è stato possibile avanzare proposte concrete di sfruttamento dei potenziali energetici da FER, vista l'assenza ad oggi di una programmazione specifica per tali aree. È auspicabile un approfondimento di questi temi durante la redazione dei Piani Complessi di Intervento per le A.S.I. industriali.

8.4. INDAGINE SULLA APPLICAZIONE DI FER ALTRE A.S.I. PER CUI È PREVISTA L'INTRODUZIONE DI FER

In maniera analoga a quanto fatto per le A.S.I. industriali, in questo paragrafo si fornisce una stima dell'energia da FER ottenibile attraverso installazioni introducibili nelle restanti A.S.I. per le quali la pianificazione comunale auspica l'introduzione di tecnologie per la produzione di energia pulita.

Si tratta tuttavia di una stima di massima, basata su ipotesi generiche (vedi Tabella 8.39), riportata allo scopo di dare un'idea al lettore dell'esistenza di ulteriori potenziali ottenibili introducendo le FER nelle aree di prossimo sviluppo.

Le FER considerate di seguito sono il solare fotovoltaico ed il solare termico, tecnologie introdotte in questa sede in maniera indistinta sulle quattro A.S.I.. Sarà opportuno valutare in maniera precisa la plausibilità di tali installazioni (soprattutto per il solare termico è necessario valutare la sussistenza del fabbisogno termico) alla luce di informazioni dettagliate su tali aree.

TABELLA 8.39 – IPOTESI DI SFRUTTAMENTO DELLE COPERTURE PER L'INSTALLAZIONE DEI PANNELLI. ALTRE A.S.I.

percentuale di copertura sfruttata per FV	20%
percentuale di copertura sfruttata per ST	20%
percentuale di superficie di parcheggi sfruttata per FV	10%
N. piani edifici	5

TABELLA 8.40 – PRODUCIBILITÀ ELETTRICA DA INSTALLAZIONI DI PANNELLI FOTOVOLTAICI. ALTRE A.S.I.

FV - Altre A.S.I.	Interporto	Cittadella degli Affari	Ex Caserme	Cittadella del tempo libero
Sup. tetti [m2]	63.300	6.000	6.950	15.500
Sup. FV [m2]	12.660	1.200	1.390	3.100
Potenza installabile [kWp]	1.772	168	195	434
EE producibile [MWh/anno]	2.038	193	224	499
En. Primaria [MWh/anno]	5.226	495	574	1.280
Sup. Parcheggi [m2]	18.000	-	-	20.000
Sup. FV [m2]	1.800	-	-	2.000
Potenza installabile [kWp]	252	-	-	280
EE producibile [MWh/anno]	290	-	-	322
En. Primaria [MWh/anno]	743	-	-	826
EE producibile [MWh/anno]	2.328	193	224	821
En. Primaria [MWh/anno]	5.969	495	574	2.105

TABELLA 8.41 – PRODUCIBILITÀ TERMICA DA INSTALLAZIONI DI SOLARE TERMICO. ALTRE A.S.I.

ST - Altre A.S.I.	Interporto	Cittadella degli Affari	Ex Caserme	Cittadella del tempo libero
Sup. tetti [m2]	63.300	6.000	6.950	15.500
Sup. ST [m2]	12.660	1.200	1.390	3.100
ET producibile [MWh/anno]	12.117	1.148	1.330	2.967
En. Primaria [MWh/anno]	13.463	1.276	1.478	3.297

Come per le aree di prossimo sviluppo industriale, anche in questo caso ad oggi mancano le informazioni necessarie per avanzare proposte concrete di sfruttamento dei potenziali energetici da FER, vista l'assenza ad oggi di una programmazione specifica per tali aree. È auspicabile un approfondimento di questi temi durante la redazione dei Piani Complessi di Intervento.

