



Comune di Scandicci

P.E.A.C.

Piano Energetico Ambientale Comunale

1

Responsabile Scientifico: Prof. Gianpiero Maracchi

Hanno collaborato e curato la stesura del PEAC del Comune di Scandicci

- **AGENZIA FIORENTINA PER L'ENERGIA S.R.L.**

Ing. Luca Talluri (Presidente)
Ing. Massimo Pepe
Ing. Simone Tartaro
Ing. Annapaola Corrias

- **FONDAZIONE PER IL CLIMA E LA SOSTENIBILITÀ**

Prof. Giampiero Maracchi
Ing. Lapo Canuti
Prof. Simone Orlandini
Dr. Marco Mancini

Si ringraziano per la collaborazione:

- **COMUNE DI SCANDICCI**

Ing. Dario Criscuoli
Ing. Ilaria Baldi
Ing. Antonio Calonaci

- **CONSIAG**
- **SNAM Rete Gas**
- **ENEL DISTRIBUZIONE**

SOMMARIO

1	QUADRO DI RIFERIMENTO SULLA LEGISLAZIONE ENERGETICA ED I LIVELLI DI GOVERNO	7
1.1	PREMESSA.....	7
1.2	GLI "ATTORI" DEL SETTORE ENERGETICO.....	7
1.3	BREVE QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO NAZIONALE E COMUNITARIO.....	9
1.3.1	<i>Legenda delle abbreviazioni usate nel testo:</i>	23
1.4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24
1.4.1	<i>Legislazione Comunità Europea</i>	24
1.4.2	<i>Legislazione Nazionale</i>	24
1.4.3	<i>Legislazione Regione Toscana</i>	27
	PARTE I: ANALISI DELLO STATO DI FATTO.....	28
2	CONSUMI ENERGETICI, EMISSIONI, PRODUZIONE ENERGETICA	29
2.1	PREMESSA.....	29
2.2	TREND E SUDDIVISIONE SETTORIALE CONSUMI ENERGETICI ITALIA A LIVELLO NAZIONALE	30
2.3	TREND E SUDDIVISIONE SETTORIALE CONSUMI ENERGETICI A LIVELLO REGIONALE E PROVINCIALE	33
2.3.1	<i>Consumi energetici a livello regionale</i>	33
2.3.2	<i>Consumi energetici a livello della provincia di Firenze</i>	36
2.3.3	<i>Consumi elettrici</i>	37
2.3.4	<i>Consumi di gas naturale</i>	38
2.3.5	<i>Consumi petroliferi</i>	39
2.4	TREND E SUDDIVISIONE SETTORIALE CONSUMI ENERGETICI NEL TERRITORIO COMUNALE DI SCANDICCI	43
2.5	EMISSIONI CONSEGUENTI AI CONSUMI ENERGETICI NEL TERRITORIO COMUNALE.....	47
2.5.1	<i>Emissioni attribuibili ai consumi elettrici</i>	47
2.6	EMISSIONI ATTRIBIBILI AI CONSUMI TERMICI	49
2.6.1	<i>Emissioni attribuibili ai combustibili per autotrazione impiegati sul territorio di Scandicci</i>	49
2.6.2	<i>Riassunto delle emissioni nel territorio di Scandicci</i>	50
2.6.3	<i>Produzione Energetica nel territorio comunale</i>	51
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	56
3.1	DESCRIZIONE FISICA.....	56
3.2	PATRIMONIO AGRICOLO E FORESTALE.....	61
	PARTE II: ANALISI DELLE POTENZIALITA'.....	64
4	RISPARMIO ENERGETICO	65
4.1	TRASPORTI	65
4.2	UTENZE TERMICHE.....	72
4.3	UTENZE RESIDENZIALI	73
4.4	UTENZE ARTIGIANALI ED INDUSTRIALI	81
4.5	UTENZE ELETTRICHE	83
4.5.1	<i>Utenze terziario</i>	83
4.6	UTENZE RESIDENZIALI	84
4.6.1	<i>Utenze Artigianali ed Industriali</i>	88
5	PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI.....	90
5.1	BIOMASSE	90
5.2	BIOMASSE COLTIVATE	91

5.2.1	Obiettivi.....	91
5.2.2	Metodologia.....	91
5.2.3	Risultati	91
5.2.4	Discussione.....	95
5.3	BIOMASSE AGROFORESTALI RESIDUALI.....	95
5.3.1	Obiettivi.....	95
5.3.2	Metodologia.....	95
5.3.3	Risultati	96
5.3.4	Discussione.....	97
5.4	UTILIZZAZIONI FORESTALI.....	97
5.4.1	Obiettivi.....	97
5.4.2	Metodologia.....	98
5.4.3	Risultati	98
5.4.4	Discussione.....	99
5.5	ENERGIA SOLARE	99
5.6	IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	102
5.7	IMPIANTI ELIOTERMICI	102
5.8	MINIEOLICO.....	103
5.9	MINI-IDROELETTRICO.....	107
5.10	GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA ED ALTRE FONTI	110
6	POTENZIALITA' DI RIDUZIONE EMISSIONI INQUINANTI	113
6.1	SETTORE TRASPORTI	113
6.2	SETTORE RESIDENZIALE	114
6.3	SETTORE ARTIGIANALE ED INDUSTRIALE.....	116
6.4	RIASSUNTO DELLE POTENZIALITÀ DI RISPARMIO ENERGETICO E DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI INQUINANTI	116
	PARTE III: AZIONI IMPLEMENTABILI.....	118
7	AZIONI GENERALI	119
7.1	RAPPORTO ENERGETICO COMUNALE	119
7.2	ACCORDI CON SOGGETTI PRESENTI NEL TERRITORIO PER SPECIFICI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO O PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI	122
8	AZIONI SUL PATRIMONIO COMUNALE	124
8.1	RISPARMIO ENERGETICO IN EDIFICI COMUNALI E SCUOLE	124
8.2	PARCO AUTOMEZZI DI PROPRIETÀ COMUNALE.....	130
8.3	UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI	133
8.3.1	Pannelli Solari Eliotermici.....	133
8.3.2	Moduli fotovoltaici.....	134
8.3.3	Impianti a biomasse.....	136
8.3.4	Impianti mini-eolici	137
9	AZIONI DI COMUNICAZIONE E PROMOZIONE	138
9.1	CONVEGNI PER LA DIFFUSIONE DELL'ENERGIA RINNOVABILE: POSSIBILI AZIONI DELLE PA.....	138
9.2	CONVEGNI - SEMINARI PER LA DIFFUSIONE DELL'ENERGIA RINNOVABILE: COSTI E VANTAGGI PER I DIVERSI SETTORI ECONOMICI	138
9.3	CONVEGNI - SEMINARI PER LA PRESENTAZIONI DEI METODI PER CONTENIMENTO DEI CONSUMI NELL'EDILIZIA: COSTI E VANTAGGI PER I DIVERSI SETTORI ECONOMICI	138
9.4	COMUNICAZIONI STAMPA, PUBBLICAZIONI SU RIVISTE SPECIALIZZATE O DI SETTORE SUI TEMI ENERGETICI E DELLA GENERAZIONE DA FONTE RINNOVABILE	138

9.5	CREAZIONE DI UNO SPORTELLLO INFORMATIVO E CONSULENZA SULLE FER: COSTI, VANTAGGI, RIDUZIONE DEL CONSUMO DI ENERGIA, INFORMAZIONE SUI POSSIBILI INSTALLATORI VENDITORI	139
9.6	PROGETTI DI EDUCAZIONE SULLE ENERGIE RINNOVABILI: CREAZIONI DI PERCORSI DA SVOLGERE NELLE SCUOLE DI OGNI GRADO (LABORATORI)	139
9.7	STAMPA DI OPUSCOLI INFORMATIVI (COSTI E VANTAGGI DELLE DIVERSE FER, CONSUMARE IN MANIERE INTELLIGENTE, IL RISPARMIO ENERGETICO NELL'EDILIZIA RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO) DIFFERENTI PER TUTTI I GRUPPI TARGET (CITTADINI, O IMPRESE LOCALI)	139
9.8	EVENTI FIERISTICI	140
9.9	FOCUS GROUP E TAVOLI DI CONCERTAZIONE SUI TEMI ENERGETICI E DELLO SVILUPPO DELLE FER	140
9.10	TAVOLI TECNICI	140
9.11	POSSIBILI FINANZIAMENTI UTILIZZABILI	141
10	ALLEGATO A - PROPOSTA DI NORME DI SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	142
11	ALLEGATO B - DIAGNOSI ENERGETICA RELAZIONE DI SINTESI DEI RISULTATI	170

1 QUADRO DI RIFERIMENTO SULLA LEGISLAZIONE ENERGETICA ED I LIVELLI DI GOVERNO

1.1 Premessa.

Il termine energia deriva dal greco e significa «dentro il lavoro»: anche per la scienza moderna essa è la capacità di un sistema fisico (atomo, molecola, essere vivente o macchina) di compiere un “lavoro”.

Mai come adesso la nostra società, in continuo movimento e trasformazione, ha necessità di grossi quantitativi di energia: per lavorare, abitare le nostre case, studiare, muoversi, divertirsi e per quasi ogni gesto quotidiano.

Niente è in grado di funzionare se manca l'energia nelle nostre città: i trasporti, le nostre abitazioni, le scuole, gli ospedali, gli uffici ed i servizi, per questo la pianificazione energetica ha assunto, nei diversi livelli di attuazione, sempre più importanza.

Ecco che diventa importante e necessario capire come, dove e perché si consuma energia sul territorio e da dove questa provenga, per cercare di mettere in atto le opportune azioni sulla domanda e sull'offerta energetica, cercando di produrla localmente, dove possibile, e cercando di usarla in maniera efficiente e razionale, sempre.

Gli ultimi venti anni sono caratterizzati da un crescendo di atti normativi e di politiche volte al governo del settore energetico, di cui è bene tenere sempre presente la trasversalità e quindi la complessità e l'influenza sulle politiche di altri settori.

Prima di cercare di districare la legislazione vigente ed i vari livelli di competenza, accenniamo all'ultimo atto a livello comunitario di politica energetica, che rappresenta il nostro futuro: il piano “20-20-20” dell'Unione Europea, approvato a fine 2008, dopo undici mesi di lavoro, che sostanzialmente fissa per il 2020 di ridurre del 20% le emissioni di gas serra, di innalzare al 20% la quota di consumo energetico da fonte energetica rinnovabile (FER) e di ridurre del 20% i consumi energetici, mediante interventi di razionalizzazione.

Auspichiamo che a livello italiano l'applicazione del pacchetto sia effettiva, evitando di pensare che tali misure siano penalizzanti per l'Italia, invece che un “volano”, anche economico, che il settore può avere per il nostro paese (basti pensare allo sviluppo delle FER in altre regioni europee).

1.2 Gli “attori” del settore energetico.

Gli attori che intervengono nel settore energetico sono molteplici ed operano a livelli diversi, sia emanando direttamente atti legislativi o regolamentari in materia, sia operando attivamente introducendo politiche energetiche, che operando indirettamente su settori, come quello economico, che sono connessi con quello energetico.

A livello sovranazionale, ovvero di **Unione europea (UE)**, abbiamo: il Parlamento Europeo (PE), il Consiglio della UE e la Commissione Europea (CE). La CE può genericamente rappresentare il potere esecutivo dell'UE, ha importanti funzioni di iniziativa legislativa, deve far rispettare le direttive europee, l'integrità del mercato unico e l'attuazione delle varie politiche comunitarie. I commissari sono tenuti a un'assoluta indipendenza nei confronti dei governi nazionali e devono operare solo ed esclusivamente nell'interesse dell'UE. E' composta da varie

Direzioni Generali (DG): quelle a cui compete il settore energetico sono la “Direzione Generale Energia e Trasporti” (DG-TREN) e secondariamente la DG-Ambiente.

La DG-TREN svolge questa missione elaborando proposte legislative, curando numerosi programmi e finanziando numerosi progetti.

Le politiche europee risultano vincolanti per gli stati membri, che le devono “recepire”, seppur con un certo margine di contrattazione con la CE e di adattamento al contesto nazionale. Gli atti prodotti a livello comunitario hanno importanza diversa, potendo in alcuni casi essere direttamente applicabili negli stati membri, mentre in altri devono essere recepite tramite legge o decreto nazionale, come ad esempio le “direttive”.

A livello nazionale, il **Parlamento** è l'organo legislativo, ma l'energia non è compresa tra le materie per le quali è riservata allo Stato la legislazione esclusiva ai sensi dell'art. 117, c. 2, della Costituzione (questo comma individua le materie su cui solo lo stato ha potere legislativo); pertanto la disciplina legislativa del settore energetico, ai sensi dell'art. 117, c. 4, spetta alle **Regioni**. Però, quella parte della materia che è costituita da “produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia” è compresa dall'art. 117, c. 3, tra le materie di legislazione “concorrente”: quindi su questa parte della materia ci sono competenze sia statali che regionali. Nelle materie di legislazione “concorrente” spetta alle Regioni la potestà legislativa, salvo che per la determinazione dei principi fondamentali, riservata allo Stato.

Al **Governo** spettano importanti funzioni di iniziativa legislativa, oltre che quelle proprie di azione di governo, i ministeri interessati al settore sono il **Ministero dello Sviluppo Economico (MSE)**, strutturato in direzioni generali, di cui la **Direzione generale per l'energia e le risorse minerarie (DGERM)** è quella competente in maniere; competenze in materia sono inoltre del **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATT)**, in particolare con la **Divisione IX "Energie rinnovabili"** della **Direzione generale per la salvaguardia ambientale** esercita le funzioni di competenza in materie energetiche. Anche il **Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF)** ha funzioni indirettamente connesse alla materia, ad esempio in materia di incentivazione ed agevolazione fiscale; infine ulteriore organo che opera in materia è il **Comitato interministeriale programmazione economica (CIPE)**, le cui delibere riguardano gli aspetti economici del settore (ha acquisito le competenze del Comitato interministeriale prezzi (CIP) quando questo è stato soppresso).

A livello inferiore abbiamo le **Regioni**, di cui abbiamo già indicato le precise competenze in materia energetica (oltre alle competenze a livello territoriale con norme relative all'uso del territorio (LR n°1/2005) ed il Piano di Indirizzo Territoriale (PIT)) e le **Province**, che non hanno competenze legislative in materia, ma hanno importanti funzioni di tipo operativo, come quelle autorizzative per gli impianti, ed elaborano Piani Energetici Provinciali (PEP), aventi funzione di indirizzo energetico e Piani di Coordinamento Territoriali (PTCP), aventi funzioni di governo effettivo del territorio, in cui il “fattore energia” viene implementato.

Analogamente i **Comuni** emanano Piani Energetici Comunali (PEC) e devono implementare nei loro Piani Strutturali Comunali (Regolamento Urbanistico, Norme di Attuazione e Regolamento edilizio, in particolar modo) le disposizioni previste nel PEC.

Ulteriori soggetti istituzionali sono l'**Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG)**, un'autorità indipendente istituita nel 1995, con funzioni di regolazione e di controllo dei settori dell'energia elettrica e del gas (mediante proprie deliberazioni); il **Gestore dei Servizi Elettrici (GSE)**, una società per azioni, istituita con il DLgs 79/1999, sorta nell'ambito della

riorganizzazione del sistema elettrico, che attualmente gestisce gli incentivi a livello nazionale relativi alle FER (Certificati Verdi (CV), Conto energia); **Terna – Rete elettrica nazionale**, società per azioni che gestisce fisicamente la Rete Nazionale di Trasmissione (RTN) dell'energia elettrica (la “spina dorsale” energetica della nazione); il **Gestore del mercato elettrico (GME)**, la società per azioni a cui è affidata l'organizzazione e la gestione economica del mercato elettrico, secondo criteri di neutralità, trasparenza ed obiettività, al fine di promuovere la concorrenza tra produttori.

Al GME è affidata, inoltre, l'organizzazione delle sedi di contrattazione dei “certificati verdi” (CV, attestanti la generazione di energia elettrica da FER), dei “titoli di efficienza energetica” (TEE, c.d. “certificati bianchi”, attestanti la realizzazione di interventi di riduzione dei consumi energetici) e delle “Unità di Emissione” (c.d. “certificati neri”, relativi al meccanismo dell'emission trading previsto dal protocollo di Kyoto e ratificato dall'UE per il settore industriale).

Con l'avvio operativo del GME, avvenuto l'8 gennaio 2004, è nato il mercato dell'elettricità in Italia, analogamente ad altri Paesi europei.

L'**ENEA** è l'Agenzia energetica nazionale, come definito anche dal recente DLgs 115/08, avente quindi funzioni di controllo del risparmio energetico risultante dai servizi energetici e dalle altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica introdotte a livello comunitario, comprese quelle vigenti a livello nazionale.

Oltre all'ENEA esistono numerose **Agenzie Energetiche regionali, comunali e provinciali**, società a capitale pubblico o misto, che rappresentano il braccio operativo, di tipo tecnico, degli enti regionali o locali, in tema di energia, svolgendo servizi principalmente per gli enti associati secondo il meccanismo “in house providing”.

1.3 Breve quadro di riferimento legislativo nazionale e comunitario.

A livello legislativo l'Italia è stata all'avanguardia, emanando, in anticipo rispetto a molti paesi europei, delle normative “avanzate” nel settore energetico, come quelle in attuazione del Piano energetico nazionale (PEN) del 1988: le Leggi 9 gennaio 1991 n°9 e n°10. Tale piano è ormai datato, anche perché si riferisce ad un quadro istituzionale e di mercato che nel frattempo ha subito notevoli mutamenti, ma i criteri ispiratori erano all'avanguardia: promozione dell'uso razionale dell'energia e del risparmio energetico; adozione di norme per gli autoproduttori di energia elettrica; sviluppo della produzione da FER.

La **L 10/1991** favorisce ed incentiva:

- l'uso razionale dell'energia;
- il contenimento dei consumi di energia nella produzione e nell'utilizzo di manufatti;
- l'utilizzazione delle FER;
- la riduzione dei consumi specifici di energia nei processi produttivi;

una più rapida sostituzione degli impianti in particolare nei settori a più elevata intensità energetica, anche attraverso il coordinamento tra le fasi di ricerca applicata, di sviluppo dimostrativo e di produzione industriale.

Ai fini della legge sono definite FER: il sole, il vento, l'energia idraulica, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali. Vengono altresì definite fonti di energia “assimilate” alle FER:

- la cogenerazione, intesa come produzione combinata di elettricità e di calore;

- il calore recuperabile nei fumi di scarico e da impianti termici, da impianti elettrici e da processi industriali;
- le altre forme di energia recuperabile in processi, in impianti e in prodotti ivi compresi i risparmi di energia conseguibili nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici con interventi sull'involucro edilizio e sugli impianti.

L'utilizzazione delle FER è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

Gli innovativi strumenti previsti:

- normativa tecnica per l'edilizia;
- regime semplificato degli interventi;
- certificazione energetica degli edifici;
- pianificazione regionale e locale;
- contributi;
- il responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia;
- controlli, verifiche e sanzioni.

L'art. 4 prescrive l'emanazione di tutta una serie di norme attuative e sulle tipologie tecnico-costruttive in merito all'edilizia, all'impiantistica in genere e per i trasporti. Alcune di queste norme non sono mai state emanate.

In particolare, il c.7 dell'art. 4, prevedeva l'emanazione di norme idonee a rendere apprezzabile il conseguimento dell'obiettivo dell'uso razionale dell'energia e dell'utilizzo delle FER nei criteri di aggiudicazione delle gare di appalto economicamente rilevanti per la fornitura di beni e servizi per conto della pubblica amministrazione, degli enti territoriali e delle relative aziende, degli istituti di previdenza e assicurazione, è rimasto inapplicato.

L'art. 5 prescrive alle Regioni ed alle Province autonome la predisposizione di piani energetici Regionali relativi all'uso di FER, precisandone i contenuti di massima.

Gli artt. 8, 10 e 13 delegano alle Regioni e alle Province autonome il sostegno contributivo in conto capitale per l'utilizzo delle FER in edilizia e in agricoltura, per il contenimento dei consumi energetici nei settori industriale, artigianale e terziario.

L'art. 19 introduce la figura professionale del responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia (Energy Manager) per i soggetti che operano nei settori industriali, civile, terziario e dei trasporti.

Il Titolo II fornisce norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici. A tal fine gli edifici pubblici e privati devono essere progettati e messi in opera in modo tale da contenere al massimo i consumi di energia termica ed elettrica in relazione al progresso tecnologico.

L'art. 26, assegna alla Pubblica Amministrazione un ruolo prioritario per la diffusione delle FER o assimilate, poiché tenuta a soddisfare il fabbisogno energetico degli edifici di cui è proprietaria ricorrendo alle FER, salvo impedimenti di natura tecnica o economica.

L'Art. 28 introduce l'obbligatorietà di redigere una relazione di calcolo che attesti i consumi energetici del sistema "edificio-impianto" al di sotto dei limiti consentiti (Fabbisogno energetico normalizzato limite). Il DPR 412/93 darà il metodo di calcolo del FEN limite. Tale progetto, è diventato spesso un obbligo meramente burocratico in mancanza di controllo effettivi dei Comuni sulle pratiche presentate e gli interventi realizzati.

L'art. 30 istituiva la certificazione energetica degli edifici, in anticipo di oltre dieci anni sulla direttiva comunitaria: in mancanza dei decreti applicativi, è rimasto inapplicato.

L'art.31 introduce l'obbligo per le Province e Comuni con popolazione di oltre 40.000 abitanti ad effettuare controlli e verificando l'osservanza delle norme relative all'esercizio e manutenzione degli impianti termici civili.

La L 10/1991 è stata molto innovativa, ma disattesa nella sua completa e migliore applicazione.

Con la **L 9/1991**, si introduce, oltre ai molti articoli relativi alla regolamentazione dei grandi impianti a FER l'aspetto significativo della parziale liberalizzazione della produzione dell'energia elettrica da FER e assimilate, che per diventare operativa doveva solo essere "comunicata".

L'art. 20, modificando la L 1643/1962, consentiva alle imprese di produrre energia elettrica per autoconsumo o per la cessione all'ENEL. Questo principio riduceva solo in parte il monopolio dell'ENEL, perché vincolava la cessione delle eccedenze energetiche all'ENEL stessa.

Tali eccedenze vengono ritirate a un prezzo definito dal CIP e calcolato in base al criterio dei costi evitati, cioè i costi che l'ENEL avrebbe dovuto sostenere per produrre in proprio l'energia elettrica acquistata. In questo modo si è cercato di fornire benefici economici a quei soggetti che, senza ridurre la propria capacità produttiva, adottavano tecnologie che riducevano i consumi energetici.

Con l'art. 22 gli impianti con potenza installata non superiore ai 20 kW vengono esclusi dal pagamento dell'imposta e dalla categoria di "officina elettrica", in caso di funzionamento in servizio separato rispetto alla rete pubblica; anche questa una prima agevolazione per i piccoli impianti.

La produzione da fonti convenzionali, invece, rimaneva vincolata all'autorizzazione da parte del MICA, di fatto il mercato era ancora caratterizzato dal monopolio di ENEL.

Con l'ormai famosa Delibera **n. 6 del 1992, del CIP**, detto anche "CIP 6", nasce un sistema di incentivazione che fissa in otto anni la durata di questi dall'entrata in funzione dell'impianto a FER od assimilata; allo scadere di questo periodo il prezzo di cessione rientrava nei criteri del costo evitato. Sempre nello stesso provvedimento viene stabilita la condizione di efficienza energetica per l'assimilabilità all'incentivo, calcolata con un indice energetico che premiava le soluzioni a più alto rendimento elettrico. Con tutte le buone intenzioni del provvedimento, si sono però prodotte delle distorsioni:

- ha finanziato molti impianti "assimilati" alle FER, come quelli che producono energia da rifiuti, e non i veri impianti a FER;
- pochi impianti per le FER finanziati: solo gli impianti più redditizi, come quelli idroelettrici ed eolici;
- venivano progettati impianti da tenere in funzione solo per gli otto anni degli incentivi, per poi essere dismessi col cessare della tariffa incentivante.

Il **DPR 26 agosto 1993, n.412** è il regolamento attuativo del c. 4 dell'art.4 della L 10/1991; uno dei pochi regolamenti attuativi emanati; il DPR 412/1993 (coordinato col DPR 551/1999):

(art. 2) suddivide il territorio nazionale in sei zone climatiche in funzione dei "gradi giorno"(GG) comunali: un valore dei GG maggiore significa un luogo "più freddo", ovvero necessità di maggiore energia per l'esercizio dell'impianto termico;

(art. 3 e 4) classifica gli edifici in otto categorie a seconda della destinazione d'uso e stabilisce per ogni categoria di edifici la temperatura massima interna consentita; le residenze appartengono alla categoria E.1;

(art. 5) stabilisce dei requisiti minimi di rendimento dei nuovi impianti termici, funzione della potenza, da verificare al momento della progettazione;

(art. 5) determina che negli edifici costituiti da più unità immobiliari, gli impianti termici devono essere collegati ad appositi camini con sbocco sopra il tetto dell'edificio alla quota prescritta dalla regolamentazione tecnica vigente, salvo alcune deroghe;

(art. 5) determina che negli edifici pubblici o adibiti ad uso pubblico è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico favorendo il ricorso a FER o assimilate, salvo impedimenti di natura tecnica od economica (evidenziati nel progetto e nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della L 10/1991, riportando le specifiche valutazioni che hanno determinato la non applicabilità del ricorso alle FER). Il parametro che determina la convenienze economica del ricorso alle FER è il tempo di ritorno semplice degli extra-costi sostenuti dall'impianto che utilizza le FER rispetto ad un impianto convenzionale; tale parametro è determinato in un periodo di ritorno pari a otto anni. Il tempo di ritorno semplice è elevato da otto a dieci anni per edifici siti nei centri urbani dei comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti;

(art. 8) definisce il metodo di calcolo del valore limite del Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN) per il sistema edificio-impianto, il cui calcolo va eseguito per ottemperare alla relazione tecnica prevista dall'art.28 della L 10/1991. La relazione di calcolo è necessaria per avere l'abitabilità. Il FEN limite è funzione della località (GG), dell'efficienza dell'impianto, della forma e isolamento dell'edificio e degli apporti gratuiti esterni (sole, persone, apparecchiature, ecc) che si riesce a sfruttare (modificato da DLgs 192/2005, che introduce un nuovo indice l'EPI);

(art. 9) stabilisce per ogni zona climatica la durata giornaliera di attivazione e il periodo annuale di accensione degli impianti di riscaldamento;

(art. 11) prevede una periodica e annuale manutenzione degli impianti termici, con prove di combustione per verificarne lo stato di efficienza da eseguirsi con cadenze funzione della potenza del generatore (modificato da DLgs 192/2005);

(art. 11) istituisce a carico delle province e dei comuni con un numero di abitanti maggiore a 40.000 i controlli sugli impianti termici per verificarne lo stato di esercizio ed efficienza.

Quasi 10.000 delegati, osservatori e giornalisti parteciparono alla **Conferenza di Kyoto**, in Giappone, nel dicembre del 1997. Alla Conferenza si approvò, per consenso, la decisione per l'adozione di un **Protocollo** secondo il quale i paesi industrializzati si impegnavano a ridurre, per il periodo 2008–2012, il totale delle emissioni di gas ad effetto serra almeno del 5% rispetto ai livelli del 1990. Questi impegni, giuridicamente vincolanti, avrebbero prodotto una reversione storica della tendenza ascendente delle emissioni che detti paesi hanno da circa 150 anni.

Il Protocollo di Kyoto è stato aperto alla firma il 16 marzo 1998. Entrerà in vigore il novantesimo giorno successivo alla data in cui almeno 55 Parti della Convenzione, tra le quali i paesi sviluppati le cui emissioni totali di CO₂ rappresentano almeno il 55% della quantità totale emessa nel 1990 da questo gruppo di paesi, lo abbiano ratificato.

Il protocollo di Kyoto concerne le emissioni di sei gas ad effetto serra, che sono individuati nell'allegato A del protocollo: biossido di carbonio o anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC), esafluoro di zolfo (SF₆).

Globalmente, le parti della Convenzione (elencate nell'allegato I) quadro si impegnano a ridurre le loro emissioni di gas ad effetto serra di almeno il 5% rispetto ai livelli del 1990 nel periodo 2008-2012. I paesi non elencati nell'allegato I (paesi in via di sviluppo perlopiù) non hanno obblighi di riduzione. L'allegato B del protocollo contiene gli impegni quantificati sottoscritti dalle parti.

Gli elementi chiave del Protocollo di Kyoto, sottoscritto da 121 Paesi nel dicembre 1997, sono:

- la definizione degli obiettivi di riduzione delle emissioni;
- la previsione di una scadenza temporale (2008-12) per la verifica del raggiungimento degli obiettivi;
- il ricorso a strumenti di mercato per garantire il raggiungimento degli obiettivi.

Il nostro Paese appartiene al gruppo delle Nazioni incluse nell'Annesso B del Protocollo. L'obiettivo di riduzione dei gas serra indicato nel suddetto Protocollo è fissato ad una percentuale dell'8% (ovvero la stessa percentuale indicata per tutti i Paesi appartenenti all'Unione Europea).

In sede comunitaria, nel Giugno 1998, sono state stabilite le percentuali di riduzione a carico dei diversi Paesi (accordo di "burden sharing"). Per l'Italia, è stata fissata una percentuale del 6,5%. Sono stati individuati alcuni meccanismi per il corretto funzionamento del sistema del protocollo di Kyoto; si definiscono "meccanismi flessibili" e sono:

L'Emission trading è una misura ammessa tra i Paesi appartenenti all'Annesso I e si sostanzia nella creazione di un mercato dei permessi di emissione;

La Joint Implementation è una misura che prevede la collaborazione tra Paesi sviluppati e che consente a un Paese dell'Annesso I (industrializzati) di ottenere dei crediti di emissione grazie a dei progetti di riduzione delle emissioni oppure di assorbimento delle emissioni di gas a effetto serra sviluppati in un altro Paese dell'Annesso I;

Il Clean Development Mechanism è uno strumento analogo alla JI e si differenzia da quest'ultima in quanto consente a Paesi dell'Annesso I (industrializzati) di ottenere dei crediti di emissione grazie a dei progetti di riduzione delle emissioni oppure di assorbimento delle emissioni di gas a effetto serra sviluppati in un Paese non appartenente all'Annesso I (paesi in via di sviluppo).

Le misure di flessibilità vengono considerate supplementari rispetto alle azioni domestiche. Le regole che permetteranno di rendere operativi i meccanismi di flessibilità devono essere ancora precisate.

Il protocollo di Kyoto è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo che la Russia lo ha ratificato, divenendo quindi obbligatorio per chi lo ha sottoscritto.

Il protocollo di Kyoto rappresenta un importante precedente: è il primo rilevante trattato globale per fronteggiare concretamente l'incombente minaccia planetaria del cambiamento climatico.

Certamente il trattato ha dei limiti e precisamente:

- riguarda i soli paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione (est europeo) ma non quelli in via di sviluppo, tra cui Cina, India e Brasile che, con gli attuali tassi di sviluppo, potrebbero divenire in pochi decenni i principali inquinanti mondiali;

- è solo la prima tappa dell'impegnativo percorso verso la riduzione delle emissioni.

L'obiettivo del 5,2%, ammesso che sia raggiungibile, si ridurrebbe al solo 3,5% se USA e Australia (che già avevano sottoscritto l'accordo) persevereranno a non aderire al protocollo. L'obiettivo è senza dubbio ancora modesto ma è comunque un successo politico poiché il 45% degli stati del mondo e quasi tutti i paesi industrializzati lo hanno, ad oggi, ratificato.

La UE ha compiuto un primo passo verso l'elaborazione di una strategia per incentivare lo sviluppo delle FER nel 1996 con l'adozione del **libro verde "Energia per il futuro: Le Fonti Energetiche Rinnovabili"**, incentrando il dibattito sul tipo e sulla natura delle misure prioritarie da prendere in considerazione.

Nel 1997 è uscito il **libro Bianco - Per una strategia e un piano di azione per la comunità** dove l'Unione Europea si è proposta di conseguire un approvvigionamento dell'energia primaria almeno per il 12% da FER entro il 2010-2012. Obiettivo confermato dal **Libro Verde - Verso una strategia Europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico** del 2000 affrontando anche il tema della dipendenza energetica dei Paesi membri dall'esterno dell'UE. L'economia europea divora sempre più energia, basandosi essenzialmente sui combustibili fossili che rappresentano l'80% del consumo totale di energia (petrolio, carbone e gas naturale) di cui circa i 2/3 sono importati. Da solo, il gas naturale proveniente dalla Russia rappresenta

quasi il 20% del consumo. L'offerta comunitaria di energia copre appena la metà del fabbisogno comunitario. In assenza di interventi entro il 2030, il ruolo dei combustibili fossili si accentuerà: Le importazioni di energia diventeranno molto più onerose e rappresenteranno il 70% del fabbisogno globale. Le importazioni di petrolio potrebbero raggiungere il 90%.

La sicurezza dell'approvvigionamento richiede varie iniziative politiche che consentano, tra l'altro, di diversificare le fonti e le tecnologie, senza ignorare il contesto geopolitico e le sue implicazioni.

Il Libro verde propone una strategia chiara ed innovativa, imperniata sul controllo della domanda (contenerla e orientarla), contrariamente a politiche di vecchio stampo che si preoccupano di rispondere alla domanda con un'offerta sempre maggiore.

Col **DLgs 112/1998** (decreto attuativo della c.d. legge Bassanini) vengono definite chiaramente le competenze nel settore energetico proprie dello Stato, delle Regioni e delle Province: in particolare si definiscono i piani energetici provinciali, che in linea con le previsioni dei piani regionali devono stabilire azioni per l'efficienza energetica e lo sviluppo delle FER.

Con il **DLgs 79/1999** (c.d. Decreto Bersani) si dà attuazione alla Direttiva 96/92/CE recante norme per il mercato interno dell'energia elettrica

Il DLgs oltre a dare il via alla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica, stabilisce alcuni punti fondamentali relativi al settore delle FER:

- assicurare la precedenza nel dispacciamento all'energia elettrica prodotta da FER;
- introdurre, a decorrere dal 2001, l'obbligo per i soggetti che producono o importano energia elettrica da fonti non rinnovabili per oltre 100 GWh su base annua (al netto della cogenerazione, degli autoconsumi di centrale e delle esportazioni), di immettere in rete una quota prodotta (o acquisita, anche in parte) da impianti da fonti rinnovabili entrati in esercizio o ripotenziati, limitatamente alla producibilità aggiuntiva, in data successiva a quella di entrata in vigore del decreto (1 aprile 1999). La suddetta quota è stabilita inizialmente al 2%, e sarà incrementata per gli anni successivi al 2002 con decreto del Ministro dell'Industria (adesso MSE);
- prevedere l'utilizzo prioritario delle FER nello sviluppo delle piccole reti isolate.

Anche in Italia, nel 1999, viene pubblicato un **libro bianco - Per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili**, con cui si adempie ad una specifica disposizione del CIPE connessa agli interventi nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra. Il Libro Bianco è predisposto sulla base del precedente Libro Verde elaborato dall'ENEA nell'ambito del processo organizzativo della Conferenza nazionale energia e ambiente.

Il libro bianco individua, per ciascuna FER, gli obiettivi che devono essere conseguiti per ottenere le riduzioni di emissioni di gas serra che la delibera CIPE attribuisce alle FER, indicando altresì le strategie e gli strumenti necessari allo scopo.

Con il **DLgs 164/2000** (c.d. decreto Letta) si dà attuazione alla direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas, stabilendo le modalità di liberalizzazione del mercato del gas. Di fatto il mercato è libero dal 2003, anche se gli eventuali benefici per gli utenti finali non sono ancora evidenti.

La **Direttiva 2001/77/CE** prevede la promozione della produzione energetica elettrica da FER, ponendo obiettivi nazionali di consumo di elettricità prodotta da FER, un sistema di certificazione d'origine dell'elettricità 'verde' e misure di accompagnamento per facilitare la penetrazione dell'elettricità 'verde' sul mercato interno. Con questo quadro regolamentare, nel

2010 il 22% del consumo di elettricità nell'Unione dovrebbe essere prodotto da fonti energetiche rinnovabili.

Con il **DM 16 marzo 2001** viene istituito il primo programma di incentivazione degli impianti fotovoltaici (tetti fotovoltaici). Il bando ha coperto solo un numero esiguo di domande, visto il costo degli impianti ed il contributo riconosciuto (75% in conto capitale).

La **Direttiva 2002/91/CE** sul rendimento energetico nell'edilizia ha l'obiettivo di promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici nella Comunità, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni per quanto riguarda il clima degli ambienti interni e l'efficienza sotto il profilo dei costi.

Il consumo energetico nel settore residenziale rappresenta il 40% dell'energia consumata nella UE. Con buone condizioni di risparmio e di efficienza, si ipotizza di poter risparmiare circa il 22% di questo consumo. Le disposizioni in essa contenute riguardano:

- Il quadro generale di una metodologia per il calcolo del rendimento energetico degli edifici;
- L'applicazione dei requisiti minimi in materia di rendimento energetico di edifici di nuova costruzione;
- L'applicazione dei requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grande superficie sottoposti ad importanti ristrutturazioni;
- La certificazione energetica degli edifici, che attesti la rispondenza degli edifici costruiti ai requisiti di legge, redatta da un organismo terzo ed indipendente rispetto alla committenza, la progettazione, la costruzione, la direzione dei lavori e la fornitura dei materiali;
- L'ispezione periodica degli impianti di climatizzazione degli edifici (sia riscaldamento che raffrescamento).

Il **DLgs 387/2003** ha recepito la Direttiva 2001/77/CE, con le finalità di:
promozione di un maggior contributo delle FER alla produzione di elettricità;
promozione di misure per il perseguimento degli obiettivi nazionali;
favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da FER.

Definisce le FER come quelle fonti energetiche di origine non fossile: Eolica, Solare, Geotermica, del moto ondoso, Maremotrice, Idraulica, Biomasse, gas di discarica e gas residui dai processi di depurazione e biogas. In particolare, per biomasse si intende: la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani (poi tale punto sui rifiuti sarà modificato successivamente).

Tra le varie disposizioni previste (molte rimandate a successivi decreti):

- Disposizioni specifiche per la valorizzazione energetica delle biomasse, dei gas residui dai processi di depurazione e del biogas;
- Disposizioni specifiche per gli impianti di potenza inferiore a 20 kW; si prevede che l'AEEG emani la disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto (net-metering) dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da FER con potenza nominale inferiore a 20 kW (non è consentita la vendita dell'energia elettrica prodotta dai suddetti impianti); all'epoca era vigente la deliberazione 224/00, poi sostituita solamente nel 2006 con la deliberazione 28/06.
- Disposizioni specifiche per il solare fotovoltaico; emanazione di uno o più decreti

con i quali sono definiti i criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica dalla fonte solare (emanato nel 2005).

- Razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative; Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da FER, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.
- La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica Alimentati da FER, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla Regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla Regione (la Regione Toscana con la LR 39/2005 ha delegato tale procedimento alle Province);
- Questioni riguardanti la partecipazione al mercato elettrico; l'energia elettrica da impianti di potenza qualsiasi alimentati da FER (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice ed idraulica, limitatamente, per quest'ultima fonte, agli impianti ad acqua fluente), è ritirata, su richiesta del produttore, dal gestore di rete alla quale l'impianto è collegato (adesso è ritirata direttamente dal GSE). L'AEEG determina il prezzo a cui viene ritirata tale energia: in pratica viene riconosciuto un prezzo "incentivato" a tale energia;
- Questioni attinenti il collegamento degli impianti alla rete elettrica; l'AEEG emana specifiche direttive relativamente alle condizioni tecniche ed economiche per l'erogazione del servizio di connessione di impianti alimentati da FER alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV, i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi;
- Istituzione dell'Osservatorio nazionale sulle fonti rinnovabili e l'efficienza negli usi finali dell'energia che, svolge attività di monitoraggio e consultazione sulle FER e sull'efficienza negli usi finali dell'energia;
- Inclusione dei rifiuti tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del regime riservato alle FER, ivi compresa, anche tramite il ricorso a misure promozionali, la frazione non biodegradabile ed i combustibili derivati dai rifiuti. E' previsto un decreto con il quale sono individuati gli ulteriori rifiuti e combustibili derivati dai rifiuti ammessi a beneficiare di tale regime; successivamente è stato però emanato il DLgs 152/2006 (c.d. Testo Unico in materia ambientale) che ha definito i combustibili e tra questi i rifiuti ammessi, tra cui rientravano il CDR ed il CDR-Q; successivamente con le ulteriori modifiche apportate al testo unico sono stati esclusi tali rifiuti dal regime assimilato alle rinnovabili.

Il DLgs 387/2003 è nella pratica una legge quadro collegata ad una serie di decreti attuativi, circa venti. Tali decreti sono stati emanati in parte e con ritardi anche di alcuni anni.

A complicare la situazione è subentrata la legge di "riordino e riforma del settore energetico" (**legge Marzano**) che prevede tra gli impianti aventi diritto ai CV quelli che producono elettricità da impianti statici alimentati a idrogeno (prodotto ancora da combustibili principalmente di origine fossile) e da impianti di cogenerazione abbinati a teleriscaldamento, "assimilando" di fatto alle FER installazioni che andrebbero escluse (alla stregua del vecchio CIP 6/92 e le fonti assimilate).

Con la **L 239/2004** (c.d. legge Marzano) si prova a mettere in atto una azione di riordino del settore, delegando al Governo le funzioni legislative in materia energetica.

La legge è costituita da un unico corposo articolo (121 commi), che va a disciplinare molti settori ed aspetti del settore: dalla produzione energetica, alle FER, fino ai controlli di sicurezza sugli impianti termici; tra i punti salienti:

- (commi 1-12) Le Regioni accrescono il loro ruolo nella promozione dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili di energia, lo stato mantiene solo una funzione di indirizzo;

- (commi 13-29) sono previste varie misure per accrescere la concorrenza nei mercati in liberalizzazione e per stimolare gli investimenti nelle infrastrutture energetiche;
- (c. 30) dal 1 luglio 2007 la liberalizzazione del mercato elettrico si estenderà anche agli utenti domestici;
- (c. 34) le aziende di distribuzione non possono effettuare interventi post-contatore neanche avvalendosi di imprese collegate o partecipate;
- (c. 41) l'energia elettrica prodotta da impianti di produzione sotto i 10 MVA e alimentati da FER entrati in funzione dopo il 1 aprile 1999 viene ritirata dal GRTN o dal distributore a seconda della rete a cui gli impianti sono collegati;
- (c. 44) dovrà essere emanato un decreto di riordino della normativa tecnica all'interno degli edifici, e per la promozione un sistema di verifiche energetiche e di sicurezza più efficace (ad oggi ancora non emanata);
- (c. 71) hanno diritto all'emissione dei CV: l'energia elettrica prodotta da impianti alimentati ad idrogeno; l'energia prodotta da impianti statici alimentati dallo stesso combustibile; quella prodotta da impianti di cogenerazione per la quota di energia termica effettivamente utilizzata per il teleriscaldamento;
- (c. 73) il risparmio ottenuto mediante la produzione o l'utilizzo di calore da FER costituisce misura idonea al conseguimento degli obiettivi di cui al DM 20 luglio 2004;
- (c. 87) i CV assumono un valore di 0,05 GWh (50.000 kWh).

I DM 20 luglio 2004 "gas" ed "energia elettrica", fissano gli obiettivi nazionali di risparmio di energia primaria a carico dei distributori di energia elettrica e di gas, che dovranno essere raggiunti con azioni dirette verso gli utenti finali (ad esempio "regalando" lampade fluorescenti compatte), od acquistando dei titoli di efficienza energetica (TEE) riconosciuti a chi realizza determinati interventi.

Tali DM prevedono che il GME organizzi una sede per la contrattazione dei TEE e predisponga le regole di funzionamento del mercato d'intesa con l'AEEG (che emette i titoli a seguito della richiesta inoltrata dai soggetti abilitati).

I TEE, in Italia, sono stati istituiti con l'obiettivo di conseguire, alla fine del primo quinquennio di applicazione (2005-2009), un risparmio di energia pari a 2,9 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep) all'anno. Questa diminuzione dei consumi complessivi nazionali di energia è in linea con gli obiettivi di riduzione dei gas serra dichiarati dall'Italia nell'ambito del Protocollo di Kyoto.

Ogni titolo certifica il conseguimento di risparmi di energia primaria pari ad 1 Tep ed ha un valore commerciale, variabile a secondo dell'andamento della "Borsa TEE" (attuale prezzo medio di mercato di 70 Euro/Tep).

Il **Decreto 28 luglio 2005** (c.d. conto energia) istituisce, in attuazione del DLgs 387/2003, il sistema nazionale di incentivazione degli impianti solari fotovoltaici, con un meccanismo analogo a quello rivelatosi vincente in altri paesi europei (incentivi durante la vita dell'impianto, stabilendo una "tariffa" con la quale veniva corrisposto l'incentivo per ogni kWh prodotto). Il meccanismo introdotto aveva però dei forti limiti dovuti al basso tetto di potenza incentivabile (e quindi di impianti) e l'istituzione di scadenze periodiche entro cui presentare le domande. Il meccanismo si è quindi inceppato per le molte domande e riuscendo comunque ad incentivare alcuni impianti, è stato rivisto notevolmente con il "nuovo conto energia" del 2007.

Il **DLgs 192/2005**, in attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia, introduce numerosi innovazioni relative alla qualità energetica degli edifici, introducendo: norme per la progettazione di edifici nuovi ed i relativi impianti, indicazioni su

esercizio, manutenzione, controllo ed ispezione degli impianti termici negli edifici e la “certificazione energetica” degli edifici.

Successivamente il **DLgs 311/2006**, corregge e migliora il DLgs 192/2005 su numerosi punti, formando così un testo integrato di discreta complessità, che prevede, nel suo testo coordinato:

- (art. 3) Ambito di intervento diversificato e con obblighi diversificati in funzione degli interventi (edifici nuovi, ristrutturazioni integrali, nuovo impianto in edificio esistente, ristrutturazione degli impianti, sostituzione del generatore di calore);
- (art. 6) La certificazione energetica degli edifici, da applicarsi a tutti gli edifici (nuovi ed esistenti, con modalità differenziate);

(Allegato I c.3) nel caso di nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici o sostituzione di generatori di calore, deve essere garantito un rendimento medio stagionale abbastanza alto, che comporta sostanzialmente una messa a punto dei sistemi di distribuzione, emissione e regolazione (oltre all'uso di generatori ad altissimo rendimento) per poter rientrare nei limiti;

(Allegato I c.4) nel caso di mera sostituzione di generatori di calore, deve essere garantito un rendimento termico utile molto elevato, che comporta sostanzialmente l'impossibilità di installare nuovamente caldaie di tipo B (a camera aperta e tiraggio naturale), salvo alcune deroghe nel caso di canne fumarie collettive ramificate;

(Allegato I c.11) obbligo l'uso di dispositivo per la regolazione automatica della temperatura ambiente (valvole termostatiche) nei singoli locali o nelle singole zone;

(Allegato I c.12) integrazione obbligatoria delle FER per la produzione di energia termica ed elettrica per tutte le categorie di edifici, sia per edifici pubblici che privati, è obbligatorio l'utilizzo di FER;

(Allegato I c.12) obbligo dei pannelli solari termici per coprire almeno il 50% (20% nei centri storici) del fabbisogno per usi igienico-sanitari; il DLgs 192/05 ribadisce la obbligatorietà per i nuovi edifici, per nuovi impianti in edifici esistenti e per le ristrutturazioni degli impianti termici;

(Allegato I c.13) le modalità applicative degli obblighi di cui al c. 12 (prescrizioni minime e caratteristiche tecniche, sono definite, con appositi decreti (ancora non pubblicati, anche se con il DLgs 115/2008 è possibile calcolare in maniera univoca il fabbisogno di acqua calda sanitaria per gli edifici con cui poi dimensionare i pannelli solari);

La Deliberazione 28/2006 della AEEG definisce le condizioni tecnico- economiche del servizio di “scambio sul posto” dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da FER di potenza nominale non superiore a 20 kW situati sul territorio nazionale

La delibera abroga la precedente 224/2000 che disciplinava tale opportunità per i soli impianti fotovoltaici, ed a sua volta sarà sostituita dalla deliberazione 74/2008 dal 1° gennaio 2009.

Questa importante delibera sancisce la possibilità di connettere alla rete elettrica nazionale gli impianti a FER privati di piccola taglia, con la possibilità di riversare in rete gli eccessi di energia elettrica istantaneamente prodotti e non consumati, con il vantaggio di poter conteggiarne la quantità e valutarne il valore economico ad un prezzo equo (e poterne detrarre i quantitativi di energia “alla pari” dalle future bollette).

Oltre al risparmio derivante dal mancato acquisto di energia da fonti esterne, questa particolare forma di contratto prevede lo scambio equo di energia (alla pari), infatti in passato sarebbe stato possibile collegarsi alla rete, ma anti-economico vendere l'energia prodotta (col criterio del costo evitato).

L'energia immessa in rete viene conteggiata per essere accreditata sulle bollette future; se per 3 anni non viene “consumata”, il credito viene però azzerato. Tale atto incentiva la micro-

generazione diffusa di energia elettrica da FER, in linea con le politiche di incentivazione delle FER e della sicurezza dell'approvvigionamento.

La **Direttiva 2006/32/CE** "Concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici ha lo scopo di migliorare l'efficienza negli usi finali dell'energia in modo da ottenere delle conseguenti riduzioni dei consumi di energia primaria e quindi la riduzione delle emissioni di CO₂ ed altri gas serra.

La **L 296/2007** (legge Finanziarie 2007) ha introdotte alcune novità (poi corrette ed incrementate con la Finanziaria 2008) che influenzeranno le nostre città, in particolare introducendo obblighi specifici per i nuovi edifici e le FER, oltre ad incentivare la riqualificazione energetica degli edifici e le FER.

Sono previste agevolazioni fiscali, pari al 55% delle spese sostenute, per le persone fisiche e le aziende, da ripartire su tre anni (le cui procedure sono state poi definite dal successivo DM 19 febbraio 2007) relativamente agli:

- (c. 344) interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti, che conseguono un fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale inferiore (Epi) di almeno il 20% rispetto ai valori limite definiti dal DLgs 192/2005;
- (c.345) interventi di isolamento termico su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari, che conseguono una trasmittanza termica pari od inferiore a quelli definiti in una tabella allegata;
- (c.346) interventi di installazione di pannelli solari termici per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università;
- (c.347) interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione. Ulteriori agevolazioni sulle imposte sono previste per:
 - (c. 353) la sostituzione di frigoriferi e congelatori e loro combinazioni con analoghi apparecchi di classe energetica non inferiore ad A+ spetta una detrazione pari al 20% delle spese e fino a 200 euro per ciascun apparecchio;
 - (c. 354) alle aziende che operano nel settore del commercio spetta una ulteriore deduzione dal reddito d'impresa pari al 36% dei costi sostenuti nel caso si vada a sostituire i sistemi di illuminazione con altri ad alta efficienza;
 - (c. 358 e c. 359) per l'acquisto, sostituzione e l'installazione di motori elettrici ad elevata efficienza e per l'acquisto di variatori di velocità (inverter), spetta una detrazione pari al 20% e fino a massimo di 1.500 euro per intervento.

Oltre alle agevolazioni fiscali sono previste:

- (c.350) modifica all'articolo 4 del "Testo Unico dell'Edilizia" (DPR 380/2001), in cui si prevede che i Comuni debbano modificare i propri regolamenti edilizi, in modo tale che al fine del rilascio del permesso di costruire, deve essere prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici per gli edifici di nuova costruzione (potenza minima di 0,2 kW per ciascuna unità abitativa). Tale norma sarà poi ampliata dalla Finanziaria 2008.
- (c.362 – c.363) Il maggiore gettito fiscale derivante dall'incidenza dell'IVA sui prezzi di carburanti e combustibili di origine petrolifera, in relazione ad aumenti del prezzo internazionale del petrolio greggio è destinato, nel limite di 100 milioni di euro annui, alla costituzione di un apposito Fondo a copertura di interventi di efficienza energetica e di riduzione dei costi della fornitura energetica per finalità sociali, che, per il triennio 2007-2009, ha una dotazione iniziale di 50 milioni di euro annui.

Con il **DM 19 febbraio 2007**, si dà attuazione dell'art. 7 del DLgs 387/2003, aggiornando e facendo ripartire gli incentivi per il settore fotovoltaico (c.d. "Nuovo Conto Energia"). Il settore ha risposto molto positivamente alle nuove modalità di incentivazione, superando i 140 MW installati in circa due anni. Nella Provincia di Firenze, sono stati realizzati o sono in via di realizzazione impianti di grande dimensione sulle coperture piane dei centri commerciali, delle scuole, degli edifici del terziario ed a terra laddove grandi superfici inutilizzate (come le discariche ormai chiuse) possono essere efficacemente "convertite".

La **L 244/2007** (c.d. Finanziaria 2008), proroga gli incentivi, per cittadini ed aziende, già previsti dalla Finanziaria 2007 sino a tutto il 2010, il cui effetto positivo è stato però bruscamente frenato dal governo con le intenzioni di limitare pesantemente il tetto degli interventi ammissibili (art. 29 del DL 185/2008, in conversione a fine 2008/inizio 2009, di cui è ancora incerta la versione definitiva). Inoltre prevede sostanziose novità in merito alle FER.

All'Art.1 si prevede:

- (c. 6) ICI agevolabile da parte dei Comuni (inferiore al 4%) per utilizzo delle FER negli edifici;
- (c. 20 - c.24) proroga al 2010 degli sgravi del 55% nelle loro diverse forme e limiti;
- (c. 20) Proroga al 2010 degli sgravi del 20% per: Motori ad alta efficienza ed inverter;
- (c. 286) estensione dello sgravio del 55% anche agli impianti con pompe di calore ad alta efficienza e impianti geotermici a bassa entalpia;
- (c. 288) certificazione energetica degli edifici obbligatoria dal 2009 per il permesso di costruzione di nuovi edifici;
- (c. 288) permesso di costruzione dei nuovi edifici vincolato, dal 2009, all'uso delle FER;
- (c. 289) ammissibilità di altri impianti negli edifici di nuova costruzione: viene modificato l'obbligo degli 0,2 kW di fotovoltaico nei nuovi edifici, portato ad 1 kW prodotto da FER per unità abitativa residenziale e 5 kW per edificio industriale;

All' Art.2 si prevede:

(c.136 – c.157) Risparmio Energetico, Certificati verdi e FER; viene modificato il meccanismo dei CV ed il DLgs 387/2003. Ai c.144 e c.145 si stabilisce che agli impianti a FER sono riconosciuti i CV per un periodo di 15 anni (precedentemente era di 8 anni). Per gli impianti di potenza inferiore ad 1 MW è possibile alternativamente ai CV accedere ad una tariffa fissa onnicomprensiva di entità variabile a seconda della FER utilizzata, per un periodo di 15 anni. Al c.144 si prevede che l'energia elettrica prodotta cui spettano i CV è differenziata in funzione della FER impiegata per alimentare l'impianto ed al c.147- la taglia unitaria dei CV è ridotta ad 1 MWh (precedentemente era di 50 MWh) consentendo un più agevole accesso anche ai piccoli impianti. Al c.150 viene esteso lo scambio sul posto a tutti gli impianti alimentati con FER di potenza nominale non superiore a 200 kW, fatti salvi i diritti di officina elettrica;

- (c.158 e c.161- c.169) riforma normativa sulla Fonti Energetiche rinnovabili; viene pesantemente modificato l'art 12 del DLgs 387/2003, in particolare si prevede all'art.12 c.3 che la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da FER sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o dalle province delegate dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, che costituisce, ove occorra, "variante allo strumento urbanistico". Ulteriori modifiche all'Art.12 c.5 del DLgs 387/2003: All'installazione degli impianti di FER, quando la capacità di generazione sia inferiore alle soglie individuate da apposita tabella si applica la disciplina della denuncia di inizio attività (DIA);

- (c.162 e c.163) Fondo per incentivare l'efficienza energetica e divieto di dispositivi energivori; è istituito un fondo di 1 milione di euro presso il MEF per finanziare campagne informative sulle misure che consentono la riduzione dei consumi energetici; dal 2010 è vietata la

commercializzazione di elettrodomestici appartenenti alle classi energetiche inferiori alla A e di motori elettrici appartenenti alla classe 3; dal 2011 è vietata la commercializzazione delle lampadine a incandescenza e degli elettrodomestici privi di interruttore dell'alimentazione dalla rete elettrica;

- (c. 168) le regioni devono adeguare i propri programmi in materia di promozione delle FER e dell'efficienza energetica (od adottarne se sprovvisti) e adottano le iniziative di propria competenza per concorrere al raggiungimento dell'obiettivo regionale in modo da concorrere al raggiungimento del 25% da FER del consumo interno lordo entro il 2012, e dei successivi aggiornamenti proposti dall'UE;
- (c.170 – c.172) promozione delle FER da parte degli enti locali, attraverso programmi regionali, con i quali coinvolgere province e comuni;
- (c.173 – c.174) agevolazioni per l'installazioni di impianti Fotovoltaici da parte dei comuni;
- (c.176) Sviluppo dell'Idrogeno;
- (c.281 – c.282) verifiche energetiche per edilizia scolastica, penitenziaria e sanitaria, volte all'ottenimento di incentivi;
- (c.322) è istituito un fondo di 40 milioni di euro presso il MATT per la promozione delle FER e dell'efficienza energetica e per la promozione della produzione di energia elettrica da solare termodinamico.

La **Deliberazione ARG/elt 74/08** dell'AEEG "Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP)", sostituisce la **deliberazione 28/06** dal 01/01/2009. Le principali novità sul "servizio di scambio sul posto":

viene erogato direttamente dal GSE agli utenti;

Il soggetto che intende avvalersene presenta domanda al GSE e, per conoscenza, all'impresa di vendita da cui acquista energia elettrica, utilizzando un modello di domanda standard;

viene esteso anche agli impianti di cogenerazione ad altro rendimento fino a 200 kW elettrici;

per gli impianti a FER gli eventuali crediti dovuti a produzioni superiori all'acquisto di energia elettrica non si conservano nel tempo.

Il **DLgs 115/2008** recepisce la Direttiva 2006/32/CE, introducendo, tra le altre cose, alcuni elementi fondamentali per la implementazione a livello nazionale di alcuni criteri univoci per poter avere dei metodi omogenei di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici.

L'Art. 18 stabilisce che in materia di diagnosi energetiche e certificazione energetica degli edifici, in mancanza dei DPR attuativi del DLgs 192/05 ed in mancanza di normativa Regionale, si applica l'allegato III del DLgs, che definisce: la Metodologia di calcolo, la figura del Tecnico abilitato. Le Regioni che hanno già emanato normative devono cercare di riavvicinare i contenuti a quelli dell'allegato III.

L'Allegato III però non definisce le linee guida per la redazione dell'attestato di certificazione energetica, che dovranno essere rilasciate con DM (come previsto dal DLgs 192/05 art.6 c.9), ma stabilisce che:

Le Metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici e degli impianti sono quelle definite nelle UNI/TS 11300:2008 parte prima e seconda;

I software commerciali potranno avere uno scostamento massimo del $\pm 5\%$ rispetto ai corrispondenti parametri calcolati con lo strumento nazionale di riferimento;

tale strumento nazionale di riferimento è predisposto dal CTI;

Tale garanzia è fornita attraverso una verifica e dichiarazione resa dal CTI o dalla UNI (in mancanza dello strumento, vale una autodichiarazione del produttore del software);

Sono abilitati all'attività di certificazione energetica, e quindi riconosciuti come soggetti certificatori, i tecnici abilitati;

Si definisce tecnico abilitato un tecnico (sia dipendente di enti /organismi pubblici/società, che libero professionista), iscritto al relativo ordine/collegio professionale, ed abilitato all'esercizio della professione relativa alla progettazione di edifici ed impianti, asserviti agli edifici stessi, nell'ambito delle competenze ad esso attribuite dalla legislazione vigente;

Il tecnico abilitato opera all'interno delle proprie competenze; se non competente in un particolare settore (es. progettazione impianti), deve operare in collaborazione con altro/i tecnico/i abilitato/i in modo che il gruppo copra tutti gli ambiti professionali (pool);

Ai fini della certificazione energetica, sono tecnici abilitati anche i soggetti in possesso di titoli di studio tecnico-scientifici, individuati da Regioni e province autonome, e abilitati a seguito di specifici corsi (con esame);

Ai fini di assicurare indipendenza ed imparzialità, il certificatore deve dichiarare l'assenza di conflitto di interessi (non coinvolgimento nel processo di progettazione, costruzione, direzione lavori, vendita materiali);

Qualora il tecnico abilitato sia dipendente, il requisito di indipendenza è da intendersi superato dalle stesse finalità istituzionali di perseguimento di obiettivi di interesse pubblico proprie di tali enti ed organismi.

La legislazione e pianificazione energetica a livello locale.

La Regione Toscana ha prodotto già nel 2000 un importante atto di pianificazione regionale, il piano energetico regionale (PER) in attuazione delle disposizioni già introdotte con la LR 45/1997 e s.m.i. . Gli obiettivi previsti nel PER non sono stati, purtroppo, raggiunti in vari settori delle FER (eolico, solare termico e fotovoltaico).

Successivamente si è rinnovato e rilanciato l'azione, con la LR 39/2005 ed il Piano di Indirizzo Energetico (PIER), recentemente approvato, che allo scopo di centrare gli obiettivi del Protocollo di Kyoto si è proposto di promuovere oltre alle FER anche l'efficienza negli usi energetici, cercando di stabilizzare l'aumento dei consumi.

La Regione Toscana ha individuato come elemento cruciale l'uso delle FER che già rappresentano l'11% dei consumi energetici complessivi regionali (ed il 26% dei consumi elettrici, grazie alla geotermia).

La Regione Toscana ha l'obiettivo di coprire il 20% del fabbisogno energetico complessivo con FER ed arrivare ad una produzione di energia elettrica rinnovabile per almeno il 30% della produzione complessiva.

L'altra grande azione è la stabilizzazione dei consumi, che dovrà passare verso l'aumento dell'efficienza e dell'uso razionale dell'energia, oltre che evitando gli sprechi laddove possibile: in questo modo si cercherà di contrastare il costante aumento dei consumi, quantificato in circa l'1% all'anno negli ultimi 10-15 anni.

A livello locale, focalizzandoci sulla Provincia di Firenze, possiamo elencare brevemente gli strumenti di pianificazione energetica che sono stati emanati fino ad oggi (tra parentesi l'anno di approvazione):

Piano Energetico Regionale (PER) [2000]; sostanzialmente sostituito dal PIER 2008;

Piano di Indirizzo Energetico Regionale (PIER) [2008];

Piano Energetico Ambientale Comunale di Firenze (PEAC) [2007]; aggiorna un previgente atto di pianificazione comunale;

Piano Energetico Ambientale Provinciale di Firenze (PEAP) [2009].

A livello comunale ulteriori piani energetici sono in fase di elaborazione, come quello di Sesto Fiorentino e di Scandicci, ed altri comuni si avvarranno di tale strumento nel corso del 2009-2010.

1.3.1 Legenda delle abbreviazioni usate nel testo:

AEEG: Autorità per l'energia elettrica ed il gas;
AU: acquirente unico;
c.: comma;
CE: Commissione Europea (in inglese diventa EC, European Commission);
CEE: Comunità economica europea (adesso diventata Unione Europea, UE);
CIP: Comitato interministeriali prezzi (adesso soppresso e le funzioni assegnate al CIPE, comitato interministeriale programmazione economica);
CIPE: Comitato interministeriale programmazione economica;
CTI: Comitato termotecnico italiano;
CV: certificati verdi;
DL: decreto legge;
DLgs: decreto legislativo;
DM: decreto ministeriale (genericamente);
DPEF: documento di programmazione economica e finanziaria;
DPR: decreto Presidente della Repubblica;
DPCM: Decreto del Presidente del consiglio Ministri;
FER: fonti energetiche rinnovabili;
GRTN: gestore rete di trasmissione nazionale (adesso diventato Gestore dei Servizi Elettrici, GSE);
GME: gestore mercato elettrico;
GSE: gestore dei servizi elettrici;
L: legge;
MICA: ministero industria commercio ed artigianato (adesso diventato Ministero dello Sviluppo Economico, MSE);
MIPAF: ministero per le politiche agricole e forestali;
MAP: ministero attività produttive (adesso diventato Ministero dello Sviluppo Economico, MSE);
MATT: ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del Mare;
MEF: Ministero dell'Economia e Finanze;
PE: parlamento europeo;
RD: regio decreto;
TEE: Titoli di efficienza energetica (certificati bianchi);
UE: Unione europea (in inglese diventa EU, European Union);
UNI: Ente nazionale italiano di unificazione.

1.4 Normativa di riferimento

1.4.1 Legislazione Comunità Europea

Direttiva 2006/32/CE del 5 aprile 2006 - Parlamento Europeo e Consiglio - concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE) (G.U.U.E. L114 del 27.4.2006)

Regolamento (CE) n. 1775/2005 del 28 settembre 2005 - Parlamento Europeo e Consiglio - relativo alle condizioni di accesso alle reti di trasporto del gas naturale (Testo rilevante ai fini del SEE) (G.U.U.E. L289 del 3.11.2005)

Parere 2005/C 120/22 del Comitato economico e sociale europeo in merito alla Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio concernente misure per la sicurezza dell'approvvigionamento elettrico e per gli investimenti nelle infrastrutture COM(2003) 740 def. — 2003/0301 (COD) (G.U.U.E. C120 del 20-5-2005)

Direttiva 2004/8/CE dell'11 febbraio 2004 - Parlamento Europeo e Consiglio - sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia e che modifica la direttiva 92/42/CEE (G.U.U.E. L52 del 21.2.2004)

Decisione n. 1230/2003/CE del 26 giugno 2003 - Parlamento Europeo e Consiglio - che adotta un programma pluriennale di azioni nel settore dell'energia: «Energia intelligente — Europa» (2003-2006)(Testo rilevante ai fini del SEE)(GUCE L176 del 15.7.2003)

Direttiva 2002/91/CE: del 16 dicembre 2002 - Parlamento Europeo e Consiglio - sul rendimento energetico nell'edilizia (GUCE L1 del 4.1.2003)

Risoluzione A5-0227/2001: Parlamento europeo sulla posizione comune del Consiglio in vista dell'adozione della direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (5583/1/2001 - C5-0133/2001 - 2000/0116(COD)) (GUCE 14-3-02 n. C65E)

Decisione n. 646/2000/CE del 28 febbraio 2000: Programma pluriennale per promuovere le fonti energetiche rinnovabili nella Comunità (ALTENER) (1998-2002)

1.4.2 Legislazione Nazionale

Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115: Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE. (GU n. 154 del 3-7-2008)

Decreto 9 aprile 2008: Ministero dello Sviluppo Economico. Disposizioni in materia di detrazioni fiscali per le spese sostenute per l'acquisto e l'installazione di motori ad elevata efficienza e variatori di velocità (inverter) di cui all'articolo 1, commi 358 e 359, della legge 27 dicembre 2006, n. 296. (GU n. 147 del 25-6-2008)

Decreto 7 aprile 2008: Ministero dell'Economia e delle Finanze. Disposizioni in materia di detrazione per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, c. 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296. (GU n. 97 del 24-4-2008)

Decreto 11 marzo 2008: Ministero dello Sviluppo Economico. Attuazione dell'articolo 1, c. 24, lettera a), della legge 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della legge 27 dicembre 2006, n. 296. (GU n. 66 del 18-3-2008)

Legge 24 dicembre 2007, n. 244. (Finanziaria 2008)

Decreto 21 dicembre 2007: Ministero dello Sviluppo Economico. Approvazione delle procedure per la qualificazione di impianti a fonti rinnovabili e di impianti a idrogeno, celle a combustibile e di cogenerazione abbinata al teleriscaldamento ai fini del rilascio dei certificati verdi. (GU n. 16 del 19-1-2008- Suppl. Ordinario n.17)

Decreto 21 Dicembre 2007: Ministero dello Sviluppo Economico. Revisione e aggiornamento dei decreti 20 luglio 2004, concernenti l'incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia, il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti rinnovabili. (GU n. 300 del 28-12-2007)

Decreto 26 Ottobre 2007: Ministero dell'Economia e delle Finanze. Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, c. 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296. (GU n. 302 del 31-12-2007)

Testo coordinato del Decreto-Legge 18 Giugno 2007, n. 73: Testo del decreto-legge 18 giugno 2007, n. 73 (in Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 139 del 18 giugno 2007), coordinato con la legge di conversione 3 agosto 2007, n. 125, (in questa stessa Gazzetta Ufficiale alla pag. 6), recante: "Misure urgenti per l'attuazione di disposizioni comunitarie in materia di liberalizzazione dei mercati dell'energia". (GU n. 188 del 14-8-2007)

Deliberazione 11 aprile 2007: Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas. Attuazione del decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici. (Deliberazione n. 90/07). (GU n. 97 del 27-4-2007-Suppl. Ordinario n.107)

Decreto 19 febbraio 2007: Ministero dello Sviluppo Economico. Disposizioni in materia di detrazioni per le spese sostenute per l'acquisto e l'installazione di motori ad elevata efficienza e variatori di velocità (inverter), di cui all'articolo 1, commi 358 e 359, della legge 27 dicembre 2006, n. 296. (GU n. 47 del 26-2-2007)

Decreto 19 febbraio 2007: Ministero dell'Economia e delle Finanze. Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, c. 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296. (G.U. n. 47 del 26-2-2007)

Decreto 19 febbraio 2007: Ministero dello sviluppo economico. Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. (G.U. n. 45 del 23-2-2007)

Decreto legislativo 8 febbraio 2007, n. 20: Attuazione della direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia, nonché modifica alla direttiva 92/42/CEE. (G.U. n. 54 del 6-3-2007)

Decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia. (G.U. n. 26 del 1-2-2007- Suppl. Ordinario n. 26)

Legge 27 dicembre 2006, n. 296. (Finanziaria 2007)

Decreto 2 maggio 2006: Ministero delle Attività Produttive. Modalità di utilizzo per la produzione di energia elettrica del CDR di qualità elevata (CDR-Q), come definito dall'articolo 183, c. 1, lettera s), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. (GU n. 106 del 9-5-2006)

Decreto 31 marzo 2006, n. 165: Ministero delle Attività Produttive. Regolamento di organizzazione e funzionamento dell'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA), ai sensi dell'articolo 20 del decreto legislativo 3 settembre 2003, n. 257. (GU n. 102 del 4-5-2006- Suppl. Ordinario n.110)

Decreto 24 ottobre 2005: Ministero delle Attività Produttive. Direttive per la regolamentazione dell'emissione dei certificati verdi alle produzioni di energia di cui all'articolo 1, c. 71, della legge 23 agosto 2004, n. 239. (GU n. 265 del 14-11-2005- Suppl. Ordinario n.184)

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia. (GU n. 222 del 23-9-2005- Suppl. Ordinario n.158) (testo coordinato alle modifiche introdotte dal D.Lgs. n. 311 del 29 dicembre 2006, pubblicato nella G.U. n. 26 del 1-2-2007)

Decreto 27 luglio 2005: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia». (GU n. 178 del 2-8-2005)

Legge 23 agosto 2004, n. 239: Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia. (GU n. 215 del 13-9-2004)

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 2004: Criteri, modalità e condizioni per l'unificazione della proprietà e della gestione della rete elettrica nazionale di trasmissione. (GU n. 115 del 18-5-2004)

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n.387: Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. (GU n. 25 del 31-1-2004- Suppl. Ordinario n.17) (testo modificato dalla Finanziaria 2008)

Decreto 14 marzo 2003: Ministero delle Attività Produttive. Attivazione del mercato elettrico, limitatamente alla contrattazione dei certificati verdi. (GU n. 65 del 19-3-2003)

Legge 1 marzo 2002, n. 39: Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2001. (Pubblicata su Suppl. Ordinario n. 54 alla Gazzetta Ufficiale n. 72 del 26 marzo 2002).

Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112: Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n.59. (S.O. alla G.U. del 21 aprile 1996, n. 92)

D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551: regolamento recante modifiche al D.P.R. 26.8.1993 n. 412, in materia di progettazione esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia. (G.U. del 6.4.2000).

D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79: Attuazione della Direttiva 96/92/CE Recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica. (Art. 33, c. 9, D.Lgs. 22/97).

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412: 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, in attuazione dell'art. 4, c. 4 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

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

Legge 9 gennaio 1991, n. 9: Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.

27

1.4.3 Legislazione Regione Toscana

Legge Regionale n. 39 del 24 febbraio 2005: Disposizioni in materia di energia. (B.U.R. Toscana n. 19 del 7 marzo 2005)

Legge n. 45 del 27/06/1997: Norme in materia di risorse energetiche.

PARTE I: ANALISI DELLO STATO DI FATTO

28

2 CONSUMI ENERGETICI, EMISSIONI, PRODUZIONE ENERGETICA

2.1 Premessa

Il cambiamento climatico rappresenta sempre più una sfida che l'umanità intera deve affrontare con rapidità e decisione per prevenire danni incalcolabili all'equilibrio del pianeta terra.

In questo ambito l'Unione Europea, di cui l'Italia fa parte, i suoi cittadini e le sue imprese sono senz'altro fra le entità maggiormente proattive nella ricerca di tecnologie e nell'implementazione di meccanismi legislativi atti a ridurre l'immissione in atmosfera di gas climalteranti come il biossido di carbonio (CO₂).

In quest'ambito giova ricordare che l'Italia è stata nel 1997 fra i primi paesi firmatari del Protocollo di Kyoto, accordo patrocinato dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) delle Nazioni Unite che è entrato in vigore il 16 Febbraio 2005 a seguito della firma da parte della Russia. Tale protocollo prevede che l'Italia debba ridurre entro il 2012 il livello delle proprie emissioni di CO₂ in atmosfera del 6,5% rispetto al 1990.

Purtroppo oggi si può affermare che in Italia le cose sono andate diversamente rispetto a quanto pattuito ai tempi della firma del protocollo di Kyoto. L'Italia infatti nel 1990 ha emesso in atmosfera 517 milioni di tonnellate di CO₂ mentre nel 2003 ha emesso in atmosfera 569 milioni di tonnellate di CO₂ ed ha un tendenziale di emissioni di 587 milioni di tonnellate di CO₂ per il 2010 (fonte ENEA – Rapporto Energia-Ambiente 2007). Nei fatti si sta verificando un aumento delle emissioni di CO₂ del 13% rispetto al 1990 invece che una diminuzione del 6,5% come obiettivo del protocollo di Kyoto.

Nonostante gli ulteriori sforzi messi in atto dopo il 2003, soprattutto nel campo dell'aumento di efficienza del parco di generazione elettrica e nella produzione di energia da fonti rinnovabili, purtroppo l'Italia si trova oggi, e nonostante la difficile congiuntura economica degli ultimi mesi che ha contratto i consumi, nella difficile condizione di aver incrementato, invece di diminuirle, le emissioni di CO₂ rispetto a quanto a suo tempo sottoscritto nell'ambito del protocollo di Kyoto.

Se l'Italia non è sinora riuscita a fare la sua parte ed a rispettare i suoi impegni nell'ambito del protocollo di Kyoto, va però tenuto conto che l'Unione Europea rimane fermamente determinata a percorrere la via legislativa per conseguire l'obiettivo della riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. Ciò si sta progressivamente concretizzando nella monetizzazione economica dei diritti di emissione di CO₂ con la nascita di strumenti finanziari come i certificati verdi attribuiti ai produttori di energia rinnovabile ed i titoli di efficienza energetica (TEE), che anche in Italia sono stati imposti per legge ai principali emettitori in atmosfera di CO₂.

La riprova della determinazione dell'Unione Europea nella riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera può essere senz'altro costituita dal pacchetto clima-energia, altresì denominato Direttiva 20-20-20 che è stato approvato nel Dicembre 2008 dopo oltre 11 mesi di lavoro legislativo.

Gli obiettivi della direttiva sono la riduzione del 20% delle emissioni di gas serra (sostanzialmente CO₂), l'aumento del 20% del risparmio energetico e l'aumento al 20% della produzione di energia da fonti rinnovabili entro il 2020.

A quanto sopra si può aggiungere anche la Direttiva Europea 2009/28/CE del 23 Aprile 2009 che è entrata in vigore il 25/6/2009 la quale stabilisce obiettivi precisi, in termini sia temporali che quantitativi, per quanto riguarda la quota nazionale di incidenza della produzione di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale di energia. In base alla Direttiva 2009/28/CE l'Italia dovrà incrementare la propria quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo di energia dal 5,2% del 2005 al 17% nel 2020.

E' chiaro che per l'Italia, anche alla luce di quanto verificatosi a oltre dieci anni dalla firma del protocollo di Kyoto, il raggiungimento di questi traguardi costituisce un obiettivo molto ambizioso per il raggiungimento del quale sarà necessario uno sforzo molto intenso da parte degli enti pubblici (Stato, Regioni, Province, Comuni) per far sì che l'impianto legislativo indirizzi fortemente gli investimenti pubblici e privati, sia dei cittadini che delle imprese, verso il raggiungimento di questo obiettivo.

E' bene ricordare che questo impegno non è destinato a rimanere soltanto una enunciazione di principio in quanto già la Legge Finanziaria 2008 prevede che *"Le regioni promuovono il coinvolgimento delle province e dei comuni nelle iniziative per il raggiungimento dell'obiettivo di incremento delle fonti energetiche rinnovabili nei rispettivi territori"*. A questo proposito va considerato che la Regione Toscana istituirà un tavolo di confronto fra Regione e Province nell'ambito della revisione della legge regionale 39/2005 volto a definire le responsabilità e gli obiettivi da raggiungere nell'ambito del risparmio energetico e della produzione energetica da fonti rinnovabili.

La prima cosa da fare è però senza dubbio riportare un quadro chiaro e riassuntivo di quale sia l'attuale situazione dei consumi energetici a livello nazionale, regionale, provinciale e locale in modo che ogni ente possa impegnarsi al meglio per svolgere la sua parte in questa ambiziosa sfida intrapresa per salvaguardare la salute del pianeta.

Successivamente sarà possibile passare ad una valutazione delle potenzialità del territorio e quindi individuare azioni praticabili sullo stesso.

2.2 Trend e suddivisione settoriale consumi energetici Italia a livello nazionale

30

Per poter agire nella direzione di una riduzione delle emissioni di gas climalteranti è anzitutto necessario procedere alla classificazione delle fonti di consumo energetico che li originano. Per una rapida identificazione dei combustibili e dei settori che sono alla base del consumo energetico si ritiene opportuno fare un rapido riferimento al trend a livello nazionale italiano.

Nella tabella 1 si riporta il dato nazionale italiano relativo ai consumi energetici espressi in milioni di tonnellate equivalenti di petrolio per anno (Mtep/anno) suddivisi per fonte nel 1990 e nel periodo 2000-2007.

Tipo combustibile	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Prodotti petroliferi	92,5	89,7	89,4	89,0	86,8	86,0	84,5	85,2	82,6
Gas naturale	39,1	58,3	58,6	58,2	62,1	64,9	67,9	69,7	70,0
Combustibili solidi	15,8	12,9	13,7	13,7	13,7	13,7	13,8	17,2	17,5
Importazioni nette di energia elettrica	7,6	9,2	9,9	10,4	10,4	10,5	10,5	9,9	10,1
Fonti rinnovabili	8,4	12,2	13,0	12,4	13,3	13,7	14,2	14,2	14,2
TOTALE :	163,5	182,3	184,6	183,7	186,3	188,8	190,9	196,2	194,4

Tabella 1 - Consumi Energetici Italiani suddivisi per fonte (Mtep/anno)

Dai dati della tabella 1 si ricava che il consumo energetico nazionale italiano è aumentato del 6,6% nel periodo 2000-2007 e del 18,9% rispetto al 1990. Questo dato si riduce però al 5,5%

per il periodo 2000-2005 ed al 15,3% per il periodo 1990-2007 se si deduce dal totale il contributo al consumo energetico apportato dalle fonti rinnovabili.

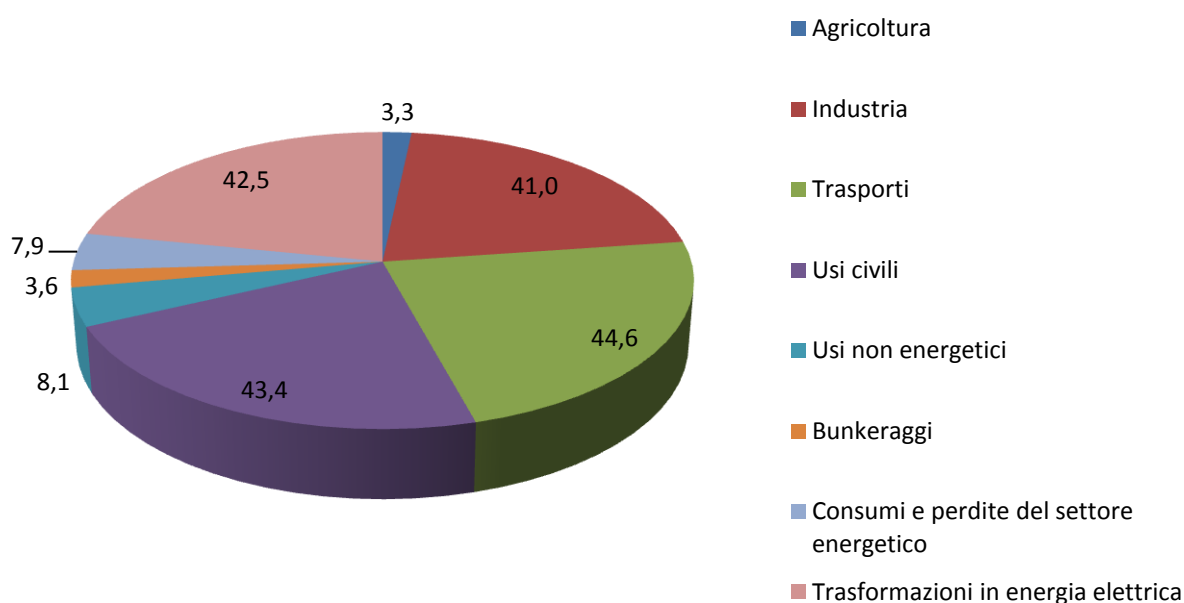
Nella tabella 2 è invece riportato il dato nazionale italiano inerente ai consumi energetici suddiviso per area di utilizzo e relativo agli anni 2006 e 2007 :

Settore	Anno 2006		Anno 2007	
	Quantità (Mtep/anno)	%	Quantità (Mtep/anno)	%
Agricoltura	3,4	1,7	3,3	1,7
Industria	40,9	20,8	41,0	21,1
Trasporti	44,6	22,7	44,6	22,9
Usi civili	45,3	23,1	43,4	22,3
Usi non energetici	8,0	4,1	8,1	4,2
Bunkeraggi	3,5	1,8	3,6	1,9
Totale impieghi finali	145,7	74,2	144,0	74,1
Consumi e perdite del settore energetico	7,6	3,9	7,9	4,0
Trasformazioni in energia elettrica	42,9	21,9	42,5	21,9
Totale consumi	196,2	100,0	194,4	100,0

Tabella 2 - Consumi Energetici Italiani suddivisi per settore (Mtep/anno)

31

Consumi Energetici Italia in Mtep - Anno 2007



Dai dati della tabella 2 si evince che nel 2007 per la prima volta il settore dei trasporti è diventato il maggior consumatore di combustibili fossili, effettuando uno storico “sorpasso” verso il settore degli usi civili e della generazione di energia elettrica. Il settore di trasporti vale oggi quasi un quarto del consumo finale di energia primaria ed ha pertanto acquisito importanza cruciale ai fini delle azioni di risparmio energetico e riduzione delle emissioni di gas climalteranti.

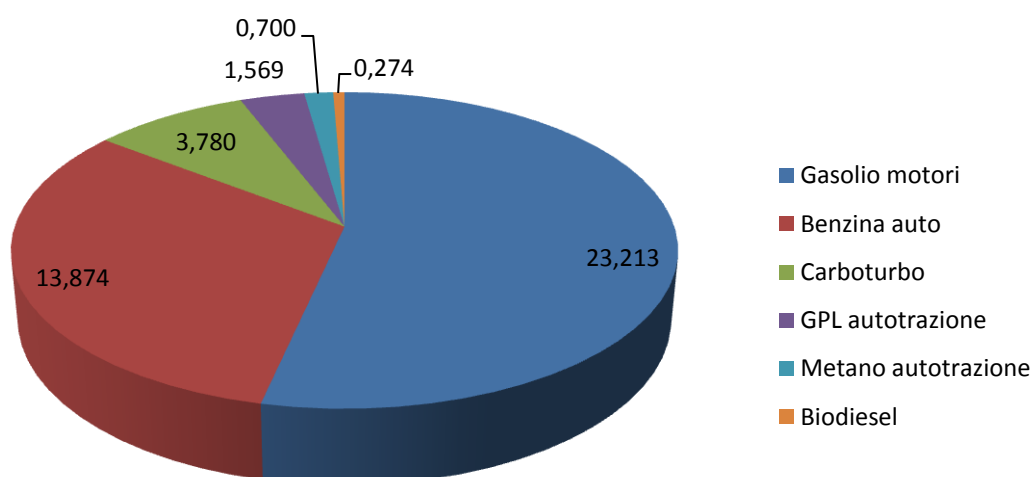
Vista l'importanza del settore trasporti ai fini dei consumi energetici e delle conseguenti emissioni di gas climalteranti, in modo particolare nell'ambito delle principali aree metropolitane ed urbane, in tabella 3 viene riportato l'andamento a consuntivo e previsionale con cadenza quinquennale dei consumi energetici nel settore dei trasporti suddiviso per tipo di combustibile dal 1990 fino al 2015.

Tipo combustibile	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Gasolio motori	16,575	16,633	18,320	23,213	23,046	21,735
Benzina auto	13,048	16,555	15,918	13,874	12,040	10,444
Carboturbo	2,083	2,895	3,715	3,780	4,559	4,822
GPL autotrazione	1,187	1,305	1,463	1,569	1,848	2,006
Metano autotrazione	0,300	0,300	0,400	0,700	1,100	1,500
Biodiesel	0	0	0,030	0,274	0,504	0,601
TOTALE :	33,193	37,688	39,846	43,410	43,097	41,108

Tabella 3 - Consumi energetici nel settore trasporti suddivisi per carburante (Mtep/anno)

32

Consumi Combustibili per i Trasporti in Italia in Mtep - Anno 2005



Dai dati riportati in tabella 3 si evidenzia chiaramente nel periodo 2000-2005 una diminuzione del consumo di benzina del 12,8% ed una crescita del consumo di gasolio del 26,7%. Questo fenomeno è imputabile principalmente alla sostituzione avvenuta nel parco auto che oggi è composto per quasi il 50% da autovetture con motore diesel. Nello stesso periodo 2000-2005 si è registrato un parallelo incremento nei consumi di GPL per autotrazione del 7% e di metano per autotrazione del 75%, anch'esso imputabile al progressivo incremento nel numero di autoveicoli equipaggiati di motori atti al funzionamento con questi combustibili che però ha una numerosità notevolmente inferiore rispetto al parco autoveicoli alimentato con carburanti liquidi convenzionali.

Per quanto riguarda il biodiesel la dinamica di incremento nell'utilizzo di questo biocarburante e nella conseguente produzione nazionale od importazione, è guidata principalmente dai quantitativi percentuali imposti dalla direttiva europea 2003/30/CE dell'8 Maggio 2003 e dalla defiscalizzazione in esenzione da imposta di fabbricazione applicata dallo Stato. Per i prossimi anni l'utilizzo del biodiesel è comunque previsto in Italia principalmente in miscela con il gasolio per autotrazione con percentuali che vanno dal 2% al 5,75%.

2.3 Trend e suddivisione settoriale consumi energetici a livello regionale e provinciale

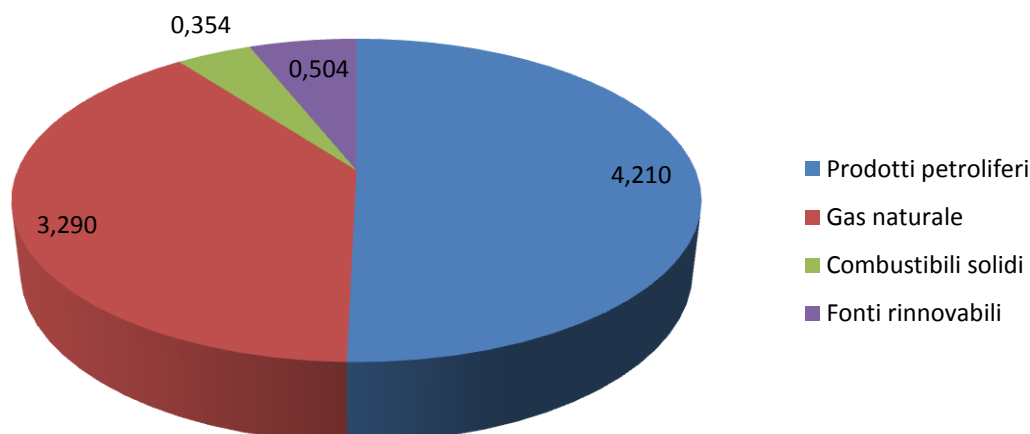
2.3.1 Consumi energetici a livello regionale

Per quanto attiene alla Regione Toscana, in Tabella 4 vengono riportati i consumi energetici suddivisi per tipologia di fonte primaria espressi in Mtep/anno aggiornati fino al 2005 :

Tipo combustibile	1995	2000	2001	2002	2003	2005
Prodotti petroliferi	3,652	3,776	3,842	3,910	3,910	4,210
Gas naturale	2,778	2,740	3,040	2,897	3,056	3,290
Combustibili solidi	0,232	0,513	0,245	0,443	0,335	0,354
Fonti rinnovabili	0,356	0,441	0,432	0,433	0,483	0,504
TOTALE :	7,018	7,470	7,559	7,683	7,784	8,358

Tabella 4 - Consumi Energetici Toscana suddivisi per fonte (Mtep/anno)

Consumi Combustibili in Toscana in Mtep - Anno 2005



La suddivisione dei consumi energetici nella Regione Toscana elaborata sui dati disponibili per settore di utilizzo è invece riportata nella Tabella 5 :

Settore	1995	2000	2001	2002	2003
Agricoltura	0,154	0,137	0,142	0,137	0,140
Industria	2,933	3,202	3,114	3,335	3,128
Civile	2,444	2,569	2,682	2,665	2,888
Trasporti	2,495	2,661	2,744	2,734	2,830
TOTALE :	8,026	8,569	8,682	8,871	8,986

Tabella 5 - Consumi Energetici Toscana suddivisi per settore (Mtep/anno)

Dalle due tabelle elencate in precedenza si deduce che a livello regionale fra il 2000 ed il 2005 il consumo di prodotti petroliferi è aumentato del 11,5% , quello di gas naturale del 20% mentre la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è aumentata del 14% , quasi interamente per l'incremento di potenza e produzione degli impianti geotermici localizzati nelle province di Pisa, Siena e Grosseto.

Per quanto riguarda l'andamento dei consumi elettrici a livello regionale, la tabella 6 riporta i dati dei consumi elettrici in GWh suddivisi per provincia nel periodo 2000-2007.

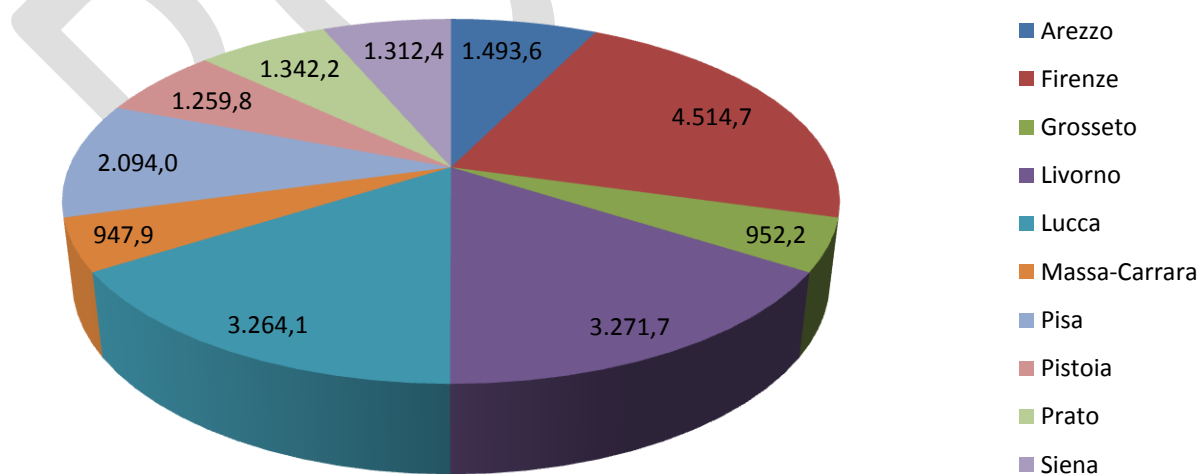
Provincia	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Arezzo	1.267,2	1.284,3	1.335,6	1.414,9	1.418,9	1.468,9	1.468,0	1.493,6
Firenze	3.870,6	3.976,4	4.146,2	4.311,5	4.369,9	4.461,0	4.539,9	4.514,7
Grosseto	786,2	799,4	815,1	864,3	853,4	884,8	952,9	952,2
Livorno	2.906,0	2.998,6	3.251,3	3.397,5	3.599,8	3.603,2	3.724,0	3.271,7
Lucca	2.950,8	2.982,5	3.024,7	3.172,4	3.205,5	3.260,6	3.277,2	3.264,1
Massa Carrara	887,7	927,1	974,8	914,5	919,3	910,5	942,1	947,9
Pisa	1.759,0	1.779,0	1.838,1	1.912,0	1.923,1	2.000,2	2.099,3	2.094,0
Pistoia	1.202,7	1.217,5	1.173,1	1.206,4	1.230,6	1.245,0	1.266,7	1.259,8
Prato	1.485,6	1.518,2	1.451,5	1.454,9	1.391,6	1.373,7	1.392,8	1.342,2
Siena	1.066,9	1.090,1	1.156,4	1.226,7	1.247,9	1.261,1	1.274,1	1.312,4
TOTALE :	18.182,6	18.573,2	19.166,7	19.875,1	20.160,1	20.469,1	20.937,1	20.452,5

Tabella 6 - Consumi Elettrici Province Toscane (GWh/anno)

Dalla tabella 6 si evidenzia che il consumo elettrico nella Regione Toscana nel 2007 è aumentato del 12,5% rispetto al 2000. Nel periodo 2000-2007 nella provincia di Firenze, che vanta la più alta concentrazione urbana della regione, il consumo elettrico è aumentato del 16,6% , mentre nella confinante provincia di Prato, che vanta una alta concentrazione industriale ed artigianale ed è in contiguità geografica all'area metropolitana di Firenze il consumo elettrico è diminuito del 9,6% .

35

Consumi elettrici province toscane in GWh Anno 2007



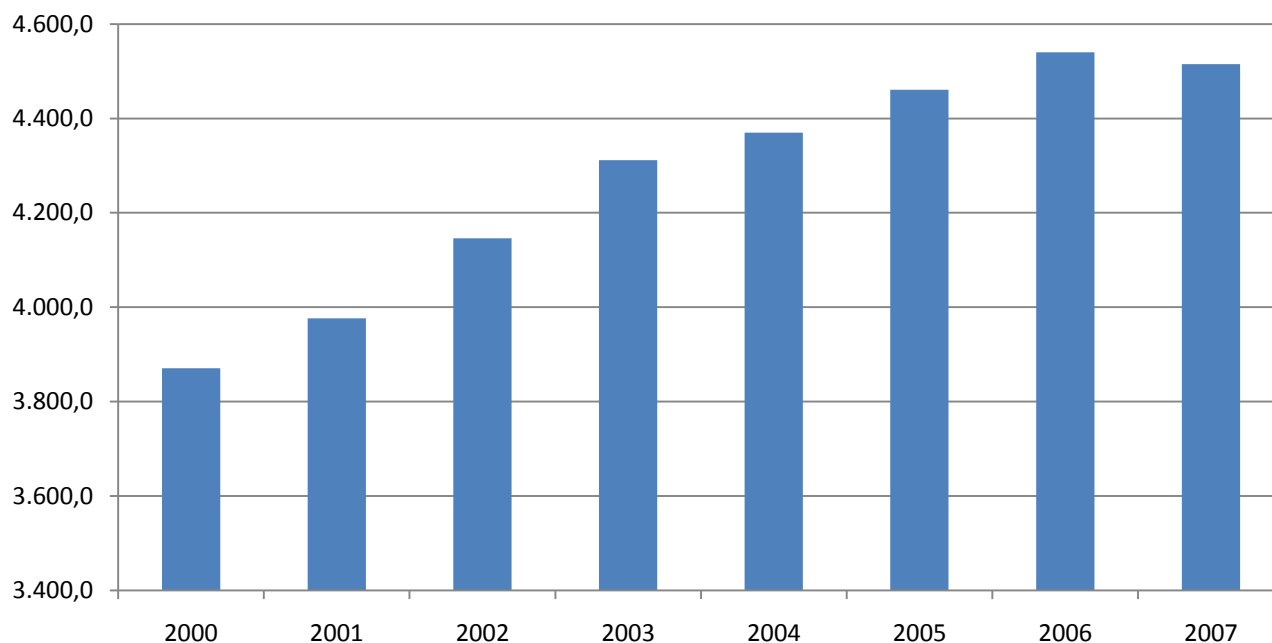
2.3.2 Consumi energetici a livello della provincia di Firenze

Il piano energetico provinciale della provincia di Firenze ha suddiviso il territorio in sistemi economici locali (SEL) composti dai Comuni come riportati nella Tabella 7

SEL	COMUNI
Area Fiorentina - Centrale	Bagno a Ripoli, Calenzano, Campi Bisenzio, Fiesole, Firenze, Lastra a Signa, Scandicci, Sesto Fiorentino, Signa
Area Fiorentina – Chianti	Greve in Chianti, Impruneta, San Casciano val di Pesa, Tavarnelle val di Pesa
Area Fiorentina – Mugello	Barberino di Mugello, Borgo San Lorenzo, Firenzuola, Marradi, Pallazzuolo sul Senio, San Piero a Sieve, Scarperia, Vaglia, Vicchio
Area Fiorentina – Valdarno Nord	Figline Valdarno, Incisa Valdarno, Reggello, Rignano sull'Arno
Area Fiorentina – Val di Sieve	Dicomano, Londa, Pelago, Pontassieve, Rufina, San Godenzo
Empoli – Valdelsa	Castelfiorentino, Certaldo, Gambassi Terme, Montaione
Empoli – Circondario	Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Fucecchio, Montelupo Fiorentino, Montespertoli, Vinci
Alta Val d'Elsa	Barberino Val d'Elsa

Tabella 7 - Suddivisione Provincia di Firenze in Sistemi Economici Locali

Consumi elettrici provincia di Firenze - GWh/anno



2.3.3 Consumi elettrici

Per quanto riguarda l'andamento dei consumi elettrici a livello della provincia di Firenze, la tabella 8 riporta la suddivisione dei consumi elettrici in GWh a livello di SEL verificatasi nel periodo quinquennale 2002-2006 :

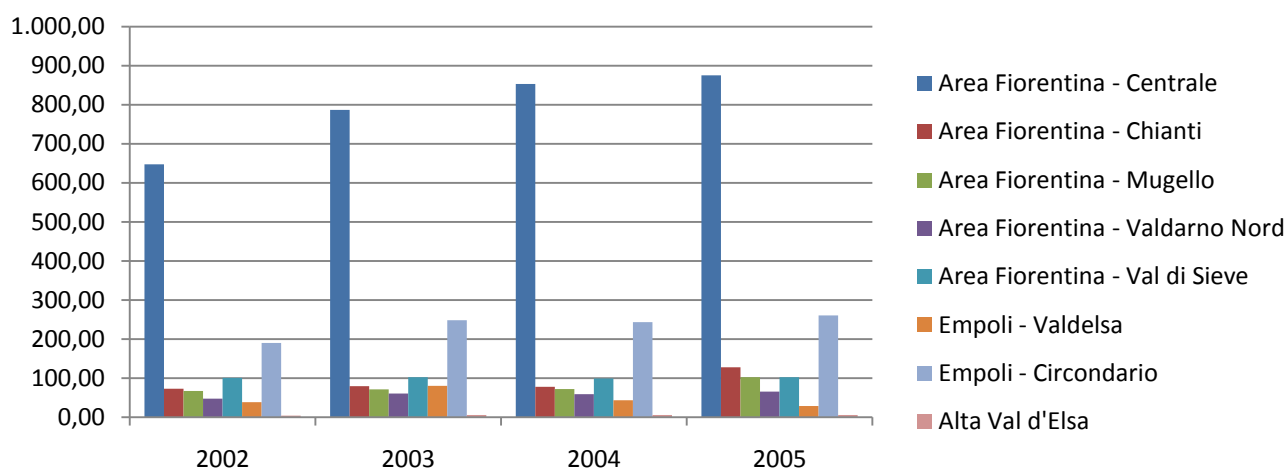
SEL provinciale	2002	2003	2004	2005	2006
Area Fiorentina - Centrale	2.448	2.571	2.588	2.657	2.704
Area Fiorentina – Chianti	244	254	255	254	266
Area Fiorentina – Mugello	282	292	286	280	286
Area Fiorentina – Valdarno Nord	240	247	259	257	258
Area Fiorentina – Val di Sieve	136	136	145	145	144
Empoli – Valdelsa	140	149	152	156	162
Empoli – Circondario	584	605	616	632	640
Alta Val d'Elsa	43	44	45	47	49
TOTALE :	4.117	4.298	4.356	4.428	4.509

Tabella 8 - Consumi Elettrici SEL Provincia di Firenze (GWh/anno)

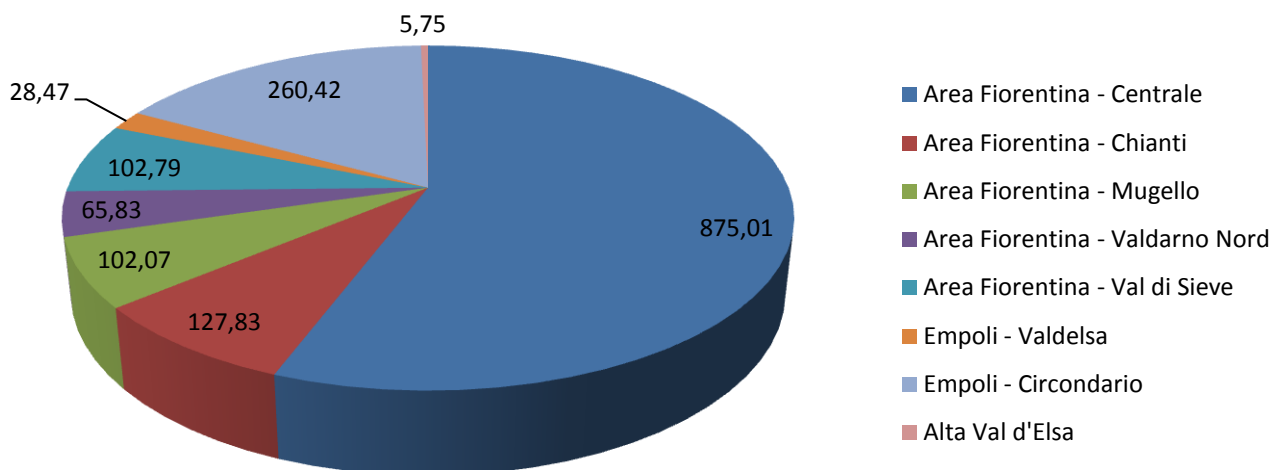
Nell'Area Fiorentina Centrale, dove si concentra il 60% del consumo elettrico provinciale, i consumi elettrici sono aumentati del 10,45% nel periodo 2002-2006

37

Consumi gas naturale provincia di Firenze in MSmc/anno



Consumi gas naturale provincia di Firenze in MSmc - Anno 2005



2.3.4 Consumi di gas naturale

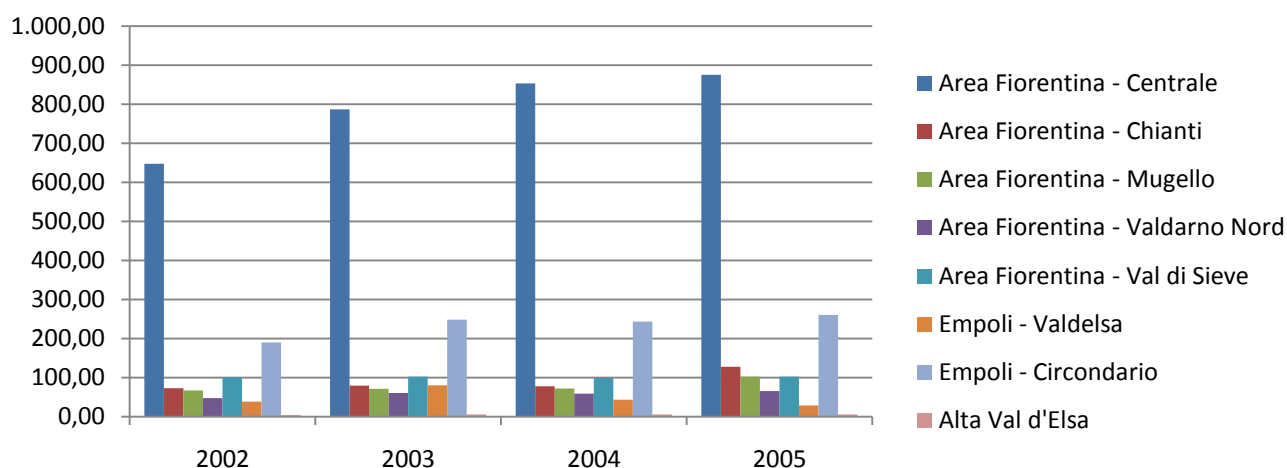
I consumi di gas naturale, in milioni di Standard metri cubi/anno a livello della provincia di Firenze suddivisi per SEL e relativi al periodo 2002-2005 sono riportati nella tabella 9 :

SEL provinciale	2002	2003	2004	2005
Area Fiorentina - Centrale	647,36	787,00	853,27	875,01
Area Fiorentina – Chianti	72,64	79,87	78,21	127,83
Area Fiorentina – Mugello	66,82	71,04	72,22	102,07
Area Fiorentina – Valdarno Nord	47,77	60,44	59,37	65,83
Area Fiorentina – Val di Sieve	101,08	102,28	99,19	102,79
Empoli – Valdelsa	38,82	79,91	43,72	28,47
Empoli – Circondario	190,48	247,88	243,50	260,42
Alta Val d'Elsa	4,45	5,49	5,41	5,75
TOTALE :	1.121,65	1.433,91	1.454,89	1.568,17

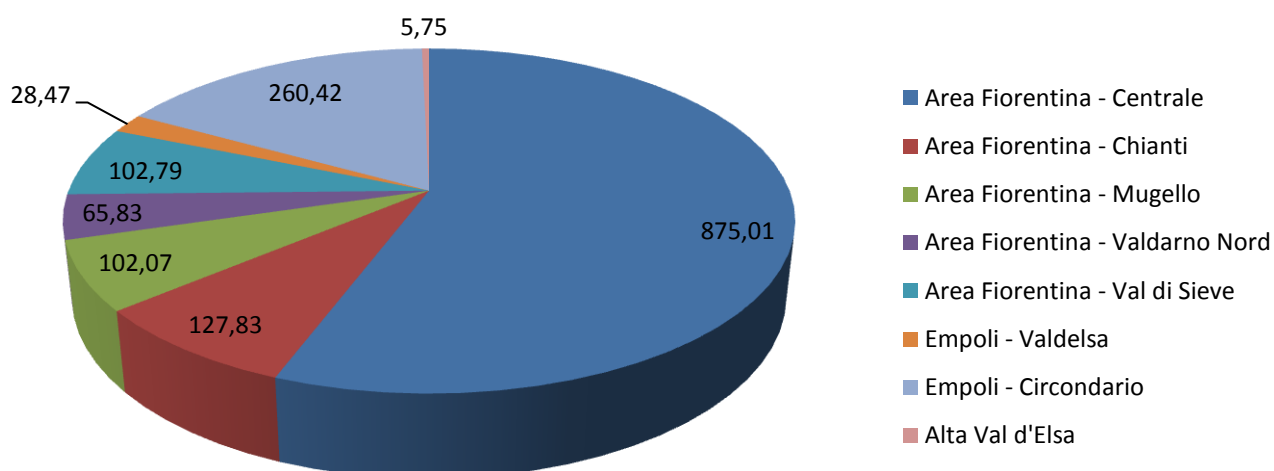
Tabella 9 - Consumi Gas Naturale SEL Provincia di Firenze (milioni di Smc/anno)

Nell'Area Fiorentina Centrale, dove si concentra il 56% del consumo provinciale di gas naturale (il Comune di Firenze da solo assorbe quasi il 40% del consumo provinciale), il consumo di gas naturale è aumentato del 35,2% nel periodo 2002-2005

Consumi gas naturale provincia di Firenze in MSmc/anno



Consumi gas naturale provincia di Firenze in MSmc - Anno 2005



2.3.5 Consumi petroliferi

Per quanto riguarda i consumi petroliferi gli unici dati a consuntivo reperibili sono quelli a livello provinciale forniti dall'Agenzia delle Dogane riportati in tabella 10 per il periodo 2000-2005.