9. CONCLUSIONI

Posti gli obiettivi del PEC di promozione degli interventi di contenimento dei consumi e dell'introduzione delle Fonti di Energia Rinnovabile per il raggiungimento degli obiettivi Europei, ovvero:

- copertura del 17% dei consumi energetici con FER, al 2020
- riduzione dei consumi del 20%, al 2020

visti inoltre gli obiettivi posti dal PIER per mezzo dei quali si assicura il raggiungimento dei traguardi europei, ovvero:

- copertura del 39% del fabbisogno di energia elettrica con FER
- copertura del 10% del fabbisogno di energia termica con FER

dall'analisi di scenario condotta, risulta che:

- una politica energetica orientata alla realizzazione delle azioni di **Basso Scenario** non permette di raggiungere gli obiettivi europei e realizza quelli del PIER solo in modo parziale, relativamente al traguardo per l'elettricità. Il contributo maggiore in tal senso è quello dovuto al recupero di energia elettrica dal termovalorizzatore.
- una politica energetica più ambiziosa, orientata alla realizzazione delle ipotesi di **Alto Scenario**, realizza completamente gli obiettivi posti dal PIER e raggiunge ampiamente l'obiettivo europeo di copertura dei consumi con FER.

Per quanto riguarda l'obiettivo Europeo di riduzione dei consumi, in prima analisi disatteso dall'introduzione degli scenari, si ricorda che non sono stati presi in considerazione i potenziali di riduzione dei consumi derivanti da interventi sull'edilizia privata esistente per la difficoltà che sussiste nella realizzazione e nella quantificazione puntuale di questi. Inoltre nello studio non si ha la possibilità di quantificare né la riduzione del traffico veicolare come conseguenza dell'ottimizzazione del trasporto pubblico e dell'introduzione di nuovi mezzi (tranvia), né la riduzione dei consumi dei privati cittadini, attraverso la progressiva sostituzione degli elettrodomestici con nuove macchine più efficienti e attraverso una progressiva sensibilizzazione della popolazione sui temi del risparmio energetico. Un altro contributo non valutabile in questa sede è quello derivante dalla riduzione dei consumi del settore industriale, artigianale e terziario per un generico miglioramento dell'efficienza energetica. Si presume quindi che il valore di contenimento dei consumi (8%) sia fortemente sottostimato (gli interventi sull'edilizia esistente di cui al Volume III del PEC porterebbero la percentuale al 12% per lo SBA e al 16% per lo SAA). Si tratta dunque di un obiettivo non raggiunto alla luce dei dati oggettivi, ma non esaustivi, di cui si dispone.

TABELLA 9.1 – RIEPILOGO RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI

Obiettivo	SBA	SAA
EU – 20% consumi con FER (17% in Italia)	NON Raggiunto – 12%	Raggiunto – 22%
EU – 20% riduzione consumi	NON Raggiunto – 8%	Non Raggiunto – 8%
PIER – 39% EE da FER	Raggiunto – 43%	Raggiunto – 58%
PIER – 10% ET da FER	NON Raggiunto – 4%	Raggiunto – 18%

In entrambi gli scenari costruiti, il contributo maggiore è senza dubbio quello che deriva dalla termovalorizzazione (31% nello SBA, 37% nello SAA), seguito da quello delle biomasse (19% nello SBA, 20% nello SAA). In entrambi i casi, il recupero termico potenziale considerato nello SAA comporta un deciso incremento dell'energia primaria ottenibile. Le installazioni di solare fotovoltaico e termico forniscono in entrambi i casi un contributo al di sopra del 30%. Ulteriori contributi importanti derivano dal mini-idraulico e dall'eolico.

FIGURA 9.1 – FER CHE CONTRIBUISCONO AL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI [GWh/ANNO DI ENERGIA PRIMARIA]