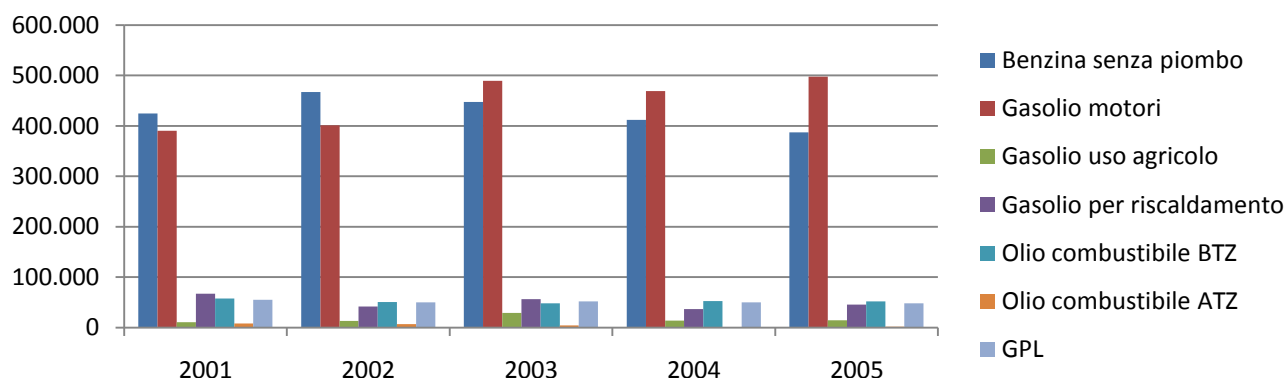
Sebbene sia difficile disaggregare questi dati a livello di SEL provinciale o di Comune in quanto influenzati dalla presenza dei carburanti per autotrazione (benzina, gasolio) e per riscaldamento che sono per natura “distribuiti” sul territorio si è comunque provveduto, per quanto attiene ai carburanti per autotrazione, ad effettuare una stima basandosi su dati derivanti da alcuni studi sulla mobilità e sostenibilità ambientale nell'Area Fiorentina (cioè l'area indicata come SEL Area Fiorentina – Centrale nel piano energetico provinciale) che si ritengono validi per quantificare i consumi energetici ed i conseguenti livelli di emissioni di CO₂ in atmosfera.

In tabella 10 viene comunque riportata la tabella dell'andamento dei consumi di prodotti petroliferi nella provincia di Firenze negli anni 2001-2005 espressi in tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) :

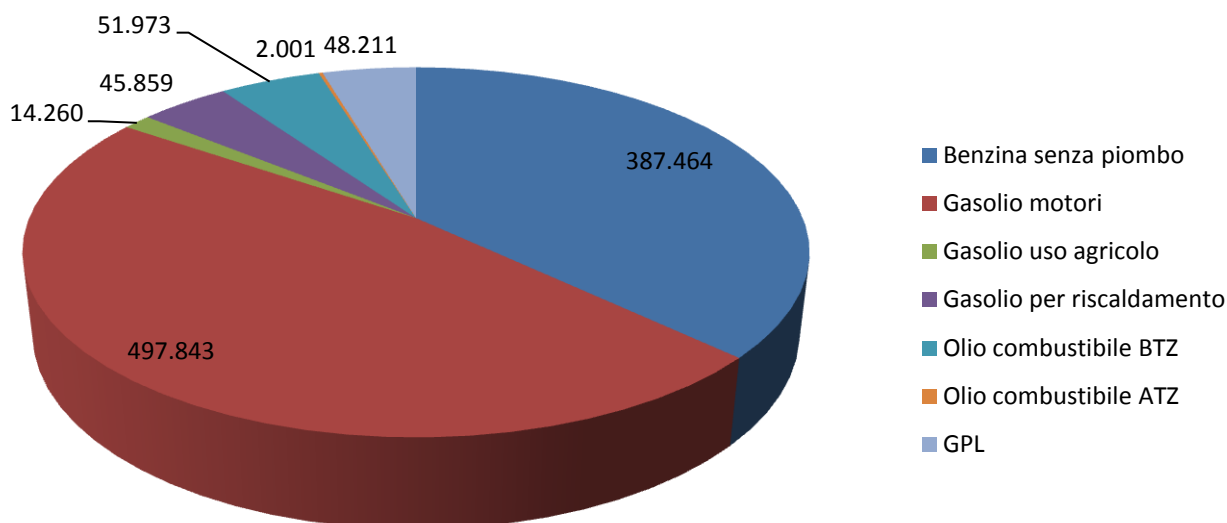
Tipo combustibile	2001	2002	2003	2004	2005
Benzina super	68.734	0	0	0	0
Benzina senza piombo	424.397	467.332	447.545	411.902	387.464
Gasolio motori	390.509	401.339	489.507	469.084	497.843
Gasolio uso agricolo	10.765	13.312	28.874	13.902	14.260
Gasolio per riscaldamento	67.091	41.796	56.567	39.569	45.859
Olio combustibile BTZ	57.863	50.800	48.331	52.422	51.973
Olio combustibile ATZ	8.106	7.152	4.119	1.272	2.001
GPL	55.042	50.171	51.683	50.202	48.211
TOTALE :	1.082.506	1.031.902	1.125.726	1.038.353	1.047.512

Tabella 10 - Consumi prodotti petroliferi in provincia di Firenze (Tep/anno)

Consumi prodotti petroliferi provincia di Firenze (TEP)



Consumi prodotti petroliferi provincia di Firenze in TEP - Anno 2005



Dai dati della tabella 10 si può notare che nell'ambito territoriale della provincia di Firenze nel periodo 2001-2005 il consumo di benzina è diminuito del 21% mentre quello di gasolio è aumentato del 27% riflettendo pertanto su scala provinciale il trend nazionale di progressivo incremento del parco autoveicoli alimentato con motore diesel ed il corrispondente decremento del parco autoveicoli alimentato con motori a benzina.

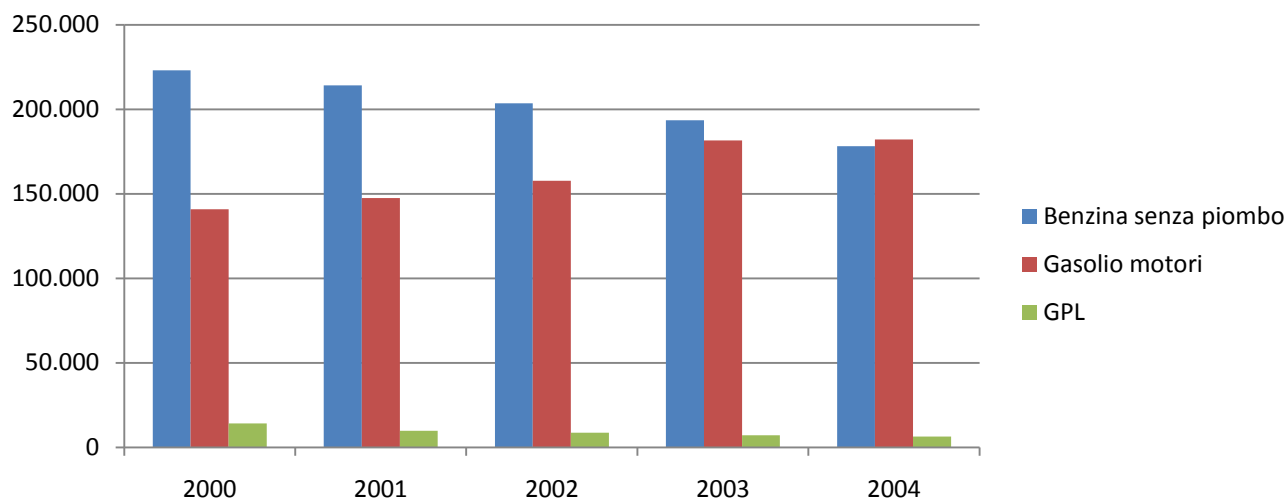
Per quanto attiene ai combustibili da caldaie il trend è di progressiva diminuzione attribuibile con ogni probabilità alla progressiva espansione della rete di distribuzione del gas naturale ed alla sostituzione del gas naturale agli altri combustibili.

Per quanto riguarda invece il SEL Area Fiorentina – Centrale, i dati inerenti al consumo di combustibili per autotrazione sono riportati in tabella 11 :

Tipo combustibile	2000	2001	2002	2003	2004
Benzina senza piombo	222.976	214.224	203.526	193.505	178.172
Gasolio motori	140.842	147.410	157.656	181.509	182.062
GPL	14.219	9.720	8.694	7.208	6.376
TOTALE :	378.037	371.354	369.876	382.222	366.610

Tabella 11 - Consumi prodotti petroliferi SEL Area Fiorentina Centrale (Tep/anno)

Consumi prodotti petroliferi Area Fiorentina in TEP

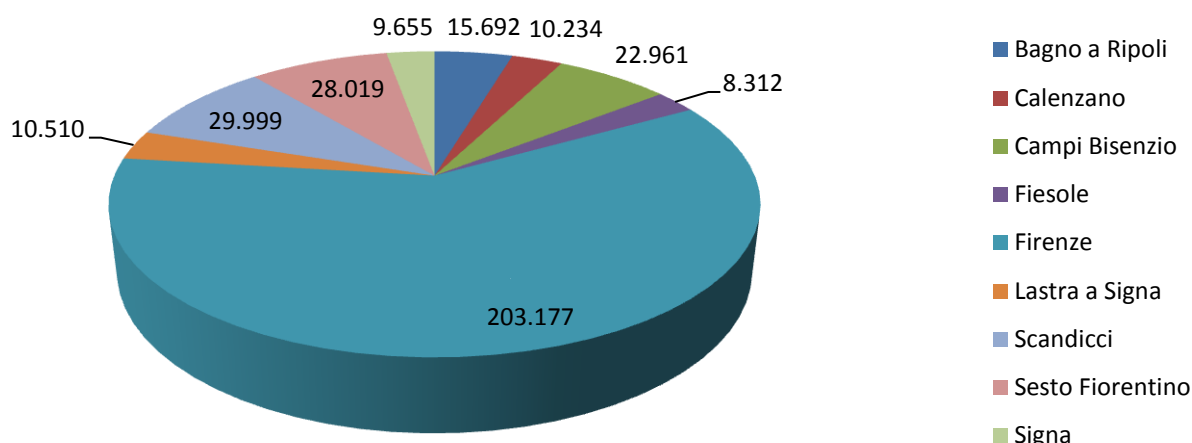


Nella tabella 12 infine si riporta il numero di autoveicoli circolanti nel 2004 suddiviso fra i comuni dell'Area Fiorentina :

Comune	Numero autoveicoli circolanti nel 2004	%
Bagno a Ripoli	15.692	4,63
Calenzano	10.234	3,03
Campi Bisenzio	22.961	6,78
Fiesole	8.312	2,45
Firenze	203.177	60,01
Lastra a Signa	10.510	3,10
Scandicci	29.999	8,86
Sesto Fiorentino	28.019	8,28
Signa	9.655	2,86
AREA FIORENTINA :	338.559	100,00

Tabella 12 - Autoveicoli circolanti nell'Area Fiorentina Centrale (numero)

Autoveicoli circolanti nell'Area Fiorentina - Anno 2004



Come si può evincere dalle tabelle 11 e 12 il consumo medio annuo di combustibili per autotrazione da parte di un tipico autoveicolo circolante nell'Area Fiorentina Centrale è pari a circa 1.082 kg di idrocarburi raffinati, circa 3 kg al giorno in media per veicolo.

43

2.4 *Trend e suddivisione settoriale consumi energetici nel territorio comunale di Scandicci*

Per quanto riguarda il territorio del Comune di Scandicci si ritiene opportuno riportare i dati relativi alle principali aree di consumo energetico suddivise come di seguito :

- Consumi elettrici (consuntivo)
- Consumi gas naturale e GPL per riscaldamento (consuntivo)
- Consumi prodotti petroliferi (stima)

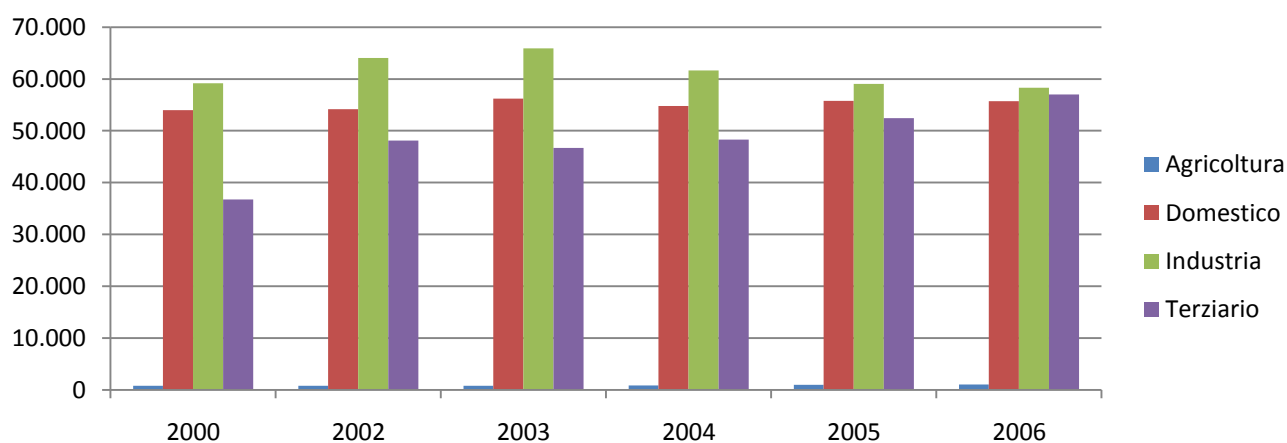
Per quanto riguarda i consumi elettrici è necessario annotare che a seguito dell'entrata in vigore della liberalizzazione elettrica nell'anno 2000 è diventata di difficile reperibilità la disponibilità dei dati relativi ai consumi elettrici dei clienti operanti nel mercato libero (sostanzialmente aziende industriali e grande distribuzione) a livello comunale, in passato tenuta dall'ENEL (oggi ENEL Distribuzione s.p.a.), in quanto oggetto di concorrenza commerciale fra i vari fornitori di energia elettrica. Lo stesso fenomeno si è verificato a partire dal 1 Luglio 2007 per i clienti del mercato vincolato, in quanto da tale data è entrata in vigore la liberalizzazione anche di questo mercato. Questo comporta che gli unici dati di consumo elettrico disponibili rimarranno quelli forniti a livello provinciale da Terna s.p.a. e riportati in Tabella 6.

Nella Tabella 13 si riporta l'andamento dei consumi elettrici in MWh nel territorio di Scandicci nel periodo 2000-2006 suddivisi per settore :

Settore	2000	2002	2003	2004	2005	2006
Agricoltura	815	816	813	886	971	1028
Domestico	53.973	54.157	56.224	54.782	55.777	55.718
Industria	59.162	64.067	65.904	61.660	59.065	58.305
Terziario	36.766	48.132	46.702	48.288	52.454	57.005
TOTALE :	149.719	167.191	169.642	165.616	168.267	172.056

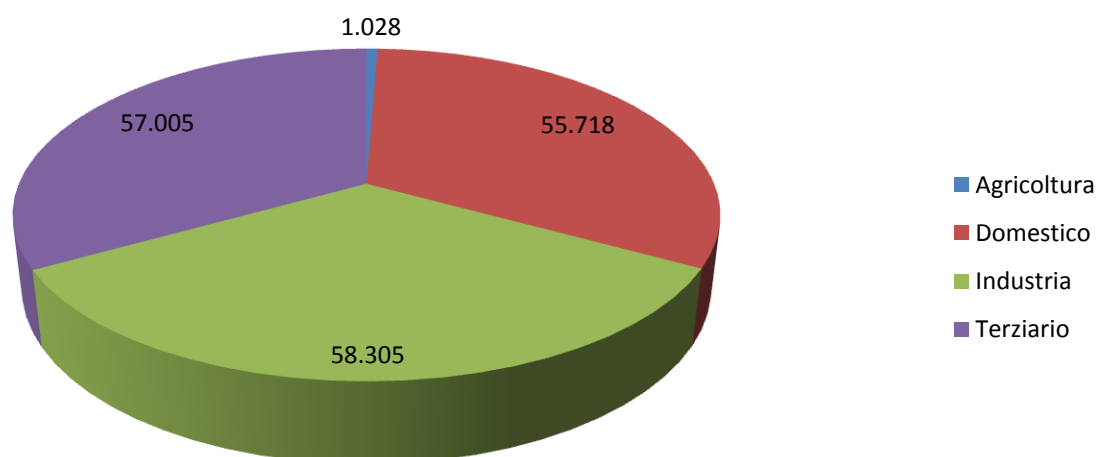
Tabella 13 - Consumi elettrici territorio Comune di Scandicci (MWh/anno)

Consumi elettrici Scandicci in MWh



44

Consumi elettrici Scandicci (MWh) - Anno 2006



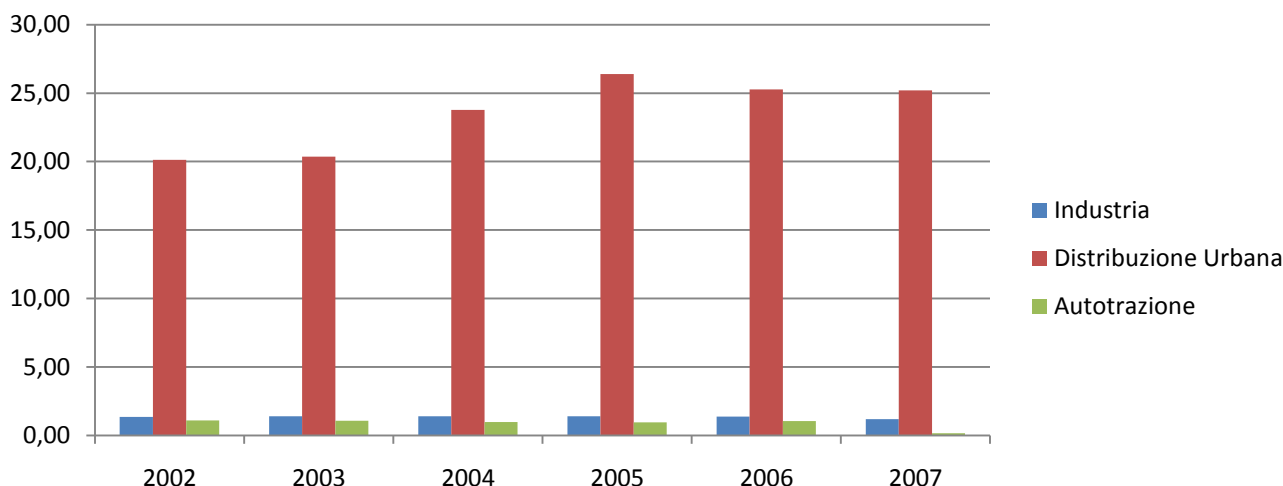
Il consumo elettrico nel territorio del Comune di Scandicci è aumentato del 15% nel periodo 2000-2007. Il settore dove si è rilevato l'incremento di consumo più rilevante è il terziario dove il consumo è aumentato del 55% mentre nell'industria è calato dell'1,4% e nel domestico è aumentato del 3%. L'agricoltura nello stesso periodo ha evidenziato un incremento di consumo del 26%, ma il suo peso sul totale dei consumi elettrici nel territorio comunale è solo dello 0,6%.

La Tabella 14 riporta invece l'andamento dei consumi di gas naturale in milioni di Smc. nel territorio di Scandicci.

Settore	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Industria	1,36	1,39	1,41	1,40	1,37	1,20
Distributore (Estra)	20,13	20,36	23,77	26,40	25,27	25,20
Autotrazione	1,10	1,08	0,99	0,96	1,04	1,16
TOTALE :	22,16	22,83	26,18	28,76	27,68	27,56

Tabella 14 - Consumi gas naturale territorio Comune di Scandicci (milioni Smc/anno)

Consumi gas naturale Scandicci (MSmc)



Il consumo di gas appare stabile nell'industria e nel metano per autotrazione mentre è invece aumentato del 25% per gli utilizzi residenziali e commerciali serviti dalla locale società di distribuzione del gas nel periodo 2002-2007. Le variazioni nella quantità di gas naturale fornite dal distributore urbano sono probabilmente attribuibili alla contemporanea diminuzione dei consumi di gasolio da riscaldamento ed in parte anche a motivazioni climatiche.

Relativamente ai consumi di Gas di Petrolio Liquefatto (GPL) ad uso riscaldamento distribuito in forma liquida tramite bomboloni ed in forma gassosa tramite impianti di gas canalizzato, si riportano in Tabella 15 i consumi di GPL rilevati nel territorio comunale di Scandicci, espressi in tonnellate.

GPL	2003	2004	2005	2006	2007
Canalizzato gassoso (mc) :	3.125	17.436	24.340	32.855	28.048
Liquido in bomboloni (litri) :	147.776	211.999	202.011	165.673	133.492
TOTALE EQUIVALENTE (Tonnellate) :	81,21	140,72	148,54	145,93	120,53

Tabella 15 - Consumi GPL riscaldamento territorio Comune di Scandicci

Per quanto riguarda il settore dei trasporti, con riferimento ai dati riportati nelle tabelle 11 e 12 è possibile stimare il consumo medio di combustibili per autotrazione nel territorio del Comune di Scandicci semplicemente moltiplicando il consumo medio annuo di un tipico autoveicolo dell'Area Fiorentina Centrale per il numero di autoveicoli immatricolati con sede nel territorio comunale di Scandicci.

Riteniamo però che questa modalità di calcolo dei dati sia troppo approssimativa perché non considera tutta una serie di approfondimenti relativi alla mobilità automobilistica nell'Area Fiorentina che sono da tempo oggetto di studio ai fini della realizzazione di opere di mobilità alternative alla trazione stradale. Inoltre va anche considerato che nel territorio comunale di Scandicci ha sede una grossa società di autonoleggio flotte aziendali che immatricola un numero elevato di autoveicoli che non circolano all'interno dell'Area Fiorentina Centrale e che quindi "falsa" il valore del parco autoveicoli realmente circolante nel territorio comunale.

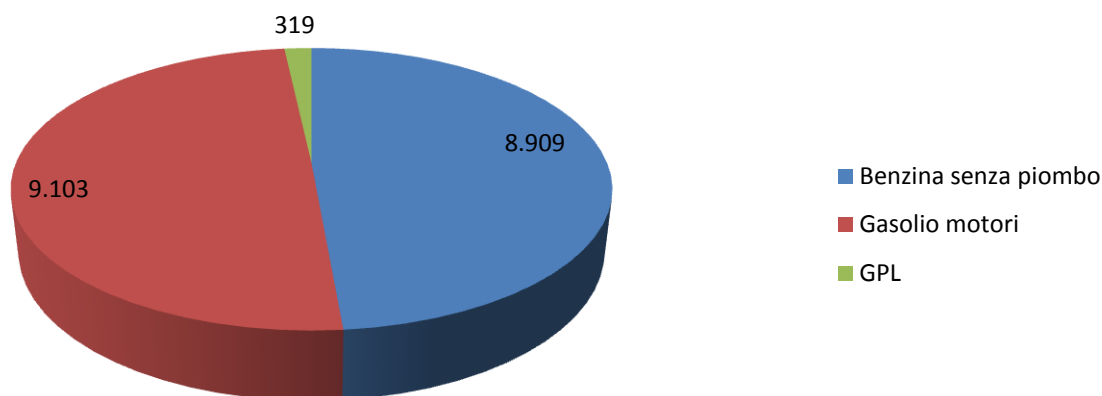
Si ritiene pertanto più corretto attribuire al settore trasporti nel Comune di Scandicci un valore medio ponderato, comprendente gli altri fattori legati alla mobilità, che assegna al parco auto veicolare ubicato nel territorio di Scandicci un consumo di combustibili pari al 5% del consumo di combustibili dell'intera Area Fiorentina Centrale, invece che all'8,86% come sarebbe se si facesse un riferimento proporzionale al parco auto veicolare con sede nel territorio di Scandicci.

I consumi di combustibili per autotrazione nel territorio di Scandicci sono pertanto stimati nell'anno 2004 come riportato nella colonna "Quantità (5% Area Fiorentina)" della Tabella 16.

Combustibile per autotrazione	Quantità (5% Area Fiorentina) (tep)	Quantità (8,86% Area Fiorentina) (tep)
Benzina senza piombo	8.909	15.786
Gasolio motori	9.103	16.131
GPL	319	565
TOTALE :	18.331	34.482

Tabella 16 - Consumi prodotti petroliferi nel territorio del Comune di Scandicci (Tep/anno)

Consumi autotrazione Scandicci (TEP) - Anno 2004



2.5 Emissioni conseguenti ai consumi energetici nel territorio comunale

Per una corretta quantificazione delle emissioni di anidride carbonica (CO_2) che costituisce il principale gas climalterante è necessario utilizzare dei fattori di conversione della combustione dei combustibili primari in CO_2 che derivano dalle formule stechiometriche della combustione, come ad esempio quella del metano che specifica che la combustione di 1 kg di metano sprigiona 2,75 kg di CO_2 .

Tuttavia poiché le statistiche dei consumi energetici sono generalmente espresse in unità commerciali, ad esempio GWh per i consumi elettrici o tonnellate per i prodotti petroliferi, per effettuare la valutazione delle conseguenti emissioni di CO_2 in atmosfera bisogna fare riferimento a dei fattori di conversione specifici riferiti all'unità di consumo (ad esempio g/kWh) che sono a loro volta legati al rendimento del processo di conversione da una unità energetica in un'altra (ad esempio da tonnellate di olio combustibile in GWh).

2.5.1 Emissioni attribuibili ai consumi elettrici

Le emissioni derivanti dai consumi elettrici non hanno fisicamente luogo all'interno del territorio del Comune di Scandicci ma presso le centrali termoelettriche di generazione che, nel caso della Toscana sono ubicate prevalentemente in provincia di Livorno.

Nonostante ciò è corretto effettuare una valutazione di quale è la quantità di emissioni di CO_2 imputabile alle attività ed ai cittadini ubicati nel territorio del Comune di Scandicci dovuto ai consumi elettrici.

Per il calcolo di questa quantità riteniamo corretto utilizzare un fattore di conversione ponderato delle emissioni specifiche del parco impianti di generazione elettrica ubicati in Toscana considerato anche che la Toscana ha un elevato grado di autosufficienza energetica nel settore elettrico (circa il 90% dell'energia elettrica consumata è prodotto all'interno della regione) ed una percentuale di produzione elettrica da fonti rinnovabili decisamente più elevato della media nazionale grazie alla presenza degli impianti geotermoelettrici.

La tabella sotto riporta i valori di emissione specifica di CO_2 considerati :

Tipo generazione elettrica	Emissioni specifiche CO₂
Idroelettrica	0 g/kWh
Geotermoelettrica	0 g/kWh
Eolica	0 g/kWh
Fotovoltaica	0 g/kWh
Termoelettrica convenzionale	710 g/kWh

Tabella 17 – Emissioni specifiche di CO₂ a seconda del tipo di generazione elettrica

Il valore di emissioni per la generazione termoelettrica convenzionale è riferito ad alimentazione ad olio combustibile con rendimento elettrico del 39% (standard a livello nazionale utilizzato da ENEA e Terna per le statistiche delle emissioni derivanti dalla generazione termoelettrica considerando il rendimento medio del parco centrali termoelettriche italiane).

Poiché la generazione elettrica in Toscana è stata effettuata nel 2007 con il mix di fonti indicato nella tabella sotto :

Tipo produzione elettrica	Produzione (GWh)	Emissioni cumulative CO₂ (Migliaia di tonnellate)
Idroelettrica	486,6	0
Geotermoelettrica	5.242,8	0
Eolica	37,1	0
Fotovoltaica	2,0	0
Termoelettrica convenzionale	13.543,2	9.615,67
Importazione da altre regioni	2.826,6	2.006,88
TOTALE	22.138,3	11.622,55

Tabella 18 – Generazione elettrica in Toscana nel 2007

E' possibile ricavare un fattore di conversione dei consumi elettrici in emissioni di CO₂, ponderato sul parco di generazione elettrica regionale toscano, che risulta pari a 525 g/kWh .

Pertanto parametrando questo dato ai consumi elettrici rilevati nel territorio del Comune di Scandicci nel 2007 si ottiene un quantità di emissioni di CO₂ pari a :

$$(172.056/1000) \times 525 = 90.329 \text{ tonnellate di CO}_2$$

Tale quantità di emissioni di CO₂ è pari allo 0,77% delle emissioni totali attribuibili al consumo elettrico della Toscana.

2.6 Emissioni attribuibili ai consumi termici

Per quanto attiene alle emissioni per consumi termici, le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione degli idrocarburi si ricavano dai rapporti stechiometrici indicati nella tabella seguente :

Tipo di combustibile	Emissioni specifiche CO₂
Gas naturale (metano)	2,75 kg CO ₂ /kg metano
Gasolio	3,1 kg CO ₂ /kg gasolio
Olio combustibile	3,1 kg CO ₂ /kg o.c.
GPL	3,0 kg CO ₂ /kg GPL
Benzina	3,1 kg CO ₂ /kg benzina

Tabella 19 – Emissioni specifiche di CO₂ da idrocarburi

Effettuando le conversioni si ottengono pertanto le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione di gas naturale nel territorio del Comune di Scandicci riportate nella Tabella 20

Settore	Consumo di gas naturale (milioni di Smc)	Emissioni di CO₂ (tonnellate)
Industria	1,20	2.442
Distributore (Estra)	25,20	51.282
TOTALE :	26,40	53.724

Tabella 20 - Emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione di gas naturale per uso termico nel territorio del Comune di Scandicci (tonnellate)

2.6.1 Emissioni attribuibili ai combustibili per autotrazione impiegati sul territorio di Scandicci

Per quanto attiene alle emissioni causate dall'utilizzo di combustibili nel settore dei trasporti queste vengono valutate sulla base della stima di consumo di combustibili per autotrazione riportate nella colonna "Quantità (5% Area Fiorentina) della tabella 16 a cui sono stati aggiunti i consumi di metano per autotrazione, valutando ai fini della stima che l'intera quantità di emissioni inerenti all'utilizzo di questo combustibile sia generata da veicoli ubicati nel territorio del Comune di Scandicci.

Combustibile per autotrazione	Quantità (5% Area Fiorentina) (tep)	Emissioni di CO₂ (tonnellate)
Benzina senza piombo	8.909	27.618
Gasolio motori	9.103	28.219
GPL	319	957
Metano per autotrazione	693	1.906
TOTALE :	18.331	58.700

Tabella 21 - Emissioni di CO₂ del parco auto veicolare a Scandicci (Tonnellate/anno)

2.6.2 Riassunto delle emissioni nel territorio di Scandicci

In Tabella 22 vengono riportate a titolo riassuntivo le emissioni, consuntivate e stimate, di CO₂ attribuibili al territorio del Comune di Scandicci nel 2007 :

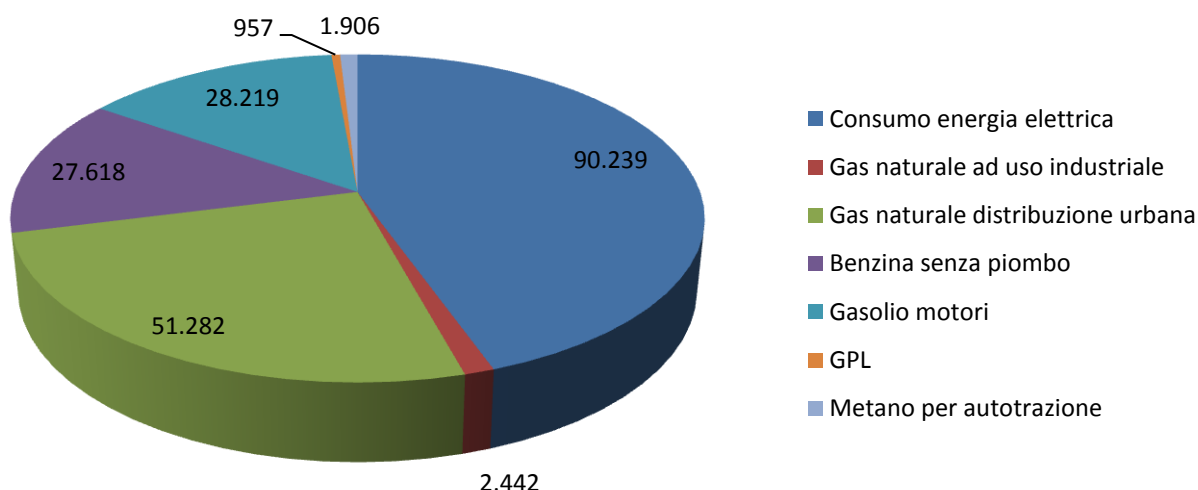
Settore	Emissioni di CO ₂ (tonnellate)
Energia elettrica	90.329
Trasporti (incluso metano e GPL)	58.700
Usi termici - Gas metano	53.724
Usi termici – GPL riscaldamento	361
TOTALE :	203.115

Tabella 22 - Emissioni di CO₂ nel territorio del Comune di Scandicci (Tonnellate/anno)

Se si divide il totale delle emissioni per il numero degli abitanti di Scandicci come risultante dal censimento del 2001 (50.136 abitanti) si ottiene un livello di emissioni di CO₂ di circa 4 tonnellate pro-capite attribuibile a tutti i consumi energetici (energia elettrica, trasporti, usi termici) del territorio.

Emissioni di CO₂ a Scandicci (tonnellate) suddivise per fonte di provenienza

50



2.6.3 Produzione Energetica nel territorio comunale

Il territorio del Comune di Scandicci è sostanzialmente un territorio urbano facente parte dell'area metropolitana fiorentina con una propaggine agricola. Come nella maggioranza dei territori di questo tipo, ubicati anche in altre aree metropolitane italiane, non vi sono attualmente all'interno del territorio comunale impianti di generazione elettrica di potenza significativa.

A Febbraio 2009 risultano installati all'interno del territorio comunale gli impianti di generazione elettrica riportati in Tabella 23:

Proprietario	Tipologia impianto	Utilizzo
Supermercati PAM s.p.a.	Motore alternativo	Gruppo elettrogeno di soccorso
Unicoop Firenze s.c.r.l.	Motore alternativo	Gruppo elettrogeno di soccorso
Unicoop Firenze s.c.r.l.	Fotovoltaico	Produzione energia rinnovabile
Società Minimercati Cooperativi s.r.l.	Motore alternativo	Gruppo elettrogeno di soccorso
Frigel Firenze s.p.a.	Motore alternativo	Generazione elettrica
Frigel Firenze s.p.a.	Fotovoltaico	Produzione energia rinnovabile
Fattoria San Michele a Torri	Fotovoltaico	Produzione energia rinnovabile
Baldassini-Tognozzi-Pontello	Motore alternativo	Generazione elettrica

Tabella 23 - Produzione Energetica territorio Comune di Scandicci

Come si può desumere dalla tabella vi sono due categorie di impianti generatori elettrici :

- Gruppi elettrogeni
- Impianti fotovoltaici

I gruppi elettrogeni sono utilizzati per due tipologie di servizio :

- Servizio di soccorso per garantire il mantenimento della temperatura di conservazione nelle celle frigorifere in caso di mancanza di alimentazione elettrica dalla rete come nei casi di Unicoop Firenze, Supermercati PAM e Società Minimercati Cooperativi.
- Integrazione temporanea della potenza disponibile alla cabina elettrica MT/BT di fornitura dalla rete per operazioni di collaudo impianti, come nel caso della Frigel, oppure di azionamento macchinari e servizi di cantiere come nel caso della Baldassini-Tognozzi-Pontello impegnata in opere di costruzione della terza corsia dell'autostrada A1.

Queste tipologie di utilizzo sono abbastanza tipiche per l'utilizzo dei gruppi elettrogeni. L'utilizzo di integrazione temporanea ai fini di operazioni di collaudo all'interno di aziende o per l'utilizzo in cantieri edili è in molti casi giustificato anche dalle problematiche inerenti ai lunghi tempi ed elevati costi fissi richiesti in molti casi per l'allacciamento alla rete elettrica in media tensione nonché dalle difficoltà di ottenimento di incrementi di potenza dovuti alla crescente inadeguatezza della rete di distribuzione elettrica in media tensione in aree caratterizzate dall'insediamento di nuove attività produttive che causano significativi incrementi nella potenza installata e nei consumi elettrici.

In ogni caso l'esercizio di questi gruppi elettrogeni è legato ad operazioni occasionali e pertanto non possono essere considerati come impianti generatori elettrici in servizio continuo ed anche le loro emissioni di CO₂ hanno carattere trascurabile.

Relativamente agli impianti ad energie rinnovabili è opportuno menzionare che le società Frigel, Unicoop Firenze, e Fattoria San Michele a Torri si sono dotate anche di impianti fotovoltaici per la generazione elettrica.

La società Unicoop Firenze ha installato un impianto fotovoltaico di dimensione significativa (570 kWp) per una estensione di circa 5200 mq. sulla copertura dei capannoni del nuovo centro di distribuzione merci realizzato nel 2002 ed ubicato in località Pratoni.

Tale impianto è entrato in esercizio nel Luglio 2008 ed ha avuto la seguente produzione elettrica :

Mese	Produzione Elettrica (kWh)
Luglio 2008	20.356
Agosto 2008	94.809
Settembre 2008	72.425
Ottobre 2008	52.245
Novembre 2008	36.040
Dicembre 2008	26.445
Gennaio 2009	33.108
Febbraio 2009	45.820
Marzo 2009	66.250
Aprile 2009	77.358
TOTALE :	524.856

Tabella 24 – Produzione elettrica 2008/2009 dell'impianto di proprietà di UNICOOP Firenze

52

Unicoop Firenze stima che la produzione elettrica annuale dell'impianto fotovoltaico coprirà circa il 10% dei consumi elettrici del centro distribuzione merci di Scandicci – Pratoni che ha una potenza elettrica installata di 2,25 MW ed un consumo elettrico annuo attorno a 7000 MWh.

La società Frigel ha invece approfittato della realizzazione del nuovo immobile aziendale ubicato a Scandicci per prevedere sin dall'inizio l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza 175,6 kWp sul tetto del fabbricato. Tale scelta è stata effettuata dalla proprietà assieme al progettista che hanno optato sin dall'inizio per una progettazione ed una costruzione che fossero energeticamente autosufficienti ed ecosostenibili mediante autoproduzione elettrica per autoconsumo tramite l'utilizzo di fonti rinnovabili.

L'impianto fotovoltaico della società Frigel è entrato in esercizio nel Maggio 2008 ed ha avuto la seguente produzione elettrica :

Mese	Produzione Elettrica (kWh)
Maggio 2008	14.416
Giugno 2008	25.555
Luglio 2008	27.401
Agosto 2008	28.846

Settembre 2008	21.028
Ottobre 2008	15.325
Novembre 2008	11.338
Dicembre 2008	8.370
Gennaio 2009	9.421
Febbraio 2009	13.089
Marzo 2009	19.796
Aprile 2009	21.318
TOTALE :	215.902

Tabella 25 - Produzione elettrica 2008/2009 dell'impianto di proprietà della società Frigel

La produzione elettrica dell'impianto fotovoltaico della Frigel ha coperto circa l'85% del consumo elettrico dello stabilimento, che effettua principalmente operazioni di progettazione ed assemblaggio di gruppi frigoriferi per circuiti di raffreddamento di macchine industriali..

Lo stabilimento Frigel è allacciato alla rete di media tensione dell'Enel tramite una cabina elettrica MT/BT utilizzata come punto di consegna dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico e come punto di prelievo di energia elettrica per i fabbisogni dello stabilimento eccedenti la produzione dell'impianto fotovoltaico.

Il gruppo elettrogeno viene utilizzato unicamente per le operazioni di collaudo degli impianti frigoriferi di maggiore dimensione che richiedono una potenza significativamente eccedente la potenza dell'impianto fotovoltaico e la potenza disponibile alla rete. Per poter collaudare impianti frigoriferi con frequenza di alimentazione a 60 Hz destinati al mercato extraeuropeo e per evitare disturbi alla rete di distribuzione elettrica ed all'impianto fotovoltaico è stato realizzato un circuito elettrico dedicato alimentato ad isola dal solo gruppo elettrogeno.

Il gruppo elettrogeno ha totalizzato circa 1200 ore di funzionamento, che sono congruenti con il tipo di utilizzo occasionale per i collaudi effettuato dall'azienda.

La fattoria San Michele a Torri, ubicata nell'omonima frazione del territorio collinare del Comune di Scandicci, ha installato nel 2008 un impianto fotovoltaico a terra della potenza di 29,484 kWp.

Questo impianto, il più piccolo fra quelli installati nel territorio del Comune di Scandicci, è entrato in esercizio nell'Aprile 2008 ed ha avuto la seguente produzione elettrica :

Mese	Produzione Elettrica (kWh)
Aprile 2008	2.914
Maggio 2008	3.430
Giugno 2008	3.638
Luglio 2008	4.634
Agosto 2008	4.597
Settembre 2008	3.538
Ottobre 2008	2.594
Novembre 2008	1.983
Dicembre 2008	1.322
Gennaio 2009	1.475
Febbraio 2009	2.461
Marzo 2009	2.773

Aprile 2009	3.420
Maggio 2009	4.693
TOTALE :	43.472

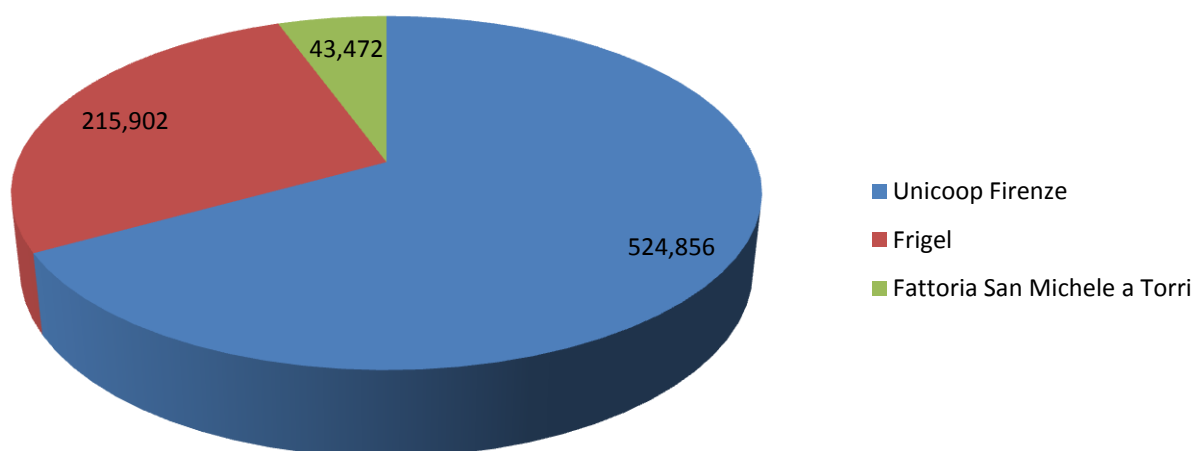
Tabella 26 - Produzione elettrica 2008/2009 dell'impianto di proprietà della Azienda Agricola San Michele a Torri

La produzione elettrica dell'impianto fotovoltaico della fattoria San Michele a Torri copre circa il 50% del fabbisogno di energia elettrica dell'azienda agricola che produce vino ed olio con agricoltura biologica nonché salumi tipici toscani in un allevamento proprio.

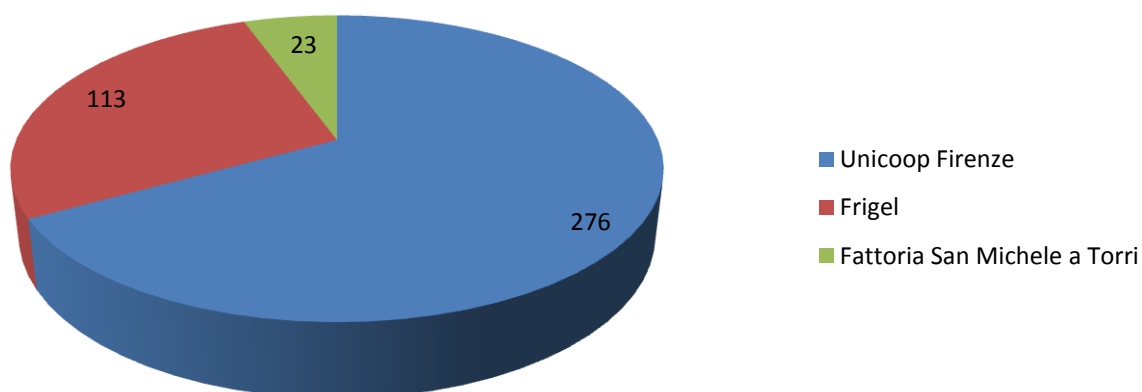
Alla luce della limitata potenza installata ed energia elettrica generata rispetto ai consumi elettrici delle utenze esistenti, si può pertanto concludere che il territorio del Comune di Scandicci è un centro di consumo energetico la cui unica significativa eccezione per quanto riguarda la produzione elettrica è costituita da circa 775 kWp di potenza elettrica installata in impianti fotovoltaici installati da privati sensibili alle problematiche della sostenibilità ambientale.

Tali impianti fotovoltaici danno comunque un apporto positivo, anche se piccolo, al bilancio energetico ambientale in quanto, con la loro produzione elettrica stimabile in circa 780 MWh/anno equivalente a circa lo 0,45% del consumo elettrico totale del territorio di Scandicci rilevato nell'anno 2006, comportano una riduzione di emissioni in atmosfera pari a circa 410 tonnellate di CO₂ all'anno, pari a circa lo 0,20% delle emissioni totali di CO₂ prodotte nel territorio del Comune di Scandicci.

Produzione elettrica fotovoltaica a Scandicci (MWh) - Anno 2008-2009



Emissioni di CO₂ evitate (tonnellate) Anno 2008-2009



3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 *Descrizione fisica*

Il comune di Scandicci si estende su un territorio di 59,75 km², dal fiume Arno fino al torrente Pesa che ne stabiliscono rispettivamente il confine settentrionale e meridionale.

Geograficamente è compreso, secondo il sistema ED 1950, UTM Zone 32N, fra i seguenti limiti:

Nord: 4850584

Est: 668005

Sud: 4839349

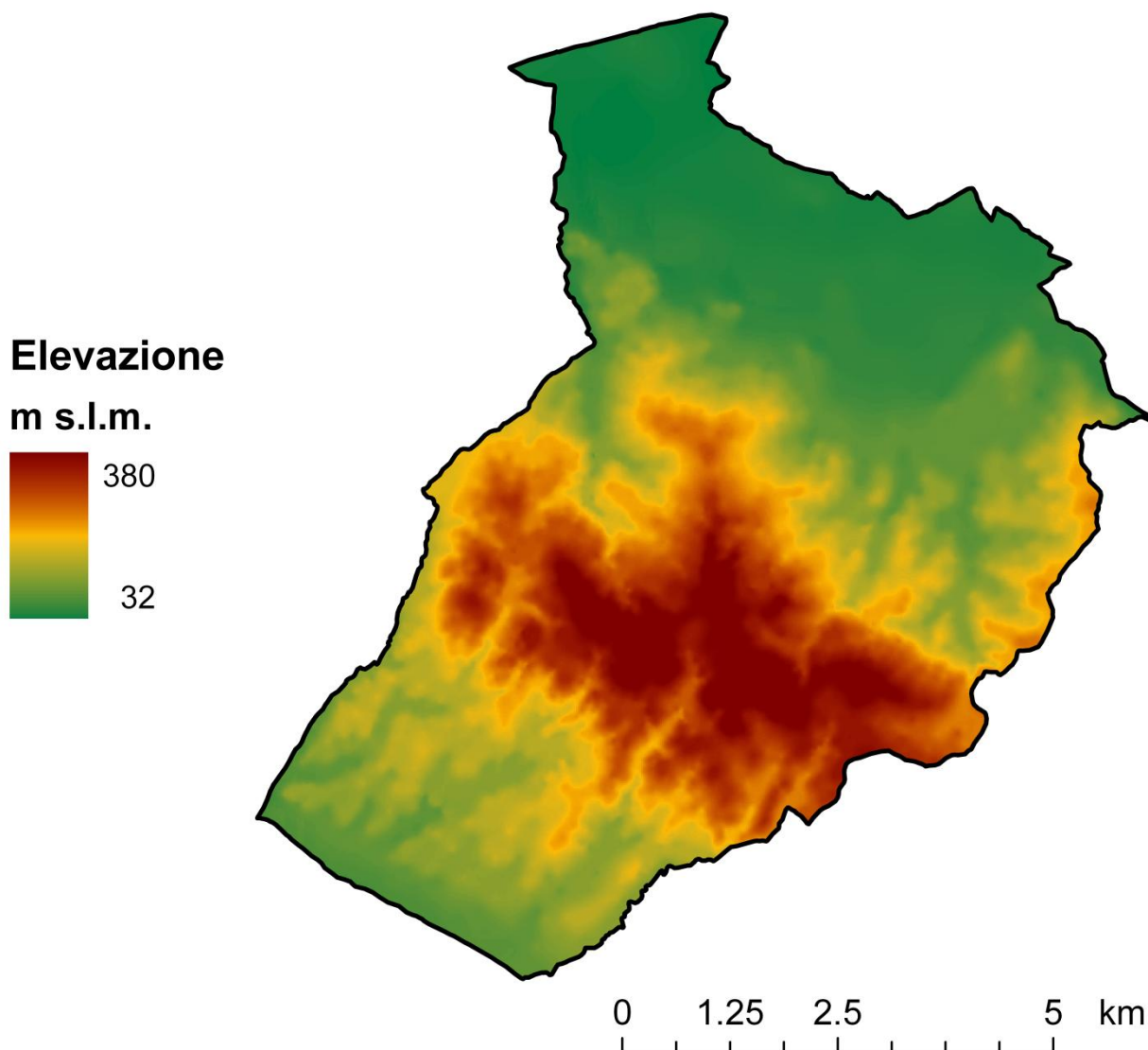
Ovest: 678414



Figura 1: Comune di Scandicci - Fotogrammetria

Elevazione

Il 76,5 % del territorio comunale rientra nella fascia altimetrica della pianura (fino a 200 m s.l.m.), il restante 23,5 % è costituito da aree collinari non superanti i 380 metri sul livello del mare.



57

Figura 2: Comune di Scandicci - Modello digitale del terreno - Elevazione

Dal punto di vista morfologico sono individuabili due aree pianeggianti. Una, di ampie dimensioni, si trova nel limite nord del territorio comunale ed è costituita dalla piana del fiume Arno e dei suoi affluenti principali, il fiume Greve e il torrente Vingone. L'altra si trova in corrispondenza della piana del torrente Pesa. L'area centrale del comune è dominata dai rilievi collinari, il cui crinale costituisce lo spartiacque tra i bacini imbriferi del fiume Arno e del torrente Pesa.

Esposizioni

Il territorio comunale ha una geomorfologia molto variabile e l'area più pianeggiante è rappresentata dalla fascia adiacente l'Arno dove si hanno pendenze ridotte, per lo più inferiori a 1 % e pertanto può essere considerata con giacitura pianeggiante. La zona collinare centrale, distendendosi da sud-est a nord-ovest e degradando in maniera progressiva fa sì che si abbiano due zone, una a nord e una a sud, con caratteristiche di esposizione molto differenti. Il versante rivolto verso il bacino dell'Arno presenta rilievi caratterizzati da inclinazioni maggiori sul fronte rivolto a mezzogiorno e minor acclività sul fronte rivolto a nord che pertanto presenta una superficie maggiore. Il versante rivolto verso il bacino del torrente Pesa, presenta una conformazione morfologica diametralmente opposta, pertanto la superficie dei rilievi risulta prevalentemente esposta a sud.

Esposizione

 **Pendenza inferiore a 1 %**

 **N**

 **N - E**

 **E**

 **S - E**

 **S**

 **S - W**

 **W**

 **N - W**

 **N**

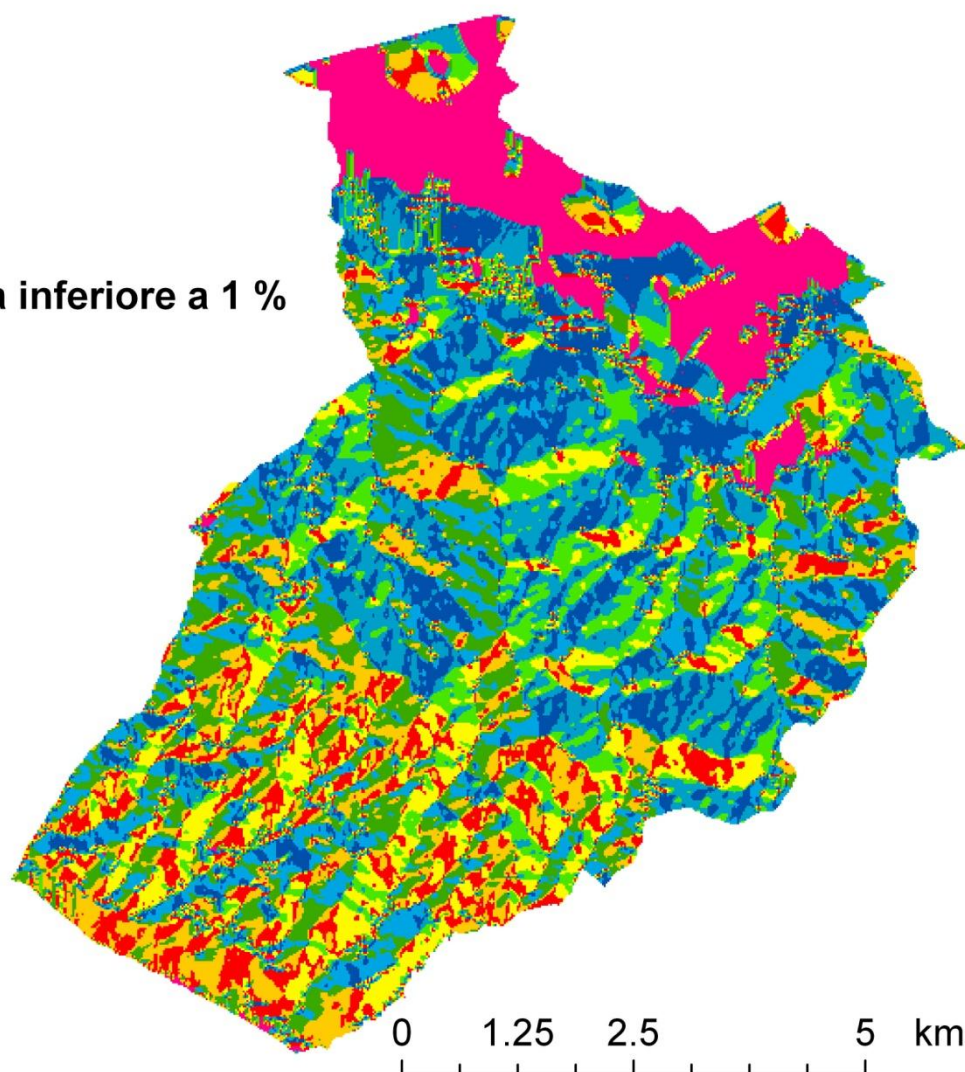


Figura 3: Comune di Scandicci - Modello digitale del terreno - Esposizione

Corsi d'acqua e bacini idrografici

Nel territorio di Scandicci scorrono quattro corsi d'acqua principali, il fiume Arno e il torrente Pesa, che delimitano rispettivamente il confine nord e sud del territorio comunale, il fiume Greve, che attraversa il centro cittadino di Scandicci e il torrente Vingone che ne delimita il perimetro a sud. Secondo la classificazione di Strahler nell'area del comune di Scandicci la Greve ed il Vingone hanno valore 4, la Pesa 5 e l'Arno 9.

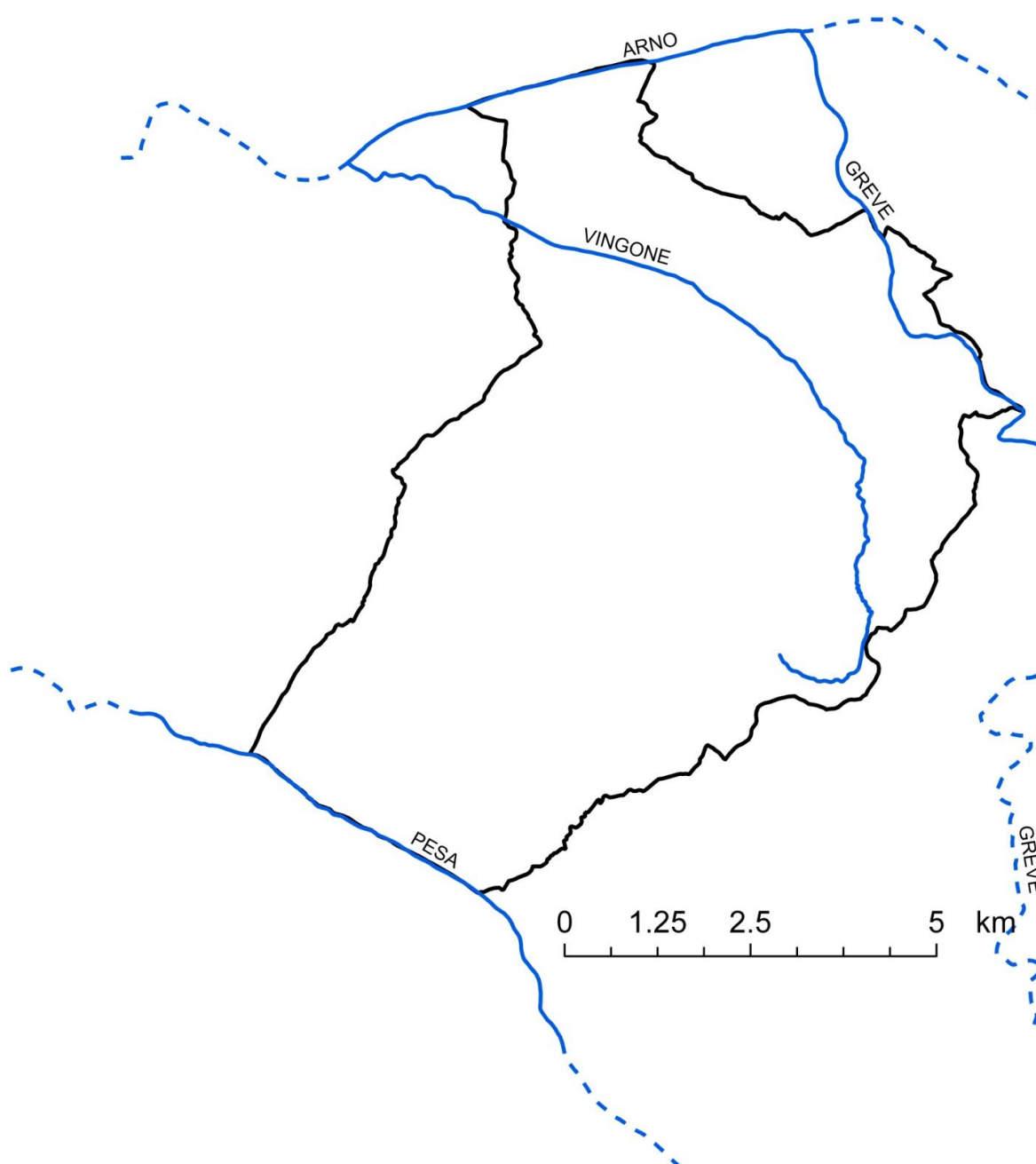


Figura 4: Comune di Scandicci - Modello digitale del terreno – Corsi d'acqua e bacini idrografici

L'area dei bacini idrografici del fiume Greve e del torrente Vingone è stata determinata relativamente alla sezione di uscita in corrispondenza del fiume Arno e per il torrente Pesa in corrispondenza del punto di confluenza col torrente Virginio.

Il fiume Greve ha immissari importanti quali il torrente Ema e presenta un ampio bacino idrografico, pari a circa 285,46 km².

Il torrente Pesa presenta, alla confluenza col torrente Virginio, una lunghezza di 47 km e una superficie complessiva di quasi 251,30 km².

Il torrente Vingone, a differenza dei precedenti, ha un'estensione limitata pari a 35,88 km² ed interessa gran parte dell'area settentrionale di Scandicci.

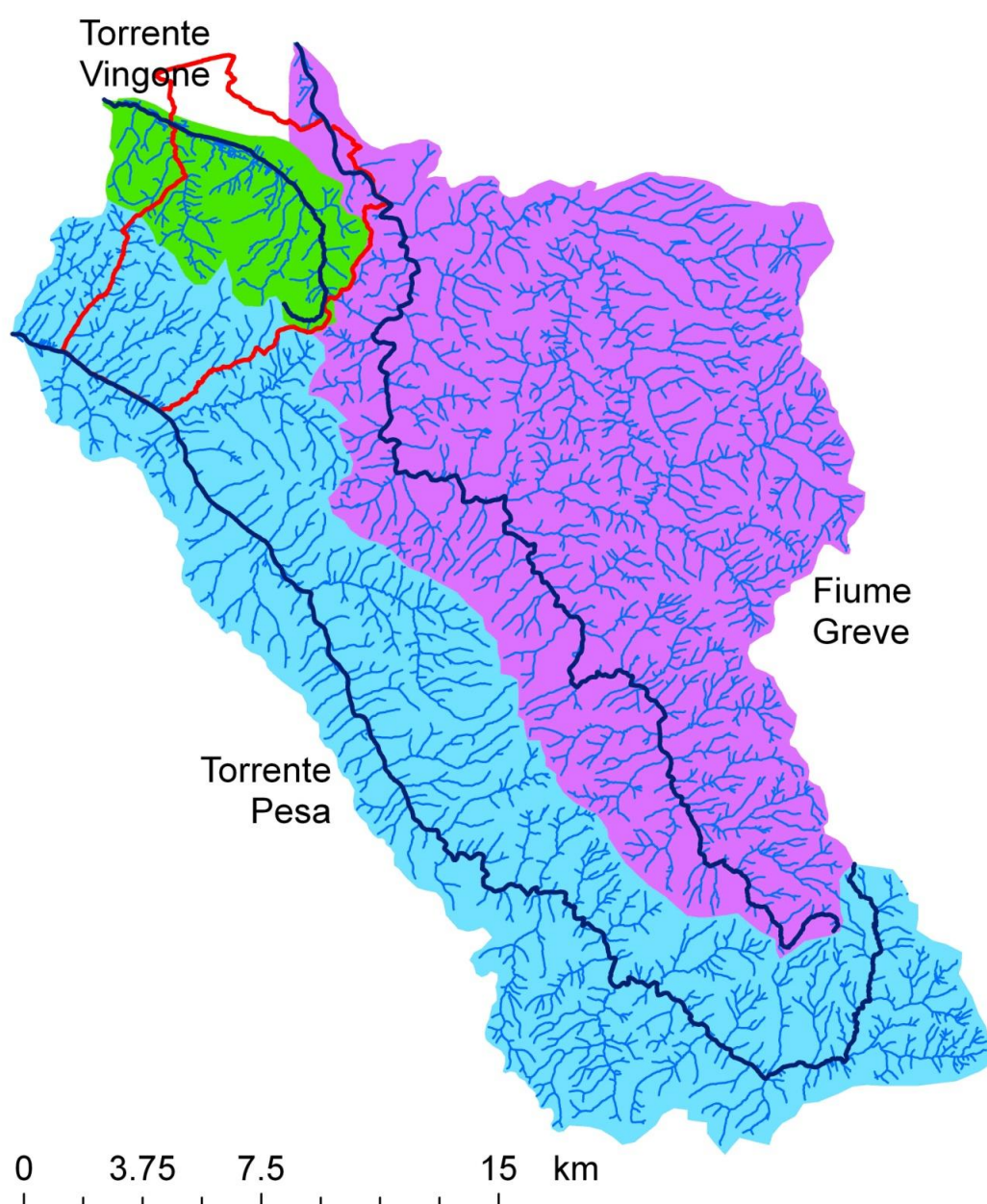


Figura 5: Comune di Scandicci - Modello digitale del terreno – Corsi d'acqua e bacini idrografici

3.2 Patrimonio agricolo e forestale

Uso suolo: CORINE Land Cover 2002

L'uso del suolo è stato ricavato dalla cartografia CORINE Land Cover (CLC2002). Il programma CORINE (COOrdination de l'INformation sur l' Environnement), varato dal Consiglio della Comunità Europea nel 1985, ha lo scopo primario di verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di orientare le politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi. In tale ambito il database CLC2002 è specificamente destinato al rilevamento e al monitoraggio delle caratteristiche del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela, le quali sono tra gli obiettivi di questo progetto. Il database CLC2002 è costituito da una cartografia digitale dell'uso del suolo alla scala di 1:100000 ed è stato sviluppato in modo tale da essere facilmente utilizzato e analizzato tramite software GIS (Geographic Information Systems).

Il CORINE non permette un dettaglio accurato delle informazioni, ma piuttosto fornisce una panoramica della distribuzione geografica delle varie categorie di uso del suolo.

Uso del suolo

-  Area urbanizzata
-  Area industriale
-  Aree agricole eterogenee
-  Seminativi
-  Oliveti
-  Vigneti
-  Territori boscati

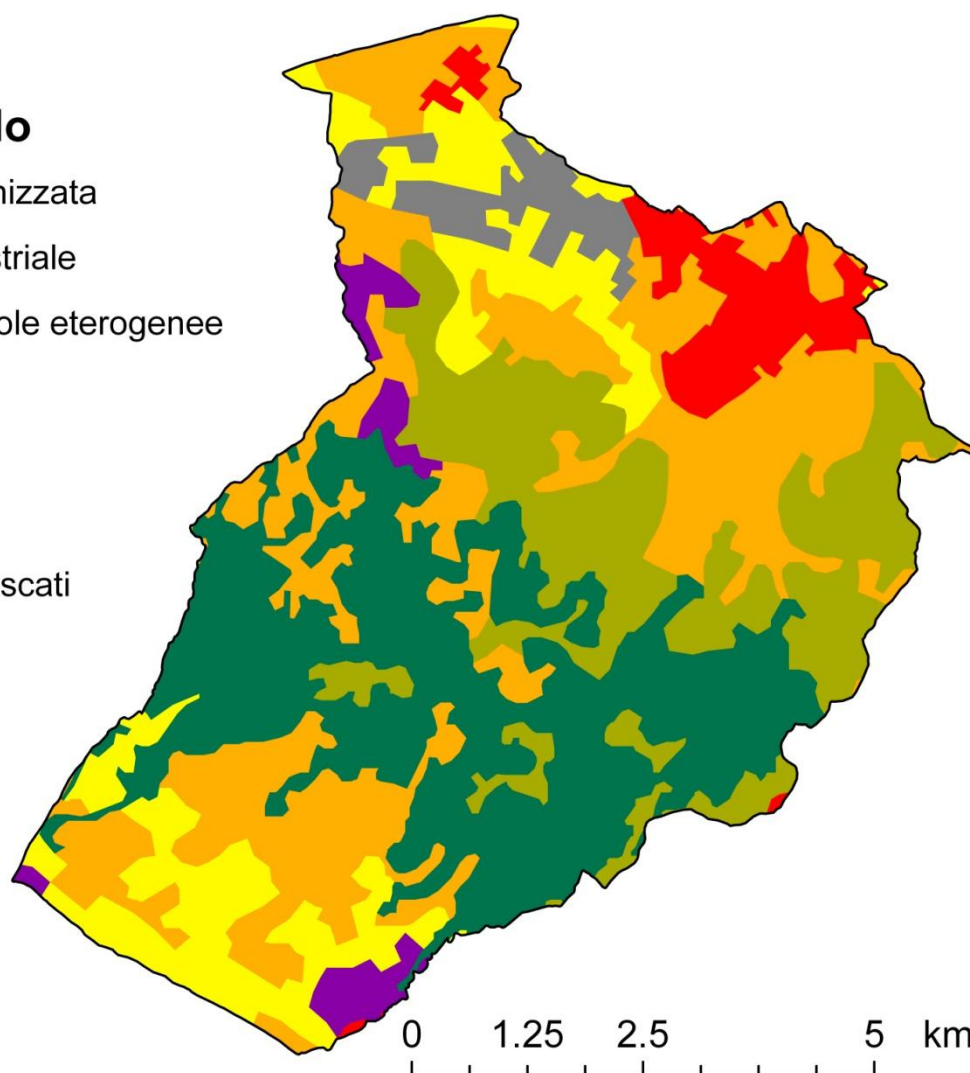


Figura 6: Comune di Scandicci - Modello digitale del terreno – Uso del suolo

Dal CORINE emerge che circa il 29.0 % del territorio comunale è costituito da aree boscate e da ambienti seminaturali. Questa tipologia di uso del suolo è localizzata nelle zone collinari, oltre i 200 metri sul livello del mare, nello spartiacque tra i bacini imbriferi del fiume Arno e del torrente Pesa.

Il 62.3 % del comune di Scandicci è costituito da aree agricole. Le aree destinate esclusivamente ai seminativi (12.9 %) sono per lo più localizzate nelle zone pianeggianti limitrofe ai corsi d'acqua, mentre a maggior distanza dai corpi d'acqua si individuano zone agricole eterogenee (28.7 %).

La coltivazione dell'olivo occupa il 18.7% del territorio comunale, rappresentando la principale coltura arborea. Grandi aree destinate alla coltivazione dell'olivo sono individuabili nelle colline a sud e a est del torrente Vingone, caratterizzate da moderata acclività e quote comprese tra i 100 e i 250 metri sul livello del mare. La viticoltura specializzata è presente in limitate aree del territorio (2.5 %) individuabili presso, le frazioni di San Martino alla Palma, Vigliano e nel triangolo tra le frazioni di San Michele a Torri, San Vincenzo a Torri e Cerbaia. L'area urbanizzata e la zona industriale rappresentano rispettivamente il 5.2 % e il 3.5 % della superficie comunale. L'agglomerato urbano principale è costituito dall'area urbana di Scandicci che si sviluppa quasi totalmente nella pianura tra la Greve e il Vingone, estendendosi tramite la zona industriale sull'intera fascia pianeggiante che dal confine con Firenze arriva sino a Lastra a Signa. Al contrario il territorio a sud del torrente Vingone ha in gran parte conservato il suo aspetto tradizionale e l'originale equilibrio paesaggistico-ambientale fatto di coloniche sparse, fattorie e piccoli borghi.

ARTEA newsletter n. 30 – gennaio 2008

Dati maggiormente dettagliati sull'attività agricola e forestale possono essere ricavati dalle elaborazioni statistiche di ARTEA, pubblicati sulle newsletter n°30 e 31 del 2008.

Il quadro fornito è un foto istantanea delle coltivazioni, soggetta alle influenze climatiche e di mercato che hanno caratterizzato l'annata agraria 2006-2007. In compenso permette di valutare la consistenza delle superfici agricole di aziende che hanno presentato domanda di contributi alla coltivazione e quindi effettivamente produttive.

I dati mettono in evidenza la presenza di circa 275 ha di terreni ritirati dalla produzione, potenzialmente dedicabili alla coltivazione di colture agrienergetiche e 232 ha di cereali, 311 ha di vite, 770 ha di olivo che producono annualmente residui ligno cellulosici destinabili alla filiera legno-energia.

Tabella A1. Domanda unica, campagna 2007. UTE con superfici dichiarate e relativa estensione in ettari, per tipo di utilizzazione e per comune.

Provincia	Seminativi (escluse foraggere avvicendate)		Foraggere avvicendate e permanenti		Coltivazioni arboree		Boschi		Altre superfici	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	68	632,32	29	126,82	239	1.096,30	46	765,64	143	366,62

Tabella A2. Domanda unica, campagna 2007. UTE con seminativi (escluse le foraggere avvicendate) e relativa estensione in ettari, per tipo e per comune.

	Cereali		Colture proteiche		Colture industriali		Colture ortofloricole		Terreni ritirati dalla produzione		Altri seminativi	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	16	232,66	9	67,96	1	34,97	30	16,65	29	275,09	2	5,00

Tabella A3. Domanda unica, campagna 2007. UTE con cereali e relativa estensione in ettari, per tipo e per comune.

	Frumento duro		Frumento tenero		Orzo		Avena		Mais		Altri cereali	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	6	132,64	4	66,39	2	16,67	4	5,25	4	1,23	1	10,47

Tabella A4. Domanda unica, campagna 2007. UTE con colture industriali e relativa estensione in ettari, per tipo e per comune.

	Colza		Soia		Girasole		Barbabietola da Zucchero		Tabacco		Altre colture industriali	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	0		0		1	34,97	0		0		0	0,00

Tabella A5. Domanda unica, campagna 2007. UTE con colture foraggere (avvicendate e permanenti) e relativa estensione in ettari, per tipo e per comune.

	Mais da foraggio		Altri erbai graminacei		Altre foraggere		Pascoli		Pascoli arborati (fustaie e cespugli.)		Pascoli arborati (ceduo)	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	0		0		29	115,30	1	11,52	0		0	

Tabella A6. Domanda unica, campagna 2007. UTE con colture arboree e relativa estensione in ettari, per tipo e per comune.

	Vite		Olivo		Fruttiferi		Frutta in guscio		Vivai		Castagneto da frutto	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	62	311,45	235	770,33	13	7,70	1	5,96	2	0,86	0	

ARTEA newsletter n. 31 – marzo 2008

Tabella A1. UTE con superfici vitate dichiarate al 31.1.2008 e relative superfici in ettari, per tipo e per comune.

Tabella A1. UTE con superfici vitate dichiarate al 31.1.2006 e relative superfici in ettari, per tipo e per Comune.														
Criterio di attribuzione della superficie:	- sede della UTE				- riferimento catastale della unità vitata (UV)									
					Vite		Vite (superf. iscritta)		Sangiovese (superf. iscritta)		Altre varietà a bacca nera (sup. isc.)		Varietà a bacca bianca (sup. isc.)	
	Ente (Provincia/Comune)		Vite		Vite		Vite (superf. iscritta)		Sangiovese (superf. iscritta)		Altre varietà a bacca nera (sup. isc.)		Varietà a bacca bianca (sup. isc.)	
	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha	n. UTE	ha
SCANDICCI	66	358.05	73	336.71	48	319.53	47	241.85	39	44.31	45	33.37		

PARTE II - ANALISI DELLE POTENZIALITA'

4 RISPARMIO ENERGETICO

4.1 Trasporti

E' anzitutto opportuno riassumere i dati chiave emersi nell'Analisi dello Stato di Fatto effettuata nella prima parte, inerenti al settore dei trasporti nel territorio del Comune di Scandicci fotografato nell'anno 2006, in quanto costituiscono la base per la quantificazione delle possibilità di riduzione del consumo energetico e delle conseguenti emissioni di CO₂ in atmosfera :

- Numero di autoveicoli privati circolanti : circa 30.000
- Consumo di benzina senza piombo : 8.909 tonnellate
- Consumo di gasolio per autotrazione : 9.103 tonnellate
- Consumo di GPL per autotrazione : 319 tonnellate
- Consumo di metano per autotrazione : 693 tonnellate
- Emissioni di CO₂ del parco veicolare : 58.700 tonnellate

Per effettuare una valutazione del potenziale di riduzione dei consumi energetici imputabili ai trasporti nel territorio del Comune di Scandicci è opportuno anzitutto estrarre dei dati sulle caratteristiche della mobilità presente nell'area in modo da avere una visione d'insieme in grado di fornire indicazioni sulle potenzialità di riduzione del consumo energetico nei trasporti.

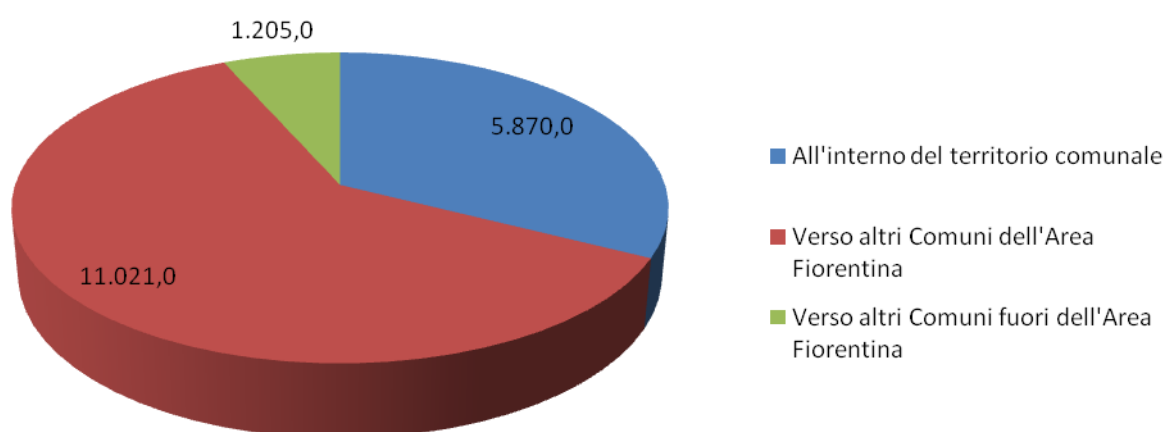
Da una indagine sulla mobilità nell'Area Fiorentina effettuata nel 2004 e contenente rilevazioni desunte dal censimento ISTAT dell'anno 2001 che ha classificato gli spostamenti dei residenti per motivi di lavoro e per motivi di studio all'interno dell'Area Fiorentina (Comuni di Bagno a Ripoli, Calenzano, Campi Bisenzio, Fiesole, Firenze, Lastra a Signa, Scandicci, Sesto Fiorentino, Signa) si ricavano i seguenti dati inerenti alla mobilità nel territorio di Scandicci :

65

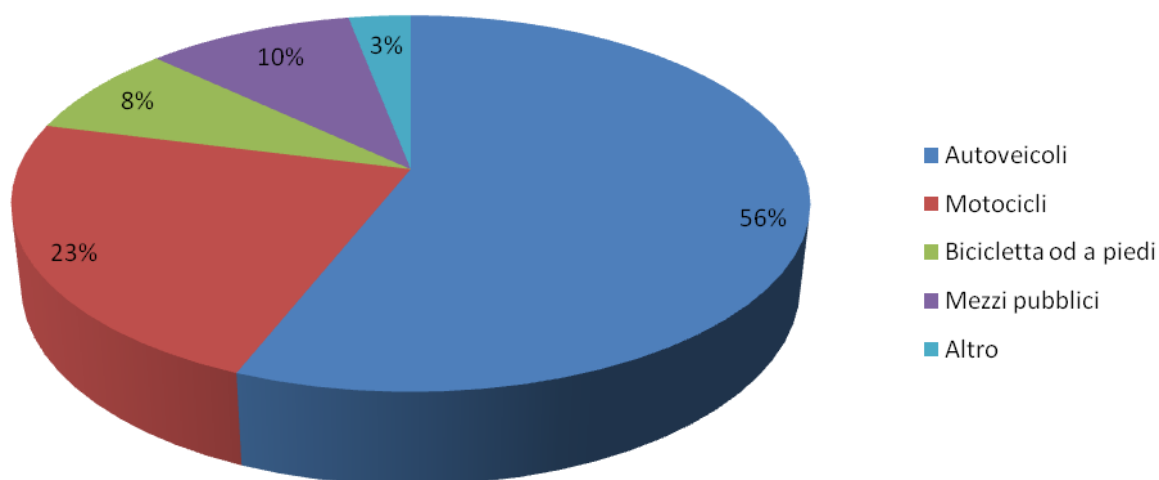
Spostamenti per motivi di lavoro (anno 2001)

- Ogni giorno a Scandicci sono registrati 5.870 spostamenti per lavoro all'interno del territorio comunale, 11.021 spostamenti verso altri Comuni dell'Area Fiorentina, 1.205 spostamenti verso altri Comuni fuori dell'Area Fiorentina.
- Per gli spostamenti per motivi di lavoro il 56% dei residenti di Scandicci utilizza autoveicoli, il 23% motocicli, l'8% va a piedi od in bicicletta ed il 10% utilizza i mezzi pubblici.

Spostamenti per motivi di lavoro a Scandicci (Anno 2001)



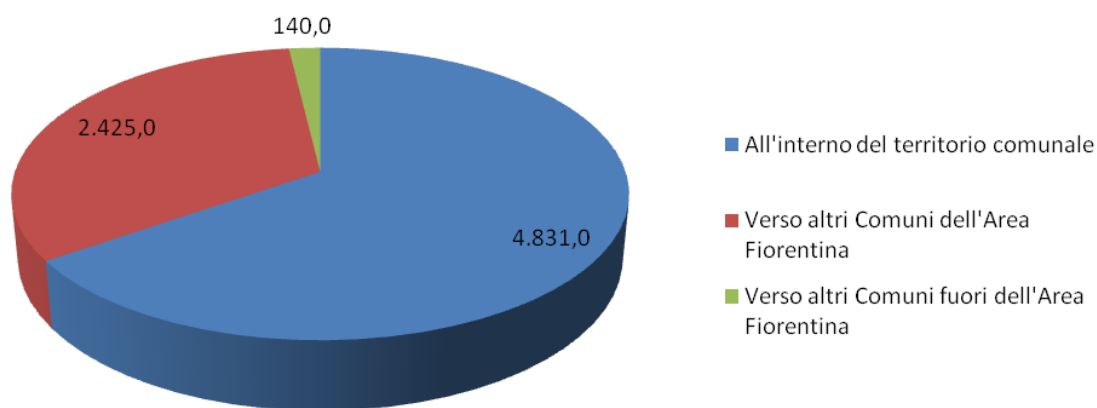
Mezzi utilizzati per spostamenti per lavoro



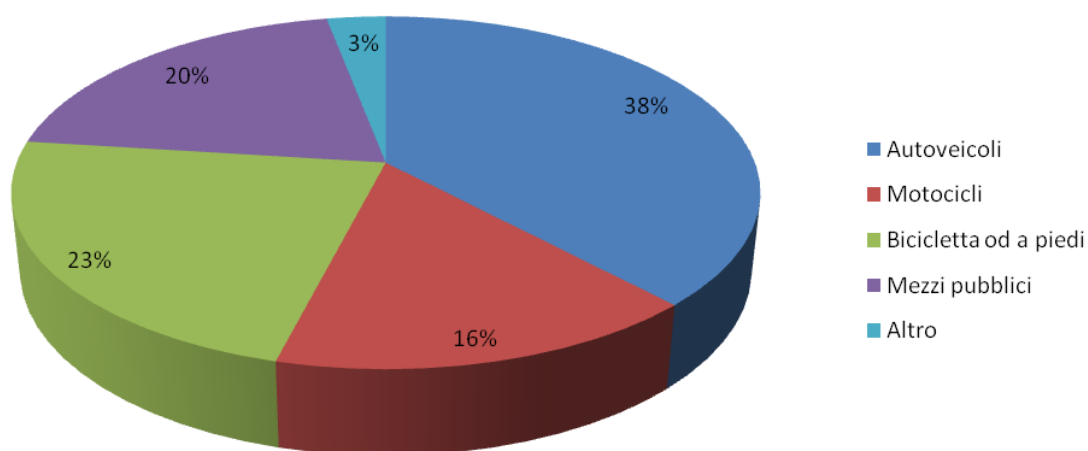
Spostamenti per motivi di studio (anno 2001)

- Ogni giorno a Scandicci sono registrati 4.831 spostamenti per motivi di studio all'interno del territorio comunale, 2.425 spostamenti verso altri Comuni dell'Area Fiorentina, 140 spostamenti verso altri Comuni fuori dell'Area Fiorentina.
- Per gli spostamenti per motivi di studio il 38% dei residenti di Scandicci utilizza autoveicoli, il 16% motocicli, il 23% va a piedi od in bicicletta ed il 20% utilizza i mezzi pubblici.

Spostamenti per motivi di studio a Scandicci (Anno 2001)



Mezzi utilizzati per spostamenti per studio

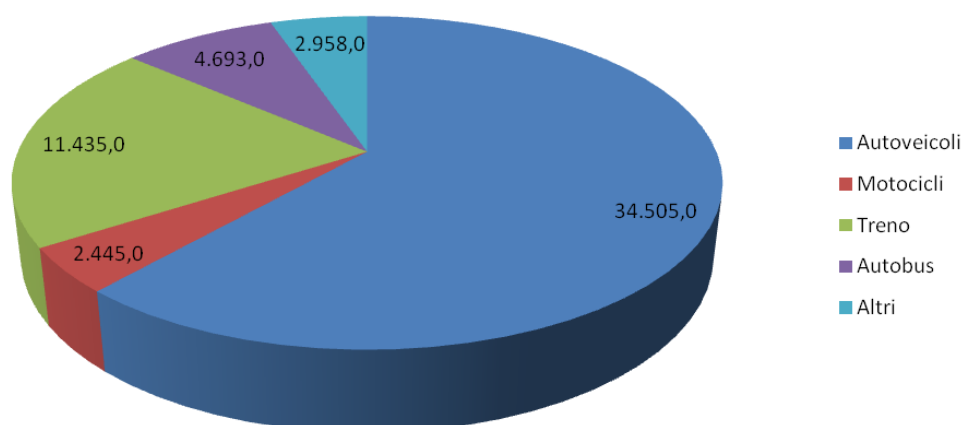


A titolo di riferimento si consideri che nel 2001 risultava che ogni giorno nell'Area Fiorentina vi fossero 198.000 spostamenti per motivi di lavoro ed 85.000 spostamenti per motivi di studio e che pertanto gli spostamenti a Scandicci sono pari rispettivamente al 9,1% di quelli totali per motivi di lavoro ed all'8,6% di quelli totali per motivi di studio.

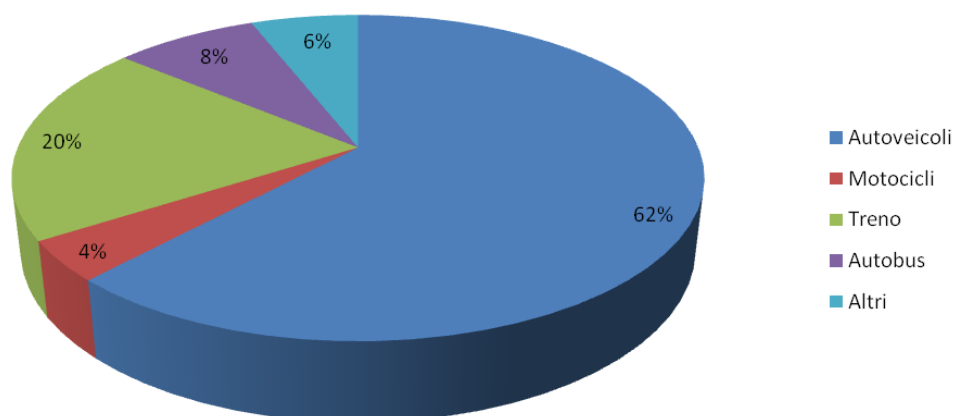
E' opportuno anche citare qualche dato, sempre dell'anno 2001, relativo alla mobilità dei residenti fuori dell'Area Fiorentina nei loro spostamenti verso l'Area Fiorentina in quanto interessante ai fini della segnalazione delle diverse modalità di utilizzo dei mezzi di trasporto :

- Su un totale di 56.036 spostamenti giornalieri verso l'Area Fiorentina per motivi di lavoro, circa 34.505 (62%) avvengono con autoveicoli, 2.445 (4%) avvengono in motocicletta, 11.435 (20%) avvengono in treno e 4.693 (8%) in autobus

Spostamenti da Area Extra Fiorentina verso Area Fiorentina per motivi di lavoro (Anno 2001)

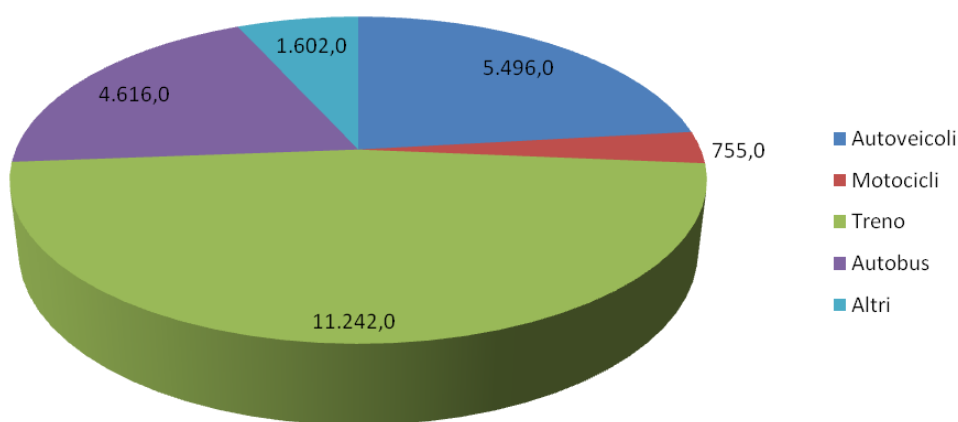


Mezzi utilizzati per spostamenti per lavoro

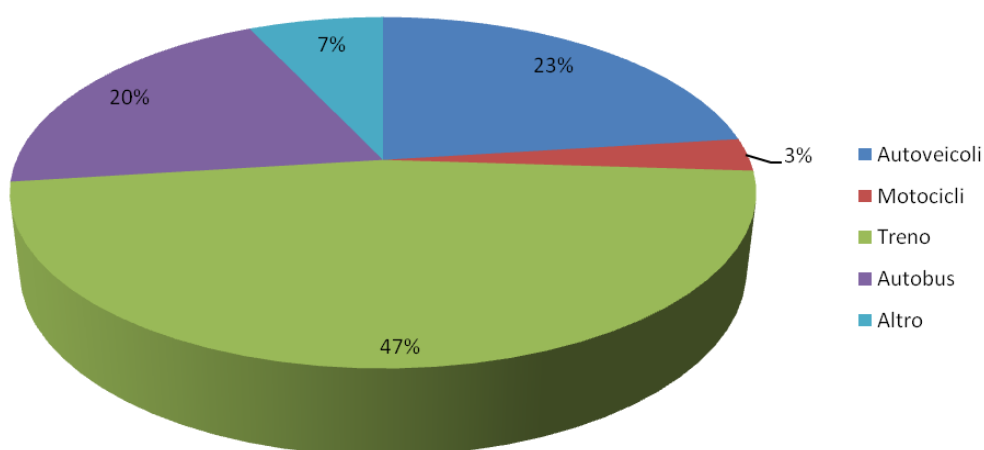


- Su un totale di 23.711 spostamenti giornalieri verso l'Area Fiorentina per motivi di studio, circa 5.496 (23%) avvengono con autoveicoli, 755 (3%) avvengono in motociclo, 11.242 (47%) avvengono in treno e 4.616 (20%) in autobus

Spostamenti da Area Extra Fiorentina ad Area Fiorentina per motivi di studio (Anno 2001)



Mezzi utilizzati per spostamenti per studio



Da questi ultimi dati si rileva in particolare che è preponderante (47%) l'utilizzo della mobilità su ferro (treno) da parte degli studenti residenti fuori dall'Area Fiorentina negli spostamenti necessari per raggiungere l'Area Fiorentina stessa e che la percentuale di utilizzo del treno (20%) per gli spostamenti per motivi di lavoro è circa doppia della percentuale di utilizzo dello stesso (circa 10%, ove presente) per simili spostamenti all'interno dell'Area Fiorentina.

Questo dato riveste particolare interesse per quanto riguarda il territorio di Scandicci in quanto questo è interessato dall'importante intervento infrastrutturale costituito dalla realizzazione della tramvia Firenze-Scandicci che è ormai prossima all'apertura all'esercizio.

Poiché è estremamente difficile quantificare numericamente la riduzione dei consumi energetici attribuibile alla migrazione dall'utilizzo di autoveicoli e motocicli all'utilizzo della tramvia per gli spostamenti, in quanto sarebbe influenzata dalla mobilità generale dell'Area Fiorentina, ed in particolare dalla mobilità da Firenze verso Scandicci per la quale non sono stati considerati i consumi energetici relativi nell'Analisi dello Stato di Fatto, si rende giocoforza necessario fare delle assunzioni.

Una assunzione che riteniamo plausibile ai fini della valutazione della potenziale riduzione del consumo di carburanti per autotrazione nel territorio di Scandicci dovuta alla "migrazione" dall'utilizzo degli autoveicoli e dei motocicli all'utilizzo della mobilità su ferro (tramvia) è quella di una riduzione della mobilità con auto e motocicli ed un contemporaneo aumento della mobilità su ferro (tramvia) che conduca a percentuali di utilizzo dei vari mezzi di trasporto simili a quelle della mobilità extra urbana all'Area Fiorentina diretta verso l'Area Fiorentina stessa.

Se consideriamo valida questa assunzione allora nel territorio di Scandicci l'utilizzo di autoveicoli e motocicli in spostamenti per motivi di lavoro dovrebbe calare dal 79% al 62% mentre l'utilizzo di mezzi pubblici (tramvia) per gli spostamenti dovrebbe raddoppiare dal 10 al 20%.

Per quanto riguarda gli spostamenti per motivi di studio è invece ragionevole ipotizzare un calo dal 54% al 26% nell'utilizzo di autoveicoli e motocicli ed un aumento dal 20% al 47% nell'utilizzo della mobilità su ferro.

70

A questo punto, non disponendo di dati inerenti al consumo medio di carburante per ogni spostamento percorso per motivi di lavoro e per motivi di studio dagli autoveicoli e dai motocicli di Scandicci è necessario fare un'altra assunzione e cioè ipotizzare che ogni spostamento, sia per motivi di lavoro che per motivi di studio ed utilizzando sia autoveicoli che motocicli, sia uguale in termini di carburante consumato in modo da poter convertire la riduzione della mobilità con autoveicoli e motocicli in una stima plausibile della riduzione di consumi di carburante e delle conseguenti emissioni di CO₂ in atmosfera attribuibili all'entrata in esercizio della tramvia.

Con le assunzioni suddette e considerando una media di 220 giorni lavorativi all'anno è possibile quantificare con ragionevole approssimazione la riduzione nel consumo di carburante per autotrazione che si può attribuire alla nuova tramvia Firenze-Scandicci.

Se difatti si considera una quantità giornaliera di spostamenti medi per lavoro utilizzando autoveicoli e motocicli pari a :

$$(5870 + 11021 + 1205) \times 0,79 = 14.295$$

ed una quantità giornaliera di spostamenti medi per studio utilizzando autoveicoli e motocicli equivalente a :

$$(4831 + 2425 + 140) \times 0,54 = 3.994$$

Si ricava una quantità media giornaliera di spostamenti equivalente a :

$$(14.295 + 3.994) = 18.289$$

Che moltiplicata per 220 giorni lavorativi/anno fornisce :

$$18.289 \times 220 = 4.023.580 \text{ spostamenti/anno.}$$

Se si divide il consumo totale di carburanti per il numero di spostamenti si può così stimare il consumo medio di carburante per ogni spostamento pari a :

$$(8.909.000 + 9.103.000 + 319.000 + 693.000)/(4.023.580) = 4,7 \text{ kg/spostamento}$$

dato che, con tutte le assunzioni fatte, può essere considerato congruente con i 3 kg/giorno medi di consumo di carburanti per autotrazione per autoveicolo rilevato a livello di piano provinciale nell'Area Fiorentina centrale che include anche il Comune di Firenze dove la mobilità con autoveicoli e motocicli è più bassa del 13% rispetto a quella degli altri Comuni dell'Area Fiorentina.

Per quantificare la riduzione di mobilità di autoveicoli e motocicli imputabile all'entrata in esercizio della tramvia considereremo unicamente gli spostamenti da Scandicci verso l'Area Fiorentina e non quelli verso l'area extra urbana in quanto si considerano non influenzati dalla realizzazione della tramvia effettuando i calcoli riportati in seguito.

Riduzione media giornaliera di spostamenti per lavoro utilizzanti autoveicoli e motocicli :

$$14.295 - (5.870 + 11.021) \times 0,62 = 3.822 \text{ spostamenti}$$

Riduzione media giornaliera di spostamenti per studio utilizzanti autoveicoli e motocicli :

$$3.994 - (4.831 + 2.425) \times 0,26 = 2.107 \text{ spostamenti}$$

Per un totale equivalente a : $(3.822 + 2.107) = 5.929$ spostamenti/giorno

La riduzione ipotizzata, come si vede, è significativa in quanto pari a circa il 32% dei 18.289 spostamenti/giorno rilevati nel censimento del 2001.

E' quindi adesso possibile trasformare la riduzione di spostamenti in risparmio di carburante per autotrazione e quindi in emissioni evitate tramite il calcolo riportato in seguito.

$$(5.929 \times 220 \times 4,7)/1000 = 6.130 \text{ tep/anno di carburante per autotrazione}$$

Tale risparmio di carburante costituisce un numero alquanto significativo in quanto rappresenta il 32% del consumo di carburanti per autotrazione attribuibile al territorio del Comune di Scandicci.

Per effettuare una valutazione puntuale dell'impatto dell'esercizio della tramvia sarebbe anche necessario considerare le emissioni della tramvia rispetto a quelle degli autobus a gas naturale oggi utilizzati per il trasporto pubblico fra Scandicci e Firenze ma, visti i numeri in gioco e

considerato che non è ancora chiaro quali saranno le decurtazioni e riorganizzazioni nel trasporto pubblico con autobus all'interno del territorio di Scandicci si ritiene superfluo effettuare questo ulteriore approfondimento viste le capacità di riduzione del consumo energetico e di emissioni di CO₂ in atmosfera che sono insite nelle potenzialità della tramvia.

4.2 Utenze Termiche

Dall'Analisi dello Stato di Fatto effettuata nella prima parte del piano energetico emerge che il 91% del consumo di gas naturale del territorio del Comune di Scandicci è costituito da utenze residenziali e artigianali servite dalla locale società di distribuzione del gas naturale.

L'aumento del 25% di consumo di gas naturale che si è verificato nel territorio del Comune di Scandicci nel periodo 2002-2007 è pressoché interamente attribuibile a questa tipologia di utenze a riprova della vivacità e dell'espansione dell'attività di edilizia residenziale ed artigianale/industriale nel Comune di Scandicci.

Scandicci infatti, come molti comuni di periferia di tutte le principali aree urbane italiane, ha risentito molto in passato del fenomeno di trasferimento degli abitanti dalla città alla periferia e nei periodi più recenti risente della crescita della domanda per abitazioni di migliore qualità viste le limitazioni territoriali presenti all'interno dell'Area Fiorentina ed i prezzi elevati raggiunti dagli immobili di qualità in ambito urbano.

Il fenomeno della perdita di residenti si è infatti manifestato con forza anche nella città di Firenze che negli ultimi 10 anni ha perso quasi 100.000 abitanti, pari al 20% della popolazione residente ma non pare avere influito molto sul numero di abitanti di Scandicci.

Così come in molte altre aree urbane periferiche delle maggiori città italiane anche Scandicci è caratterizzato da alcuni quartieri, quali Casellina e Vingone, ove vi è una elevata densità di costruzioni condominiali di tipo popolare a palazzina tipiche del periodo di boom delle costruzioni edilizie che si è verificato fra il 1960 ed il 1973 che oggi costituiscono edifici che presentano notevoli problematiche e sfide tecniche dal punto di vista della riqualificazione impiantistica ed edilizia.

Tuttavia va anche sottolineato che grazie alla disponibilità di aree di edilizia residenziale fabbricabili e/o riqualificabili ed alla realizzazione della tramvia che attraversa la parte centrale del territorio dell'area urbana di Scandicci, il Comune di Scandicci è interessato anche da significativi progetti di interventi di riqualificazione edilizia che consentono di poter agire nel senso della progettazione architettonica con riduzione ed ottimizzazione del risparmio energetico in modo da ridurre i consumi energetici, o perlomeno la crescita tendenziale di questi ultimi, e delle conseguenti emissioni di CO₂ in atmosfera.

Da alcuni incontri intercorsi con progettisti del campo delle costruzioni edilizie e dell'impiantistica attivi sul territorio è inoltre emersa una significativa sensibilità culturale verso le problematiche del risparmio energetico che già li ha indirizzati verso soluzioni avanzate ma percorribili negli interventi di nuova costruzione e/o riqualificazione di edifici esistenti.

Esistono inoltre segnali di interesse anche da parte di alcuni amministratori di condomini per i quali la spesa per il riscaldamento, aggiunta alle detrazioni fiscali, inizia a raggiungere livelli tali da innescare il desiderio di riqualificazioni impiantistiche rilevanti, pur con tutti i limiti tecnologici imposti dagli edifici e dagli impianti realizzati negli anni '70 quando vi era scarsa o trascurabile attenzione per le problematiche di risparmio energetico od anche negli anni '80 e '90 quando, sull'onda della metanizzazione delle aree urbane, molti impianti di riscaldamento centralizzato vennero abbandonati o convertiti in impianti di riscaldamento singolo con caldaie gas murali.

4.3 Utenze Residenziali

Volendo scendere nel dettaglio della composizione del parco immobiliare ai fini di una quantificazione specifica media del consumo energetico di un tipico edificio ubicato nel territorio di Scandicci evidenziamo nelle tabelle seguenti alcuni dati tratti dal Censimento ISTAT del 2001.

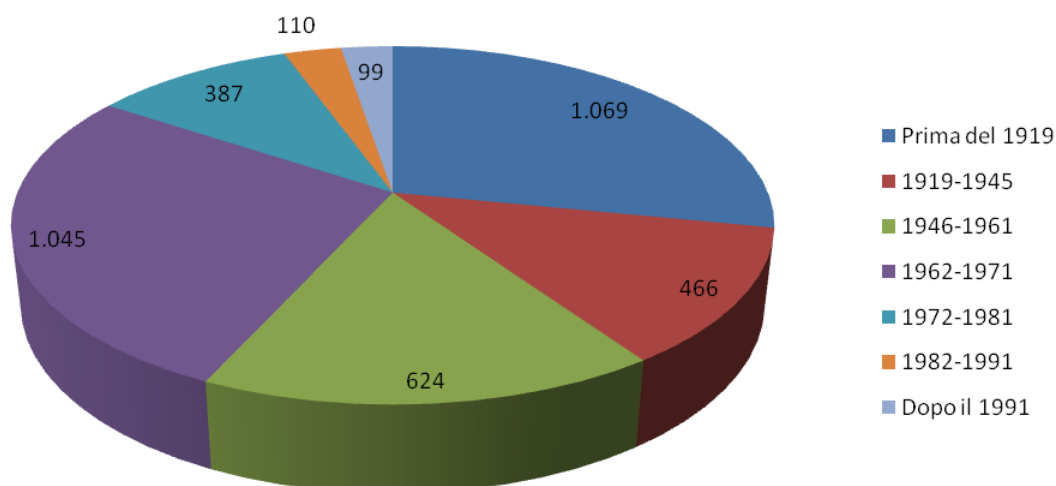
In tabella 27 si riporta la classificazione degli edifici in funzione dell'anno di costruzione :

Anno di costruzione edificio	Numero di edifici nel territorio di Scandicci
Prima del 1919	1.069
1919-1945	466
1946-1961	624
1962-1971	1.045
1972-1981	387
1982-1991	110
Dopo il 1991	99
Totale :	3.800

Tabella 27– Parco immobiliare territorio Comune di Scandicci per anno di costruzione

Dai dati di tabella 27 si ricava che il 43% degli edifici di Scandicci è stato costruito nel periodo del boom delle costruzioni edilizie del dopoguerra fra il 1946 ed il 1971. Questi edifici sono presumibilmente quelli in cui sarà maggiore l'esigenza di riqualificazione dal punto di vista dei consumi energetici.

Parco immobili di Scandicci per epoca di costruzione



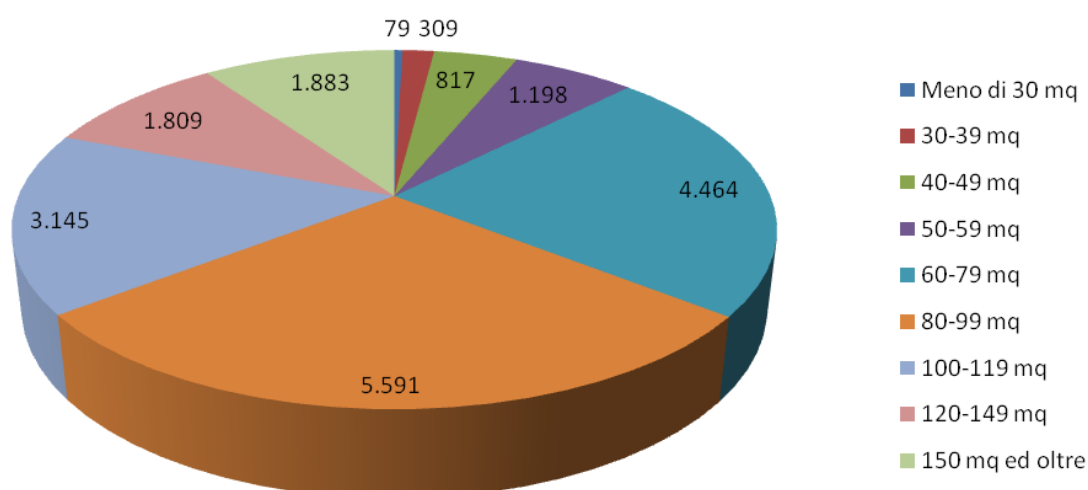
In tabella 28 sono invece riportati i dati sulla suddivisione delle abitazioni per classi di superficie a livello di Comune di Scandicci estrapolati dai dati della provincia di Firenze con l'assunzione che le abitazioni di Scandicci abbiano la stessa distribuzione percentuale della provincia di Firenze per quanto riguarda le classi di superficie, ottenendo i seguenti dati :

Classe di superficie (mq)	Numero di abitazioni nel territorio di Scandicci	%
Meno di 30 mq	79	0,41
30-39 mq	309	1,60
40-49 mq	817	4,23
50-59 mq	1.198	6,21
60-79 mq	4.464	23,13
80-99 mq	5.591	28,97
100-119 mq	3.145	16,30
120-149 mq	1.809	9,37
150 mq ed oltre	1.883	9,76
Totale :	19.295	100 %

Tabella 28– Classi di superficie abitazioni Comune di Scandicci

74

Parco immobili di Scandicci per classe di superficie



Poiché la superficie totale delle abitazioni di Scandicci rilevata dal censimento ISTAT del 2001 è pari a 1.741.910 mq. , si ricava che la superficie media di una abitazione di Scandicci è pari a

circa 90 mq., dato che è congruente con il valore medio rilevato per la provincia di Firenze (95 mq.).

Per quanto riguarda gli impianti di riscaldamento, la tabella 29 riporta il numero di abitazioni nel territorio di Scandicci suddivise per tipologia di impianto di riscaldamento presente all'interno dell'edificio.