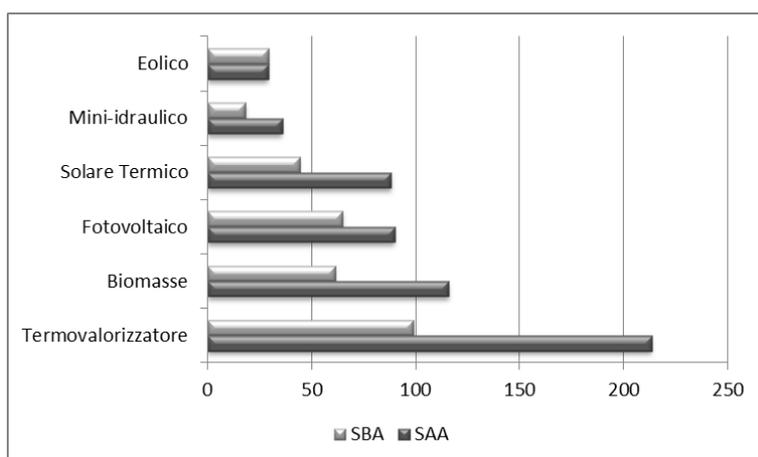
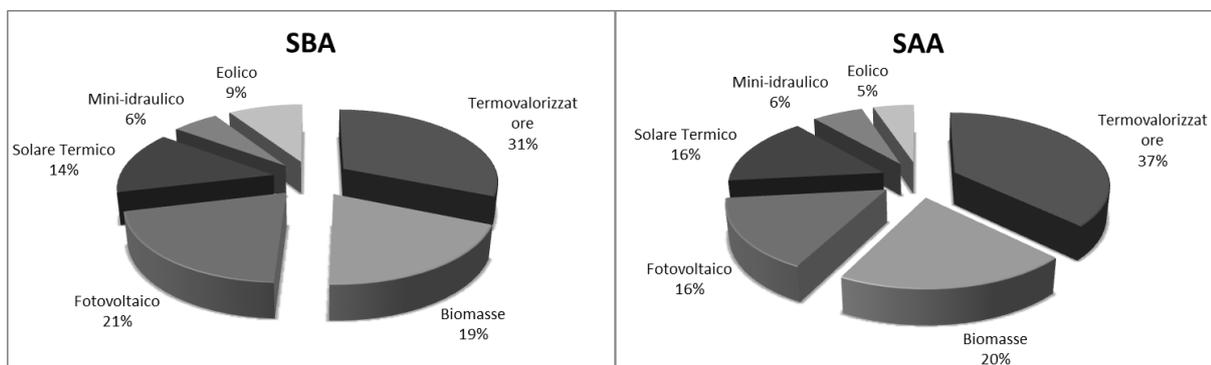


FIGURA 9.2 – INCIDENZA DELLE FER NEI DUE SCENARI



Si sono proposte alcune azioni per la promozione delle azioni proposte dal PEC che l'amministrazione comunale dovrebbe intraprendere, anche attraverso il Potenziamento dello Sportello Energetico, tramite Informazione e Progetti Dimostrativi che sensibilizzino la popolazione sui temi dell'energia, sostenendo la installazione degli Impianti a Fonti Rinnovabili e promuovendo l'Edilizia efficiente.

Infine, il volume IV del PEC ha fornito alcuni esempi di applicazione delle FER nelle Aree Strategiche di Intervento, andando in particolare ad evidenziare il potenziale risparmio energetico ottenibile dallo sfruttamento delle risorse rinnovabili nelle prossime aree di sviluppo urbano: un'indagine sulle aree residenziali ha mostrato un risparmio di 2.200 – 2.800 migliaia di metri cubi di gas naturale all'anno a fronte dell'introduzione del solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria e del teleriscaldamento a biomasse. La stessa indagine ha mostrato che tuttavia risulta in prima approssimazione fattibile anche intervenire su porzioni più piccole di edificazioni, come illustrato al paragrafo 8.2. Vengono riportati alcuni potenziali da FER anche per le altre A.S.I. per le quali è prevista dalla pianificazione l'introduzione delle fonti rinnovabili. Tali informazioni sono da leggere come indicazioni di un possibile potenziale energetico, il cui utilizzo non può prescindere da una più approfondita conoscenza delle aree. Si rimanda pertanto agli specifici Piani Complessi di Intervento l'onere di valutare l'effettivo fabbisogno energetico delle differenti aree e di valutare l'applicabilità delle FER.

ELENCO TABELLE

Tabella 1.1 – Composizione degli scenari	4
Tabella 2.1 – Consumi del Comune di Arezzo 2007 – SA [GWh].....	5
Tabella 2.2 – Consumi del Comune di Arezzo 2007 – DEttaglio per settore economico – SA [GWh]	5
Tabella 2.3 – Situazione applicazione FER [GWh/anno]– estratto dal BEC 2007 - SA	7
Tabella 3.1 – Consumi del Comune di Arezzo – S0 e confronto con SA [GWh]	8
Tabella 3.2 – Situazione applicazione FER [GWh/anno] – estratto dal BEC 2007 – S0	9
Tabella 4.1 – FER e interventi di riduzione consumi secondo lo SBA	11
Tabella 4.2 – Effetto complessivo di riduzione di utilizzo di fonti tradizionali con l’applicazione dello SBA	13
Tabella 4.3 – Incidenza delle FER e degli interventi di riduzione consumi sull’utilizzo di fonti tradizionali secondo lo SBA [GWh/anno].....	15
Tabella 4.4 – FER rispetto ai consumi – SBA	16
Tabella 5.1 – FER e interventi di riduzione dei consumi secondo lo SAA	19
Tabella 5.2 – Effetto complessivo di riduzione di utilizzo di fonti tradizionali con l’applicazione dello SAA [GWh/anno].....	21
Tabella 5.3 – Incidenza delle FER e degli interventi di riduzione dei consumi sull’utilizzo di fonti tradizionali secondo lo SAA	23
Tabella 5.4 – FER rispetto ai consumi – SAA	24
Tabella 6.1 – Azioni per la riduzione dell’utilizzo di fonti tradizionali.	26
Tabella 6.2 – Risultato delle azioni in termini di risparmio di utilizzo di fonti tradizionali.	27
Tabella 8.1 – Descrizione delle A.S.I. per le quali si prevede l’introduzione di FER	34
Tabella 8.2 – Zone climatiche e periodi consentiti per l’utilizzo degli impianti di riscaldamento	39
Tabella 8.3 – Ipotesi adottate per il calcolo della radiazione solare globale giornaliera media mensile. Fonte: ENEA	40
Tabella 8.4 – Risultato del calcolo della radiazione solare globale giornaliera media mensile. Fonte: ENEA	40
Tabella 8.5 – Temperature medie mensili, Comune di Arezzo : T atmosferica e T dell’acqua di rete.....	41
Tabella 8.6 – Valori limite di legge per l’Epi [kW/mq/anno] – Fonte: allegato C del D.Lgs 311/06	44
Tabella 8.7 – Valori tipici del fattore geometrico degli edifici S/V	44
Tabella 8.8 – Valori calcolati per l’indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale	45
Tabella 8.9 – Rendimenti del sistema di teleriscaldamento e tempi di accensione	45
Tabella 8.10 – Fabbisogno termico per riscaldamento per edificato a villette	46
Tabella 8.11 – Fabbisogno termico per riscaldamento per edifici in linea	46
Tabella 8.12 – Valori assunti per la stima del fabbisogno termico per ACS per unità abitativa (u.a.)	47
Tabella 8.13 – Disponibilità e fabbisogno di energia per ACS – edificato a villette	47
Tabella 8.14 – Disponibilità e fabbisogno di energia per ACS – edifici in linea.....	48
Tabella 8.15 – Disponibilità superfici per l’installazione dei pannelli solari termici. Edificato a villette	49
Tabella 8.16 – Disponibilità superfici per l’installazione dei pannelli solari termici. Edifici in linea	49
Tabella 8.17 – Potenza aggiuntiva per produzione di ACS con centrale di teleriscaldamento. Edificato a villette	50
Tabella 8.18 – Potenza aggiuntiva per produzione di ACS con centrale di teleriscaldamento. Edifici in linea.....	50
Tabella 8.19 – Energia Primaria annua per riscaldamento e ACS in centrale termica [GWh]. Edificato a villette	51
Tabella 8.20 – Energia Primaria annua per riscaldamento e ACS in centrale termica [GWh]. Edifici in linea	51