Tipologia di impianto di riscaldamento	Numero di abitazioni nel territorio di Scandicci
Impianti centralizzati ad uso di più abitazioni	7.507
Impianto fisso autonomo (Termosingolo) ad uso esclusivo dell'abitazione	11.163
Impianti fissi autonomi che riscaldano tutta o la maggior parte dell'abitazione	699
Impianti fissi autonomi che riscaldano solo alcune parti dell'abitazione	681
Impianto acqua calda sanitaria	19.203

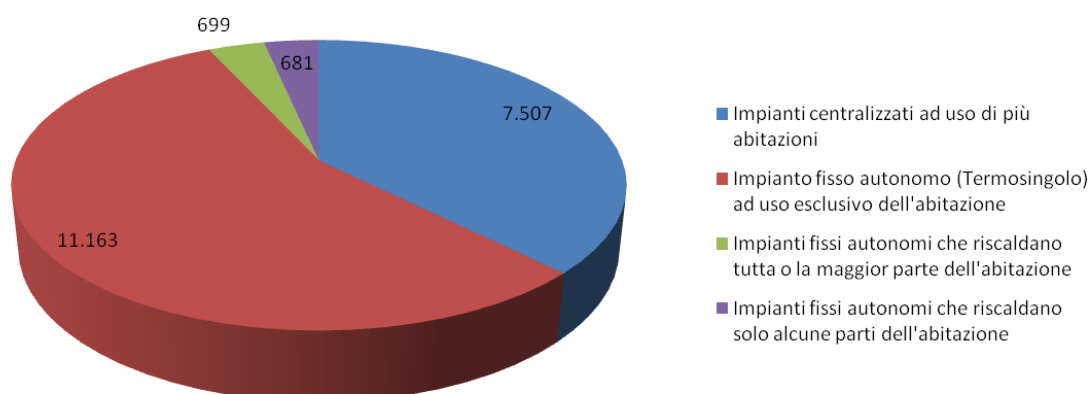
Tabella 29– Caratteristiche impianti di riscaldamento edifici Comune di Scandicci

Come si può desumere dai dati di tabella 29, il 65% delle abitazioni di Scandicci è dotato di impianti di riscaldamento di tipo “termosingolo” mentre le abitazioni riscaldate da impianti di riscaldamento centralizzati costituiscono circa il 35% del parco edilizio.

Allo scopo di incrociare i dati del censimento 2001 con quelli inerenti alla tipologia di utilizzatori di gas naturale distribuito in rete urbana che, come noto, è il combustibile utilizzato per la maggioranza degli impianti di riscaldamento domestico ubicati in aree urbane, si riportano in tabella 30 le utenze del Comune di Scandicci consumatrici di gas metano suddivise per tipologia di utilizzo.

75

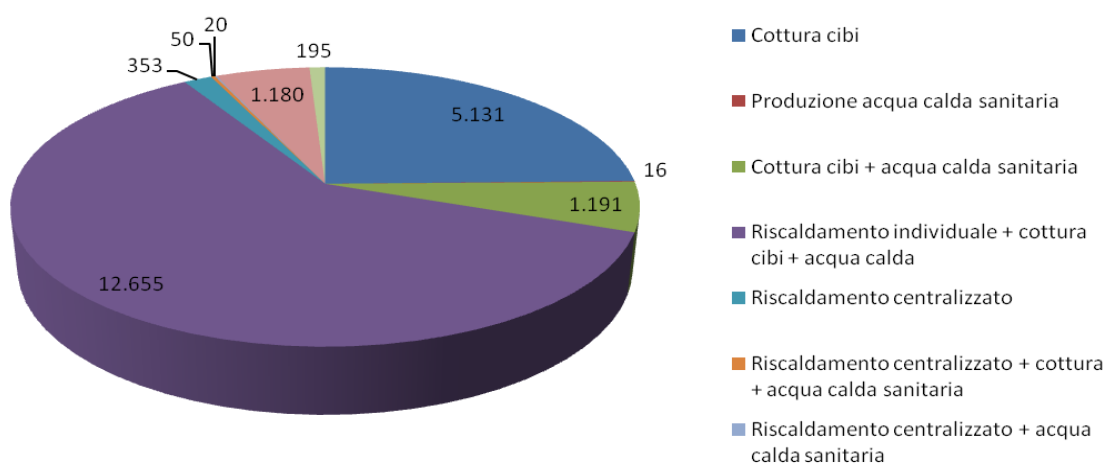
Impianti di riscaldamento abitazioni Scandicci



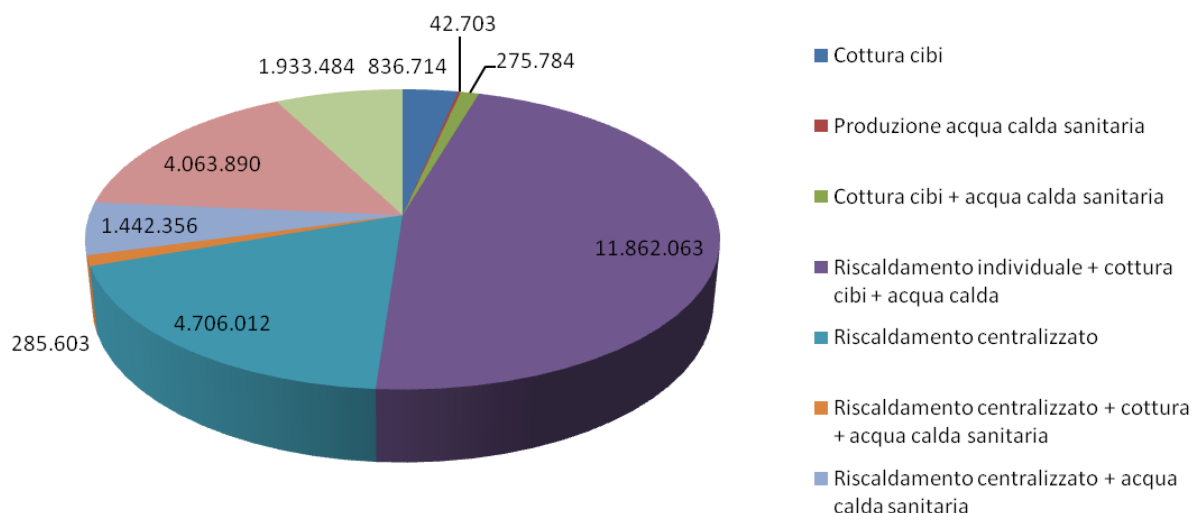
Tipologia di utenza	Numero utenze	Consumo complessivo gas naturale (Smc)
Cottura cibi	5.131	836.714
Produzione acqua calda sanitaria	16	42.703
Cottura cibi + acqua calda sanitaria	1.191	275.784
Riscaldamento individuale + cottura cibi + acqua calda	12.655	11.862.063
Riscaldamento centralizzato	353	4.706.012
Riscaldamento centralizzato + cottura + acqua calda sanitaria	50	285.603
Riscaldamento centralizzato + acqua calda sanitaria	20	1.442.356
Artigianale/Industriale	1.180	4.063.890
Uso tecnologico + riscaldamento	195	1.933.484
Totale :	20.791	25.448.609

Tabella 30– Caratteristiche impianti di riscaldamento edifici Comune di Scandicci

Tipologia utenze gas naturale di Scandicci



Consumi di gas naturale nella rete di distribuzione urbana di Scandicci



Dalla tabella 30 si ricava che le utenze artigianali, industriali e per uso tecnologico costituiscono il 24% del totale dei consumi di gas distribuito nella rete urbana, mentre i consumi ad uso residenziale ammontano a 19.451.235 Standard metri cubi pari al 76% del totale.

Fra i consumi residenziali, le utenze con riscaldamento individuale costituiscono circa il 60% del consumo di gas naturale per uso residenziale. La discrepanza fra la percentuale del 60% ed il 65% risultante dal censimento ISTAT è probabilmente attribuibile ad una parte delle utenze che è alimentata con GPL e con gasolio da riscaldamento invece che con gas naturale.

Per ricavare con buona approssimazione un consumo termico medio annuale per metro quadrato di una tipica abitazione ubicata nel territorio di Scandicci è anzitutto necessario convertire nella stessa unità di misura (kWh/anno) il consumo di gas naturale ad uso residenziale e di GPL rilevata nel territorio di Scandicci nel 2008, utilizzando i seguenti fattori di conversione :

1 Smc gas metano = 10 kWh (termici)
1 kg GPL = 12,78 kWh (termici)

ottenendo :

$$(19.451.235 \times 10 + 120.000 \times 12,78) = 196.045.950 \text{ kWh/anno (termici)}$$

Se adesso dividiamo questo risultato per la superficie totale delle abitazioni di Scandicci (rilevata dal censimento ISTAT del 2001) si ottiene :

$$196.045.950 / 1.741.910 = 113 \text{ kWh/mq/anno}$$

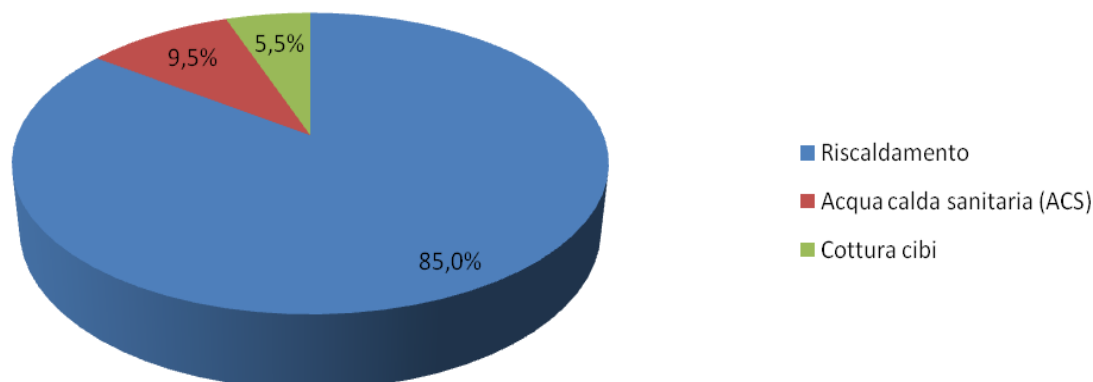
E' quindi possibile disaggregare questo dato nelle varie componenti del tipico consumo termico di una abitazione italiana utilizzando i dati desunti dal Rapporto Energia ed Ambiente dell'ENEA

e quindi quantificare ciascun utilizzo finale termico di una tipica abitazione di Scandicci con un peso percentuale come riportato in tabella 31.

Tipologia di utenza	Percentuale consumo termico complessivo	Consumo termico attribuibile (kWh/mq/anno)
Riscaldamento	85 %	96,1
Acqua calda sanitaria (ACS)	9,5 %	10,7
Cottura cibi	5,5 %	6,2

Tabella 31 – *Suddivisione percentuale fonti di consumo termico di tipica abitazione-*

Suddivisione % fonti di consumo termico residenziale



Per quanto attiene al solo riscaldamento e per fornire un termine di paragone si consideri che un moderno edificio progettato secondo lo standard CasaClima ha un consumo energetico minore 70 kWh/mq/anno per la classe C, minore di 50 kWh/mq/anno per la classe B e minore di 30 kWh/mq/anno per la classe A, per cui le potenzialità teoriche di riduzione del consumo energetico mediante interventi di riqualificazione del parco edilizio di Scandicci sono sensibili ed in molti probabili casi superiori al 25%.

Infine in tabella 32 è riportata, a titolo di raffronto, una suddivisione dei consumi termici per quartiere/frazione del Comune di Scandicci basata sui dati di consumo dell'energia termica rilevati nel periodo 1996-2001. Tale classificazione può essere utile per l'individuazione delle aree caratterizzate da edifici con più elevato consumo specifico medio. Per il calcolo del consumo specifico medio di ogni abitazione si è fatta l'assunzione di una superficie media di 90 mq. per ciascuna abitazione :

Quartiere/Frazione	Numero abitazioni	Consumo medio annuo gas naturale (Smc/anno)	%	Consumo specifico termico medio abitazioni (kWh/mq/anno)
San Giusto – Le Bagnese	2.470	1.764.499	10,37	79,37
Scandicci	3.355	2.517.177	14,80	83,36
Vingone	3.034	3.513.712	20,67	128,68
Scandicci – nuovo centro	2.723	2.122.640	12,48	86,61
Casellina	3.267	2.763.095	16,25	93,97
Piscetto	502	790.741	4,65	175,02
Olmo – Borgo ai Fossi	418	820.192	4,82	218,02
San Colombano-Badia a Settimo	1.412	1.174.876	6,91	92,45
Capannuccia – Viottolone	438	374.155	2,20	94,91
Rinaldi	339	279.524	1,64	91,61
San Martino alla Palma	341	272.245	1,60	88,70
San Vincenzo a Torri	413	318.832	1,87	85,78
Mosciano-Casignano-Giogoli	198	160.144	0,94	89,86
Poggio Secco-Giogoli Rossi	95	128.115	0,80	149,84
TOTALE :	19.005	16.999.947	100,00	99,38

Tabella 32 – Consumo specifico termico medio per quartiere di Scandicci

A riprova della potenzialità di risparmio energetico presente nel parco edilizio di Scandicci riteniamo utile citare il caso dell'isolato Boccaccio, ubicato nella zona centrale di Scandicci vicino al nuovo palazzo comunale.

L'isolato Boccaccio è un interessante caso di studio per tutto il parco edilizio dell'Area urbana fiorentina perché fu progettato e realizzato alla fine degli anni '70 prevedendo una rete di teleriscaldamento con centrale termica centralizzata, progettazione che all'epoca era pionieristica in Toscana dato che all'epoca il teleriscaldamento era un concetto nuovo ed era concepito principalmente a servizio di reti di grosse dimensioni allora in fase di progetto da parte di alcune municipalizzate di città del Nord Italia (Brescia, Reggio Emilia – Quartiere San Pellegrino, Torino – Quartiere Le Vallette) che erano pensate per essere alimentate da parte di gruppi di cogenerazione di grossa dimensione con potenze comprese fra 10 e 50 MW di potenza elettrica alimentati con combustibili pesanti (olio combustibile, carbone) dato che all'epoca era forte l'influenza del secondo shock petrolifero del 1979 dovuto all'embargo dei paesi arabi produttori di petrolio che causò il quadruplicamento del prezzo del petrolio in pochi mesi e la metanizzazione massiccia delle aree urbane italiane non era ancora iniziata.

L'isolato Boccaccio è costituito da 13 fabbricati per complessivi 551 abitazioni con una superficie media di 80-90 mq. ed altezza vani di 3 metri.

La centrale termica è costituita da 4 generatori di acqua calda con potenza termica utile di 1.570 kW cadauno e con circolazione acqua effettuata da 4 elettropompe in parallelo cadauna della potenza di 11 kW. Queste caldaie sono state installate nel 1994 in sostituzione di quelle originali installate negli anni '70.

L'impianto presentava i seguenti dati di consumo termico ed elettrico antecedenti alla ristrutturazione avvenuta nel 2008 su sollecito ed iniziativa proveniente dall'amministrazione condominiale :

Energia Termica

Energia termica primaria in ingresso : metano/anno)	7.220	MWh	(100%	=760.000	Smc
Perdite per combustione in caldaia :	722 MWh	(10,0%)			
Perdite nell'anello principale :	653 MWh	(9,04%)			
Perdite nella rete ricircolo a.c.s. :	164 MWh				
Produzione termica utile per riscaldamento :	4.809 MWh	(12,1%)			
Produzione termica utile per a.c.s. :	872 MWh	(66,6%)			

Il rendimento termico medio annuo per la produzione di energia termica risultava pertanto pari al 78,7% presentando quindi significativi margini di miglioramento.

Energia Elettrica

Consumo elettrico centrale termica :	125.000 kWh/anno
Consumo elettrico centrale idrica :	40.625 kWh/anno
Consumo elettrico illuminazione esterna :	34.375 kWh/anno
Consumo elettrico singoli edifici :	da 7.500 a 28.750 kWh/anno

80

Una suddivisione dei consumi elettrici della centrale termica forniva i seguenti consumi specifici :

Elettropompe primarie :	109.920 kWh/anno
Bruciatori caldaie :	10.500 kWh/anno
Illuminazione etc ... :	4.580 kWh/anno

Risultavano pertanto i seguenti consumi elettrici specifici in funzione della stagione di funzionamento :

- Inverno : 12,8 kWhe/MWht
- Estate : 41,7 kWhe/MWht

La giusta osservazione del progettista della ristrutturazione dell'impianto è stata che l'ossatura dell'impianto rimaneva valida per la fornitura del servizio di riscaldamento nei mesi invernali abbisognando unicamente di una sostituzione delle apparecchiature di centrale con apparecchiature a più alta efficienza e che andava invece effettuato un disaccoppiamento del teleriscaldamento dalla rete di fornitura acqua calda sanitaria (a.c.s.) in quanto assai inefficiente dal punto di vista energetico a causa della necessità di mantenimento in temperatura dell'anello principale del teleriscaldamento per la sola fornitura di a.c.s. .

Mediante interventi relativamente semplici e poco intrusivi dal punto di vista edile sull'impianto di riscaldamento quali :

- Sostituzione delle vecchie caldaie (rendimento 90% del potere calorifico inferiore) con nuove caldaie a tre giri di fumo a temperatura scorrevole da utilizzare unicamente nel periodo invernale di maggiore richiesta termica.
- Installazione di due caldaie a condensazione per utilizzo nei periodi di carico termico minore per sfruttare il calore di condensazione dei fumi (rendimento fino al 108% del potere calorifico inferiore)
- Sostituzione elettropompe di circolazione con pompe a portata variabile azionate da inverter

è stato possibile ottenere un risparmio energetico di energia primaria (gas metano) del 10% ed un risparmio di energia elettrica per l'azionamento delle elettropompe della centrale termica del 50% .

Se a questi interventi si aggiunge il disaccoppiamento della fornitura di acqua calda sanitaria dal teleriscaldamento e la produzione della stessa mediante pannelli solari eli termici con stoccaggio in boiler ad alta capacità a tripla serpentina ed integrazione, nei mesi meno soleggiati e più freddi, con caldaie gas murali o con l'anello del teleriscaldamento è stato valutato in fase di progetto un ulteriore risparmio energetico di energia primaria del 15% , attribuibile per il 9% circa all'energia termica prodotta dai pannelli solari eli termici e per un 6% circa alle mancate perdite termiche dovute all'esercizio estivo dell'anello di distribuzione per la fornitura di acqua calda sanitaria.

A consuntivo il risparmio energetico conseguito a Maggio 2009 rispetto al consumo energetico precedente all'intervento di ristrutturazione è stato del 15% ma l'apporto dei pannelli solari eli termici è stato soltanto parziale in quanto sono ancora in fase di installazione e quindi la consuntivazione per il funzionamento estivo deve essere ancora completata.

La significatività di questo intervento dimostra pertanto come una buona progettazione energetica possa estrarre significativi risparmi energetici da impianti termici centralizzati realizzati in una epoca dove il costo dei combustibili era assai inferiore all'attuale e come un impianto di teleriscaldamento realizzato con i materiali oggi disponibili, quali i tubi con rivestimento poliuretano preisolati, abbia dispersioni assai minori ed efficienza più alta di quelli realizzati oltre venti anni fa.

Va inoltre sottolineato come una rete di teleriscaldamento di questo tipo, realizzata oltre 35 anni fa, abbia mantenuto il suo valore nel tempo perché, se nel 2008 è stato sufficiente sostituire le caldaie per conseguire un risparmio energetico del 10%, la predisposizione costituita dall'esistenza di una rete di teleriscaldamento, renderà in futuro assai più facile e meno costosa la sostituzione delle caldaie con un gruppo di cogenerazione, sia che questo sia alimentato a gas naturale, come è ancora pratica comune, sia che venga alimentato da combustibili rinnovabili di prossima generazione come gli oli vegetali o le biomasse quando il costo di esercizio guidato dal prezzo dei combustibili sarà salito a livelli tali da convincere l'amministrazione degli stabili ad effettuare questo nuovo investimento, che pure era stato prospettato dal progettista anche per gli interventi effettuati nel 2008.

4.4 Utenze Artigianali ed Industriali

Le utenze industriali ed artigianali sono caratterizzate da un consumo complessivo di gas naturale dato dalla somma dei quantitativi forniti con fornitura diretta dalla Snam e dei

quantitativi forniti dal distributore locale alle aziende industriali ed artigianali della zona di Scandicci.

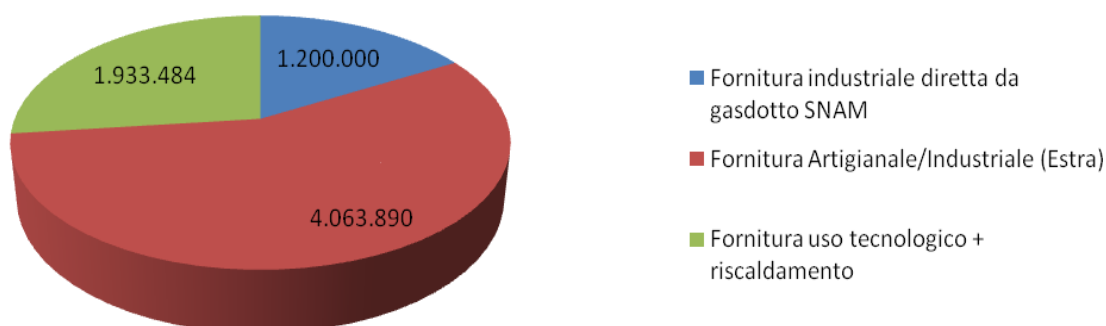
Una suddivisione del quantitativo di gas destinato alle aziende industriali/commerciali è riportata in tabella 33 :

Tipologia di utenza	Numero utenze	Consumo complessivo gas naturale (Smc)
Fornitura industriale diretta da gasdotto Snam	----	1.200.000
Fornitura Artigianale/Industriale (Estra)	1.180	4.063.890
Fornitura uso tecnologico + riscaldamento	195	1.933.484
Totale :	1.375	7.197.374

Tabella 33 – Utenze artigianali ed industriali Comune di Scandicci

Dai dati di tabella 33 si ricava che il settore artigianale/industriale ha un consumo di gas naturale pari a circa il 26% del totale del territorio di Scandicci e costituisce la seconda fonte di consumo per importanza dopo le utenze residenziali.

Consumi gas naturale Utenze artigianali ed industriali a Scandicci



Poiché il consumo di energia termica costituisce un centro di costo per la maggioranza delle aziende normalmente questo tipo di consumo è già oggetto di monitoraggio da parte delle aziende stesse che, in genere, sono fra le prime ad attivarsi spontaneamente per la ricerca e l'implementazione di soluzioni di risparmio energetico.

Nel tessuto industriale di Scandicci non vi è presenza di grandi industrie con elevati assorbimenti di energia anche a causa della crisi che in passato ha colpito le attività a più elevata intensità manifatturiera della zona con la chiusura di importanti stabilimenti (Superpila,

Billi Matec, Electrolux). Il tessuto industriale è oggi caratterizzato principalmente da attività appartenenti al sistema moda, da attività di industria leggera più simili al terziario che all'industria manifatturiera vera e propria e da terziario vero e proprio, concentrato soprattutto nella logistica. Tutte queste attività presentano consumi elettrici e termici piuttosto ridotti e soprattutto profili di consumo che sono inadatti all'implementazione di tipiche soluzioni di risparmio energetico industriale, come ad esempio la cogenerazione, a causa della presenza di carichi termici molto limitati o di carichi frigoriferi funzionanti con modalità incompatibili con i gruppi frigoriferi ad assorbimento tipicamente utilizzati negli impianti di trigenerazione.

In ogni caso si è rilevata una elevata attenzione nelle aziende alle problematiche del risparmio energetico. Fra i casi di sensibilità più elevata va nuovamente citata la Frigel che ha progettato uno stabilimento nell'ottica dell'autosufficienza nel campo energetico e della sostenibilità ambientale (generazione elettrica da fonti rinnovabili tramite impianto fotovoltaico) ed anche l'Unicoop che, per il suo centro di distribuzione merci in località Pratoni ha installato un impianto fotovoltaico che copre il 10% del consumo elettrico dello stabilimento ed ha valutato anche la possibilità della trigenerazione che è però risultata incompatibile con le esigenze di refrigerazione della catena di distribuzione alimentare.

L'approccio seguito in questi casi è certamente da diffondere fra l'imprenditoria della zona in modo da spingerla alla riconversione degli edifici degli stabilimenti verso forme di produzione di energia rinnovabile (soprattutto fotovoltaico) e di risparmio energetico, anche facendo ricorso ai servizi di terzi operanti nel settore come le società di servizi energetici.

4.5 Utenze elettriche

83

Dall'Analisi dello Stato di Fatto effettuata nella prima parte del piano energetico emerge che nel territorio di Scandicci nell'anno 2006 i consumi di energia elettrica erano equamente distribuiti fra utenze residenziali (32,4%), industria (34%) e terziario (33%) con l'agricoltura che copre la parte residua (0,6%).

4.5.1 Utenze terziario

A seguito di indagini effettuate presso alcuni utenti finali è emerso che l'aumento del 55% dei consumi elettrici del settore terziario che si è registrato nel periodo 2000-2006 è attribuibile soprattutto ai nuovi insediamenti di attività terziarie che si sono localizzate a Scandicci.

Si consideri ad esempio che il nuovo centro di distribuzione alimentare della Unicoop Firenze ubicato in località Pratoni ha un contratto di fornitura con una potenza installata di 2.250 kW ed un consumo elettrico come riportato nella tabella 34 sotto :

Anno	Consumo elettrico (MWh)
2005	6.700
2006	7.150
2007	7.400

Tabella 34 – Consumo elettrico Unicoop Pratoni

Se si confrontano questi consumi elettrici con quelli riportati nella tabella 13 dell'Analisi dello Stato di Fatto si ricava immediatamente come i soli consumi elettrici dell'utenza Unicoop nel 2006 siano pari a quasi il 13% di tutti consumi del terziario di Scandicci e valgano da soli circa il 37% dell'intero incremento di consumo elettrico registrato a Scandicci nel settore terziario nel periodo 2000-2006.

4.6 Utenze residenziali

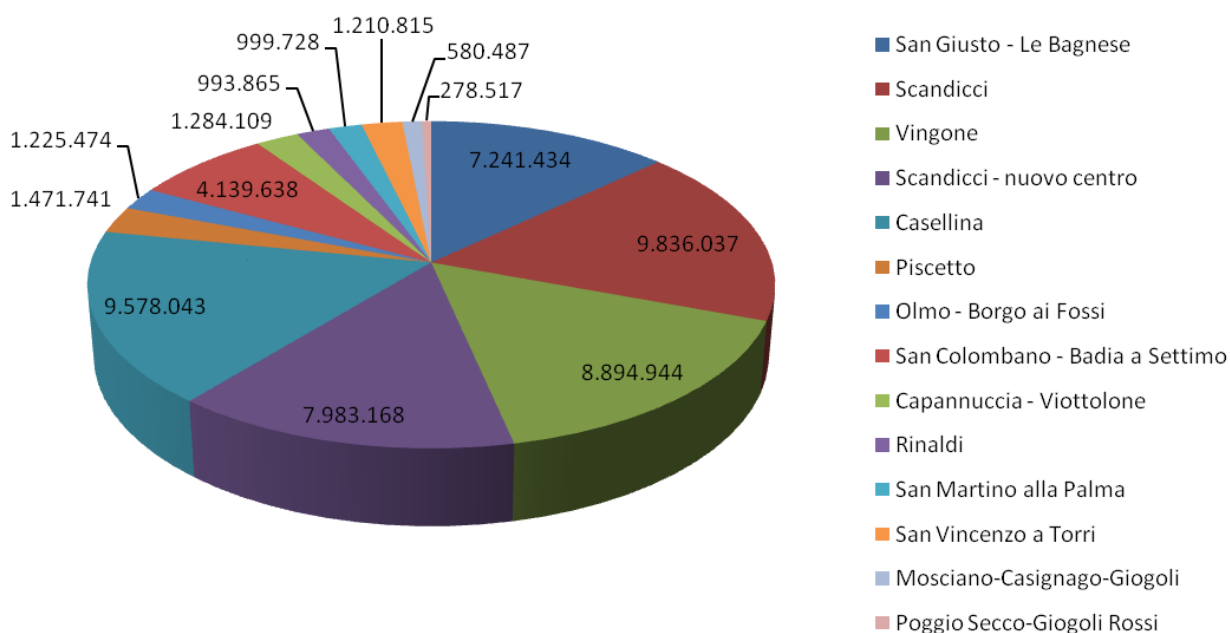
Per quanto riguarda il settore residenziale si rilevano consumi elettrici sostanzialmente stabili con trend di leggero aumento che possono essere attribuiti alla sempre maggior quantità di apparecchi elettronici (computers, DVD, etc ...) presenti all'interno delle abitazioni.

Tuttavia, con riferimento alle considerazioni già fatte relativamente alle utenze termiche, si riporta in tabella 35 una disaggregazione dei consumi elettrici residenziali rilevati nel 2006 suddivisi per quartiere in modo da fornire un quadro localizzativo dei quartieri di Scandicci a più alto consumo di energia elettrica. In questo caso il peso attribuito a ciascun quartiere è stato ricavato considerando una suddivisione dei consumi elettrici proporzionale al numero delle abitazioni presenti in ciascun quartiere.

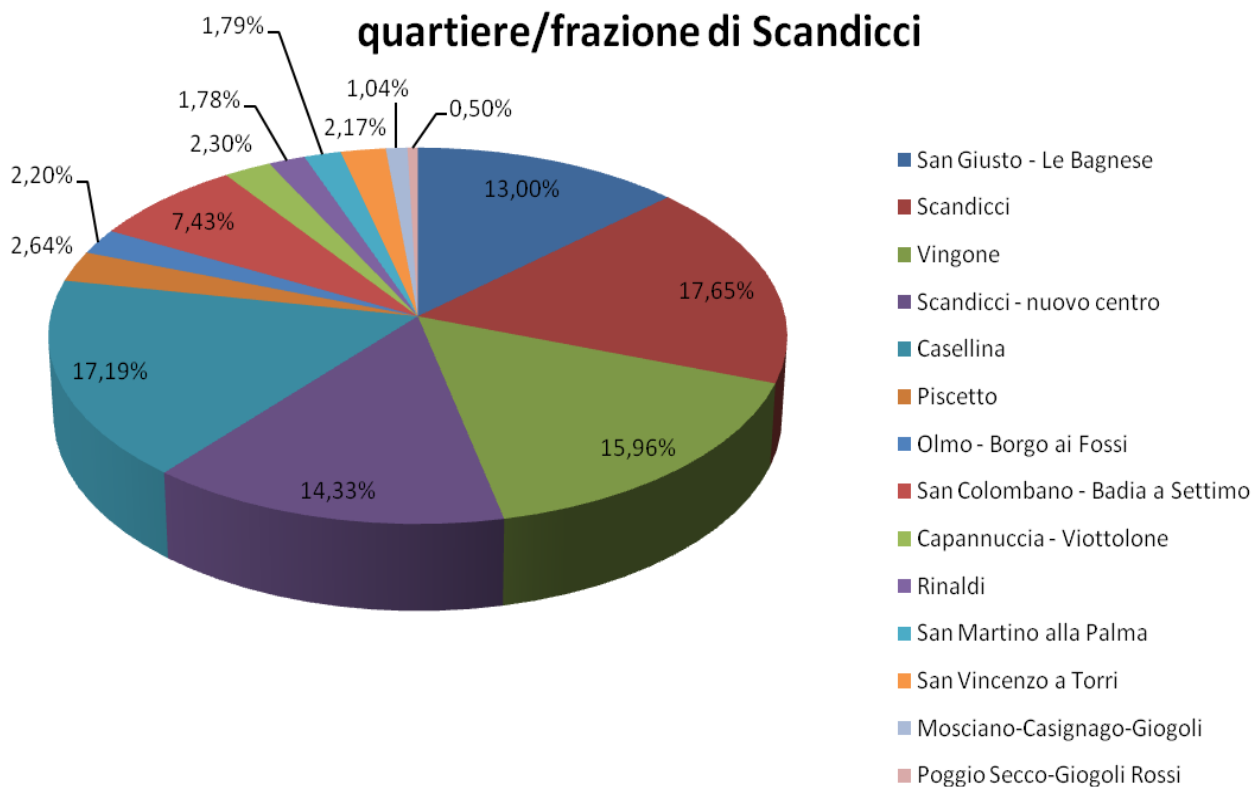
Quartiere/Frazione	Numero abitazioni	Consumo medio annuo energia elettrica (kWh/anno)	%
San Giusto – Le Bagnese	2.470	7.241.434	13,00
Scandicci	3.355	9.836.037	17,65
Vingone	3.034	8.894.944	15,96
Scandicci – nuovo centro	2.723	7.983.168	14,33
Casellina	3.267	9.578.043	17,19
Piscetto	502	1.471.741	2,64
Olmo – Borgo ai Fossi	418	1.225.474	2,20
San Colombano-Badia a Settimo	1.412	4.139.638	7,43
Capannuccia – Viottolone	438	1.284.109	2,30
Rinaldi	339	993.865	1,78
San Martino alla Palma	341	999.728	1,79
San Vincenzo a Torri	413	1.210.815	2,17
Mosciano-Casignano-Giogoli	198	580.487	1,04
Poggio Secco-Giogoli Rossi	95	278.517	0,50
TOTALE :	19.005	55.718.000	100,00

Tabella 35 – Consumo medio energia elettrica quartieri di Scandicci

Consumi elettrici quartieri di Scandicci in kWh - Anno 2006



Suddivisione % consumi elettrici per quartiere/frazione di Scandicci



Se si effettua la divisione del dato complessivo di consumo dell'energia elettrica per uso residenziale per la superficie totale delle abitazioni di Scandicci si ottiene un consumo elettrico medio per la tipica abitazione di Scandicci come sotto :

$$55.718.000/1.741.910 = 31,99 \text{ kWh/mq/anno.}$$

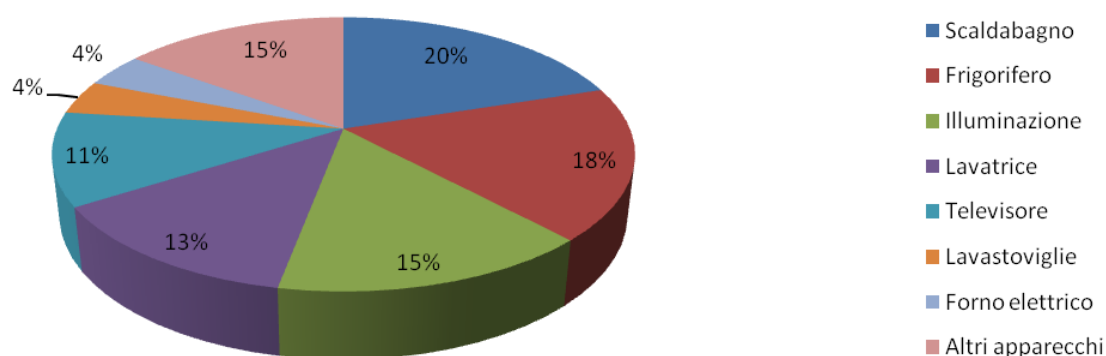
Infine, in tabella 36 si riporta una scomposizione percentuale per tipologia di apparecchio del tipico consumo elettrico medio di una abitazione italiana e la conseguente correlazione con il sopra riportato consumo elettrico domestico medio di una tipica abitazione di Scandicci che consente di individuare le aree prioritarie di intervento a livello di consumo elettrico domestico.

Tipologia di apparecchio	Percentuale consumo elettrico domestico	Consumo elettrico specifico attribuibile (kWh/mq/anno)
Scaldabagno	20 %	6,40
Frigorifero	18 %	5,75
Illuminazione	15 %	4,80
Lavatrice	13 %	4,16
Televisore	11 %	3,52
Lavastoviglie	4 %	1,28
Forno elettrico	4 %	1,28
Altri apparecchi	15 %	4,80

Tabella 36 – Scomposizione consumi elettrici per apparecchiatura

86

Suddivisione consumo elettrico domestico in %



Dalla tabella 36 sopra si può rilevare che, a livello di utenze residenziali, il miglioramento dell'efficienza energetica e la conseguente diminuzione di consumo di energia elettrica dipende fondamentalmente da due fattori :

Azioni messe in atto dai costruttori di elettrodomestici, sensibilizzati al problema dagli obblighi imposti dalla normativa nazionale e comunitaria, come ad esempio i miglioramenti della classe di efficienza dei frigoriferi imposta dal passaggio dalla classe A alla classe A+ ed alla classe

A++ e dal legame esistente fra classe di appartenenza dell'elettrodomestico ed incentivi alla rottamazione, quando questi sono presenti.

Abitudini della famiglia media all'utilizzo degli elettrodomestici, come ad esempio utilizzo di lavatrici e lavastoviglie nelle ore notturne quando l'energia elettrica è più abbondante e meno cara.

Vi sono però due notevoli eccezioni in cui sono possibili azioni efficaci che prescindono dagli sforzi fatti dai costruttori di apparecchiature elettriche.

Tali eccezioni sono costituite dall'illuminazione e dagli scaldabagni elettrici. Per quanto riguarda l'illuminazione a livello domestico va detto che questa, analogamente a quanto verificatosi in molte altre aree urbane italiane, è stata oggetto a Scandicci di una campagna mirata di distribuzione a domicilio di lampade a risparmio energetico. Tale campagna è stata incentivata dalla possibilità per le società distributrici di energia elettrica e gas naturale di ottenere il diritto ai Titoli di Efficienza Energetica per l'effettuazione di interventi di questo tipo prevista dalla normativa nazionale ed è ulteriormente rinforzata dalla direttiva europea di eliminazione progressiva delle lampade ad incandescenza che partirà dal 1 Settembre 2009 per terminare nel 2016.

La situazione è diversa invece per quanto riguarda gli scaldabagni elettrici che, oltre a costituire la maggior singola fonte di consumo elettrico a livello residenziale, non sono per il momento oggetto di alcuna specifica normativa di sostituzione anche se sono stati bersaglio di numerose campagne di sostituzione durante gli anni in cui venivano caldeggiati gli impianti termosingoli alimentati a gas metano.

Poiché in Italia vi sono ancora 7,5 milioni di scaldabagni elettrici sarebbe auspicabile favorirne la progressiva eliminazione a favore di forme di produzione di acqua calda sanitaria assai più ecocompatibili come i pannelli solari elioterfici accoppiati a boiler a doppia o tripla serpentina che, specialmente negli edifici condominiali dotati di riscaldamento centralizzato, possono consentire sensibili risparmi energetici per la produzione di acqua calda sanitaria.

Non va dimenticato che l'eliminazione degli scaldabagni elettrici e la sostituzione con impianti a pannelli elio termici apporta vantaggi ambientali paragonabili a quelli della produzione elettrica da pannelli fotovoltaici ma mediamente con costi inferiori in termini economici per cui è da incentivare ovunque sia praticabile (ad esempio negli interventi di ristrutturazione edilizia ed impiantistica).

Tanto per dare un'idea del risparmio energetico conseguibile, se si considera che circa il 35% delle abitazioni di Scandicci è dotato di impianto di riscaldamento centralizzato e si ipotizza che il 50% di queste abitazioni, cioè circa 3.360 abitazioni su un totale di 19.203, sia dotato di scaldabagno elettrico per la produzione di acqua calda sanitaria, otterremmo dalla sostituzione degli scaldabagni elettrici con pannelli solari elio termici un risparmio di energia elettrica pari a :

$$6,40 \times 90 \times 3360 = 1.935.360 \text{ kWh}$$

Tale quantità equivarrebbe al 3% dell'intero consumo elettrico ad uso residenziale nel territorio del Comune di Scandicci. Per generare una equivalente quantità di energia elettrica tramite pannelli fotovoltaici sarebbe necessaria una potenza pari a 1600 kWp, cioè circa 13.000 mq. interamente coperti di moduli fotovoltaici oppure, per fare un paragone con impianti già installati, 9 impianti fotovoltaici come quello installato presso la Frigel.

4.6.1 Utenze Artigianali ed Industriali

Come riportato nell'Analisi dello stato di Fatto le utenze elettriche industriali ed artigianali ubicate nel territorio del Comune di Scandicci sono state caratterizzate, nell'anno 2006, da un consumo complessivo di energia elettrica pari a 58.305 MWh.

E' opportuno far notare come il consumo di energia elettrica per uso industriale sia sceso dell'11% rispetto al picco di 65.904 MWh verificatosi nel 2003, evento probabilmente attribuibile a delocalizzazioni di aziende manifatturiere da Scandicci ad altre zone.

Come già sottolineato per i consumi termici, il tessuto industriale di Scandicci è caratterizzato principalmente da attività appartenenti al sistema moda e da attività di industria leggera più simili al terziario che all'industria manifatturiera vera e propria nonché da attività terziarie vere e proprie, concentrate soprattutto nella logistica.

Queste attività hanno profili di consumo termico ed elettrico poco adatti all'implementazione di tipiche soluzioni di risparmio energetico industriale come la cogenerazione, a causa della presenza di carichi termici molto limitati rispetto ai consumi elettrici per cui andrebbero integrate con altre fonti di consumo termico e/o frigorifero (condizionamento), magari nel settore residenziale, tramite reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento per rendere conveniente la realizzazione di impianti di cogenerazione a servizio di utenze industriali di questo tipo.

In alternativa a quanto sopra vi è una indubbia potenzialità di riduzione del consumo elettrico tramite autoproduzione di energia elettrica mediante fonti rinnovabili. Ad esempio le aziende dotate di ampie coperture possono fare ricorso all'installazione di impianti fotovoltaici cogliendo così la doppia occasione di riduzione del consumo elettrico e generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili, seguendo esempi virtuosi come quelli già citati della Frigel o della Unicoop.

A questo proposito va considerato che il Comune di Scandicci, con delibera del 2008 già oggi impone agli edifici aventi destinazione d'uso industriale od artigianale di installare una potenza elettrica minima pari a 5 kWp per fabbricati con SUL compresa fra 100 e 1000 mq. e 10 kWp per ciascun fabbricato con SUL superiore a 1000 mq.

Nel capitolo 5.5 "Energia Solare" dedicato alla produzione elettrica da fonti rinnovabili è possibile trovare i dati e le assunzioni relativi alla stima di valutazione della potenzialità di generazione di energia elettrica tramite impianti fotovoltaici sulle superfici edificate coperte ubicate nel territorio del Comune di Scandicci.

Per motivi di continuità di esposizione rispetto ai due capitoli precedenti, si riporta di seguito una stima della potenza elettrica e della produzione elettrica generabile tramite impianti fotovoltaici ubicati su superfici coperte di edifici industriali, commerciali e capannoni (valutate come il 20% delle superfici totali) nell'ipotesi di considerare uno sfruttamento del 90% della superficie coperta edificata idonea ai fini dell'installazione. La stima di potenza elettrica installabile risulta pari a 10.983 kWp mentre la produzione elettrica annuale generabile, considerando 1200 ore annue equivalenti, è pari a :

$$((10983 - 745) \times 1200)/1000 = 12.286 \text{ MWh}$$

Tale produzione elettrica equivale a circa il 22% del consumo elettrico delle utenze artigianali ed industriali del territorio del Comune di Scandicci, oppure al 7% del consumo elettrico totale del territorio del Comune di Scandicci rilevato nell'anno 2006.

In base ai dati di cui sopra si desume che pertanto l'apporto che la produzione di energia elettrica tramite impianti fotovoltaici ubicati su superfici coperte di tipo industriale ed artigianale può dare nel territorio del Comune di Scandicci è significativo anche ai fini del raggiungimento degli obiettivi della Direttiva Europea 2009/28/CE.

BOLZA

5 PRODUZIONE ENERGETICA DA FONTI RINNOVABILI

5.1 Biomasse

L'impiego delle biomasse agroforestali a fini energetici può fornire un importante contributo nell'ambito dello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili. Le biomasse possono essere prodotte sia a partire da colture energetiche dedicate, sia attraverso il recupero dei residui ligno-cellulosici derivanti da coltivazioni agrarie e utilizzazioni forestali o da residui di allevamenti.

L'impiego delle colture dedicate a scopo energetico è, però, fonte di molteplici polemiche legate soprattutto all'effettivo contributo apportato alla riduzione dei gas serra. Questo, infatti, è ancora in buona parte da definire e recenti ricerche attribuiscono alle fertilizzazioni azotate un'importanza maggiore di quanto fino ad ora computato, nello sviluppo di protossido d'azoto (N_2O), un gas con un effetto serra 296 volte più elevato di quello dell'anidride carbonica (CO_2) (Crutzen et al., 2007).

Inoltre l'impiego di terreni seminativi per la produzione di colture energetiche si pone in contrasto con la produzione di derrate alimentari dando origine a riflessioni sull'eticità del loro impiego. In questo contesto, la loro coltivazione può essere ipotizzata su quei terreni che attualmente sono stati ritirati dalla coltivazione e che in Toscana hanno fatto registrare negli ultimi anni un progressivo aumento. La produzione di colture agri-energetiche dedicate su questi tipi di terreno origina, però, un altro ordine di problemi legati al fatto che spesso sono posti in aree declive e meno produttive e l'intervento della meccanizzazione è difficile e può innescare fenomeni erosivi.

Inoltre, le colture attualmente prese in considerazione per produrre biomassa hanno elevate esigenze irrigue per essere produttive. Per il loro sviluppo occorre quindi sostenere ed indirizzare la ricerca verso quelle specie che richiedono bassi input in fertilizzanti, lavorazioni e necessità irrigue. Lo sviluppo di questo nuovo mercato può infatti fornire un contributo al settore agricolo nell'attuale panorama di crisi e mantenere il territorio presidiato e tutelato, soprattutto in quelle aree marginali in progressivo abbandono.

Completamente diversa è la prospettiva per le biomasse residuali, dove l'opportunità di valorizzare energeticamente un prodotto di scarto, che spesso necessita di una gestione onerosa, può fornire un valido presupposto per lo sviluppo di questa nuova filiera. A tal fine la possibilità di reimpiegare i residui di potatura delle principali specie agrarie coltivate sul nostro territorio (es. vite ed olivo), apre al settore agricolo nuovi scenari di sostenibilità economica compatibile con l'ambiente.

Obiettivo delle ricerche presentate in questo capitolo è stata l'analisi e la stima delle produzioni potenziali, per alcune tipologie di biomasse residuali e da colture dedicate, ottenibili nei comprensori agricoli di Scandicci e dei comuni limitrofi. Per le colture agri-energetiche dedicate sono state prese in esame il mais ed il girasole visto la loro diffusa coltivazione a fini alimentari e data la loro contrapposizione nei sistemi colturali impiegati per la coltivazione essendo il mais una coltura irrigua intensiva ed il girasole una coltura a bassi input agronomici. Per i residui colturali sono state invece esaminate la vite e l'olivo, che costituiscono per questo territorio le coltivazioni principali ed attualmente sono in espansione anche nel Mugello.

Non sono state prese in considerazione biomasse derivanti da industrie di trasformazione alimentare e le deiezioni animali derivabili da allevamenti intensivi vista l'assenza sul territorio di queste risorse.

5.2 Biomasse coltivate

5.2.1 Obiettivi

Per la produzione di energia termica ed elettrica è preferibile prendere in esame la filiera ligno-cellulosica, quindi la coltivazione delle biomasse nel territorio toscano ha un significato economico, etico ed ambientale nel momento in cui queste vengono destinate alla produzione di biocarburanti.

Per questo motivo è stata condotta una specifica ricerca volta a valutare le produzioni potenziali di colture destinate alla trasformazione in biocarburanti, nei terreni seminativi ritirati dalla produzione.

Per valutare tali potenzialità è stato preso in considerazione un sistema colturale estensivo che non prevede impiego di acqua per l'irrigazione, usando il girasole (*H. annuus*) come coltura dedicata e un sistema colturale intensivo che prevede il mais (*Z. mais*) irrigato come coltura dedicata.

Gli obiettivi principali del lavoro sono:

- valutare l'effetto dei cambiamenti climatici sulla produttività delle due colture negli ultimi 50 anni;
- analizzare la variabilità della produzione potenziale di energia in termini di olio vegetale puro (da girasole) e bioetanolo (da mais).

5.2.2 Metodologia

Per lo sviluppo della ricerca è stata utilizzata una serie storica di dati meteorologici dal 1955 al 2007 proveniente da varie stazioni distribuite sul territorio. In particolare, i dati giornalieri di temperatura minima e massima, di precipitazione e di radiazione solare sono stati utilizzati per applicare il modello CropSyst (Stöckle et al., 2003) al fine di simulare la produttività delle due colture analizzate.

In primo luogo è stato analizzato l'effetto del cambiamento climatico sulla produttività di mais e girasole attraverso le funzioni di regressione e il coefficiente di variabilità calcolati sulla produzione simulata da CropSyst dal 1955 al 2007.

In seguito, la variabilità della produzione è stata valutata attraverso l'analisi degli anni meno produttivi (10° percentile) e più produttivi (90° percentile) della serie storica, dopo che i dati di produzione simulati dal modello sono stati elaborati al fine di eliminare il trend dovuto ai cambiamenti climatici. I risultati sono stati quindi elaborati con un GIS al fine di operare un'analisi spaziale dei dati considerando i terreni a riposo della regione Toscana (ARTEA, 2008). Le superfici riportate nel presente studio sono derivate dalle statistiche ARTEA sulla "domanda unica 2007" presentata dalle aziende per partecipare ai regimi d'aiuto. Tali superfici sono attribuibili ad aziende agroforestali attive e quindi potenzialmente impiegabili dal sistema agricolo territoriale.

La produzione di biomassa è stata convertita in produzione di olio vegetale puro per quanto riguarda il girasole e di bioetanolo per quanto riguarda il mais (AAVV, 2007; Palchetti et al., 2008).

5.2.3 Risultati

In generale, sia il mais che il girasole hanno mostrato un trend di produzione in diminuzione e un incremento della sua variabilità. In particolare, la diminuzione della produzione in toscana dal 1955 al 2007 è stata di circa il 12% per il mais e del 25% per il girasole. Allo stesso modo, la

variabilità inter-annuale ha subito un incremento per entrambe le colture ma più marcato nel caso del girasole. Tale differenza è probabilmente dovuta al diverso apporto idrico delle due colture in quanto il girasole, coltivato in asciutta, rispecchia maggiormente l'impatto che il cambiamento climatico sta avendo sulla quantità di precipitazioni e sulla loro distribuzione annuale.

A livello comunale l'analisi del 10° e 90° percentile ha evidenziato come per il mais la produttività oscilla tra circa 5.0 e 8.3 t/ha, mentre per il girasole i valori vanno da 0.55 a circa 1.76 t/ha. Tali produttività, opportunamente convertite in biocarburante, corrispondono a una quantità di bioetanolo che varia tra 2 e 2.7 ton/ha e di olio vegetale puro tra 0.3 e 0.6 ton/ha.

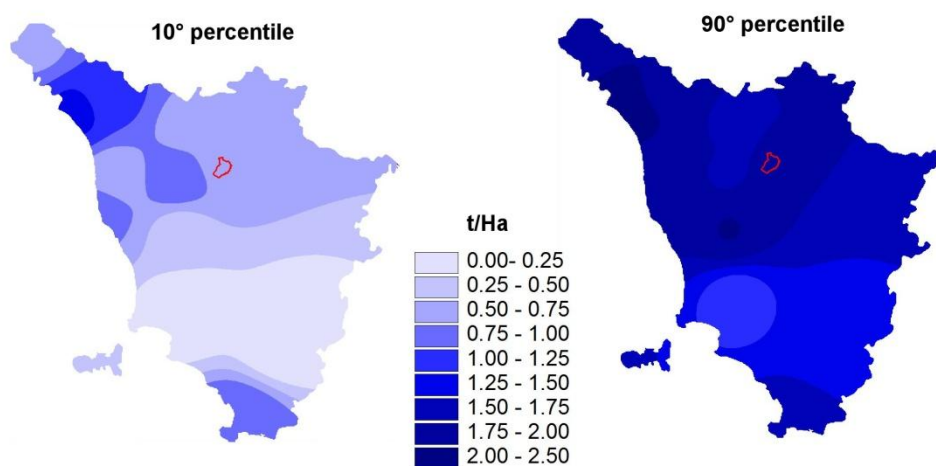
In seguito sono state calcolate le rese ottenibili in ciascun comune sulla base della specifica produttività territoriale (dipendente dall'andamento climatico registrato in quel comune nel periodo 1955-2007). I risultati indicano che dalla coltivazione dei circa 275 ha di terreni ritirati dalla produzione (nel comune di Scandicci) è possibile ottenere una produzione compresa fra 280 e 700 q.li di olio vegetale puro derivato da girasole non irriguo o 5100-7300 q.li di bioetanolo derivato da mais irriguo (Tab. 37).

COMUNE	Seminativi totali (ha)	SET ASIDE (ha)	OVP 10° percentile (t)	OVP 90° percentile (t)	BE 10° percentile (t)	BE 90° percentile (t)
FIRENZE	482.27	143.00	14.40	37.11	254.64	363.92
IMPRUNETA	130.99	123.85	12.59	31.66	229.90	326.75
LASTRA A SIGNA	352.08	155.04	15.78	38.94	309.43	444.07
MONTESPERTOLI	1723.23	753.75	72.42	174.74	1854.15	2635.55
SAN CASCIANO V.D.P.	786.83	349.69	35.40	85.94	706.61	991.71
SCANDICCI	632.32	275.09	27.78	70.52	510.91	730.28

92

Tabella 37: Olio vegetale puro (OVP) e bioetanolo (BE) producibile nei terreni ritirati dalla produzione (SET ASIDE) in annate favorevoli (90° percentile) e sfavorevoli (10° percentile).

PRODITTIVITA' GIRASOLE



PRODITTIVITA' MAIS

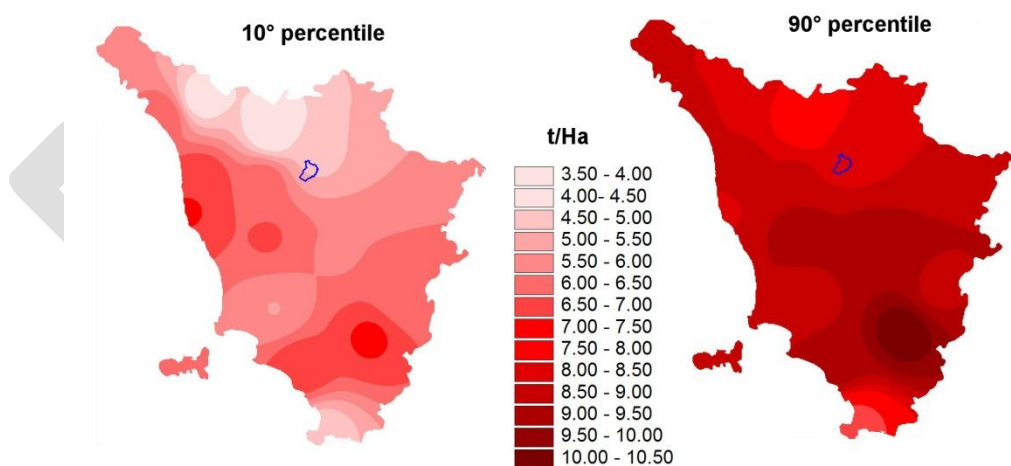
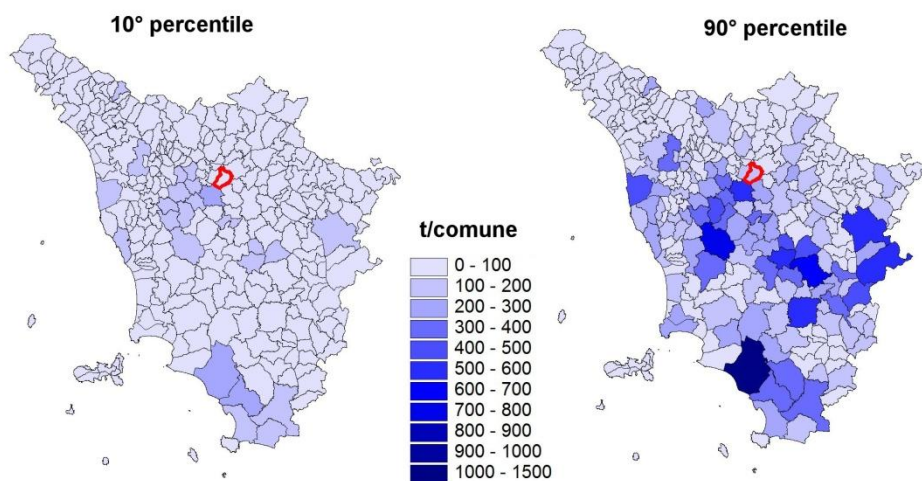


Figura 7: Produttività di girasole e mais irriguo in Toscana e nel comune di Scandicci nelle annate sfavorevoli (10° percentile) e favorevoli (90° percentile) sulla base di simulazioni della produzione negli ultimi 50 anni.

OLIO VEGETALE PURO



BIOETANOLO

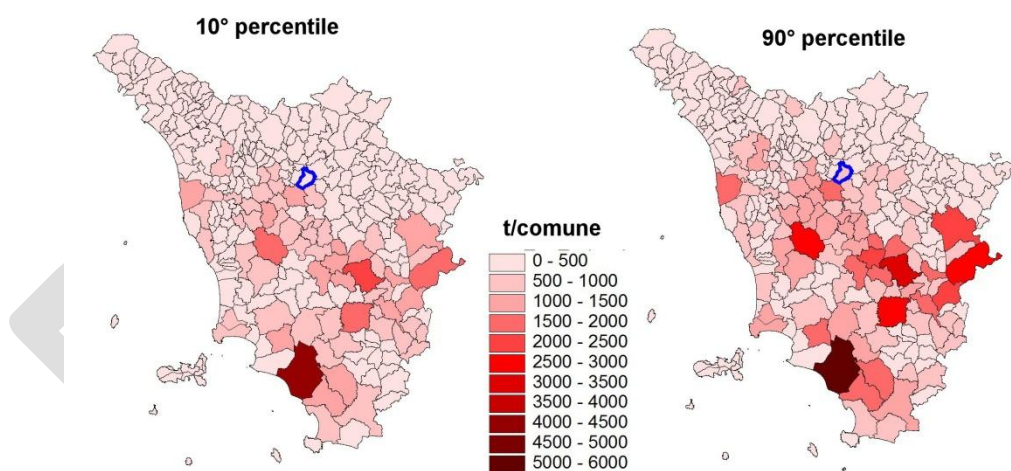


Figura 8: Produzione potenziale di olio vegetale puro da girasole bioetanolo da mais irriguo in Toscana e nel comune di Scandicci nelle annate sfavorevoli (10° percentile) e favorevoli (90° percentile), considerando i seminatrici ritirati dalla produzione e sulla base di simulazioni della produzione negli ultimi 50 anni.

5.2.4 Discussione

Il territorio comunale ha una limitata disponibilità di seminativi ritirati dalla produzione e di risorse idriche destinabili all'irrigazione, è quindi realistico considerare la produzione di girasole non irriguo come risorsa utile per la produzione di biomasse destinate alla produzione di biocarburanti.

Difficilmente tutti i 275 ha di terreni potranno essere coinvolti in un progetto di sviluppo della filiera considerata e quindi risulta difficile ipotizzare valorizzare reale valorizzazione di questa risorsa.

Le colture energetiche dedicate possono, quindi, rappresentare un'opportunità per l'autoproduzione di biocarburanti per le aziende agroforestali, mentre per la realizzazione di una filiera più articolata occorre considerare la produzione di un territorio intercomunale. Ovviamente, studi ulteriori sono necessari per analizzare i vantaggi economici, ambientali ed energetici derivanti da diverse colture dedicate, anche in relazione all'impatto che il loro fabbisogno idrico può avere sulla produzione finale di bioenergia.

5.3 *Biomasse agroforestali residuali*

5.3.1 Obiettivi

La valorizzazione dei residui organici derivanti dalle differenti attività legate all'agricoltura sta assumendo un'importanza crescente. Tra i residui più idonei alla valorizzazione energetica troviamo le potature di vite, olivo, fruttiferi ed ornamentali, le deiezioni animali e i residui delle industrie di trasformazione alimentare, mentre più difficoltosa è attualmente la valorizzazione delle paglie di cereali.

Nel territorio comunale non sono presenti né allevamenti intensivi né industrie di trasformazione dimensionalmente importanti. Per questo motivo l'attenzione si è concentrata sulle due colture che producono potature ligno-cellulosiche più presenti, la vite e l'olivo, con l'obiettivo di stimare le produzioni potenziali e valutare la possibilità di raccolta.

5.3.2 Metodologia

Per valutare la produttività in potature invernali di vite ed olivo è stata condotta una campagna di rilievi su campioni rappresentativi di piante, nell'area del Chianti. Per la vite è stata ottenuta da un campione rappresentativo, di varietà Sangiovese, allevata a cordone speronato. Per l'olivo sono stati presi in considerazione differenti metodi di coltivazione, poiché la variabilità produttiva è elevata. I residui delle potature invernali sono stati posti in stufa a 105°C per determinare la sostanza secca. I valori della sostanza secca sono poi stati riportati ad ettaro in funzione dei sesti di impianto.



Figura 9: misurazioni effettuate per la stima delle produzioni di residui di potature.

5.3.3 Risultati

Dall'analisi risulta che la sostanza secca prodotta da vite per ettaro è mediamente di 1580 kg mentre per oliveti è di 2190 kg e le potature, subito dopo la raccolta hanno un'umidità media del 44%.

Considerando 311 ha di superfici a vigneto ed i 770 ad oliveto dichiarate ad ARTEA nel 2007 (Tab.3.8) per il comune di Scandicci e considerando delle produttività prudenziali ridotte del 20% abbiamo disponibili circa 17500q di biomassa ligno-cellulosica destinabile alla filiera legno-energia.

Considerando anche le produzioni dei comuni confinanti arriviamo a una produzione potenziale di 163000q.

COMUNE	Vite (ha)	Olivo (ha)	Fruttiferi (ha)	Boschi (ha)
FIRENZE	56.96	746.34	5.36	796.31
IMPRUNETA	185.86	917.93	4.12	524.70
LASTRA A SIGNA	259.11	584.02	4.86	321.94
MONTESPERTOLI	1918.08	1331.95	7.07	1325.91
SAN CASCIANO V.D.P.	1571.02	1855.44	42.09	2066.11
SCANDICCI	311.45	770.33	7.70	765.64

Tabella 38: Superfici a colture arboree dichiarate all'Agenzia Regionale Toscana per le Erogazioni in Agricoltura nella Domanda Unica 2007 (Fonte: ARTEA newsletter n. 30 – gennaio 2008).

5.3.4 Discussione

Attualmente sono in commercio macchine operatrici che consentono la raccolta ed il confezionamento dei residui colturali (fig.10) che, nell'ottica della necessaria gestione delle potature, permettono con accettabili aumenti dei tempi di gestione di ottenere un prodotto commerciale. Allo stato attuale le maggiori problematiche connesse all'avvio di questa filiera restano connesse all'elevata umidità iniziale delle biomasse alla raccolta e al loro stoccaggio. Inoltre, il loro pieno sfruttamento implica una forma di accordo fra i vari produttori.



Figura 10: alcune tipologie di macchine per la raccolta dei residui colturali di vite ed olivo.

Le potenzialità maggiori per le risorse in gioco, sono legate al loro impiego diretto per la produzione di energia termica destinata al condizionamento di poche unità abitative tramite rete di teleriscaldamento, agriturismi, edifici pubblici, ecc.

L'attuale tariffa di 28 centesimi a kWh elettrico prodotto da fonti rinnovabili può rendere interessante anche una valutazione di cogenerazione di piccola taglia (200 kWe di potenza) acquistando parte della biomassa ligno-cellulosica necessaria per il funzionamento dell'impianto per almeno 6000-7000 ore/anno. A tale riguardo è importante trovare un utilizzatore della parte termica per almeno la metà del periodo di funzionamento.

5.4 *Utilizzazioni forestali*

5.4.1 Obiettivi

Le biomasse ligno-cellulosiche di origine forestale da alcuni anni sono tornate ad essere concorrenziali per il riscaldamento delle abitazioni, soprattutto nelle aree periferiche e rurali. Il loro vantaggio economico è essenzialmente legato all'aumento del costo dell'energia fossile e all'aumento di efficienza dei moderni camini e stufe. Molto interessante risulta lo sviluppo di caldaie di varie potenze destinate al riscaldamento di utenze di maggiori dimensioni quali agriturismi, serre, complessi residenziali dotati di teleriscaldamento.

Il loro impiego per la cogenerazione o trigenerazione (termico ed elettrico) implica la costruzione di impianti con almeno 200 kW elettrici di potenza che normalmente possono produrre calore per potenze che vanno da 1 a 2 volte la potenza elettrica.

Per questo motivo risulta utile conoscere le potenzialità di biomasse legate alla risorsa forestale.

5.4.2 Metodologia

Per valutare le aree boscate e le tipologie di specie presenti è stata impiegata la cartografia informatica e le informazioni contenute nel CORINE Land Cover (CLC2002) sull'uso del suolo.

5.4.3 Risultati

I risultati mostrano un patrimonio forestale di circa 1738 ha concentrati nelle aree collinari fra la piana del versante fiorentino e quella del chianti. Le superfici sono per lo più comprese fra quote di 180 e 380 m s.l.m. e non presentano particolari problemi di accessibilità per la loro utilizzazione.

Le aree boscate sono classificate come "conifere" per 131 ha e come "conifere e latifoglie" per i restanti 1607 ha (fig. 11).

Considerando un turno di taglio di 20 anni e una produttività cautelativa di 600 q/ha possiamo calcolare una potenzialità di 50000 q/anno di biomassa ligno-cellulosica idonea soprattutto alla produzione di cippato, vista la presenza di conifere.

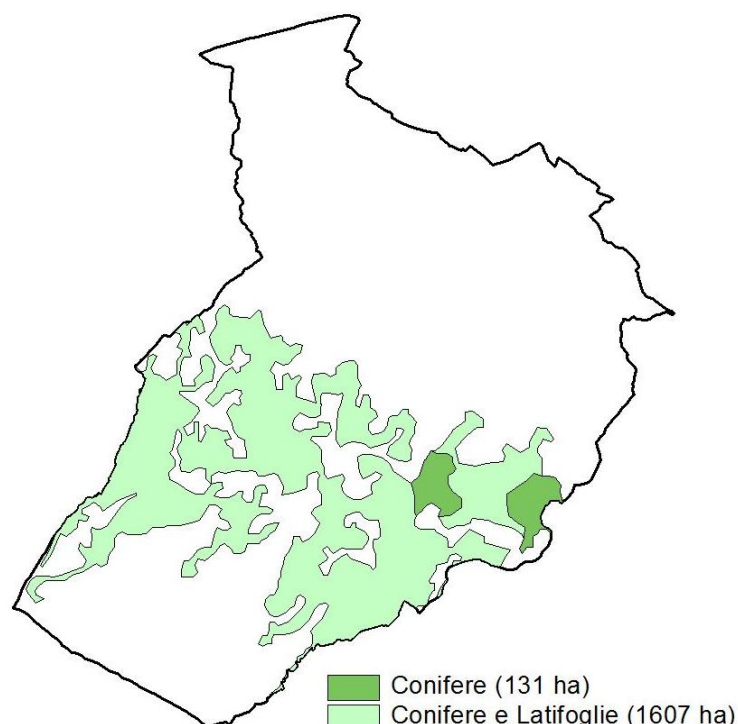


Figura11: Localizzazione dei boschi presenti nel comune di Scandicci e suddivisione per tipologia in base al CORINE Land Cover (CLC2002).

5.4.4 Discussione

Naturalmente occorre considerare i vincoli esistenti sull'utilizzazione di tali boschi, ma le biomasse legate a questa risultano essere consistenti.

La loro migliore valorizzazione potrebbe essere legata alla cogenerazione di media taglia con impianti inferiori ad 1MWatt di potenza elettrica, dove i residui di potature di vite ed olivo possono contribuire in quota a parte e l'energia elettrica prodotta può avvalersi della tariffa di 28 cent/kWh.

I limiti maggiori per questo tipo di sviluppo sono essenzialmente legati a:

- raggiungimento di una forma d'accordo fra i maggiori proprietari dei boschi per una pianificazione dei tagli ed una garanzia sull'approvvigionamento nel tempo,
- l'allocazione del carico termico.

5.5 *Energia Solare*

Sebbene il territorio di Scandicci non presenti caratteristiche territoriali tali da essere adeguato all'installazione di impianti fotovoltaici di grandi dimensioni (potenze superiori ad 1 MWp) ubicati a terra, è opportuno incentivare la generazione di energia elettrica tramite impianti fotovoltaici in tutte le aree che presentino caratteristiche adeguate ed in particolar modo sui tetti e sulle coperture degli edifici industriali ed artigianali.

Vi sono valide ragioni per incrementare la produzione di energia elettrica tramite impianti fotovoltaici fra cui le principali sono senz'altro costituite dal fatto che :

- Il consumo di energia elettrica è responsabile per quasi il 45% delle emissioni di CO₂ in atmosfera attribuibili al territorio di Scandicci per cui qualsiasi produzione elettrica da fonti rinnovabili contribuisce a ridurre il carico di emissioni di CO₂ imputabile al territorio.
- La Direttiva Europea 2009/28/CE entrata in vigore il 25-6-2009 prevede per l'Italia un incremento della quota interna di consumo energetico coperta dalla produzione di energia derivante da fonti rinnovabili dal 5,2% del 2005 al 17% nel 2020 per cui anche gli enti locali e territoriali saranno chiamati a svolgere la loro parte.

In proposito è opportuno citare nuovamente il fatto che il Comune di Scandicci, anticipando l'evoluzione legislativa in atto, ha già legiferato tramite la delibera del Consiglio Comunale n. 107 del 13-11-2008 che subordina il rilascio del permesso di costruzione di nuovi edifici alla realizzazione di impianti di produzione di energia rinnovabile di taglie di potenza minima correlate alla superficie utile lorda (SUL) dell'unità immobiliare.

In considerazione delle caratteristiche territoriali del Comune di Scandicci, che è ubicato in una area caratterizzata da scarsità della risorsa eolica e non possiede caratteristiche morfologiche adatte allo sfruttamento della stessa e che inoltre possiede scarsa possibilità di produzione di biomassa a fini energetici tale delibera equivale di fatto ad una richiesta di installazione di impianti fotovoltaici sulle coperture di nuovi edifici.

In particolare la delibera impone una potenza di 1 kWp per ogni unità immobiliare con SUL inferiore a 250 mq. , 2 kWp per ogni unità immobiliare con SUL compresa fra 250 e 1000 mq. e

5 kWp per ogni unità immobiliare con SUL superiore a 1000 mq. per tutti gli edifici aventi destinazione d'uso diversa dalla destinazione d'uso industriale ed artigianale.

Per gli edifici aventi invece destinazione d'uso industriale od artigianale la delibera impone una potenza pari a 5 kWp per fabbricati con SUL compresa fra 100 e 1000 mq. e 10 kWp per ciascun fabbricato con SUL superiore a 1000 mq.

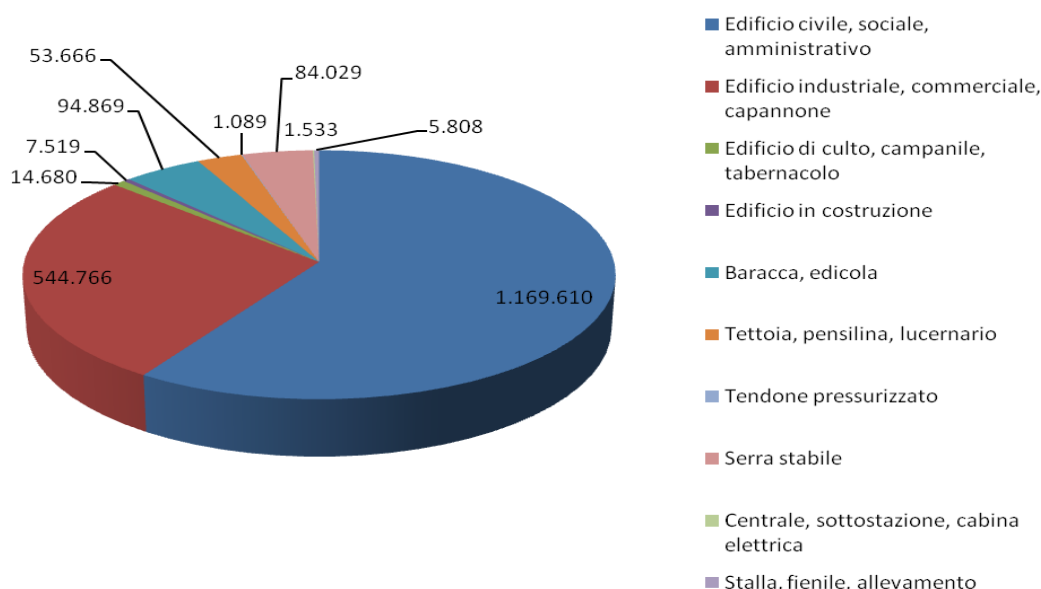
In assenza di dati di maggior dettaglio inerenti alla superficie coperta ed all'esposizione dei tetti degli edifici residenziali ed industriali ubicati nel territorio del Comune di Scandicci, per effettuare una valutazione della potenzialità di nuova produzione elettrica tramite impianti fotovoltaici si è fatto ricorso ad alcuni dati tratti dal piano energetico provinciale (PEAP) della provincia di Firenze.

In tabella 39 viene riportata la suddivisione delle superfici edificate coperte rilevate nel territorio del Comune di Scandicci :

Tipo di edificio	Superficie edificata coperta (mq)
Edificio civile, sociale, amministrativo	1.169.610
Edificio industriale, commerciale, capannone	544.766
Edificio di culto, campanile, tabernacolo	14.680
Edificio in costruzione	7.519
Baracca, edicola	94.869
Tettoia, pensilina, lucernario	53.666
Tendone pressurizzato	1.089
Serra stabile	84.029
Centrale, sottostazione, cabina elettrica	1.533
Stalla, fienile, allevamento	5.808
TOTALE :	1.977.559

Tabella 39 – Superfici edificate coperte nel territorio di Scandicci

Superfici edificate coperte a Scandicci (mq)



Relativamente alle superfici edificate, 605.474 mq. (30,6%) risultano edificati antecedentemente al 1960, mentre 1.372.085 mq. (69,4%) risultano edificati dopo il 1960.

101

E' a questo punto necessario effettuare delle assunzioni relativamente alla potenzialità di sfruttamento delle superfici coperte ai fini dell'installazione di pannelli fotovoltaici e/o pannelli solari eliotermici.

L'assunzione effettuata nel PEAP è di considerare come sfruttabili unicamente le superfici coperte degli edifici classificati come "Edificio civile, sociale, amministrativo" costruiti dopo il 1991 e degli "Edificio industriale, commerciale, capannone" effettuando l'ipotesi che la superficie effettivamente sfruttabile ai fini della captazione della radiazione solare sia pari al 20% della superficie edificata coperta per tenere conto di fattori quali l'orientamento non ottimale, l'ombreggiatura ed altre condizioni negative similari.

In tabella 40 viene riportata la valutazione di idoneità all'installazione di impianti solari delle superfici edificate coperte rilevate nel territorio del Comune di Scandicci in base alle ipotesi di cui sopra :

Tipo di edificio	Superficie coperta idonea all'installazione di impianti solari (mq)
Edificio civile, sociale, amministrativo (costruito dopo il 1991)	17.610
Edificio industriale, commerciale, capannone	97.628

Tabella 40 – Superfici coperte idonee all'installazione di pannelli solari nel territorio di Scandicci

5.6 Impianti Fotovoltaici

Se consideriamo di poter dedicare il 75% della superficie coperta idonea degli edifici civili, sociali ed amministrativi ed il 90% della superficie coperta idonea degli edifici industriali, commerciali e capannoni all'installazione di impianti fotovoltaici e si considera una superficie media di 8 metri quadrati di pannelli fotovoltaici per ogni kWp si ottiene che la potenza fotovoltaica installabile sulle superfici edificate coperte idonee nel territorio del Comune di Scandicci è pari a :

Edifici civili, sociali, amministrativi
costruiti dopo il 1991 : $(17.610 \times 0,75)/8 = 1.651 \text{ kWp}$

Edifici industriali, commerciali, capannoni : $(97.628 \times 0,90)/8 = 10.983 \text{ kWp}$

Con le ipotesi suddette la potenza elettrica fotovoltaica potenzialmente installabile è pertanto pari a circa 12.630 kWp, cioè circa 17 volte la potenza elettrica fotovoltaica (745 kWp) attualmente già installata sulle superfici edificate coperte nel territorio del Comune di Scandicci.

Se si considera una producibilità elettrica annua pari a 1200 ore equivalenti, come approssimativamente rilevata presso gli impianti fotovoltaici di Frigel ed Unicoop, il potenziale produttivo addizionale di energia elettrica da impianti fotovoltaici generabile nel territorio di Scandicci in base alle ipotesi suddette è :

$$((12630 - 745) \times 1200)/1000 = 14.262 \text{ MWh}$$

che equivale a circa l'8,3% del consumo elettrico totale del territorio del Comune di Scandicci rilevato nell'anno 2006.

102

5.7 Impianti Eliotermici

Congruentemente con le ipotesi fatte relativamente agli impianti fotovoltaici, se consideriamo di poter dedicare il 25% della superficie coperta idonea degli edifici civili, sociali ed amministrativi ed il 10% della superficie coperta idonea degli edifici industriali, commerciali e capannoni all'installazione di impianti solari eliotermici si ottiene che la potenza solare eliotermica installabile sulle superfici edificate coperte idonee nel territorio del Comune di Scandicci, considerando una superficie di 1,5 metri quadrati per ogni kW di potenza termica, è pari a :

Edifici civili, sociali, amministrativi
costruiti dopo il 1991 : $(17.610 \times 0,25)/1,5 = 2.935 \text{ kW}$

Edifici industriali, commerciali, capannoni : $(97.628 \times 0,10)/1,5 = 6.508 \text{ kW}$

Con le ipotesi suddette la potenza solare elio termica potenzialmente installabile è pertanto pari a circa 9.443 kW.

Se si considera una producibilità termica annua pari a 1200 ore equivalenti, il potenziale produttivo di energia termica da impianti elio termici ubicati nel territorio di Scandicci in base alle ipotesi suddette è :

$$(9.443 \times 1200)/1000 = 11.331 \text{ MWh termici}$$

Per produrre una quantità equivalente di energia termica mediante l'utilizzo di caldaie tradizionali alimentate a gas metano (rendimento 90%) sarebbe necessario un quantitativo di gas pari a :

$$(11.331.000/10)/0,9 = 1.259.000 \text{ Smc}$$

Questo quantitativo di gas metano risulta in termini energetici assai superiore a quello stimato per la sola sostituzione degli scaldabagni elettrici negli edifici residenziali ipotizzati nel capitolo 4.5 "Utenze Elettriche" (50% degli edifici con impianti termici centralizzati) pari a circa 1.935 MWh elettrici (cioè il 17% del potenziale totale oppure il 66% del potenziale dei soli edifici civili, sociali ed amministrativi).

Tuttavia questo quantitativo risulta però anche assai inferiore (è il 35% circa del totale pari a 3.628.853 Smc) al caso ipotizzato di riduzione generalizzata dei consumi residenziali di gas metano riportato di seguito nel capitolo 6.2 "Settore residenziale", ottenibile da un mix di interventi costituito da operazioni di sostituzione delle esistenti caldaie e di installazione di pannelli solari elio termici con riduzione dei consumi di gas metano del 15% negli impianti termici centralizzati e del 10% negli impianti termo singoli.

Alla luce di quanto sopra, e coerentemente con le ipotesi fatte, potrebbe pertanto emergere un vincolo di disponibilità di superficie coperta idonea ai fini del raggiungimento di obiettivi ambiziosi di riduzione dei consumi termici come quelli ipotizzati nel capitolo 6.2 attribuibile a conflitti di spazio fra impianti fotovoltaici ed impianti solari elio termici da installare sulle coperture degli edifici residenziali per il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico, produzione di energia da fonti rinnovabili e riduzione di emissioni delineati nel capitolo 6.2 per le utenze residenziali.

In linea di massima si può comunque affermare che va data priorità agli impianti fotovoltaici per le coperture degli edifici industriali ed ai pannelli solari elio termici per gli edifici residenziali ove il consumo di acqua calda sanitaria è più elevato, per evitare penalizzazioni nella produzione energetica utilizzabile ed ottenibile dalle superfici edificate coperte idonee

5.8 Minieolico

L'individuazione preliminare di siti aventi potenzialità di risorsa eolica viene generalmente effettuata facendo ricorso alla cartografia territoriale abbinata ai dati di ventosità rilevati dalle stazioni meteorologiche esistenti (ad esempio le stazioni dell'Aeronautica Militare e quelle dei servizi agro-meteorologici regionali).

Una volta individuati i siti idonei alla realizzazione di fattorie eoliche, si procede alla rilevazione diretta della potenzialità eolica del sito tramite torrette anemometriche con altezze variabili fra un minimo di 30 ed un massimo di 60 metri e con campagne di misura della durata minima di un anno.

Ai fini dell'installazione di un impianto minieolico (potenza fra 10 e 100 kW) tuttavia la misura anemometrica diretta ha un costo troppo elevato che può raggiungere oltre il 30% del costo dell'impianto minieolico per cui si fa riferimento alla della ventosità riportata nelle mappe degli istituti meteorologici dalle quali si può desumere se la risorsa ventosa è sufficiente.

Ai fini della valutazione della vocazionalità del territorio di Scandicci all'installazione di impianti minieolici si è pertanto fatto riferimento alla cartografia realizzata dal Consorzio LaMMA e pubblicata negli allegati del recente Piano di Indirizzo Energetico Regionale (PIER) della Regione Toscana.

Per questo studio il Consorzio Lamma ha ottenuto la velocità media del vento elaborando le uscite orarie del modello diagnostico CALMET. CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi di turbolenza.

In termini applicativi, il dominio di studio preso in esame è costituito dal territorio della Regione Toscana ed è caratterizzato da una risoluzione spaziale pari a 2 km. In definitiva, quindi, lo strato informativo della velocità media è stato ottenuto elaborando all'incirca 10.000 (110x89) punti griglia sul territorio.

Nelle carte allegate, realizzate dal Consorzio LaMMA, sono riportati :

- I vincoli paesaggistici e archeologici
- Le linee elettriche regionali
- La velocità media del vento relativamente all'anno 2002 alla quota di 77 m sul livello del suolo.

La cartografia del LaMMA, conferma quanto riportato in altre cartografie sulla risorsa eolica realizzata a livello nazionale, come ad esempio quella realizzata dal CESI (oggi ERSE) assieme all'Università di Genova., e cioè che la ventosità media del territorio di Scandicci, così come quella di tutta l'Area Fiorentina, è troppo bassa per essere di interesse dal punto di vista dello sfruttamento della risorsa eolica ai fini della produzione di energia elettrica.

Le cartografie riportano che unicamente l'area del crinale appenninico possiede una ventosità media di interesse ai fini della realizzazione di impianti eolici e che quindi il territorio di Scandicci non è particolarmente vocato per questa risorsa dato che anche i punti a più alta quota, quali ad esempio Poggio Valicaia od il Pian dei Cerri sono troppo bassi per avere una ventosità sufficiente a rendere remunerativi gli impianti eolici, compresi gli impianti minieolici (Figure 12 e 13).

Ad integrazione di tali considerazione si può riportare anche lo studio effettuato nel Piano Energetico Ambientale della Provincia di Firenze, dal quale sono emersi 29 siti vocati dal punto di vista della potenzialità eolica tutti localizzati nei comuni montani del Mugello.



Figura 12: Carta di vocazionalità eolica della Toscana (elaborata da Consorzio LAMMA – pubblicata sul PIER).

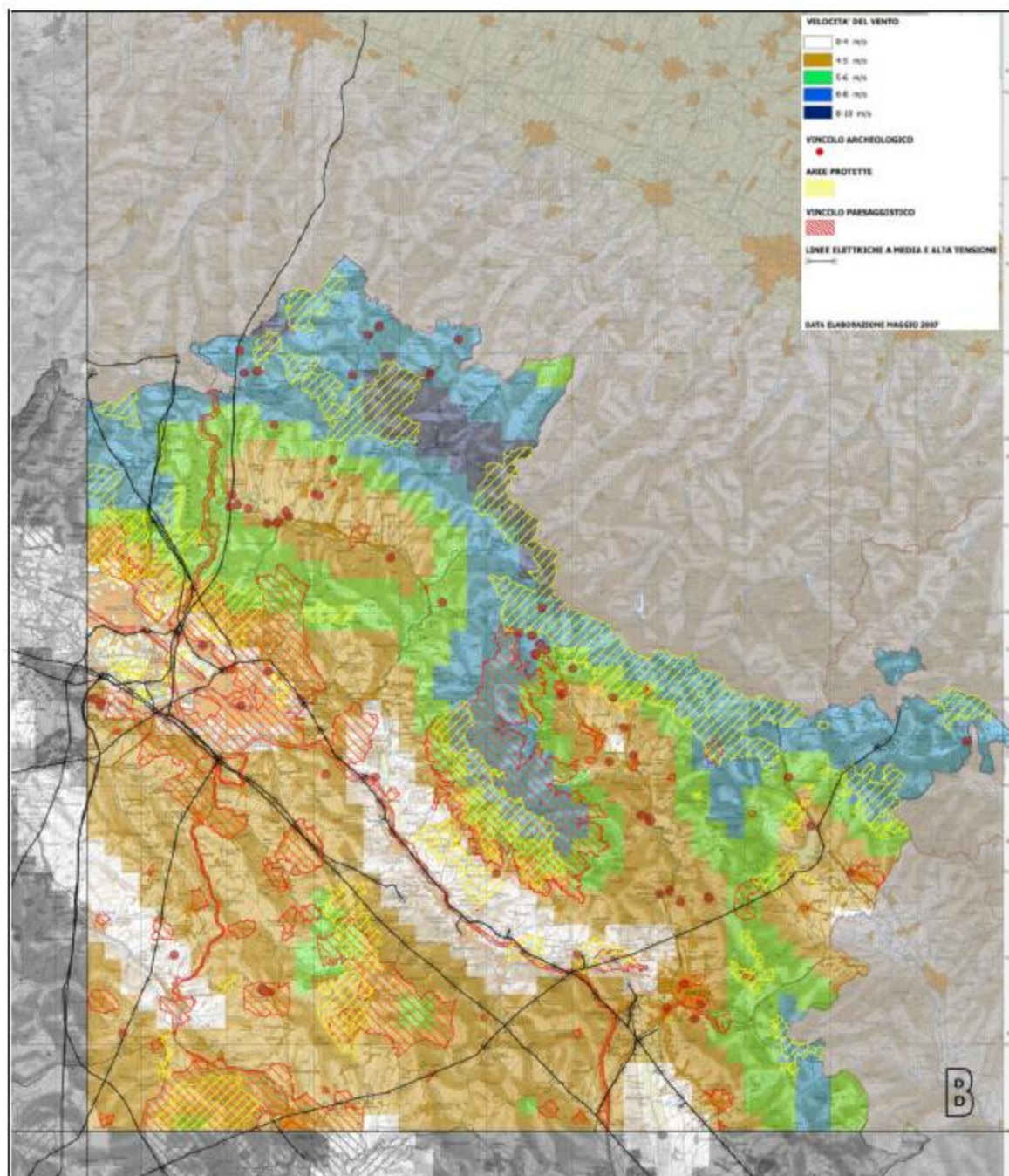


Figura 13: Carta di vocazionalità eolica della del quadrante nord-orientale della Toscana (elaborata da Consorzio LAMMA – pubblicata sul PIER).

5.9 Mini-idroelettrico

L'energia idroelettrica è una delle fonti tradizionali più diffuse e sfruttate, oltre ad essere stata storicamente la prima fonte energetica rinnovabile utilizzata sistematicamente dall'uomo.

La possibilità di costruzione di impianti idroelettrici di piccola e media taglia in un territorio come quello della provincia di Firenze è anzitutto determinato dalle condizioni morfologiche e climatiche dell'area di studio.

In un territorio come quello del Comune di Scandicci un'analisi di questo genere è di fatto limitata ai due principali corsi di acqua che attraversano il territorio comunale e cioè i torrenti Greve e Pesa ed al torrente Vingone.

Va tuttavia considerato che lo sfruttamento della risorsa idroelettrica va inquadrato nella giusta scala e cioè a livello di bacino come indicato dalla legge n. 36/94 e che è inoltre soggetto alla compatibilità con altri usi collettivi, in modo da mantenere inalterati i delicati equilibri ambientali legati al ciclo dell'acqua, ai quali viene applicata la disposizione del deflusso minimo vitale.

Poiché uno studio di valutazione delle potenzialità di applicazione di impianti mini-idroelettrici è legato al bacino idrografico di un fiume/torrente non è possibile prescindere da una valutazione complessiva dello stesso che ricade su territori anche al di fuori del territorio del Comune di Scandicci. Si ritiene pertanto opportuno citare quanto emerso dallo studio delle potenzialità idroenergetiche dei bacini idrografici effettuato nel Piano Energetico ed Ambientale della Provincia di Firenze (PEAP) relativamente ai tre principali corsi d'acqua interessanti il territorio del Comune di Scandicci e cioè la Greve, la Pesa ed il Vingone.

I dati di piovosità media annua per i bacini della Greve e della Pesa risultanti dallo studio ed estratti da dati rilevati dai pluviometri nel periodo 1950-1990 sono riportati nella Tabella 41.

107

Corso d'acqua	Area bacino (km²)	Piovosità media annua (mm)
Greve	150,19	834
Pesa	72,06	817
Vingone	13,97	862

Tabella 41 – Pioggia media annua bacini idrografici Greve, Pesa e Vingone

Per quanto riguarda il corso d'acqua maggiore e cioè la Greve nel PEAP viene anche riportata una misura storica della portata effettuata presso la stazione di ponte a Falciani, prima dell'ingresso nel territorio di Scandicci, che fornisce una portata media annua di 1,34 metri cubi al secondo rilevata nel periodo ultratrentennale 1935-1973.

La produzione idroenergetica potenziale lorda (L) viene definita basandosi sul potenziale idroenergetico installabile lordo, calcolato con la formula semplificata :

$$P = 9,806 \times (Q(D) - DMV) \times H$$

Dove :

P = potenziale idroenergetico installabile lordo (kW)

Q(D) = portata con durata di almeno D giorni/anno (m³/s)

DMV = portata di deflusso minimo vitale calcolata in 2 l/s/km² di bacino (m³/s)

H = salto geodetico disponibile (m)

Tenendo conto del periodo di produzione del potenziale idroenergetico installabile lordo. Pertanto :

$$L = P \times D \times 24$$

dove :

L = produzione idroenergetica potenziale lorda (kWh)

D = numero dei giorni di produzione (d)

Il numero di giorni di produzione viene fissato in 80, essendo ritenuta Q₈₀ la portata ottimale per il dimensionamento di un impianto idroelettrico.

In base alla curva di durata per la Greve, ricavata dalla stazione di misura di ponte a Falciani, la Q₈₀ risulta pari a 1,33 m³/s con un fattore di correzione (Q₈₀ adimensionalizzata) pari a 0,99.

Il calcolo del potenziale idroenergetico di un corso d'acqua non può prescindere da una accurata valutazione del deflusso minimo vitale (DMV) necessario a garantire la sopravvivenza dell'ambiente fluviale nel suo complesso. Le captazioni idriche hanno infatti impatti su di un corso d'acqua riassumibili in :

- Diminuzione della capacità di auto depurazione delle acque;
- Diminuzione del potere di diluizione e rischi di inquinamento;
- Alterazione dei rapporti fra l'acqua in alveo e le falde circostanti;
- Alterazione e trasformazione dei diversi microambienti acquatici;
- Alterazione della struttura delle popolazioni idrofaunistiche;
- Alterazione della produttività biologica;
- Diminuzione del valore paesaggistico;
- Compromissione delle attività ricreative.

La determinazione del deflusso minimo vitale, che è affidata alle Autorità di Bacino, è pertanto oggi un vincolo prioritario rispetto agli altri usi della risorsa idrica dei corsi d'acqua che viene stabilita come vincolo obbligatorio nel rilascio di qualsiasi concessione idrica ad uso idroelettrico di piccoli impianti che è di competenza regionale.

In tabella 42 si riportano i deflussi minimi vitali per i corsi d'acqua interessanti il territorio del Comune di Scandicci.

Corso d'acqua	Area bacino (km ²)	Deflusso minimo vitale (l/s)
Greve	150,19	300
Pesa	72,06	144
Vingone	13,97	28

Tabella 42 – Deflusso minimo vitale di Greve, Pesa e Vingone

Con la conoscenza dei dati suddetti è pertanto possibile valutare il potenziale idroenergetico lordo e la producibilità elettrica lorda dei bacini idrografici di Greve, Pesa e Vingone nei punti di misura della portata più vicini al territorio di Scandicci che vengono riportati in tabella 43.

Corso d'acqua	Area di bacino (km ²)	Deflusso minimo vitale (l/s)	Dislivello totale (m)	Portata media Q80 (m ³ /s)	Potenziale idroenergetico lordo (kW)	Producibilità elettrica lorda annua (MWh)
Greve	150,19	300	781	0,96	5.037	9.671
Pesa	72,06	144	140	0,37	313	600
Vingone	13,97	28	222	0,03	3	6

Tabella 43– Potenziale idroenergetico e producibilità elettrica lorda di Greve, Pesa e Vingone

109

Dai dati del PEAP si ricava pertanto che i bacini idrografici dei fiumi Greve e Pesa consentirebbero l'installazione di una potenza massima fino a 5 MW sull'intero corso della Greve e di circa 300 kW sul corso della Pesa. Impianti idroelettrici ubicati in detti bacini idrografici avrebbero in base ai calcoli effettuati una produzione equivalente annua pari a circa 1900 ore/anno rispettando gli obblighi del deflusso minimo vitale.

Va però considerato che i dati utilizzati ai fini del calcolo delle potenzialità dei bacini idrografici effettuati nel PEAP non tengono conto del fatto che le risorse idriche sono in parte già sfruttate per usi idropotabili e che le misure di portata sono state effettuate durante un periodo in cui gran parte del territorio era ancora di tipo rurale (periodo 1935-1973).

Si è quindi ritenuto opportuno reperire una misura più recente delle portate dei torrenti Greve e Pesa ai fini dell'effettuazione di un confronto con le portate rilevate nel PEAP che hanno fornito i risultati seguenti per l'anno 2007 :

Corso d'acqua	Punto di misura	Deflusso minimo vitale (m ³ /s)	Portata media Q (m ³ /s)
Greve	Ponte di Scandicci	0,300	0,806
Pesa	Turbone(Montelupo)	0,144	0,585

Tabella 44 - Valori di portata di Greve e Pesa

Dai dati sovraesposti si ricava che un eventuale impianto mini-idroelettrico da ubicare sul corso del fiume Greve a Scandicci con un dislivello di 10 metri, all'incirca equivalente a quello delle tre pescaie attualmente presenti sul fiume, avrebbe una potenza media pari a :

$$P = 9,806 \times (0,806 - 0,300) \times 10 = 50 \text{ kW}$$

Ed una produzione di energia elettrica pari a circa 96.000 kWh, equivalente a quella producibile con un impianto fotovoltaico da 80 kW_p ubicato a Scandicci.

In realtà, visto il carattere fortemente torrentizio della Greve, si renderebbe probabilmente necessario sovradimensionare l'impianto per sfruttare meglio le portate di piena a scapito di un minore funzionamento medio annuo nei periodi di secca ed incrementando quindi i costi di realizzazione dell'impianto.

Infine, come ultima verifica alla possibilità realizzativa di un impianto mini-idroelettrico sul fiume Greve si è ritenuto opportuno contattare in via informativa l'Autorità di Bacino.

L'Autorità di Bacino ha espresso in linea di principio parere negativo ai fini della richiesta di una eventuale concessione idroelettrica sul fiume Greve a Scandicci in quanto dai loro rilevamenti risulta che oggi questo corso d'acqua è in difficoltà a garantire il deflusso minimo vitale per buona parte dell'anno. A loro parere non è proponibile la realizzazione di un impianto mini-idroelettrico che priverebbe ulteriormente il fiume della sua già bassa portata durante tali periodi anche se potrebbe produrre durante le piene del fiume.

5.10 Geotermia a bassa entalpia ed altre fonti

La geotermia è una risorsa naturale del terreno dovuta al fatto che il sottosuolo ha una temperatura diversa dalla superficie. Quando, per motivi naturali (ad esempio in zone vulcaniche od ex-vulcaniche), il calore del terreno è disponibile ad una temperatura sufficientemente elevata (alta entalpia) esso viene spesso sfruttato direttamente come dimostrano le forme più antiche di sfruttamento della geotermia, come le terme, l'acquacoltura ed il riscaldamento degli ambienti, oppure, in tempi più recenti la generazione di energia elettrica per via geotermica che utilizza il calore naturale delle rocce calde del sottosuolo per produrre vapore ad alta entalpia utilizzato in espansione all'interno di turbine a vapore.

Quando la temperatura del terreno o del fluido termovettore (acqua nella maggioranza dei casi) non è sufficientemente elevata da permetterne l'utilizzo diretto tramite scambiatori di calore si parla di geotermia a bassa entalpia. La geotermia a bassa entalpia, cioè la naturale differenza di temperatura fra sottosuolo e superficie è tuttavia ugualmente sfruttabile facendo ricorso ad una apparecchiatura meccanica in grado di trasferire calore tra una sorgente fredda ed una sorgente calda comunemente denominata pompa di calore.

Difatti, mentre le pompe di calore più diffuse sono del tipo aria-aria cioè sfruttano la differenza di temperatura fra l'aria all'interno di un edificio e l'aria all'esterno dello stesso, le pompe di calore geotermiche, cioè progettate per questo tipo di applicazione, sfruttano la differenza di temperatura fra sottosuolo per fornire calore ad un edificio nei mesi invernali, quando il sottosuolo è più caldo della superficie, e raffreddamento nei mesi estivi, quando il sottosuolo è

più freddo della superficie per effetto della schermatura dalla radiazione solare fornita dal terreno.

Il parametro fondamentale di efficienza delle pompe di calore è costituito dal cosiddetto coefficiente prestazionale (COP), fattore che dipende in maniera sostanziale dalla differenza di temperatura fra sorgente calda e sorgente fredda. Tanto più è alto il COP, tanto maggiore è l'efficienza della pompa di calore.

In linea di massima le pompe di calore geotermiche hanno un coefficiente prestazionale (COP) superiore a quello delle pompe di calore aria-aria dovuto al fatto che la temperatura del sottosuolo è più stabile e meno influenzata dalle stagioni di quella dell'aria ambiente. Le migliori pompe di calore geotermiche hanno COP attorno a 5 se equipaggiate di scambiatori di calore acqua-suolo e COP attorno a 6 se equipaggiate con scambiatori di calore acqua-acqua.

C'è però da dire che l'investimento per la realizzazione di una pompa di calore geotermica è più alto perché va prevista la realizzazione di una perforazione verticale, compresa fra 50 e 350 metri di profondità, oppure va predisposta una serpentina orizzontale di tubo lunga diverse decine di metri da interrare sotto almeno un metro di terreno per la quale bisogna avere a disposizione lo spazio richiesto.

In aggiunta a quanto sopra va anche considerato che nell'area Fiorentina, e quindi anche nel territorio di Scandicci, sarebbe sfruttabile anche la falda freatica che presenta, al disotto dei 20-30 metri di profondità, una temperatura costante superiore a 12°C. Questo permetterebbe l'emungimento di acqua dai pozzi e lo sfruttamento della stessa tramite pompe di calore acqua-aria oppure pompe di calore acqua-acqua con successiva re-immissione dell'acqua raffreddata nella falda. Tutto il processo richiede comunque il rilascio di una concessione da parte del Servizio Regionale delle Acque che tutela la situazione della falda freatica.

111

In considerazione di quanto sopra si ritiene che le pompe di calore geotermiche possano trovare applicazione, in un territorio come quello di Scandicci, soltanto in abitazioni unifamiliari oppure villette dotate dello spazio sufficiente per l'installazione di sistemi simili.

Se si considera che in condizioni operative in campo rilevate su edifici equipaggiati con pompe di calore geotermiche si sono registrati valori di COP medi effettivi della pompa di calore pari a 4, è possibile ipotizzare il risparmio energetico, e le conseguenti emissioni evitate di CO₂ in atmosfera per una villetta ubicata nel territorio di Scandicci.

Se ad esempio consideriamo una villetta con superficie coperta pari a 200 metri quadrati avente un consumo termico medio per uso di riscaldamento pari a 99,5 kWh/mq/anno (media edifici di Scandicci), otteniamo un fabbisogno termico pari a :

$$99,5 \times 200 = 19.900 \text{ kWh/anno}$$

Se questo fabbisogno venisse soddisfatto tramite un riscaldamento convenzionale con caldaia a gas metano, esso equivarrebbe a circa 1.990 Smc/anno di gas metano utilizzato per il riscaldamento, con una conseguente emissione di 4,05 tonnellate di CO₂ nell'atmosfera.

Se invece si utilizzasse una pompa di calore geotermica con un COP=4, vi sarebbe un assorbimento di energia elettrica pari a :

$19.900/4 = 4.975$ kWh elettrici

per fornire una quantità di calore sufficiente a riscaldare la medesima villetta. La potenza elettrica della pompa di calore per una applicazione di questo tipo è stimabile in circa 10 kW. L'emissione equivalente di CO₂ per il consumo elettrico sarebbe pari a 2,61 tonnellate di CO₂ nell'atmosfera.

Pertanto le mancate emissioni in atmosfera di CO₂ riconducibili ad un impianto a pompa di calore geotermica per una villetta di questo tipo sono indicativamente valutabili pari a circa 1,44 tonnellate di CO₂ equivalente.

Tanto per fornire dei numeri di paragone, se si volesse raggiungere l'obiettivo di ridurre dell'1% le emissioni di CO₂ di un territorio come quello di Scandicci (cioè circa 2.031 tonnellate di CO₂) mediante l'utilizzo di pompe di calore geotermiche, sarebbe necessaria l'installazione di circa 1400 impianti a pompa di calore geotermica come quello ipotizzato in precedenza, in grado di servire una superficie edificata complessiva pari a 280.000 metri quadrati.

Se si considera che nel territorio del Comune di Scandicci vi erano 1883 abitazioni con superficie superiore a 150 mq. l'ipotesi di cui sopra equivarrebbe a dotare di pompe di calore geotermiche circa il 75% di tutte le abitazioni di Scandicci di superficie superiore a 150 metri quadrati.

Questa ipotesi che appare poco realistica, specialmente tenendo presenti altre alternative di risparmio energetico perseguibili mediante l'installazione di generazione elettrica da fonti rinnovabili come il fotovoltaico, ma nonostante ciò, in particolari situazioni di disponibilità di terreno l'utilizzo delle pompe di calore geotermiche può fornire anch'esso un apporto alla riduzione delle emissioni di CO₂.

Per ottenere una riduzione di emissioni di CO₂ equivalente a quella del caso della villetta in esame tramite la produzione elettrica generata dal fotovoltaico, sarebbe necessaria una superficie completamente coperta da pannelli fotovoltaici (8 mq/kWp) pari a :

$((1,44 \times 1000)/525) \times 1000/1200 \times 8 = 18,28$ mq.

6 POTENZIALITA' DI RIDUZIONE EMISSIONI INQUINANTI

6.1 Settore Trasporti

Come si è visto nel capitolo 4 dedicato al risparmio energetico, vi è una potenzialità di riduzione del consumo di carburanti liquidi collegata all'entrata in esercizio della Tramvia Firenze-Scandicci che può raggiungere il 32% dei valori attuali se la popolazione sceglierà di utilizzare la tramvia al posto degli autoveicoli negli spostamenti per studio e per lavoro.

In termini di mancate emissioni di CO₂ in atmosfera tale risparmio di carburante per autotrazione equivale a 18.784 tonnellate/anno, cioè a circa il 9% del totale delle emissioni in atmosfera attribuibili al territorio del Comune di Scandicci inclusi i consumi elettrici e termici del territorio.

Alla luce di quanto riportato sopra si deduce pertanto come sia necessario porre estrema cura nella riorganizzazione della mobilità nel Comune di Scandicci conseguente alla realizzazione della tramvia in quanto l'entrata in esercizio di questa infrastruttura ha la possibilità di incidere significativamente, oltre che sulla riduzione del traffico veicolare per cui è stata pensata, anche sulla riduzione dei consumi di carburanti per autotrazione e sulle conseguenti emissioni di CO₂ in atmosfera che sono oggetto della Direttiva Europea 20-20-20.

A livello territoriale di Comune di Scandicci il solo raggiungimento dell'utilizzo della tramvia secondo le ipotesi fatte consentirebbe di centrare quasi il 50% dell'obiettivo nazionale di riduzione delle emissioni di gas climalteranti (CO₂) previsto dalla Direttiva Europea 20-20-20 e pertanto è necessario concentrare ogni sforzo affinché la tramvia si riveli un successo in termini di "popolarità" nell'utilizzo.

Tanto per dare un termine di paragone della significatività della riduzione di emissioni di CO₂ a livello comunale attribuibile al cambio delle abitudini di mobilità indotto dalla tramvia si consideri che per ottenere un quantità equivalente di mancate emissioni di CO₂ nel settore elettrico mediante l'utilizzo di pannelli fotovoltaici sarebbero necessari circa 215.000 metri quadrati (i.e. 22 ettari) di superficie interamente coperta da pannelli fotovoltaici.

E' pertanto cruciale porre estrema cura nella riorganizzazione della mobilità nel Comune di Scandicci conseguente alla realizzazione della tramvia e soprattutto nel rendere il più comodo ed incentivante possibile l'accesso a questa infrastruttura, specialmente con mezzi di mobilità "alternativa" come le biciclette.

Pertanto va prevista la realizzazione di opere per le quali oggi Scandicci è uno dei Comuni più carenti dell'intera Area Urbana Fiorentina come le piste ciclabili, possibilmente in sede protetta o separata dalla rete stradale per combattere l'invasione degli autoveicoli, specie nelle ore di punta.

Vanno considerati con attenzione tutti quei dettagli volti alla "comodità" nell'utilizzo di mezzi di mobilità alternativa quali le biciclette come ad esempio la realizzazione di rastrelliere con lucchetti e tettoie alle fermate, servizi di noleggio biciclette nelle fermate principali, parcheggi per biciclette nelle principali zone commerciali adiacenti a fermate della tramvia (come ad esempio nella fermata del centro commerciale di Ponte a Greve che, pur essendo ubicato in Comune di Firenze serve però molti abitanti del Comune di Scandicci residenti negli adiacenti

quartieri delle Bagnese e di San Giusto) che disincentivino il ricorso agli autoveicoli privati e rendano il più comodo possibile alla popolazione l'utilizzo dell'accoppiata "bici+tramvia".

In questa ottica sarebbe anche auspicabile la realizzazione di un percorso ciclabile fra la parte centrale di Scandicci e le frazioni di San Colombano e Badia a Settimo, che sarebbe addirittura auspicabile potesse terminare presso la fermata "Le Piagge" della linea ferroviaria Firenze-Empoli mediante la realizzazione di una passerella sul fiume Arno rendendo così accessibile l'utilizzo diretto della ferrovia per recarsi a Firenze da parte degli abitanti di dette frazioni e disincentivando ulteriormente l'utilizzo del mezzo privato per recarsi a Firenze.

L'istituzione di servizi quali i taxi collettivi con base adiacente alle fermate più importanti della tramvia potrà inoltre rispondere alla domanda di mobilità proveniente dalle frazioni e dai quartieri più lontani dalle fermate della tramvia nonché da parte degli anziani residenti nella zona urbana del territorio comunale.

L'insieme di queste azioni potrà contribuire concretamente oltre che alla riduzione nelle emissioni di gas climalteranti come la CO₂ anche alla modifica di consolidate abitudini nell'utilizzo della mobilità privata, che sono progressivamente diventate sempre più impraticabili a causa del traffico che attanaglia tutta l'area fiorentina, e che sono oramai oggetto di dibattito e desiderio di cambiamento anche fra la popolazione residente.

6.2 Settore Residenziale

Dall'analisi svolta nel capitolo 4.2 "Utenze Termiche" il settore residenziale di Scandicci risulta in linea con quello di molte altre aree periferiche delle principali aree urbane italiane anche se, rispetto alle aree periferiche delle aree urbane dell'Italia settentrionale, i consumi termici specifici rapportati alla superficie degli edifici risultano più bassi, principalmente per motivi climatici.