Tabella 8.21 – Disponibilità annua di energia da biomassa per combustione da indagine sul potenziale comunale	52
Tabella 8.22 – Sfruttamento potenzialità da biomasse per la realizzazione del teleriscaldamento delle tre A.S.I.	52
Tabella 8.23 – Stima del risparmio di gas naturale. Edificato a villette	52
Tabella 8.24 – Stima del risparmio di gas naturale. Edifici in linea	52
Tabella 8.25 – Valori assunti per la stima della produzione energetica da FV in aree residenziali	53
Tabella 8.26 – Produzione energetica da FV in aree residenziali. Edificato a villette.....	53
Tabella 8.27 – Produzione energetica da FV in aree residenziali. Edifici in linea	53
Tabella 8.28 – Disponibilità superfici per l’installazione dei pannelli fotovoltaici. Edificato a villette	54
Tabella 8.29 – Disponibilità superfici per l’installazione dei pannelli fotovoltaici. Edifici in linea	54
Tabella 8.30 – Riepilogo dell’occupazione di superfici per l’installazione di pannelli solari (FV e ST)	54
Tabella 8.31 – Fabbisogno termico per riscaldamento. A.S.I. Catona – realizzazione parziale	56
Tabella 8.32 – Potenza aggiuntiva per l’integrazione del solare termico (produzione di ACS) con centrale di teleriscaldamento. A.S.I. Catona – realizzazione parziale	56
Tabella 8.33 – Energia Primaria annua per riscaldamento e ACS in centrale termica [GWh]. A.S.I. Catona – realizzazione parziale.....	56
Tabella 8.34 – Sfruttamento potenzialità da biomasse per la realizzazione del teleriscaldamento. A.S.I. Catona – realizzazione parziale.....	56
Tabella 8.35 – Stima del risparmio di gas naturale. A.S.I. Catona – realizzazione parziale	57
Tabella 8.36 – Ipotesi di sfruttamento delle coperture per l’installazione dei pannelli. A.S.I. industriali	58
Tabella 8.37 – Producibilità elettrica da installazioni di pannelli fotovoltaici. A.S.I. industriali.....	58
Tabella 8.38 – Producibilità termica da installazioni di solare termico e cogenerazione. A.S.I. industriali	59
Tabella 8.39 – Ipotesi di sfruttamento delle coperture per l’installazione dei pannelli. Altre A.S.I.	60
Tabella 8.40 – Producibilità elettrica da installazioni di pannelli fotovoltaici. Altre A.S.I.....	60
Tabella 8.41 – Producibilità termica da installazioni di solare termico. Altre A.S.I.	61
Tabella 9.1 – Riepilogo raggiungimento degli obiettivi	63

ELENCO FIGURE

Figura 2.1 – Incidenza dei diversi settori economici sui consumi – Comune di arezzo 2007	6
Figura 2.2 – Ripartizione dei Consumi per fonte energetica - Comune di Arezzo 2007	6
Figura 2.3 – Incidenza dei diversi settori sulle fonti energetiche – Comune di arezzo 2007	6
Figura 3.1 – Consumi del Comune di Arezzo – confronto sa - S0 [GWh].....	8
Figura 3.2 – Ripartizione dei Consumi per fonte energetica – s0 [GWh].....	9
Figura 4.1 – Contributo di FER e interventi di riduzione dei consumi rispetto al complessivo risparmio di fonti tradizionali – SBA	12
Figura 4.2 – Contributi di energia primaria da FER – SBA	12
Figura 4.3 – Contributi di energia primaria da FER: aggregazione – SBA.....	13
Figura 4.4 – Contributi di energia primaria da interventi di riduzione dei consumi – SBA.....	13
Figura 4.5 – Effetto complessivo di riduzione di utilizzo di fonti tradizionali con l’applicazione dello SBA [GWh] 14	