Il potenziale di risparmio energetico nel parco immobiliare residenziale di Scandicci, rispetto agli standard costruttivi di consumo energetico attualmente più avanzati, come ad esempio la classe A di CasaClima che pure viene già pubblicizzata per appartamenti ubicati in alcune nuove costruzioni condominiali nell'Area Fiorentina, è molto rilevante e può superare il 70% in quanto il consumo termico specifico di una abitazione in classe A di CasaClima è di 30 kWh/mq/anno contro gli attuali 113 kWh/mq/anno medi.

Va tuttavia considerato che, mentre è relativamente facile implementare in edifici di nuova costruzione le moderne tecnologie costruttive che consentono la realizzazione di fabbricati a basso consumo energetico è assai più problematico e costoso intervenire sul parco immobiliare costruito negli anni del boom edilizio antecedente alla prima crisi energetica del 1973 in cui non vi era attenzione per gli aspetti di risparmio energetico ed utilizzo razionale delle risorse. In molti di questi fabbricati la situazione impiantistica è probabilmente così energivora che in alcuni casi sarebbe forse più conveniente esplorare la via della demolizione e della ricostruzione che però, per ovvi motivi non è una via realisticamente percorribile a meno che questi fabbricati non presentino anche caratteristiche di decadimento strutturale tali da prevederne in tempi non lontani l'inserimento in interventi di ristrutturazione più vasti che prevedano la realizzazione di

nuovi fabbricati residenziali a basso consumo energetico al posto di vecchi fabbricati, specie per l'edilizia pubblica.

Pertanto, volendo stimare un potenziale realmente implementabile di risparmio energetico sul parco immobiliare esistente è necessario considerare unicamente l'apporto che può essere dato dal miglioramento impiantistico e da alcuni interventi edilizi ad impatto più limitato come ad esempio l'isolamento dei tetti degli edifici e l'installazione di infissi a bassa dispersione.

E' pertanto possibile stimare un dato numerico di possibile riduzione delle emissioni in atmosfera di CO₂ effettuando alcune ipotesi plausibili relativamente alla potenziale riduzione di consumo energetico derivante dall'effettuazione di interventi di ristrutturazione/adeguamento del parco immobiliare esistente agendo soprattutto sull'impiantistica tecnologica.

Se ad esempio consideriamo come riferimento i dati del risanamento impiantistico dell'isolato Boccaccio, è plausibile ipotizzare un risparmio energetico del 20% mediante interventi sugli impianti tecnologici centralizzati di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria mediante l'effettuazione delle seguenti operazioni :

- ✓ Sostituzione delle caldaie esistenti con caldaie a condensazione
- ✓ Produzione di acqua calda sanitaria tramite pannelli solari elio termici con accumulo in boiler a doppia/tripla serpentina e con integrazione proveniente dalla centrale termica o da una caldaia gas murale con conseguente disaccoppiamento delle utenze di acqua calda sanitaria dalla centrale termica.
- ✓ Per gli impianti termo singoli a gas metano si può invece ragionevolmente ipotizzare un risparmio energetico del 15% mediante l'effettuazione degli interventi di cui sopra, anche considerando che in genere l'impiantistica delle abitazioni dotate di impianti singoli è in condizioni migliori perché realizzati più recentemente.

Considerando che i consumi di gas metano per usi residenziali di Scandicci sono pari a 19.451.235 Smc,, si può ipotizzare che la potenzialità di risparmio di combustibile primario congruente con le ipotesi riportate in precedenza sia come riportato in tabella 45 :

Tipologia di impianto	Consumo termico attuale (Smc/anno)	Consumo termico con ristrutturazione impiantistica (Smc/anno)
Impianti termo singoli	11.927.707	10.138.551
Impianti termici centralizzati	7.523.528	6.018.822
Totale :	19.451.235	16.587.600

Tabella 45 – Potenziale di risparmio energetico

Si vede pertanto come il potenziale di risparmio energetico derivante dalle ipotesi di cui sopra sia quantificabile in 3.293.861 Smc di gas metano, cioè circa il 17% del consumo di gas metano per le utenze residenziali di Scandicci, oppure il 13% del consumo totale di gas metano nel territorio di Scandicci.

In termini di mancate emissioni di CO₂ in atmosfera tale risparmio di gas metano equivale a 7.246 tonnellate/anno, cioè a circa il 3,6% del totale delle emissioni in atmosfera attribuibili al territorio del Comune di Scandicci inclusi i consumi elettrici e termici del territorio.

Dai dati di cui sopra è facile ipotizzare che se tutto il parco immobiliare di Scandicci raggiungesse lo standard classe B di CasaClima con un consumo specifico di 50 kWh/mq/anno si avrebbe una diminuzione del consumo di gas metano ad uso residenziale del 57% ed una conseguente riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera dell'11,5%.

6.3 Settore Artigianale ed industriale

Da quanto emerso nel capitolo 4.5 "Utenze Elettriche" il settore artigianale/industriale di Scandicci possiede significative potenzialità di riduzione delle emissioni inquinanti mediante l'utilizzo di generazione elettrica da fonti rinnovabili ed in particolare da impianti fotovoltaici.

Se consideriamo valide le ipotesi per gli impianti fotovoltaici effettuate nel capitolo 5.2 "Energia Solare" nel territorio del Comune di Scandicci sarebbe possibile installare 12,63 MWp di impianti fotovoltaici soltanto sulle coperture degli edifici industriali e civili con una produzione elettrica generabile, aggiuntiva a quella degli impianti fotovoltaici già installati, stimata in circa 14.262 MWh annui, pari a circa l'8,3% del consumo elettrico totale del territorio di Scandicci.

In termini di mancate emissioni di CO₂ in atmosfera tale generazione elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica equivale a 7.487 tonnellate/anno, cioè a circa il 3,7% del totale delle emissioni in atmosfera attribuibili al territorio del Comune di Scandicci inclusi i consumi elettrici e termici del territorio, oppure all'8,3% delle emissioni di CO₂ attribuibili al solo consumo elettrico.

116

6.4 Riassunto delle potenzialità di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni inquinanti

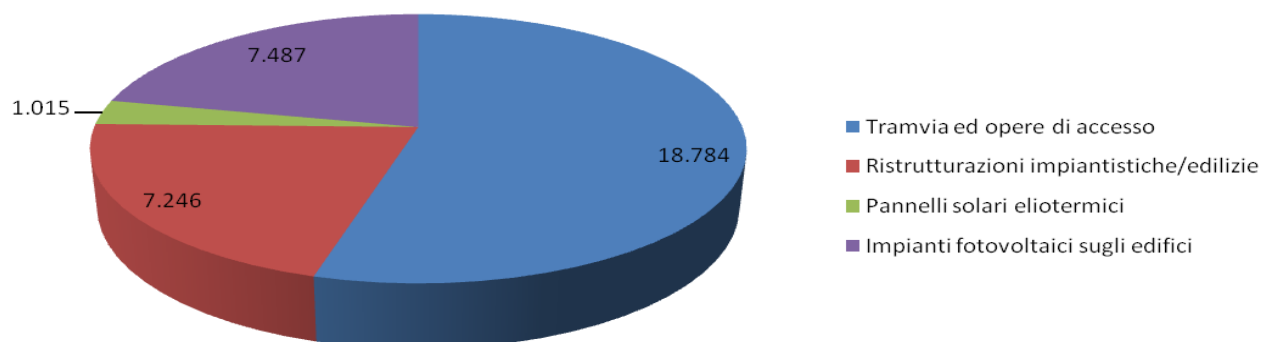
Come conclusione della Parte II – "Analisi delle Potenzialità" del Piano Energetico Comunale di Scandicci si ritiene opportuno riportare i dati di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni inquinanti ricavati dalle valutazioni effettuate congruentemente con le ipotesi fatte. Nella Tabella 46 è riportato quanto ricavato, espresso nelle unità di misura tipiche di ciascuna tipologia di intervento di risparmio energetico/produzione da fonti rinnovabili convertite in tonnellate equivalenti di CO₂ attribuibili a ciascun tipo di consumo, con i fattori di conversione come definiti nella Parte I.

Azione	Potenzialità di Risparmio Energetico/Produzione da fonti rinnovabili	Potenzialità di Riduzione Emissioni di CO₂	Percentuale riduzione emissioni di CO₂ totali rispetto all'anno 2006
Tramvia ed opere di accesso alla stessa	6.130 Tep	18.784 tonnellate	9,0 %
Ristrutturazioni impiantistiche/edilizie			

del parco immobiliare residenziale	3.628.853 Smc	7.385 tonnellate	3,6 %
Eliminazione scaldabagni elettrici e sostituzione con pannelli solari eliotermici	1.935 MWh	1.015 tonnellate	0,5 %
Impianti fotovoltaici sulle coperture di edifici industriali e civili	14.262 MWh	7.487 tonnellate	3,7 %

Tabella 46 – *Potenzialità di incidenza delle azioni di riduzione delle emissioni di CO₂ individuate*

Potenzialità Riduzione Emissioni di CO₂ (tonnellate) di Scandicci con azioni mirate



PARTE III: AZIONI IMPLEMENTABILI

118

7 AZIONI GENERALI

7.1 Rapporto Energetico Comunale

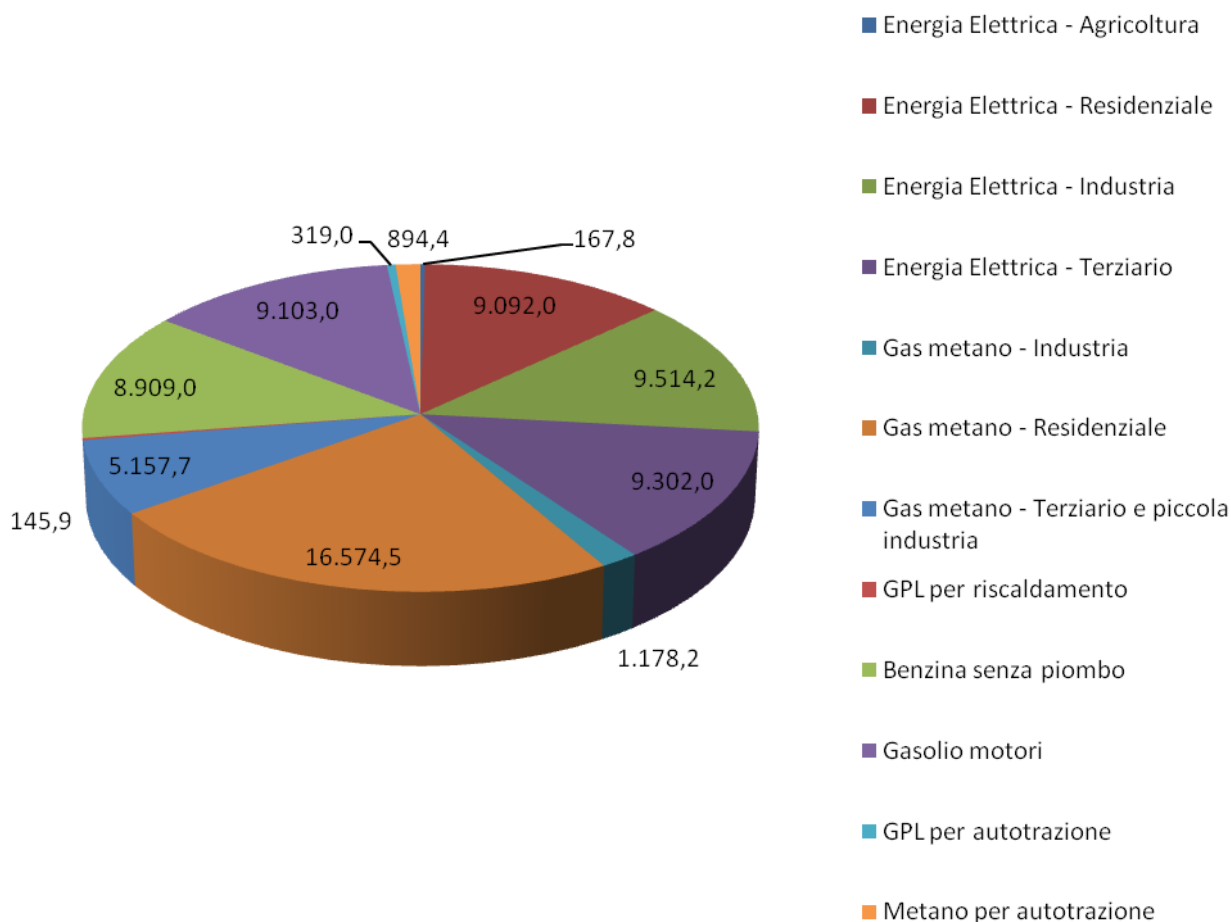
E' anzitutto opportuno riassumere i consumi energetici suddivisi per settori nel territorio del Comune di Scandicci fotografati nell'anno 2006 come emersi nell'Analisi dello Stato di Fatto effettuata nella parte I. Questi dati costituiscono infatti la base per la quantificazione delle possibilità di riduzione del consumo energetico e delle conseguenti emissioni di CO₂ in atmosfera.

In Tabella 47 si riportano pertanto i consumi energetici totali nel Comune di Scandicci suddivisi per settore di utilizzo nell'anno 2006 sia riportati in unità commerciali che in TEP. E' bene far notare che per effettuare la conversione dei consumi elettrici in TEP si è tenuto conto del mix energetico del parco di generazione elettrica della regione Toscana ove circa il 74% dell'energia elettrica consumata viene prodotta utilizzando combustibili fossili ed il 26% viene prodotta utilizzando energie rinnovabili. Pertanto, per i dati relativi ai consumi elettrici, il dato equivalente di consumo in TEP alla fonte (cioè alla centrale di generazione) è pari a circa il doppio di quello della conversione energetica lineare da unità commerciali (MWh) a TEP :

Settore di consumo energetico	In unità energetiche commerciali del settore	In tonnellate equivalenti di petrolio utilizzate alla fonte (TEP)
Consumi elettrici 2006 :		
Agricoltura	1.028 MWh	167,8 TEP
Residenziale	55.718 MWh	9.092,0 TEP
Industria	58.305 MWh	9.514,2 TEP
Terziario	57.005 MWh	9.302,0 TEP
TOTALE EQUIVALENTE (TEP) :		28.075,8 TEP
Consumi termici 2006 :		
Gas metano – Industria	1.370.000 Smc	1.178,2 TEP
Gas metano – Residenziale	19.272.626 Smc	16.574,5 TEP
Gas metano – Terziario e piccola industria	5.997.374 Smc	5.157,7 TEP
GPL per riscaldamento	145,93 ton	145,9 TEP
TOTALE EQUIVALENTE (TEP) :		23.056,3 TEP
Consumi trasporti 2006 :		
Benzina senza piombo	8.909 ton	8.909 TEP
Gasolio motori	9.103 ton	9.103 TEP
GPL per autotrazione	319 ton	319 TEP
Metano per autotrazione	1.040.000 Smc	894,4 TEP
TOTALE EQUIVALENTE (TEP) :		19.225,4 TEP
CONSUMO TOTALE EQUIVALENTE (TEP) :		70.357,5 TEP

Tabella 47 – Consumi energetici equivalenti in TEP nel territorio di Scandicci

Settori di consumo energetico a Scandicci in TEP - Anno 2006 -



120

Tanto per dare un ordine di paragone il consumo energetico totale del territorio di Scandicci nell'anno 2006 è pari allo 0,036% del consumo energetico nazionale italiano dello stesso anno.

Dalla tabella 47 si desume che il consumo di energia elettrica è pari a circa il 40% del consumo energetico totale (considerato come consumo equivalente alla centrale di generazione e non presso l'utenza), mentre il consumo termico è pari al 32% del totale e quello per i trasporti è pari al 28% del totale.

Volendo suddividere il consumo energetico per settori, appare chiaro che il settore residenziale, fra consumi elettrici e termici vale circa il 36% del consumo energetico totale ed è pertanto il maggior consumatore energetico nel territorio di Scandicci.

La pianificazione territoriale del Comune di Scandicci dovrà pertanto tenere presenti i risultati emersi dal piano energetico in quanto se è vero che Scandicci è un centro di consumo

energetico è anche vero che il territorio di Scandicci presenta significative potenzialità di riduzione dei consumi energetici, sia nel settore residenziale mediante l'implementazione di misure di risanamento energetico degli edifici che nel settore dei trasporti mediante lo spostamento della mobilità dalla strada alla rotaia mediante la tramvia, ormai prossima all'entrata in esercizio.

La stima delle potenzialità implementabili è tale da rendere il raggiungimento, a livello locale, degli obiettivi di politica energetica ed ambientale concordati a livello nazionale e comunitario come un obiettivo concreto raggiungibile nell'arco del decennio 2010-2020 e non una mera ipotesi destinata a rimanere tale.

Per centrare questo obiettivo sarà di fondamentale importanza il coinvolgimento e la condivisione da parte dei privati degli obiettivi pubblici. Si può però ragionevolmente affermare che, dopo anni di lavori infrastrutturali pesanti che hanno interessato il territorio di Scandicci, il perseguimento di questi obiettivi avrà come effetto anche l'aumento della qualità della vita urbana che andrà a vantaggio prima di tutto dei residenti e delle imprese operanti nel territorio.

Oramai infatti anche il territorio di Scandicci non dispone di molti spazi liberi da dedicare alle nuove costruzioni. Però la buona ubicazione logistica accoppiata agli importanti lavori infrastrutturali di importanza nazionale che stanno interessando il territorio, quali la realizzazione della terza corsia dell'Autostrada A1 Milano-Napoli e la realizzazione della tramvia, attira l'attenzione di molti costruttori edili e di molte attività terziarie che vogliono ubicare/trasferire la loro attività a Scandicci e questo crea una attività edilizia particolarmente vivace e dinamica.

Va inoltre notato che a Scandicci sta crescendo la consapevolezza ambientale, sia a livello degli utenti che dei costruttori. Questo fattore, coniugato al crescente peso economico delle problematiche di consumo energetico degli edifici ed alle nuove normative di certificazione energetica, produce un humus particolarmente favorevole che concede alla amministrazione comunale una buona possibilità di orientare le scelte dei costruttori verso la ristrutturazione/edificazione di nuovi edifici ad alta efficienza energetica, come del resto è già accaduto per alcuni edifici simbolo, sia mediante interventi di concertazione degli interventi più importanti che con misure più coercitive nei casi in cui in fase di progettazione non venga posta la necessaria attenzione alle misure di risparmio energetico.

E' bene infatti ricordare che le misure di risparmio energetico ed utilizzo delle fonti rinnovabili, oltre ad essere da qualche anno oggetto di crescente legiferazione sia a livello europeo che a livello nazionale, sono anche oggetto di concessione di incentivazione economica da parte della legislazione nazionale.

Il Comune di Scandicci dovrebbe agevolare il più possibile l'effettuazione da parte di privati di interventi di riqualificazione del parco immobiliare esistente sia nel settore residenziale che in quello terziario, sia dal punto di vista dell'impiantistica che dal punto di vista degli involucri degli edifici ovunque possibile in quanto questa rappresenta la possibilità più immediata di incidere in maniera più significativa sui consumi energetici del territorio di Scandicci nei prossimi anni. Va considerato che la fattibilità di molti di questi interventi è anche **agevolata dalla detrazione fiscale del 55%** per il risparmio energetico negli edifici, che rappresenta una ulteriore opportunità di indirizzare le ristrutturazioni "pesanti" verso parametri di alta efficienza energetica.

Anche nel campo dei trasporti la situazione del Comune di Scandicci si presenta in maniera favorevole. La prossima entrata in esercizio della Tramvia Firenze-Scandicci rappresenta infatti una grande opportunità per spostare una quota sensibile di mobilità dalla strada alla rotaia. Perché questo obiettivo venga centrato è necessario soprattutto che venga facilitata al massimo l'accessibilità alla tramvia con mezzi diversi dagli autoveicoli. La creazione di interventi semplici che involino i residenti ad avere un facile accesso alla tramvia senza dover prendere l'auto come la realizzazione di piste ciclabili e parcheggi per biciclette ubicati in corrispondenza delle fermate della tramvia serviranno a vincere la consuetudine dell'uso dell'auto ed a trasformare progressivamente la mentalità dei residenti. I dati del 2009 delle Ferrovie dello Stato mostrano che la conversione dall'utilizzo dell'auto (ed anche dell'aereo) a quella del treno per spostarsi fra le aree urbane è in forte progressione sulle lunghe percorrenze fra aree urbane diverse da quando il servizio ferroviario è diventato più comodo e veloce. Oggi il vero nodo cruciale della mobilità, soprattutto per i residenti nelle aree periferiche delle città, è divenuto l'accessibilità alle infrastrutture di trasporto pubblico su ferro, ed è pertanto questo il punto più importante ove agire per incrementare l'utilizzo del mezzo pubblico. Gli esempi di numerose città straniere, ed anche di molti paesi dell'Italia settentrionale dimostrano che una rete accessibile di trasporti pubblici affranca i cittadini dall'uso dell'auto, che è oramai una vera e propria fonte di stress nelle aree congestionate dal traffico veicolare.

7.2 Accordi con soggetti presenti nel territorio per specifici interventi di risparmio energetico o produzione energetica da fonti rinnovabili

Anche se Scandicci, ad eccezione della parte collinare del territorio comunale, non ha un contesto residenziale paragonabile a quello di alcuni Comuni ubicati in aree di maggior pregio paesaggistico quali Montelupo Fiorentino e Tavarnelle Val di Pesa che sono interessati dalla realizzazione di edifici pubblici e privati a basso consumo energetico con il primario coinvolgimento dell'amministrazione comunale, il fatto di essere ubicato in una area urbana contigua a queste zone crea un utile stimolo alla modifica in senso di maggiore "eco-compatibilità" e quindi di risparmio energetico nella edificazione e ristrutturazione del parco immobiliare.

Non va però dimenticato che Scandicci deve anche fronteggiare le problematiche tipiche di un comune urbano quali l'elevata incidenza del peso della popolazione anziana ed una crescita della popolazione immigrata che avendo un basso potere d'acquisto non è nelle condizioni di affrontare spese impegnative per la ristrutturazione di immobili che spesso ricadono fra quelli di peggiore qualità.

Il perseguimento di accordi volontari con i soggetti attivi nel territorio nel campo immobiliare ed edilizio, quali ad esempio progettisti, costruttori edili, amministratori di condominio, è un utile metodo per coinvolgere i privati più sensibili alle problematiche della sostenibilità ambientale nella realizzazione di obiettivi pubblici di interesse comunitario, nazionale ed anche locale e può svolgere un efficace effetto di leva ed emulazione sulla imprenditoria edile ed impiantistica attiva nel territorio di Scandicci più restia ad impegnarsi o meno informata sulle problematiche ambientali connesse al cambiamento climatico.

A tale scopo si ritiene utile una azione di adeguata informazione di queste categorie professionali sugli obiettivi di lotta al cambiamento climatico stabiliti a livello internazionale e sulla implementazione di quello che è possibile fare a livello del territorio del comune di Scandicci, coerentemente con azioni simili intraprese in altri paesi europei come l'alleanza fra

enti locali per la lotta al cambiamento climatico che coinvolge oltre 900 città europee e, fra queste, anche alcuni comuni periferici di grandi aree urbane ubicate in paesi mediterranei, come, ad esempio, Matarò, Comune periferico dell'area urbana di Barcellona in Spagna.

BOLZA

8 AZIONI SUL PATRIMONIO COMUNALE

L'implementazione di azioni di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni di CO₂ sui beni mobili ed immobili di proprietà comunale costituisce certamente una azione da perseguire ovunque possibile, soprattutto in accoppiamento a qualsiasi intervento edilizio di grandi dimensioni in grado di attivare le economie di scala necessarie alla realizzazione di interventi infrastrutturali costosi ma di grande effetto in termini di riduzione dei consumi energetici, quali la realizzazione di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento di lunghezza superiore ad 1 km.

Ovviamente questi interventi sono da perseguire compatibilmente con le risorse finanziarie disponibili e/o attivabili sottoforma di contributi erogati da altri enti pubblici o da privati cittadini ma sono da includere nella pianificazione comunale in modo che il Comune possa avere un monitoraggio costante delle azioni intraprese per ridurre i consumi energetici, ed una consuntivazione degli stessi nei settori ove maggiore è il contributo diretto e visibile che il Comune può apportare, e cioè nel miglioramento dell'efficienza energetica del suo parco edilizio e, in misura minore ma più visibile, nella gestione dei suoi mezzi di trasporto.

L'obiettivo principale di questi interventi è quello di trasformare il Comune in un veicolo attivo nel campo del risparmio energetico e della lotta al cambiamento climatico, con il conseguente ruolo di guida e traino sulle attività private presenti all'interno del territorio comunale che sono responsabili della grande maggioranza dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ in atmosfera.

Azioni di questo tipo rivestono particolare importanza all'interno dell'area urbana fiorentina in quanto la possibilità e la capacità di intervenire in maniera più significativa sono più concentrate nei comuni periferici che non nel Comune capoluogo che rimane ingessato e vincolato dai pressanti vincoli infrastrutturali ed ambientali dati dalla presenza di un centro storico e dalle esigenze dettate dalle attività turistiche legate ad una città d'arte che rendono assai costosa e difficoltosa la realizzazione di interventi di risparmio energetico ad alto impatto quali la realizzazione di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento, anche se va dato atto che qualcosa ha cominciato a muoversi a seguito della realizzazione di impianti di cogenerazione e trigenerazione in complessi ospedalieri quali Careggi e San Giovanni di Dio.

124

8.1 *Risparmio energetico in edifici comunali e scuole*

Per le sue caratteristiche territoriali Scandicci non possiede potenzialità particolarmente elevate di utilizzo delle fonti rinnovabili data la sua collocazione urbana e le sue caratteristiche di "centro di consumo" più che di "centro di produzione" di energia.

Ciò fa sì che gli interventi prioritari più efficaci, in termini energetici e di riduzione delle emissioni di CO₂ nonché in termini economici, vadano concentrati nel campo del risparmio energetico e dell'utilizzo di fonti rinnovabili negli edifici.

Per quanto riguarda più strettamente gli edifici di proprietà dell'amministrazione comunale va considerato che molti di questi, sono stati realizzati nel periodo storico immediatamente successivo al boom della popolazione urbana quando Scandicci doveva fronteggiare impellenti problemi di realizzazione di strutture ad uso terziario che fossero in grado di servire le crescenti esigenze di una popolazione in rapida crescita.

A causa dei motivi suddetti la realizzazione di tali edifici comportò una scarsa attenzione per le problematiche di risparmio energetico e pertanto la loro impiantistica, sia idraulica che elettrica è vetusta e richiede interventi di adeguamento ai moderni sistemi di produzione energetica, specie quelli utilizzando fonti rinnovabili come l'energia solare.

Tale situazione è del resto comune a molti altri edifici costruiti in epoca simile, come ad esempio gli ospedali dell'area fiorentina, e richiede l'effettuazione di radicali interventi di miglioramento dell'efficienza energetica agendo sia sugli involucri (infissi, cappotti termici) che sugli impianti (tubazioni coibentate, separazione dei circuiti di riscaldamento dai circuiti dell'acqua calda igienico-sanitaria....).

Durante la redazione di questo piano energetico si è quindi provveduto all'effettuazione di alcuni sopralluoghi in edifici di proprietà comunale in modo da effettuare una diagnosi energetica degli edifici e della loro impiantistica.

In particolare si è provveduto ad una visita, con relativa redazione di diagnosi energetica, dei seguenti edifici :

- **Palazzetto dello Sport**
- **Scuola media "E. Fermi"**

Palazzetto dello Sport

Si tratta di un edificio in cemento armato di spessore 25 cm. con soffitto a volta a forma triangolare avente copertura di rivestimento in lamiera grecata. L'edificio, a detta degli addetti della società sportiva che ne ha ottenuto la gestione da parte del Comune di Scandicci, dimostra fin da subito le sue lacune di confort ambientale. Infatti all'interno è molto freddo in inverno mentre d'estate la temperatura può diventare insopportabile.

Nel tentativo di rimediare a questa situazione fu effettuato un isolamento del soffitto mediante spruzzo di schiuma poliuretanica all'intradosso e la realizzazione di due canalizzazioni ad aria con batteria di riscaldamento ubicate ai lati dell'edificio cadauna con ventilatore di portata pari a 1200 metri cubi/ora.

Questi interventi, se da un lato migliorarono la situazione per quanto riguarda l'isolamento invernale, la peggiorarono per quanto riguarda il periodo estivo causando un incremento dell' "effetto serra" all'interno della struttura.

Per rimediare a questo secondo inconveniente fu decisa la realizzazione di due ulteriori canalizzazioni ad aria ubicate nella parte centrale dell'edificio, all'altezza della volta, come evidenziato in Figura 14.



Figura 14: *Impianto di aereazione Palazzetto dello Sport*

Lo scopo dell'impianto di aerazione era quello di rimuovere il calore dalla volta del soffitto. Poiché l'edificio ha una volumetria pari a circa 11.000 metri cubi, per assicurare un ricambio d'aria pari a 0,5 volumi/ora, volume normalmente sufficiente ad assicurare il ricambio di aria in un edificio residenziale, il progettista ritenne di installare ventilatori con una portata complessiva pari a 5.500 metri cubi/ora, valore non lontano dalla potenzialità dei ventilatori attualmente installati (1200 metri cubi/ora cadauno ai lati e circa 1500 metri cubi/ora su ciascuno dei due ventilatori centrali)

Purtroppo però tale valore si è rivelato inadeguato per un Palazzetto dello Sport in quanto il calore corporeo ed il vapore acqueo emesso dagli atleti e dal pubblico aggiunto al calore prodotto dalle lampade di illuminazione della pista è più elevato di quello tipico di un edificio residenziale e pertanto necessita di un ricambio d'aria più elevato. L'impianto di ventilazione andrebbe potenziato prevedendo anche la possibilità di immettere aria raffrescata nell'ambiente se si vuole mantenere un livello di comfort adeguato per i mesi estivi.

Va tenuto presente che il consumo attuale, pari a circa 81.000 Smc/anno di gas metano da riscaldamento e circa 176.000 kWh/anno di energia elettrica, costituisce per l'esercente una spesa energetica annua che si aggira attorno a circa 83.000 Euro/annui, un valore tutt'altro che trascurabile.

Se si divide il consumo termico espresso in kWh termici per la superficie del Palazzetto dello Sport, pari a 2300 metri quadrati si ottiene quanto segue :

$$(81.000 \times 10)/2300 = 352 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$$

Cioè un valore che è oltre tre volte superiore al consumo energetico specifico medio degli edifici di Scandicci, pari a $113 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$, il che dimostra che la potenzialità di risparmio energetico è molto elevata.

Dal punto di vista impiantistico la soluzione energeticamente più efficiente per un edificio di questo tipo sarebbe probabilmente costituita dalla realizzazione ex novo di un impianto di riscaldamento/raffrescamento a pannelli radianti da alimentare con fonti rinnovabili (pannelli elio termici) integrati da pompe di calore elettriche od a gas, oppure alimentate da un impianto di trigenerazione a gas od a biomasse da ubicare nell'ampio piazzale antistante al palazzetto dello sport.

Per l'analisi dettagliata dell'involucro edilizio si rimanda all'allegato B

Scuola Media "Enrico Fermi"

Si tratta di un altro edificio in cemento armato e laterizio pieno con tecnica di costruzione edilizia ed impiantistica tipica degli anni 1960-70, quindi scadente secondo tutti gli standard attuali.

La Scuola Fermi presenta una superficie pari a circa 4500 metri quadrati ed una volumetria di circa 13.500 metri cubi. Il consumo termico della scuola è pari a circa 50.000 Smc/anno di gas metano mentre il consumo elettrico è pari a circa 116.000 kWh.

Se si divide il consumo termico espresso in kWh per la superficie della scuola si ottiene un valore di consumo specifico medio pari a circa $111 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$, cioè un valore paragonabile a quello medio del parco immobiliare di Scandicci. Il consumo elettrico incide invece per circa $25 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$.

Come già detto nella seconda parte del Piano Energetico Ambientale Comunale "Analisi delle Potenzialità" le potenzialità di riduzione di tale consumo sono rilevanti.

Dal punto di vista impiantistico l'edificio presenta una impiantistica di pessima qualità, come si può facilmente desumere dalla Figura 15 – Impianto di Riscaldamento e dalla Figura 16 – Acqua calda igienico-sanitaria.

Per l'analisi dettagliata dell'involucro edilizio si rimanda all'allegato B



Figura 15: Scuola Fermi – Impianto di riscaldamento



Figura 16: Scuola Fermi – Impianti acqua calda igienico-sanitaria

Nella Figura 15 si vede infatti come la rete di riscaldamento sia costituita da tubi in ferro a vista staffati alla parete con derivazioni saldate di alimentazione dei radiatori. I tubi non sono coibentati ed i radiatori non sono dotati di valvole termostatiche, con il risultato di una evidente dispersione di calore nel corridoio ed il riscaldamento anche delle aule vuote per l'impossibilità di regolare i radiatori.

Nella Figura 16 si vede uno scaldabagno elettrico utilizzato per la produzione di acqua calda igienico-sanitaria utilizzata nel bagno. Il risultato, fra l'altro, è che durante le pause per la ricreazione i primi ragazzi si lavano con acqua calda mentre agli ultimi tocca acqua tiepida a causa della scarsa capacità del serbatoio di accumulo. Ogni bagno della scuola è equipaggiato con una impiantistica di questo tipo.

Alla luce di quanto sopra vi sono due possibili azioni di miglioramento che denomineremo come segue :

- **Soluzione minima di riabilitazione impiantistica**
- **Intervento ad alto risparmio energetico**

La soluzione minima di riabilitazione impiantistica è costituita da :

- a) Rete di distribuzione acqua igienico-sanitaria : Eliminazione degli scaldabagni con contestuale sostituzione con pannelli solari elioterminici ed installazione di boiler coibentati a doppia o tripla serpentina con collegamento di integrazione alla caldaia impianto di riscaldamento.
- b) Impianto di riscaldamento : Sostituzione della caldaia a gas con caldaia a condensazione alimentata a gas oppure con caldaia alimentata a biomasse (pellets o cippato) e coibentazione/sostituzione dei tubi in ferro e dei termosifoni con ventilconvettori.

L'intervento ad alto risparmio energetico è costituito da :

- a) Rifacimento dell'impianto di riscaldamento e trasformazione dello stesso in impianto unico di riscaldamento/raffrescamento mediante l'installazione di ventilconvettori al posto dei termosifoni.
- b) Rifacimento della centrale termica mediante collegamento della scuola ad una rete di teleriscaldamento/teleraffrescamento di prossima realizzazione nella zona.

Anche se i valori effettivi di risparmio energetico sono da valorizzare con maggior precisione in fase di progetto, come ordine di grandezza ci si può attendere un risparmio energetico dell'ordine del 15% per il primo intervento e del 30% per il secondo intervento, ove verrebbero valorizzati i cascami termici di un impianto di cogenerazione centralizzato.

Tali valori possono essere ulteriormente incrementati in presenza di adeguati interventi di isolamento termico dell'involucro dell'edificio agendo in particolare sulle pareti e sugli infissi.

In ogni caso gli interventi sarebbero in grado di ridurre considerevolmente il consumo di energia, e di conseguenza ridurre le emissioni di CO₂ in atmosfera rispetto alla situazione attuale. La generazione di energia elettrica tramite moduli fotovoltaici da installare sulla

porzione di tetto esposta a sud dell'edificio potrebbe inoltre ridurre la bolletta elettrica dell'edificio.

Mediante l'effettuazione di interventi di questo tipo il Comune può svolgere una azione di traino di rinnovo dell'impiantistica energetica e di incremento dell'efficienza energetica degli involucri anche per i numerosi edifici privati la cui epoca di costruzione risale allo stesso periodo e che presumibilmente presentano caratteristiche simili di vetustà ed inefficienza dell'impiantistica.

L'allacciamento di questi edifici a reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento di prossima realizzazione rimane comunque un intervento in grado di apportare vantaggi consistenti in termini di risparmio energetico al parco immobiliare di Scandicci. L'utilizzo di sistemi di riscaldamento a ventilconvettori all'interno degli edifici è da prediligere ovunque sia prevista la realizzazione di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a quattro tubi in quanto questi sistemi permettono di utilizzare la rete di distribuzione a due tubi (mandata/ritorno) tipica degli edifici sia per esigenze di riscaldamento nei mesi invernali che di raffrescamento nei mesi estivi utilizzando le stesse apparecchiature.

8.2 Parco automezzi di proprietà comunale

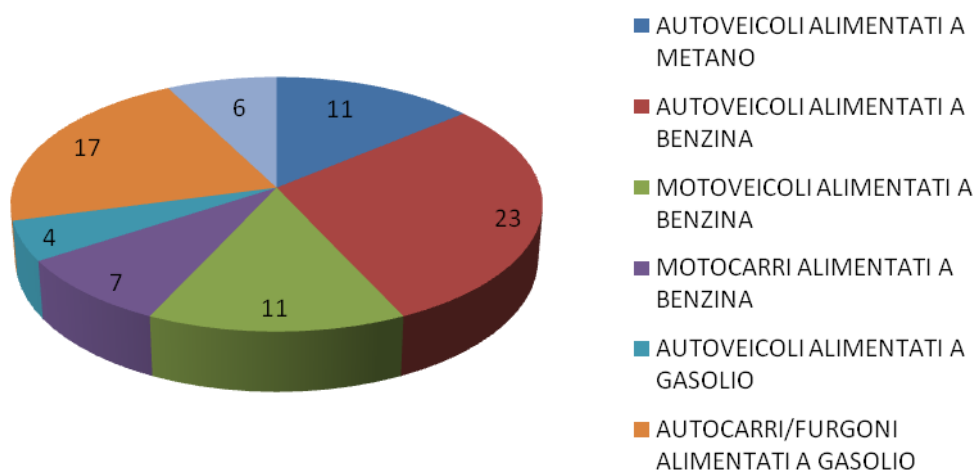
In linea di massima il parco automezzi di un ente locale impegnato sui temi della riduzione di emissioni di CO₂ dovrebbe essere il più possibile composto da mezzi utilizzando combustibili ecologici, anche per servire da esempio alla popolazione e fare da punto di riferimento per l'importantissimo tema della realizzazione di stazioni di rifornimento con combustibili a basso impatto ambientale come il gas metano e, in un prossimo futuro, gli autoveicoli ibridi ed elettrici.

Attualmente il parco automobilistico di proprietà del Comune di Scandicci ha la composizione riportata in tabella 48 :

Tipologia di automezzo	Combustibile di alimentazione	Quantità
Autoveicolo	Benzina/Metano	11
Autoveicolo	Benzina	23
Motoveicolo	Benzina	11
Motocarro	Benzina	7
Autoveicolo	Gasolio	4
Autocarro/Furgone	Gasolio	17

Tabella 48 – Composizione parco automezzi comunali

Parco automezzi comunali



Dai dati di tabella 48 si ricava che già oggi il 15% del parco veicolare di Scandicci è costituito da autoveicoli alimentati a metano, una percentuale che potrebbe salire se altri autoveicoli alimentati a benzina ed alcuni dei furgoni/motocarri a gasolio venissero sostituiti progressivamente da altri mezzi alimentati a metano, confinando i combustibili liquidi alle sole applicazioni dove per adesso sono più difficilmente sostituibili come i motocicli della polizia municipale e gli autocarri della protezione civile.

Per quanto riguarda invece il parco automobilistico presente nel territorio del Comune di Scandicci, si riterrebbero opportuni alcuni interventi a breve di adeguamento della rete di distribuzione dei carburanti, specialmente con riferimento all'autotrazione a metano, in attesa che l'industria automobilistica metta a punto dei veicoli ibridi con alimentazione elettrica adeguati alle esigenze di mobilità presenti nelle città italiane, obiettivo che richiederà molti sforzi nel prossimo decennio.

Un intervento praticabile è sicuramente costituito dalla pianificazione, all'interno dei numerosi interventi edilizi in atto, di un'area di ubicazione di una stazione di rifornimento multi carburante (cioè anche con colonnina di erogazione del metano) nell'area centrale di Scandicci, a breve distanza dagli uffici comunali, oppure, in alternativa, la riconversione di una stazione di servizio esistente in una stazione di servizio multi combustibile in modo da creare un punto di rifornimento comodo per i mezzi comunali e per i cittadini delle aree periferiche poco servite dai mezzi pubblici che rimangono legati all'utilizzo degli autoveicoli per raggiungere le fermate della tramvia.

Difatti grazie agli incentivi alla rottamazione ed ai timori legati all'instabilità futura dei prezzi degli idrocarburi raffinati (benzina e gasolio), che tutti hanno potuto sperimentare grazie al picco dei prezzi petroliferi raggiunto nell'estate 2008, è in corso un forte incremento delle vendite di autovetture alimentate a gas metano. Oramai quasi il 20% delle auto nuove vendute in Italia dalla Fiat è infatti costituito da autovetture nate e progettate per l'alimentazione a gas metano.

Il problema, che diventa sempre più attuale, è quello della realizzazione di un maggior numero di punti di rifornimento moderni che siano comodi da raggiungere per i cittadini senza dover perdere tempo a cercare stazioni di rifornimento ubicate in aree scomode o periferiche, per cui una azione di pianificazione urbanistica in questo senso concordata con un operatore interessato alla realizzazione di una stazione simile avrebbe anche l'importante effetto collaterale di incrementare ulteriormente l'interesse dei cittadini verso l'acquisto di autoveicoli alimentati a metano rimuovendo l'ostacolo psicologico della "scomodità" del rifornimento.

Stazione di rifornimento metano in area centrale

L'incremento dei punti di rifornimento ove è presente il metano costituisce un fattore fondamentale per sostenere la diffusione dell'autotrazione a metano, specie in aree ove vi è ancora una bassa densità di punti di rifornimento, come nell'area urbana fiorentina.

Oggi nell'area che interessa la mobilità che transita verso o presso Scandicci vi sono unicamente tre stazioni di servizio che possiedono colonnine di erogazione del metano che sono :

- Stazione di Servizio Autofficina Gigi – Località Pratoni – Scandicci
- Stazione di Servizio Beyfin – Via Senese – Firenze
- Stazione di Servizio Erg – Viale Etruria - Firenze

Tutte queste stazioni di servizio sono ubicate in zone periferiche all'area centrale di Scandicci ed alcune sono ubicate su direttrici di grande traffico (come Via Senese e Viale Etruria a Firenze).

Poiché nell'area centrale di Scandicci è sicuramente disponibile una tubazione di allacciamento gas metano a bassa pressione (4-5 bar) di diametro significativo ed è probabilmente reperibile anche lo spazio necessario alla realizzazione di una stazione di servizio si riterrebbe opportuno un esame della disponibilità di stazioni di servizio nell'area urbana centrale nonché di eventuali richieste di realizzazione/riconversione di stazioni di servizio nell'area urbana centrale del territorio comunale.

La realizzazione di un punto di rifornimento a metano all'interno dell'area centrale di Scandicci e quindi la possibilità di poter rifornire le autovetture ed i furgoni, ed al limite anche gli autobus, senza onerosi tragitti dedicati al rifornimento presso stazioni "periferiche" offrirebbe sicuramente un sostegno attivo all'autotrazione a gas metano.

Oltretutto un intervento di questo tipo avrebbe anche il merito di aiutare la cittadinanza a comprendere la differenza in termini di sicurezza fra i vari tipi di combustibili gassosi.

Difatti è bene rimarcare che il gas metano è assai migliore del Gas di Petrolio Liquefatto (GPL), per i seguenti tre motivi :

- ✓ Il metano (non a caso denominato anche gas naturale) è un prodotto naturale contenuto all'interno della crosta terrestre e pertanto non è legato a doppio filo al petrolio ed ai suoi processi di raffinazione. Il GPL è un sottoprodotto della raffinazione del petrolio e quindi strettamente legato sia all'approvvigionamento che al conseguente prezzo del petrolio greggio.
- ✓ Il trasporto del metano è molto più sicuro e logisticamente più semplice di quello del GPL in quanto avviene in tubazioni interrate e non in autocisterne o ferrocisterne che circolano sulla rete stradale o ferroviaria.

- ✓ In caso di fuga il gas metano, essendo più leggero dell'aria sale verso l'alto invece che diffondersi in basso come una macchia di olio come avviene con il GPL.

Lo spaventoso incidente ferroviario che ha coinvolto una ferro cisterna di GPL avvenuto presso la stazione di Viareggio nel maggio 2009 è una prova evidente della pericolosità del trasporto e delle fughe di GPL che costituiscono un vero incubo per i Vigili del Fuoco, tanto è vero che la normativa di sicurezza dei Vigili del Fuoco vieta il parcheggio di auto alimentate a GPL nei parcheggi interrati.

Sebbene lo spostamento della mobilità dalla gomma al ferro sia l'obiettivo principale da perseguire è corretto pensare anche ad uno spostamento della mobilità residuale su gomma verso combustibili più ecologici, argomento che sta già diventando di interesse di numerosi operatori del cosiddetto settore "non oil" quali alcune catene della grande distribuzione.

In un Comune come Scandicci ove si prevedono, nell'area centrale, significativi interventi urbanistici nei prossimi anni la realizzazione di una o più colonnine di metano all'interno di una stazione di servizio policarburante, come sono la maggioranza delle nuove stazioni di servizio in fase di progettazione e realizzazione, da ubicare nell'area centrale del territorio comunale costituisce una azione implementabile concreta a costo pressoché nullo per l'amministrazione comunale ed a beneficio del parco mezzi comunale e privato alimentato a metano.

8.3 Utilizzo di fonti rinnovabili

Nel territorio di Scandicci di fatto le uniche possibilità praticabili di produzione energetica a partire da fonti rinnovabili siano l'utilizzo dell'energia solare, tramite pannelli eliotermici e moduli fotovoltaici da ubicare principalmente nell'area urbana e, nella zona collinare, delle biomasse residuali della potatura delle coltivazioni e delle ripuliture/diradamenti boschivi.

133

8.3.1 Pannelli Solari Eliotermici

Come riportato nel paragrafo "Risparmio Energetico in edifici comunali e scuole", nel corso di alcuni sopralluoghi effettuati durante la redazione del piano energetico si è avuto modo di notare che la situazione dell'impiantistica idraulica di alcuni edifici comunali è tale che il perseguimento degli interventi di produzione energetica da fonti rinnovabili più semplici e meno costosi, quali l'installazione di pannelli solari eliotermici, accoppiato ad interventi di ristrutturazione impiantistica della rete idraulica (intervento più costoso ma necessario se si vuole sfruttare in modo efficace l'energia termica prodotta dai pannelli solari eliotermici) è tale da apportare benefici immediati e tangibili in termini energetici e di riduzione di emissioni di CO₂.

In tali edifici, le installazioni di impianti di produzione di energia termica tramite fonti rinnovabili, quali i pannelli solari elio termici, sarebbero preferibilmente da realizzare in maniera congiunta rispetto ad altri interventi di risanamento (coibentazione tubi, installazione boiler di accumulo termico) volti a ridurre il consumo energetico degli edifici.

E' infatti di fondamentale importanza integrare in modo efficace l'installazione di impianti a fonti rinnovabili nell'impiantistica degli edifici esistenti, specie per quanto concerne le reti di distribuzione dell'acqua calda igienico-sanitaria all'interno degli edifici.

Una installazione ottimale dal punto di vista del risparmio energetico e dell'utilizzo di energia termica prodotta da fonte rinnovabile prevede infatti la separazione della rete di distribuzione dell'acqua calda per usi igienico-sanitari dall'impianto di riscaldamento dell'edificio e l'alimentazione preferenziale della stessa da parte di pannelli solari eliotermici riscaldanti uno o

più accumuli termici in boiler coibentati a doppia o tripla serpentina con alimentazione in integrazione od in riserva da parte dell'impianto di riscaldamento, oppure di una caldaia gas murale od a biomasse, nei periodi più freddi e nuvolosi dei mesi invernali.

L'installazione di una impiantistica di questo tipo è in grado di eliminare gli scaldabagni elettrici, ed anche una parte del carico termico prodotto dalle caldaie gas murali, dagli edifici e quindi apportare una riduzione misurabile delle emissioni di CO₂ derivante dalla combustione di gas metano (sia nelle centrali elettriche che nelle caldaie degli impianti termosingoli) necessario per generare l'energia elettrica e/o termica richiesta per la produzione di acqua calda igienico-sanitaria.

8.3.2 Moduli fotovoltaici

La realizzazione di impianti fotovoltaici può avere luogo anche indipendentemente dalla ristrutturazione impiantistica dell'edificio dato che gli impianti elettrici sono normalmente più aggiornati e configurabili con maggior facilità.

Perché l'installazione sia efficace in termini di ore equivalenti di produzione annua è necessario che la superficie di posa sia esposta a sud, abbia una inclinazione compresa fra 20° e 30° e non sia interessata da ombreggiamenti. Come ordine di grandezza va considerato che sono necessari circa 8 metri quadrati di moduli fotovoltaici per produrre un kWp di potenza elettrica e che nel territorio di Scandicci si possono produrre circa 1200 kWh/anno di energia elettrica per ogni kW di potenza fotovoltaica installata.

Tra gli edifici di proprietà comunale visitati durante la realizzazione di questo piano energetico si è rilevato che sia il Palazzetto dello Sport che la Scuola Media Enrico Fermi presentano parti dell'edificio adatte all'installazione di moduli fotovoltaici.

134



Figura 17 – Palazzetto dello Sport – Andamento della copertura

Per quanto attiene al Palazzetto dello Sport, l'edificio, rappresentato in Figura 17, essendo esposto a sud e presentando una inclinazione prossima a quella ottimale (fra i 26 ed i 34°), si presta bene anche all'installazione di moduli fotovoltaici con l'unico inconveniente causato dalla struttura tubolare in acciaio che costituisce fonte di ombreggiamento in caso di moduli fotovoltaici da posare direttamente sul tetto per cui andrebbe studiata la possibilità di posare i moduli su un telaio di collegamento fra i vari tubolari (che potrebbe beneficiare anche dell'integrazione architettonica).

Per rendere l'edificio autosufficiente dal punto di vista della copertura del fabbisogno attuale di energia elettrica sarebbe sufficiente installare un impianto fotovoltaico da 150 kWp, utilizzando una superficie coperta di circa 1200 metri quadrati, che potrebbe generare oltre 180.000 kWh/anno di energia elettrica.

Una parte residua della superficie coperta potrebbe essere inoltre essere utilizzata per l'installazione di pannelli solari eliotermici in grado di coprire l'intero fabbisogno di acqua calda igienicosanitaria nei mesi estivi ed agire da preriscaldatori per l'impianto di riscaldamento nei mesi invernali.

Per la Scuola Media Fermi si è notata una tettoia esposta a sud vicino alla palestra rappresentata in Figura 18, che potrebbe essere utilizzata per l'installazione di un impianto fotovoltaico mentre il tetto dell'edificio della palestra sarebbe da esaminare in maggior dettaglio essendo composto da elementi prefabbricati curvi.



Figura 18 – Scuola Fermi – Andamento della copertura della palestra

Le azioni implementabili nel campo dell'edilizia, possibilmente in parallelo ad azioni di risanamento strutturale volte a ridurre il consumo energetico degli edifici, in molti edifici comunali quali ad esempio le scuole, il palazzetto dello sport ed anche lo stesso edificio del Comune.

In caso di mancanza di finanziamenti necessari per la realizzazione in proprio di impianti fotovoltaici il Comune può anche considerare la possibilità di affidare in concessione a terzi la realizzazione e la gestione di tali impianti che in ogni caso produrrebbero un vantaggio in termini energetici ed ambientali (anche se non economici, dato che i ricavi derivanti dalla produzione di energia elettrica andrebbero corrisposti al concessionario realizzatore/gestore dell'impianto).

8.3.3 Impianti a biomasse

Fra gli impianti alimentati a biomasse che si stanno diffondendo in Italia è anzitutto necessario distinguere le due categorie principali :

1. Impianti a biomasse legnose solide (legna, cippato, pellet, etc)
2. Impianti a biomassa liquida (olio vegetale)

Gli impianti a biomasse legnose sono in genere preferibili per la produzione di sola energia termica, anche se già esistono anche in configurazione cogenerativa, anche perchè utilizzano in prevalenza biomassa di produzione locale (filiera corta).

Gli impianti ad olio vegetale sono di fatto costituiti da gruppi elettrogeni diesel convertiti per il funzionamento ad olio vegetale e sono quindi in prevalenza utilizzati per la produzione di energia elettrica oppure, meno frequentemente, in configurazione cogenerativa con produzione combinata di energia elettrica e calore. Inoltre sono in prevalenza alimentati con olio vegetale (palma, jatropha) da filiera lunga e cioè importato da piantagioni ubicate in zone tropicali (Malesia, Indonesia, Africa Subsahariana) dato che gli oli di produzione italiana (colza, girasole, mais) sono di difficile reperibilità nei quantitativi richiesti ed anche più cari degli oli importati.

Va sottolineato come ad oggi gli impianti a biomasse siano pensati principalmente per l'installazione in aree agricole od industriali in quanto, rispetto agli impianti alimentati a gas metano, richiedono spazi per la logistica di movimentazione dei materiali ove ubicare silos, tramogge, coclee e piazzali di scarico.

L'impiantistica di alcuni edifici comunali di Scandicci, quali ad esempio il Palazzetto dello Sport, potrebbe essere convertita al funzionamento a biomasse, dato che il sito possiede spazi adeguati anche per la movimentazione della biomassa, sia per la sola parte termica attraverso la sostituzione della caldaia che anche in soluzione cogenerativa mediante l'installazione di un motore ad olio vegetale oppure con un gruppo turbogas ad aria calda da biomassa legnosa.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento di biomassa va considerato che la Toscana, con i suoi 1,2 milioni di ettari di boschi è già adesso una esportatrice netta di biomassa legnosa e quindi la materia prima non manca mentre quello che manca è una filiera di produzione (taglio sostenibile del bosco) e di distribuzione di biomassa legnosa al dettaglio (fornitura di biomassa a domicilio oppure addirittura di servizi di fornitura calore tramite biomassa).

Anche all'interno del territorio comunale di Scandicci si è comunque rilevato, fra alcuni dei principali produttori agricoli, un interesse all'organizzazione di una filiera di produzione di biomassa per usi energetici da destinare od alla vendita (Fattoria San Michele a Torri) oppure ad uso interno quale l'autoproduzione e l'autoconsumo di energia elettrica e termica (Fattoria Torrigiani di San Martino alla Palma).