Figura 4.6 – Contributi specifici dei diversi tipi di carburante rispetto al risparmio complessivo dovuto al rinnovo del parco veicolare.....	15
Figura 4.7 – Incidenza delle FER e degli interventi di riduzione consumi sull'utilizzo di fonti tradizionali secondo lo SBA [GWh/anno].....	15
Figura 4.8 – FER rispetto ai consumi - SBA	16
Figura 4.9 – Copertura consumi elettrici e termici con FER – SBA.....	17
Figura 4.10 – Copertura consumi elettrici e termici con FER (percentuale) – SBA.....	17
Figura 5.1 – Contributo di FER e interventi di riduzione dei consumi rispetto al complessivo risparmio di fonti tradizionali - SAA.....	20
Figura 5.2 – Contributi di energia primaria da FER – SAA.....	20
Figura 5.3 – Contributi di energia primaria da FER: aggregazione – SAA	21
Figura 5.4 – Contributi di energia primaria da interventi di riduzione dei consumi – SAA.....	21
Figura 5.5 – Effetto complessivo di riduzione di utilizzo di fonti tradizionali con l'applicazione dello SAA [GWh/anno].....	22
Figura 5.6 – Incidenza delle FER e degli interventi di riduzione dei consumi sull'utilizzo di fonti tradizionali secondo lo SAA [GWh/anno]	22
Figura 5.7 – FER rispetto ai consumi - SAA	24
Figura 5.8 – Copertura consumi elettrici e termici con FER – SAA	25
Figura 5.9 – Copertura consumi elettrici e termici con FER (percentuale) – SAA.....	25
Figura 6.1 – Effetti delle azioni in termini di risparmio di utilizzo di fonti tradizionali	27
Figura 6.2 – FER: dettaglio per tipologia di impiego dell'energia [GWh].....	27
Figura 6.3 – Interventi di riduzione dei consumi: dettaglio per tipologia di impiego dell'energia [GWh]	28
Figura 6.4 – Effetti delle azioni proposte in termini di riduzione dell'utilizzo di fonti tradizionali – dettaglio [GWh]	29
Figura 6.5 – Obiettivo EU (IT): %FER sul consumo finale di energia	30
Figura 8.1 – A.S.I. di interesse per l'applicazione di FER. Estratto Mappa Strategica del PS	35
Figura 8.2 – Localizzazione delle A.S.I. di tipo residenziale – estratto della mappa strategica (PS)	38
Figura 8.3 – Mappa nazionale delle zone climatiche	39
Figura 8.4 – Radiazione solare globale giornaliera media mensile. Fonte: ENEA.....	40
Figura 8.5 – Scala delle classi di efficienza energetica	42
Figura 8.6 – Classi di efficienza energetica	43
Figura 8.7 – Scala delle classi energetiche per la climatizzazione invernale – Fonte: Allegato A, DM del 26/6/2009.....	43
Figura 8.8 – Schema delle perdite termiche (valore di riferimento: energia primaria in ingresso = 100).....	46
Figura 8.9 – Disponibilità e fabbisogno di energia per ACS – edificio a villette.....	48
Figura 8.10 – Disponibilità e fabbisogno di energia per ACS – edifici in linea	49
Figura 8.11 – Scansione temporale del funzionamento degli impianti termici	50
Figura 8.12 – Energia elettrica generabile in un anno dall'installazione di 1 kWp di FV con moduli inclinati in maniera ottimale. Fonte: European Commission – Joint Research Centre.	55
Figura 8.13 – Costi indicativi di un impianto di riscaldamento a cippato [€/kW installato]	57
Figura 9.1 – FER che contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi [GWh/anno di energia primaria]	63
Figura 9.2 – Incidenza delle FER nei due scenari	63

BIBLIOGRAFIA

- Direttiva Comunitaria 2009/28/CE
- PIER – Piano di Indirizzo Energetico Regionale
- Piano Energetico Comunale per l'uso di fonti rinnovabili – Volume IV, Aprile 2004
- Piano Strutturale del Comune di Arezzo
- Regolamenti Urbanistico del Comune di Arezzo
- D.P.R. n. 412/1993 – Norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia
- Atlante Italiano della Radiazione Solare – ENEA
- Decreto Ministeriale del 26/6/2009, Ministero dello Sviluppo Economico – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici
- D. Lgs 311/06 – Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- European Commission, Joint Research Centre – Mappa italiana dell'Energia Elettrica generabile in un anno dall'installazione di 1 kWp di Fotovoltaico con moduli inclinati in maniera ottimale
- La Casa Passiva in Italia - Attilio Carotti e Domenico Madé
- Linee strategiche di intervento e valutazione dei potenziali energetici – AICOM, Aprile 2004
- Definizione degli scenari e strumenti di attuazione – AICOM, Aprile 2004