8.3.4 Impianti mini-eolici

In generale il territorio di Scandicci non ha le caratteristiche adatte all'installazione di impianti mini-eolici a causa della sua posizione geografica. Fra tutte le località del territorio la più adatta sarebbe probabilmente il parco comunale in località Poggio Valicaia che è ubicato sulla sommità della collina più ventosa del territorio. In una località come questa sarebbe possibile l'installazione di un aerogeneratore minieolico di potenza pari a 25 kW con una produzione elettrica equivalente stimabile in circa 35.000 kWh/annui. In Figura 19 è riportato un aerogeneratore minieolico di questo tipo installato a Collesalveti (Livorno).



Figura 19 – Aerogeneratore mini-eolico da 25 kW

9 AZIONI DI COMUNICAZIONE E PROMOZIONE

9.1 *Convegni per la diffusione dell'energia rinnovabile: possibili azioni delle PA*

L'obiettivo dell'attività convegnistica è quello di analizzare, approfondire, esplorare le possibili azioni da intraprendere per lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili nella zona e soprattutto incentivare e spiegare l'importanza dell'abbattimento dei consumi energetici nell'edilizia residenziale, del terziario e industriale.

La conseguente attività di promozione e di informazione presso tutti gli attori del territorio è volta a costruire, sviluppare ed integrare politiche per l'implementazione e la diffusione della produzione di energia elettrica da queste fonti.

Il convegno potrebbe contenere una parte iniziale introduttiva, dove illustrare le possibilità di risparmio energetico nell'edilizia, presentare le varie fonti di energia rinnovabile e una seconda dove individuare i possibili interventi ed indicare i possibili finanziamenti disponibili.

9.2 *Convegni - seminari per la diffusione dell'energia rinnovabile: costi e vantaggi per i diversi settori economici*

L'obiettivo è quello di illustrare sia costi, sia i vantaggi che l'utilizzo e la diffusione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, produce nei vari settori produttivi.

In questo tipo di conferenze è possibile anche avviare i processi di concertazione fra attori economici interessati alla realizzazione degli impianti.

9.3 *Convegni - seminari per la presentazioni dei metodi per contenimento dei consumi nell'edilizia: costi e vantaggi per i diversi settori economici*

Come nel punto precedente, l'obiettivo è quello di illustrare sia costi, sia i vantaggi che gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti, e le tecniche di buona progettazione e esecuzione nel caso di edifici di nuova realizzazione, producono sui consumi e le emissioni degli involucri edilizi.

In questo tipo di conferenze è possibile anche avviare i processi di concertazione fra attori economici interessati alla realizzazione degli impianti.

9.4 *Comunicazioni stampa, pubblicazioni su riviste specializzate o di settore sui temi energetici e della generazione da fonte rinnovabile*

Lo scopo di un comunicato stampa è quello di trasferire, agli utenti che lo leggono, informazioni di pubblica utilità.

Tale strumento ha l'obiettivo di diffondere le varie attività che saranno implementate dalla amministrazione comunale (convegni, brochure, eventi, bandi e finanziamenti, ecc.).

I mezzi di stampa sono un potente mezzo d'informazione per far conoscere agli utenti una notizia riguardante eventi e attività in genere, ma possono essere anche uno strumento di

diffusione di una consapevolezza culturale sui temi energetici che possono garantire migliori condizioni per il gradimento degli impianti e delle nuove opportunità produttive.

9.5 Creazione di uno sportello informativo e consulenza sulle FER: costi, vantaggi, riduzione del consumo di energia, informazione sui possibili installatori venditori

Lo sportello informativo è il punto di contatto tra l'Ente e la cittadinanza più tradizionale e conosciuto.

L'esperienza dello sportello informativo può essere, tuttavia, rinnovata realizzando sperimentazioni organizzative, come quella dello "sportello itinerante" sul territorio, o quella dello sportello a "tema" settimanale (o mensile, o giornaliero).

Potranno essere offerti servizi a favore dei cittadini, delle imprese, dei professionisti e degli enti volti a dare risposte e soluzioni sui temi delle energie rinnovabili, del risparmio energetico e del miglioramento della qualità dell'ambiente. La consulenza a sportello si concretizza sia attraverso il rapporto diretto con un operatore qualificato sia attraverso il contatto telematico.

Lo sportello può dare informazioni in materia di:

- applicazioni e tecnologie offerte dal mercato;
- costi e rendimenti stimati;
- modalità di accesso a fondi, contributi e finanziamenti per le FER e per il risparmio energetico;
- normative e regolamenti.

9.6 Progetti di educazione sulle energie rinnovabili: creazioni di percorsi da svolgere nelle scuole di ogni grado (laboratori)

L'educazione ambientale ha come obiettivo principale lo sviluppo della conoscenza e delle azioni dell'uomo, in modo tale che egli riesca ad analizzare i vari aspetti del contesto spaziale, ne conosca le caratteristiche, comprenda sempre più profondamente i modi attraverso i quali salvaguardare e sviluppare le risorse di varia natura presenti in esso.

Occorre, quindi, progettare percorsi educativi sulle fonti rinnovabili da svolgere nelle scuole per diffondere anche nelle fasce più basse la conoscenza e l'utilizzo delle FER.

Per fare alcuni esempi:

- Laboratori didattici per gli allievi delle scuole primarie;
- Percorsi formativi e applicativi per gli allievi delle scuole secondarie e superiori;
- Corsi di aggiornamento per gli insegnanti;
- Corsi specialistici per gli studenti delle scuole ad indirizzo tecnico.

9.7 Stampa di opuscoli informativi (costi e vantaggi delle diverse FER, consumare in maniera intelligente, il risparmio energetico nell'edilizia residenziale e nel terziario) differenti per tutti i gruppi target (cittadini, o imprese locali)

E' importante impostare una campagna di informazione e sensibilizzazione, volta a presentare ai cittadini e agli operatori del settore, la normativa vigente, le possibilità tecniche e le agevolazioni presenti per la realizzazione di impianti FER e per interventi di realizzazione di edilizia sostenibile, in particolare nei casi di ristrutturazione.

L'opuscolo è una sorta di manuale a dimensioni ridotte, utilizzato principalmente per fornire consigli e informazioni su particolari tecniche, servizi o prodotti ad un determinato pubblico di lettori. Solitamente è strutturato in modo da mettere in risalto i vantaggi riscontrabili, seguendo i consigli in esso contenuti.

Tale strumento quindi permette di diffondere le informazioni essenziali, attraverso un linguaggio semplice e sintetico, comprensibile ad un vasto bacino di utenza.

9.8 Eventi Fieristici

Eventi fieristici favoriscono l'incontro tra soggetti diversi (pubbliche amministrazioni, operatori del settore e cittadinanza) con lo scopo mirato a far conoscere le opportunità e le possibilità di un determinato prodotto o servizio.

Nel settore delle energie rinnovabili è uno strumento molto utilizzato soprattutto per mostrare concretamente le tecnologie, le esperienze, le opportunità e le buone pratiche adottate nei vari settori.

In questo ambito è possibile anche ricorrere alla promozione della partecipazione ad eventi simili organizzati altrove (la logica è quella della gita organizzata a "Terra Futura" o a "ZeroEmission", ecc.)

9.9 Focus group e tavoli di concertazione sui temi energetici e dello sviluppo delle FER

È ormai uno strumento diffuso quello della concertazione e della condivisione delle scelte pubbliche.

Soprattutto in quegli ambiti nei quali l'avversione nei confronti di una certa scelta può trasformarsi in vera ostilità e in mobilitazione sociale, una strategia vincente è rappresentata dalla creazione di luoghi di confronto e di condivisione per gli stakeholder.

Esperienze spagnole, come quella del Piano di Partecipazione Sociale indicano che questo tipo di approccio costituisce un mezzo di comunicazione tra cittadini ed Amministrazioni Locali in materia ambientale e consente di perseguire il coinvolgimento degli attori socioeconomici nel processo di studio e valutazione dei problemi, legati allo sviluppo sostenibile.

9.10 Tavoli tecnici

L'amministrazione comunale dovrà convocare tavoli tecnici con alcune categorie di operatori del settore edilizio presenti nel territorio. In particolare è importante avere la possibilità di incontrare:

- 1) Amministratori di condominio
- 2) Progettisti
- 3) Installatori
- 4) Operatori comparto edile

In questi incontri oltre a presentare il PEAC, sarà cura dei tecnici e degli amministratori, sensibilizzare ognuno per il loro settore di competenza, i vari attori che operano nel comune di Scandicci.

9.11 Possibili finanziamenti utilizzabili

Negli ultimi anni l'attenzione verso le fonti energetiche rinnovabili ha assunto un ruolo sempre più centrale nelle politiche pubbliche.

Il crescente problema del surriscaldamento terrestre, il cambiamento delle condizioni climatiche in vari parti del mondo, ha spinto i vari governi individuare azioni concrete tese al risparmio energetico ed alla riduzione delle emissioni inquinanti.

Gli interventi promossi sono stati sia di tipo economico che politico.

Alcuni degli strumenti di tipo monetario saranno ancora riproposti anche nei prossimi anni.

Di seguito sono illustrate brevemente le principali fonti di finanziamento pubbliche per questo settore:

- Il settimo programma quadro R&S (7° PQ) dell'Unione Europea per la ricerca e lo sviluppo tecnologico;
- Il programma quadro per la competitività e l'innovazione (CIP), ed in particolare il "sottoprogramma" "energia intelligente per l'europa " che co-finanzia attività divulgative ed informative di vario genere;
- Finanziamenti Regionali (PRAA). All'interno del nuovo Piano sono state previste:
 - Aumentare la competitività del settore energetico attraverso la promozione di interventi volti alla sensibilizzazione dei cittadini e delle PA verso comportamenti virtuosi;
 - Incrementare la produzione di energia da fonti rinnovabili;
- Agende 21, documento di principi, obiettivi e azioni a cui devono orientarsi le politiche, per la promozione di uno sviluppo più equilibrato;
- POR-CreO che tra i vari assi di finanziamento ne prevede uno specifico (III asse) di incentivazione alla produzione di energia da fonti rinnovabili e l'efficienza energetica;
- La legge finanziaria 2007 incentiva fino alla fine del 2010 in varia misura (e fino al 55% di detrazioni fiscali sui redditi IRPEF ed IRES ripartite in almeno 5 anni) il risparmio energetico e la produzione di energia da fonte rinnovabile;
- Il conto energia come fonte di incentivazione per la produzione energetica fotovoltaica in modo diffuso sul territorio;
- I bandi per la realizzazione di impianti dimostrativi (nelle scuole in particolare, ma in generale in tutti gli edifici pubblici) volti a dimostrare la "realizzabilità" di certi progetti e a supportare un processo di informazione e sensibilizzazione a partire dalle scuole;
- INFEA bandi per l'educazione ambientale gestiti dalle province.

10 ALLEGATO A - PROPOSTA DI NORME DI SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

142

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.1 ORIENTAMENTO DELL'EDIFICIO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

Al fine di garantire il massimo sfruttamento delle radiazioni solari è utile suddividere l'edificio in zone termiche differenti, distribuendo gli ambienti nei quali si svolge la maggior parte della vita abitativa (soggiorno, sala da pranzo, cucina) e le loro aperture verso sud-est, sud e sud-ovest; e lungo il lato nord gli spazi che hanno meno bisogno di riscaldamento e di illuminazione (corridoi e disimpegni, ripostigli, lavanderie, box auto) e ridurre al minimo le loro aperture in modo da creare un "cuscinetto" tra il fronte più freddo e gli spazi maggiormente utilizzati.

Per gli edifici di nuova costruzione, la cui proiezione in pianta presenti una dimensione marcatamente superiore all'altra, si deve preferire una disposizione con asse longitudinale disposto lungo la direttrice Est-Ovest con una tolleranza di $\pm 20^\circ$. Inoltre, le interdistanze fra edifici contigui all'interno dello stesso lotto devono garantire il 21 dicembre alle ore 12:00, vale a dire nelle peggiori condizioni stagionali, il minimo ombreggiamento possibile sulle facciate.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
X Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.2 OMBREGGIAMENTO ESTIVO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Per evitare problemi di surriscaldamento nel periodo estivo, gli edifici devono essere dotati di sistemi che permettano di ombreggiare le chiusure trasparenti non esposte a Nord, rispettando i requisiti minimi di illuminazione naturale.

Per tutti gli edifici nuovi, quelli soggetti a ristrutturazione con demolizione e ricostruzione totale e in caso di interventi di ristrutturazione o manutenzione ordinaria o straordinaria che includano la sostituzione dei serramenti, devono essere predisposti dispositivi che consentano la schermatura e l'oscuramento scelti tra i seguenti tipi:

- **aggetti verticali od orizzontali dell'involucro edilizio;**
- **persiane a lamelle orientabili;**
- **tende esterne ad aggetto;**
- **frangisole esterni a lamelle orientabili o non, verticali o orizzontali.**

Tali dispositivi devono essere applicati all'esterno del serramento in quanto respingono la radiazione solare prima che penetri in ambiente, evitando che il vetro si riscaldi e si inneschi un micro effetto serra tra superficie dello schermo e vetro.

Il requisito può non essere applicato alle aperture che risultino non esposte alla radiazione solare (ad esempio perché protette da ombre portate da altri edifici od ombre proprie dell'organismo edilizio).

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.P.R. n. 59/2009

UNI EN 13561
UNI EN 13659
UNI EN 14501
UNI EN 13363-1
UNI EN 13363-2

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale
☒ Commerciale
☒ Direzionale
☒ Servizio
☒ Artigianale
☒ Industriale
☐ Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.3 INERZIA TERMICA

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva, devono essere considerati gli effetti positivi dovuti alla massa superficiale e, in alternativa, all'utilizzo di tecniche e materiali anche innovativi che permettono di contenere le oscillazioni della temperatura interna degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare.

Per gli elementi esterni opachi esposti ad irraggiamento solare si richiede uno sfasamento minimo di 10 ore e il non superamento del valore pari a $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ della trasmittanza periodica.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

UNI EN ISO 13786

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.4 ISOLAMENTO TERMICO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Per limitare il consumo di energia primaria per la climatizzazione invernale è opportuno isolare adeguatamente l'involucro edilizio per limitare le perdite di calore per dispersione e sfruttare il più possibile l'energia solare.

1.4.1 Nuova edificazione – valori da Normativa

La normativa vigente prevede per gli edifici i seguenti limiti:

Edifici nuovi o costruiti in demolizione e completa ricostruzione¹:

strutture opache verticali	0,36 W/(m ² ·K)
Strutture opache orizzontali o inclinate	0,32 W/(m ² ·K)
Pavimenti verso locali non riscaldati od esterno	0,36 W/(m ² ·K)
Chiusure trasparenti	2,40 W/(m ² ·K)
Vetri	1,90 W/(m ² ·K)

¹ I valori sono quelli previsti dal 1 gennaio 2010 dal D.Lgs n. 311 del 19/08/2006. Nel caso in cui si voglia accedere all'incentivo del 55% di detrazione fiscale, è previsto il raggiungimento di valori tabulati nel D.M. 11/03/2008

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.M. 11/03/2008

UNI TS 11300-1
UNI EN ISO 6946
UNI EN ISO 10077-1

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
☐ Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.4 ISOLAMENTO TERMICO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

Per limitare il consumo di energia primaria per la climatizzazione invernale è opportuno isolare adeguatamente l'involucro edilizio per limitare le perdite di calore per dispersione e sfruttare il più possibile l'energia solare.

1.4.2 Nuova edificazione – valori con premialità

L'amministrazione comunale si riserva di attivare forme di incentivo per gli edifici in cui le trasmittanze termiche delle strutture edilizie rispettino i seguenti limiti:

Edifici nuovi o costruiti in demolizione e completa ricostruzione:

strutture opache verticali	0,27 W/(m ² ·K)
Strutture opache orizzontali o inclinate	0,24 W/(m ² ·K)
Pavimenti verso locali non riscaldati od esterno	0,27 W/(m ² ·K)
Chiusure trasparenti	1,30 W/(m ² ·K)
Vetri	1,10 W/(m ² ·K)

È consentito l'incremento del volume prodotto dagli aumenti di spessore di murature esterne, oltre i 30 cm fino a un massimo di ulteriori 25 cm per gli elementi verticali e di copertura e di 15 cm per quelli orizzontali intermedi, realizzati per esigenze di isolamento o inerzia termica o per la realizzazione di pareti e tetti ventilati. Sono fatte salve le norme sulle distanze minime tra edifici e dai confini di proprietà.

Per quanto riguarda i componenti vetrati è obbligatorio impiegare vetrate basso-emissive, utilizzare telai in metallo con taglio termico, in PVC, in legno ed isolare termicamente il cassonetto porta-avvolgibile.

Nel caso di semplice rifacimento delle facciate in manutenzione straordinaria, è richiesto l'adeguamento delle trasmissioni degli elementi verticali opachi ai limiti di trasmittanza di cui all'allegato C del DLgs n°192/2005 e s.m.i..

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.M. 11/03/2008

UNI TS 11300-1
UNI EN ISO 6946
UNI EN ISO 10077-1

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
☐ Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.4 ISOLAMENTO TERMICO

[tipologia di intervento]

RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

Per limitare il consumo di energia primaria per la climatizzazione invernale è opportuno isolare adeguatamente l'involucro edilizio per limitare le perdite di calore per dispersione e sfruttare il più possibile l'energia solare.

1.4.3 Ristrutturazione integrale – valori con premialità

L'amministrazione comunale si riserva di attivare forme di incentivo per gli edifici in cui le trasmittanze termiche delle strutture edilizie rispettino i seguenti limiti:

Edifici ristrutturati integralmente:

strutture opache verticali	0,32 W/(m ² ·K)
Strutture opache orizzontali o inclinate	0,28 W/(m ² ·K)
Pavimenti verso locali non riscaldati	0,32 W/(m ² ·K)
Chiusure trasparenti	1,70 W/(m ² ·K)
Vetri	1,30 W/(m ² ·K)

È consentito l'incremento del volume prodotto dagli aumenti di spessore di murature esterne, oltre i 30 cm fino a un massimo di ulteriori 25 cm per gli elementi verticali e di copertura e di 15 cm per quelli orizzontali intermedi, realizzati per esigenze di isolamento o inerzia termica o per la realizzazione di pareti e tetti ventilati. Sono fatte salve le norme sulle distanze minime tra edifici e dai confini di proprietà.

Per quanto riguarda i componenti vetrati è obbligatorio impiegare vetrate basso-emissive, utilizzare telai in metallo con taglio termico, in PVC, in legno ed isolare termicamente il cassonetto porta-avvolgibile.

Nel caso di semplice rifacimento delle facciate in manutenzione straordinaria, è richiesto l'adeguamento delle trasmissioni degli elementi verticali opachi ai limiti di trasmittanza di cui all'allegato C del DLgs n°192/2005 e s.m.i..

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.M. 11/03/2008

UNI TS 11300-1
UNI EN ISO 6946
UNI EN ISO 10077-1

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale
☒ Commerciale
☒ Direzionale
☒ Servizio
☒ Artigianale
☒ Industriale
☐ Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.5 INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

1.5.1 Nuova edificazione

Il rapporto tra il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale degli edifici (E_{Pi}) misurato in kWh/(m²·anno) e il valore limite di legge dello stesso deve obbligatoriamente essere minore o uguale a:

- **edifici nuovi o ricostruiti in demolizione e completa ricostruzione: 0,75.**

Per gli edifici di nuova costruzione e ristrutturati integralmente, se il rapporto tra il fabbisogno annuo di energia primaria per la Climatizzazione invernale (E_{Pi}), misurato in kWh/(m²·anno), e il valore limite di legge dello stesso misurato in kWh/(m²·anno) è pari a 0,50 (0,75 nel caso di singola unità immobiliare) e se viene raggiunta la Certificazione "CasaClima", l'amministrazione comunale si riserva di individuare e quantificare forme di incentivo all'investimento.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.Lgs. n. 192/2005

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

1. PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

[scheda]

1.5 INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO

[tipologia di intervento]

RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

1.5.1 Ristrutturazione

Il rapporto tra il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale degli edifici (E_{Pi}) misurato in kWh/(m² · anno) e il valore limite di legge dello stesso deve obbligatoriamente essere minore o uguale a:

- **edifici (o singole unità immobiliari) ristrutturati integralmente: 0,90.**

Per gli edifici di nuova costruzione e ristrutturati integralmente, se il rapporto tra il fabbisogno annuo di energia primaria per la Climatizzazione invernale (E_{Pi}), misurato in kWh/(m²·anno), e il valore limite di legge dello stesso misurato in kWh/(m² · anno) è pari a 0,50 (0,75 nel caso di singola unità immobiliare) e se viene raggiunta la Certificazione "CasaClima", l'amministrazione comunale si riserva di individuare e quantificare forme di incentivo all'investimento.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.Lgs. n. 192/2005

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

1. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.1 VENTILAZIONE

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIA

[metodo]

Negli edifici di nuova costruzione tutti gli ambienti, ad esclusione di corridoi e disimpegni, devono usufruire di aerazione naturale diretta.

Al fine di ottimizzare la suddetta ventilazione naturale è opportuno tenere in considerazione le seguenti strategie progettuali:

- **disposizione delle aperture su fronti opposti o adiacenti (con angolo interno all'abitazione uguale o inferiore a 90°) aventi uguale altezza dal pavimento (in caso di altezze differenti, si aggiunge al vento la componente effetto camino). In questo modo si ottiene il ricambio d'aria degli ambienti attraverso il flusso d'aria che attraversa uno o più locali grazie all'effetto dinamico del vento;**
- **disposizione delle aperture di tutti i locali di abitazione permanente (ad eccezioni quindi di box auto, locali tecnici, corridoi, disimpegni e spazi di collegamento verticale) su fronti che affaccino direttamente su spazi liberi o su cortili;**
- **presenza di ventilazione artificiale solo per le stanze da bagno, nel caso in cui all'interno della stessa unità abitativa sia presente più di un bagno e almeno per uno di questi sia garantita la ventilazione naturale;**

Dove non sia possibile sfruttare al meglio le condizioni ambientali esterne è fortemente consigliata l'installazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata (VMC) con recupero di calore tale da garantire un idoneo ricambio d'aria medio giornaliero pari a 0,5 vol/h.

Per gli edifici adibiti ad uso pubblico e a ufficio, è fatto obbligo installare un sistema di VMC con recupero di calore, tale da garantire un ricambio d'aria minimo come previsto dalla normativa vigente.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.2 IMPIANTI CENTRALIZZATI DI PRODUZIONE CALORE

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIA

[metodo]

Al fine di ridurre il numero degli impianti installati e di migliorare la loro gestione e manutenzione, negli edifici di nuova costruzione ad uso residenziale composti da più di 4 unità abitative, è fatto obbligo di prevedere la realizzazione di un impianto centralizzato di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria con sistemi di termoregolazione e contabilizzazione individuale dei consumi.

Negli edifici con più di 4 unità abitative, nei casi di ristrutturazione con demolizione e ricostruzione totale ed in caso di sostituzione dell'impianto di riscaldamento centralizzato o di sostituzione di caldaie singole con un impianto centralizzato, è obbligatorio l'impiego di impianti di riscaldamento centralizzati dotati di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione individuale dei consumi.

È vietata la sostituzione di impianti di riscaldamento centralizzati con caldaie singole.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale
☒ Commerciale
☒ Direzionale
☒ Servizio
☒ Artigianale
☒ Industriale
☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.3 TELERISCALDAMENTO URBANO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIA

[metodo]

Nel caso di piani particolareggiati con interventi di nuova urbanizzazione o di riqualificazione, con un volume costruibile superiore a 5.000 m³ (residenziali e non residenziali) le aree devono essere dotate di reti di teleriscaldamento/raffreddamento da connettere ad eventuali impianti cogenerativi per la produzione e distribuzione di energia.

Negli interventi edilizi riguardanti nuovi piani particolareggiati, gli edifici devono presentare la predisposizione all'allacciamento alle reti di teleriscaldamento, nel caso di tratte esistenti o pianificate, nell'ambito di opportuni strumenti pianificatori, ad una distanza inferiore a 1000 metri.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale

☒ Commerciale

☒ Direzionale

☒ Servizio

☒ Artigianale

☒ Industriale

☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.4 SISTEMI DI PRODUZIONE CALORE AD ALTO RENDIMENTO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIA

[metodo]

Per tutte le categorie di edifici nel caso di nuova installazione, rifacimento degli impianti termici o sostituzione dei generatori di calore di potenza superiore a 35 kW è obbligatorio l'impiego di sistemi di produzione di calore ad alto rendimento e la verifica del rendimento globale medio stagionale che deve risultare superiore al limite $\eta = (75 + 3 \log P_n)$ %, per valori superiori a 1000 kW la soglia minima è pari a 84%. Dove $\log(P_n)$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Nel caso di sostituzione dei generatori di calore è obbligatorio il rispetto del seguente rendimento termico utile a carico pari al 100% della potenza termica utile nominale:

generatori a combustione:

$93 + 2 \cdot \log P_n$ dove $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del singolo generatore, espressa in kW, e dove per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.

Restano esclusi da tale obbligo le mere sostituzioni di singoli generatori di calore allacciati a canne collettive ramificate, come previsto dal DPR n. 59/2009 art.4 c.7.

Pompe di calore:

i valori di COP ed EER minimi siano conformi ai valori riportati nel DM 19/02/2007 e s.m.i.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

D.M. 19/02/2007

[destinazioni d'uso]

X Residenziale

X Commerciale

X Direzionale

X Servizio

X Artigianale

X Industriale

☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.5 REGOLAZIONE LOCALE DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATA

[metodo]

Per gli edifici di nuova costruzione è prescritta l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente (valvole termostatiche, termostati collegati a sistemi locali o centrali di attuazione, ecc.) nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizione uniformi al fine di non determinare sovra riscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni.

Per gli edifici esistenti il provvedimento si applica nei seguenti casi:

- **completa sostituzione dell'impianto di riscaldamento;**
- **interventi di manutenzione straordinaria all'impianto di riscaldamento che preveda la sostituzione dei terminali scaldanti;**
- **rifacimento della rete di distribuzione del calore;**
- **sostituzione del generatore di calore.**

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.6 SISTEMI A BASSA TEMPERATURA

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Al fine del mantenimento della temperatura dell'aria in condizioni di comfort con il minimo utilizzo delle risorse energetiche, negli edifici di nuova costruzione, nel caso di nuovo impianto termico in edificio esistente, ristrutturazione impiantistica che preveda la sostituzione del sistema di emissione e in quelli in cui è prevista la completa sostituzione dell'impianto di riscaldamento, è obbligatorio l'impiego di soluzioni che favoriscano la propagazione del calore (o raffrescamento) per irraggiamento; sono soluzioni accettate:

- i pannelli radianti integrati nei pavimenti, nelle pareti, nel soffitto o nelle solette dei locali da climatizzare;
- ventilconvettori funzionanti a bassa temperatura in inverno ed alta temperatura in estate;
- radiatori funzionanti a bassa temperatura (q_{30});
- nastri e strisce radianti;
- battiscopa radianti calcolati a bassa temperatura (q_{30}).

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.7 ILLUMINAZIONE NATURALE

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

L'illuminazione naturale negli spazi chiusi di fruizione dell'utenza per attività principale deve essere tale da assicurare le condizioni ambientali di benessere visivo, riducendo quanto possibile il ricorso a fonti di illuminazione artificiale.

È obbligatorio l'utilizzo, soprattutto in edifici pubblici, del terziario e produttivi, di sfruttare le tecnologie e/o sistemi di captazione della luce naturale (ad esempio condotti di luce, pipe light, pozzi di luce, ecc.) per corridoi e ambienti di servizio. È invece fortemente consigliato l'utilizzo di tali sistemi anche per gli altri ambienti.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

UNI EN 15193

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale

☒ Commerciale

☒ Direzionale

☒ Servizio

☒ Artigianale

☒ Industriale

☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.8 ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

[tipologia di intervento]

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

E' obbligatorio per gli edifici pubblici e del terziario, e per le parti comuni degli edifici residenziali, l'uso di dispositivi che permettono di controllare i consumi di energia dovuti all'illuminazione. Devono essere prese in considerazione le seguenti soluzioni:

- **interruttori locali;**
- **interruttori a tempo;**
- **controlli azionati da sensori di presenza;**
- **controlli azionati da sensori di illuminazione naturale;**
- **telegestione per il controllo, il comando e la regolazione degli impianti.**

Negli apparecchi per l'illuminazione si deve provvedere alla sostituzione, ove possibile, delle comuni lampade a incandescenza con lampade a più alto rendimento (fluorescenti), con lampade a Led, o comunque a risparmio energetico, con alimentazione elettronica.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.P.R. n. 59/2009

UNI EN 15193

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
☐ Agricola

[argomento]

2. EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI

[scheda]

2.9 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

I nuovi edifici devono essere realizzati con tutti gli accorgimenti per limitare l'uso della climatizzazione estiva. L'installazione degli impianti di climatizzazione è consentita purché:

- **la potenza dell'impianto sia calcolata sulla base di un calcolo di dimensionamento analitico eseguito da un tecnico abilitato;**
- **nei nuovi edifici si adottino soluzioni di impianto centralizzate;**
- **i componenti esterni degli impianti non rechino disturbo dal punto di vista acustico, termico e non siano visibili dal fronte stradale o affacciati su luogo pubblico, ovvero siano integrati a livello progettuale;**

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale

☒ Commerciale

☒ Direzionale

☒ Servizio

☒ Artigianale

☒ Industriale

☐ Agricola

[argomento]

3. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

[scheda]

3.1 IMPIANTI SOLARI TERMICI

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONI

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Nel caso di edifici pubblici e privati di nuova costruzione, o in occasione di nuova installazione o di ristrutturazione di impianti termici, destinati anche alla produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS), è obbligatorio, salvo provati impedimenti di natura tecnica, realizzare l'impianto di produzione di energia termica in modo tale da coprire almeno il 60% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di ACS attraverso il contributo di impianti alimentati da fonti rinnovabili (tale limite è ridotto al 20% per gli edifici situati nei centri storici).

Per fonti rinnovabili si devono intendere: solare termico, biomasse, pompe di calore, recupero termico.

Nel caso si sia di fronte a impedimenti tecnici tali da impedire l'effettiva copertura del 60% del fabbisogno annuo di energia primaria, si deve garantire in altra maniera il risparmio energetico previsto (ad esempio incrementando l'isolamento delle pareti e/o sostituendo gli infissi)

I collettori solari possono essere installati su tetti piani, su falde esposte a Sud, Sud-Est, Sud-Ovest, Est e Ovest e sulle facciate (verticali) fatte salve le disposizioni indicate dalle norme vigenti per zone e immobili sottoposti a vincoli.

Sono comunque da seguire le seguenti indicazioni per l'installazione:

- **gli impianti devono essere in andamento alla copertura inclinata (modo retrofit) o meglio integrati (modo strutturale);**
- **i serbatoi di accumulo, se non accorpati al collettore, devono essere coibentati e posizionati all'interno degli edifici sfruttando sottotetti o altri locali accessori;**
- **nel caso di coperture piane, i pannelli ed i loro serbatoi, potranno essere installati con inclinazione ritenuta ottimale, purché non visibili dal piano stradale sottostante ed evitando l'ombreggiamento tra di essi se disposti su più file.**

Il contributo di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, si intende rispettata, qualora l'acqua calda sanitaria derivi da una rete di teleriscaldamento che sfrutti il calore di un impianto di cogenerazione oppure i reflui energetici di un processo produttivo non altrimenti utilizzabili.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.Lgs. n. 192/2005

D.P.R. n. 59/2009

UNI 8477-2

UNI TS 11300-2

[destinazioni d'uso]

X Residenziale

X Commerciale

X Direzionale

X Servizio

X Artigianale

X Industriale

☐ Agricola

[argomento]

3. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

[scheda]

3.2 FOTOVOLTAICO

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONI

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Dal 1 gennaio 2009, il rilascio del permesso di costruire è subordinato alla previsione di installare contestualmente impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili tali da garantire una produzione energetica minima di:

- a. 1 kW per ciascuna unità immobiliare, e per qualunque destinazione d'uso, con esclusione della destinazione d'uso industriale e artigianale, con superficie utile lorda (Sul) inferiore a 250 m²;
- b. 2 kW per ciascuna unità immobiliare, e per qualunque destinazione d'uso, con esclusione della destinazione d'uso industriale e artigianale, con Sul compresa tra 250 m² e 1000 m²;
- c. 5 kW per ciascun fabbricato con destinazione d'uso industriale e artigianale con Sul pari o superiore a 100 m² ed inferiore a 1000 m², nonché per ciascuna unità immobiliare, con destinazione d'uso diversa da quella industriale e artigianale, con Sul superiore a 1000 m²;
- d. 10 kW per ciascun fabbricato con destinazione d'uso industriale e artigianale con Sul pari o superiore a 1000 m².

[riferimenti normativi e/o legislativi]

Deliberazione Consiglio Comunale
n. 107/2008
Legge Finanziaria 2008
D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

3. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

[scheda]

3.3 IMPIANTI A BIOMASSE

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONI

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

E' preferibile l'installazione di impianti per la produzione di calore alimentati a biomasse (pellets, cippato, briquettes) in abbinamento agli eventuali impianti termici già presenti nell'edificio. Le più importanti tipologie di biomasse sono:

- **residui della manutenzione dei boschi;**
- **potature di legnose agrarie (vigneti, oliveti e frutteti);**
- **potature del verde urbano;**
- **scarti della lavorazione del legno;**
- **scarti di materiale legnoso e vegetale;**
- **materiale ricavato dalle operazioni di manutenzione delle scarpate stradali, di ripulitura degli alvei fluviali e delle linee elettriche;**
- **impianti specializzati (ceduo a turno breve e colture annuali energy crops);**
- **combustibili di origine vegetale, o biocombustibili, come oli vegetali, biodiesel, biometanolo, bioetanolo.**

L'installazione di caldaie e/o generatori a biomassa è limitato alle sole zone non urbane e/o in zone che possano rifornirsi di combustibile proveniente da "filiera corte"

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.M. 11/03/2008
Finanziaria 2009
D.P.R. n. 59/2009
D.Lgs. n. 152/2006

UNI CEN TS 14961
UNI TS 11263
UNI TS 11264

[destinazioni d'uso]

X Residenziale
X Commerciale
X Direzionale
X Servizio
X Artigianale
X Industriale
☐ Agricola

[argomento]

3. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

[scheda]

3.4 GEOTERMIA

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

In alternativa ai generatori termici tradizionali si suggerisce l'installazione di impianti finalizzati allo sfruttamento dell'energia geotermica del suolo mediante pompe di calore abbinate a sonde geotermiche, con funzione di scambiatore di calore. Le sonde geotermiche possono essere esclusivamente del tipo a circuito chiuso, quindi deve essere evitato qualsiasi prelievo o utilizzo diretto di acqua di falda. **I valori di COP ed EER delle pompe di calore devono essere conformi da quanto stabilito con il D.M. 19/02/2007 e s.m.i..**

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.M. 19/02/2007

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

3. FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

[scheda]

3.5 SISTEMI SOLARI PASSIVI

[tipologia di intervento]

RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

Sia nelle nuove costruzioni che nell'esistente, i sistemi passivi per la captazione e lo sfruttamento dell'energia solare non sono computati ai fini volumetrici. I principali tipi di sistemi solari passivi utilizzabili in edifici residenziali sono: le serre, i muri Trombe e i sistemi a guadagno diretto.

Le serre solari, sono un elemento dell'architettura bio compatibile costituito da una serra vera e propria che coadiuva il riscaldamento degli edifici immagazzinando la radiazione solare. Rappresenta un semplice sistema di risparmio energetico nell'edilizia, ottenibile anche, nel caso di recupero edilizio, attraverso la chiusura di balconi, terrazze, loggie, altane e simili

Per essere considerate tali, dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- **essere apribili e ombreggiabili (cioè dotate di opportune schermature esterne mobili o rimovibili) per evitare il surriscaldamento estivo;**
- **non devono determinare nuovi locali per la presenza continuativa delle persone (locali di abitazione, locali accessori, luoghi di lavoro, ecc.).**
- **La parete esterna su cui viene costruita deve presentare una massa tale da garantire la capacità di accumulo di calore, mentre i locali retrostanti devono essere termicamente separabili**
- **La distanza tra la parete esterna dell'edificio e la parte vetrata della serra non può essere superiore a 3,50 metri. In ogni caso deve essere garantita la trasmissione del calore all'interno dell'edificio**
- **La serra non può essere dotata di sistema di riscaldamento e la sua superficie lorda non può essere superiore all'8% della superficie lorda di piano della porzione materiale interessata.**
- **Tutte le parti strutturali della serra devono essere sufficientemente isolate e presentare i seguenti coefficienti di trasmissione del calore (valori U):**

parti strutturali	$U_f \leq 2,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
parti vetrate	$U_g \leq 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- **La superficie vetrata non può essere inferiore al 70% della facciata della serra.**

L'esclusione dei volumi sopracitati dagli indici urbanistici previsti dal regolamento urbanistico, è subordinata alla certificazione del bilancio energetico annuale e del raggiungimento e mantenimento delle condizioni di comfort previsti dalle presenti norme. La valutazione del guadagno energetico, tenuto conto dell'irraggiamento solare, sul periodo annuale (inverno-estate), si intende la differenza tra l'energia dispersa in assenza del sistema (Q°) e quella dispersa in presenza sistema (Q). Il guadagno energetico durante la stagione invernale dovuto alla presenza del sistema deve essere almeno maggiore del 25 % rispetto alla soluzione standard $(Q^\circ - Q) / Q^\circ > 25\%$.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005
D.Lgs. n. 192/2005
D.P.R. n. 59/2009

[destinazioni d'uso]

☒ Residenziale
☒ Commerciale
☒ Direzionale
☒ Servizio
☒ Artigianale
☒ Industriale
☐ Agricola

BOZZA

[argomento]

4. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

[scheda]

4.1 MATERIALI ECO-SOSTENIBILI

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

Per la realizzazione degli edifici è consigliato l'utilizzo di materiali e finiture naturali o riciclabili, che richiedano un basso consumo di energia e un contenuto impatto ambientale nel loro intero ciclo di vita. I materiali adottati devono godere di una certificazione delle loro caratteristiche bioedili prodotta da un organismo operante in modo indipendente.

A titolo d'esempio si riportano le Certificazione e Marchi più diffusi:

- **FSC - Certificato marchio internazionale per il Legno derivante dallo sfruttamento sostenibile delle foreste;**
- **Blauer Engel 1977 - Marchio tedesco;**
- **White Swan 1988 - Marchio paesi nordici;**
- **NFEnviroment 1991 - Marchio francese;**
- **Ecocerto 1994 - Marchio italiano;**
- **Certificazione volontaria ANAB-ICEA;**
- **Certificazione volontaria IBR - Istituto tedesco di Biologia Edile di Rosenheim per prodotti bioecocompatibili;**
- **NATUREPLUS.**

Si considerano preferibili le materie prime locali, in quanto generalmente più adatte alle caratteristiche climatiche del luogo (questa opzione comporta anche minori costi di trasporto).

Per facilitarne la scelta si rimanda alla consultazione dell'Elenco base dei materiali per l'edilizia sostenibile predisposto dalla Regione Toscana e riportato all'interno delle Linee guida per l'edilizia sostenibile.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

UNI 11277

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

4. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

[scheda]

4.2 TETTI VERDI

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE

[grado d'intervento]

CONSIGLIATO

[metodo]

Per gli edifici di nuova costruzione con copertura piana avente superficie maggiore di 800 m² è fortemente consigliata la realizzazione di coperture a verde per almeno il 50 % della superficie.

Per coperture a verde si intendono le coperture continue dotate di un sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali caratteristiche della copertura di un edificio.

Il verde pensile si distingue in due principali tipologie di inverdimento:

- **estensivo, presenta un tipo di vegetazione a sviluppo contenuto, non è realizzato come superficie fruibile, lo spessore delle stratificazioni è ridotto e richiede una poca manutenzione (due interventi all'anno);**
- **intensivo, è un vero e proprio giardino sul tetto ed è utilizzabile a tutti gli effetti allo stesso modo, ha quindi uno spessore maggiore e degli oneri di manutenzione più elevati (oltre i due interventi all'anno).**

Per lo sfruttamento di questa tecnologia, deve essere garantito l'accesso per la manutenzione e deve essere comunque previsto un impianto di irrigazione.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

D.P.R. n. 59/2009

UNI 11235

[destinazioni d'uso]

X Residenziale

X Commerciale

X Direzionale

X Servizio

X Artigianale

X Industriale

☐ Agricola

[argomento]

4. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

[scheda]

4.3 RECUPERO ACQUE PIOVANE

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazione con demolizione e ricostruzione totale, con una superficie destinata a verde pertinenziale e/o a cortile superiore a 100 m², è obbligatorio il recupero delle acque meteoriche.

Gli edifici dovranno essere dotati di una cisterna per la raccolta delle acque piovane di dimensioni non inferiori a 1 m³ per ogni 30 m² di superficie delle coperture degli stessi. Le coperture dei tetti devono essere munite di canali di gronda impermeabili atti a convogliare le acque meteoriche nei pluviali e nel sistema di raccolta per poter essere riutilizzate.

L'acqua recuperata potrà essere utilizzata unicamente per usi compatibili esterni agli organismi edilizi (irrigazione del verde, pulizia dei cortili, lavaggio delle auto) e interni (alimentazione delle cassette di scarico dei WC, alimentazione di lavatrici, usi tecnologici come sistemi di climatizzazione).

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

UNI EN 806

UNI 9182

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

[argomento]

4. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

[scheda]

4.4 RIDUZIONE DEL CONSUMO
DI ACQUA POTABILE

[tipologia di intervento]

NUOVA EDIFICAZIONE/RISTRUTTURAZIONE

[grado d'intervento]

OBBLIGATORIO

[metodo]

Al fine della riduzione del consumo di acqua potabile, per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazione con demolizione e ricostruzione totale è obbligatoria l'adozione di dispositivi idonei ad assicurare una significativa riduzione del consumo di acqua quali: limitatori di flusso, diffusori, limitatori di pressione, interruttori meccanici di flusso, ecc.

In particolare, per tutti gli edifici, esclusi quelli appartenenti alla categoria E.1 ed E.3, è consigliato l'utilizzo di rubinetterie a tempo o elettroniche.

[riferimenti normativi e/o legislativi]

D.G.R. n. 322/2005

[destinazioni d'uso]

- ☒ Residenziale
- ☒ Commerciale
- ☒ Direzionale
- ☒ Servizio
- ☒ Artigianale
- ☒ Industriale
- ☐ Agricola

11 ALLEGATO B - DIAGNOSI ENERGETICA RELAZIONE DI SINTESI DEI RISULTATI

BOZZA

EDIFICIO RESIDENZIALE

A Descrizione del complesso edilizio

- a Descrizione generale
- b Ubicazione dell'edificio
- c Caratteristiche geometriche dell'edificio
- d Caratteristiche dell'involucro edilizio
- e Caratteristiche degli impianti

B Dati relativi ai consumi

- a Dati climatici
- b Consumi per il riscaldamento
- c Consumi elettrici

C Risultati dei calcoli

- a Metodo utilizzato
- b Risultati TerMus
- c Risultati DOCET
- d Risultati ProCasaClima
- e Calcolo delle emissioni di CO₂ per la climatizzazione invernale
- f Riepilogo dei risultati

D Criticità rilevate e ipotesi di intervento

- a Interventi sull'involucro
- b Interventi sull'impianto e utenze elettriche

E Valutazioni tecniche ed economiche degli interventi proposti

- a Limiti da normativa
 - i Scenario A-1
 - ii Scenario B-1
 - iii Scenario C-1
- b Limiti da linee guida
 - i Scenario A-2
 - ii Scenario B-2
 - iii Scenario C-2
- c Riepilogo dei risultati

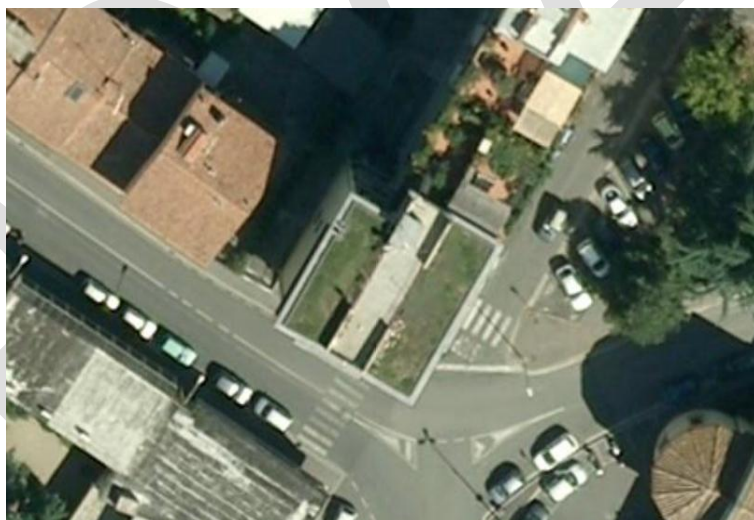
A DESCRIZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO

a. Descrizione generale

L'appartamento è situato al quarto e ultimo piano di un edificio risalente al 1961. Nel corso degli anni ha subito diverse ristrutturazioni tra cui la realizzazione di un tetto verde che occupa la quasi totalità della copertura.



Veduta aerea della zona



Veduta aerea dell'edificio

b. Ubicazione dell'edificio

<i>Località</i>	Scandicci
<i>Provincia</i>	FI
<i>Indirizzo</i>	Piazza A. Benini, 2
<i>Destinazione d'uso</i>	Edificio residenziale con occupazione continuativa
<i>Categoria d'uso</i>	E.1 (1)



Vista dell'edificio dalla Via San Bartolo in Tuto

c. Caratteristiche geometriche dell'edificio

Le grandezze fondamentali che descrivono il singolo appartamento possono essere così riassunte:

<i>Superficie netta</i>	138,75 m ²
<i>Volume lordo riscaldato</i>	487,47 m ³
<i>Superficie disperdente</i>	326,46 m ²
<i>Altezza dei locali</i>	2,70 m
<i>S/V</i>	0,67

d. Caratteristiche dell'involucro edilizio

Le caratteristiche tecniche, dimensionali e prestazionali e il calcolo delle trasmittanze¹ degli elementi che costituiscono l'involucro sono riportate nelle tabelle seguenti.

Strutture opache verticali

La struttura portante dell'edificio è in cemento armato con tamponatura in laterizio forato non dotata di coibentazione.

<i>Spessore totale</i>	0,28 m
<i>Trasmittanza</i>	1,02 W/m ² K
<i>Massa superficiale</i>	235 kg/m ²
<i>Trasmittanza termica periodica</i>	0,53 W/m ² K
<i>Fattore di attenuazione</i>	0,52
<i>Sfasamento</i>	7h 17'

Copertura

L'edificio è dotato di un "tetto verde" di tipo estensivo realizzato durante un intervento di ristrutturazione negli anni '90. La copertura è composta da un solaio in laterocemento a cui si sommano: uno strato drenante di argilla espansa, lo strato filtrante in tessuto non tessuto e 15 cm di terra, che compongono il tetto verde.

<i>Spessore totale</i>	0,45 m
<i>Trasmittanza</i>	0,97 W/m ² K
<i>Massa superficiale</i>	322 kg/m ²
<i>Trasmittanza termica periodica</i>	0,29 W/m ² K
<i>Fattore di attenuazione</i>	0,3
<i>Sfasamento</i>	8h 9'

Solaio intermedio

Si tratta di un solaio tradizionale in laterocemento.

<i>Spessore totale</i>	0,25 m
<i>Trasmittanza</i>	1,44 W/m ² K
<i>Massa superficiale</i>	268 kg/m ²
<i>Trasmittanza termica periodica</i>	0,78 W/m ² K
<i>Fattore di attenuazione</i>	0,54

¹ Calcolo delle trasmittanze, delle trasmittanze periodiche e fattori di attenuazioni delle chiusure opache effettuato con il software PAN secondo UNI EN ISO 6946 e UNI EN ISO 13786. Per i serramenti si fa riferimento alle tabelle della UNI EN ISO 10077-2.

Sfasamento

6h 32'

Serramenti

I serramenti presenti sono di due tipi: con vetro antisfondamento e con vetrocamera. In entrambi i casi il telaio è in alluminio senza taglio termico.

Superficie disperdente vetrata

24,08 m²

Tipologia

Vetro singolo con telaio in alluminio

Trasmittanza U_w

6 W/m²K

Tipologia

Vetrocamera con telaio in alluminio

Trasmittanza U_w

4,1 W/m²K

e. Caratteristiche degli impianti

Impianto di climatizzazione invernale

L'impianto termico è costituito da un sistema di produzione autonomo (caldaia tradizionale) che attraverso una rete di distribuzione alimenta i terminali scaldanti dell'edificio. Le caratteristiche dell'impianto sono riportate nella seguente tabella:

Combustibile utilizzato

Gas metano

Potenza utile

25 kW

Tipo ed efficienza

Tipo C – 2 stelle di efficienza

Terminali di erogazione

Radiatori in ghisa

Sistema di regolazione

Termostato ambiente

Impianto per la produzione di acqua calda sanitaria

La produzione dell'acqua calda ad usi sanitari è garantita da un boiler elettrico installato in prossimità della cucina.

Impianto di climatizzazione estiva

Non presente

Impianto ed utenze elettriche

L'impianto elettrico è standard con potenza elettrica contrattuale di 3 kW.

B DATI RELATIVI AI CONSUMI

a. Dati climatici

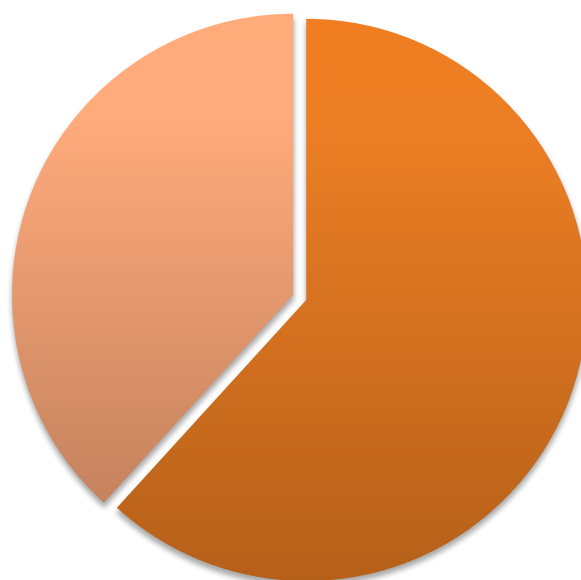
Zona climatica	D
Latitudine	43°41'
Altitudine	47
Periodo di riscaldamento	dal 01/11 al 15/04
Gradi Giorno	1817

b. Consumi per il riscaldamento

I consumi di gas metano sono stati ricavati dalle bollette fornite dal proprietario, e si riferiscono al 2008. Il consumo annuo di combustibile ammonta a 1.658 m³, pari a 15.668 kWh termici, con una spesa di 1.355,96 €.

gennaio-aprile	1.024 m ³
novembre-dicembre	634 m ³

Considerando la superficie utile dell'appartamento, pari a 138,75 m², si ottiene un fabbisogno effettivo di energia termica utile pari a **113 kWh/m² anno**.

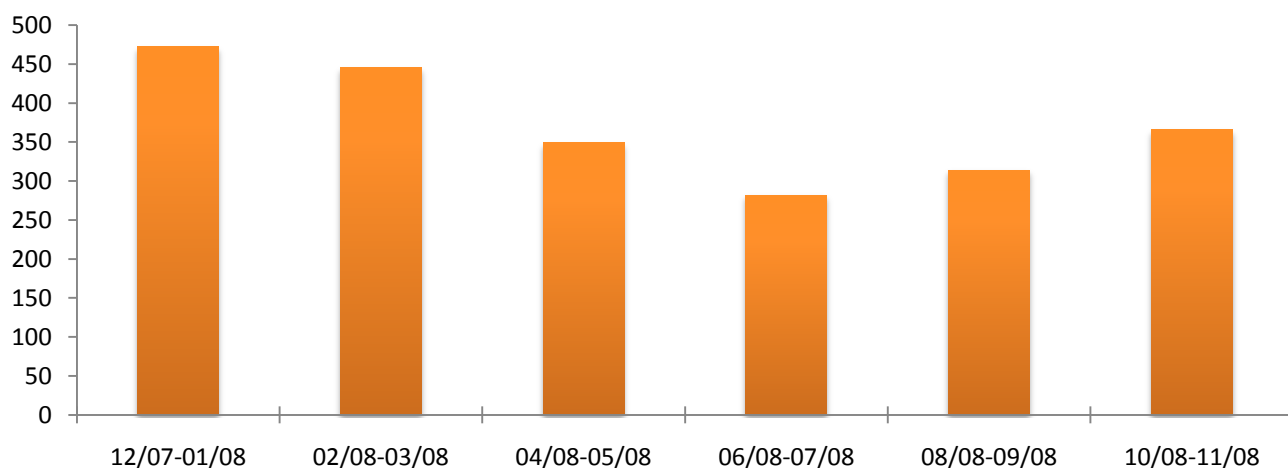


■ gennaio-aprile ■ novembre-dicembre

c. Consumi elettrici

I dati rilevati dalle bollette per il consumo elettrico, ripartiti come in tabella, evidenziano un valore di consumo di 2.230 kWh elettrici. La spesa complessiva, sempre riferita al 2008, ammonta a 359,29 €.

<i>dicembre-gennaio</i>	473 kWh
<i>febbraio-marzo</i>	446 kWh
<i>aprile-maggio</i>	349 kWh
<i>giugno-luglio</i>	282 kWh
<i>agosto-settembre</i>	314 kWh
<i>ottobre-novembre</i>	366 kWh



C RISULTATO DEI CALCOLI

a. Metodo utilizzato

I dati derivanti dai consumi energetici reali sono stati poi confrontati con i dati energetici teorici elaborati mediante modelli di calcolo. Per il calcolo delle prestazioni energetiche sono stati utilizzati tre software: TerMus v.14.00e, DOCET 2.0 e ProCasaClima 3.2.

Mentre il secondo e terzo software sono nati espressamente ai fini della certificazione energetica degli edifici, sul primo c'è da appuntare che nasce ai fini del calcolo e della verifica del fabbisogno energetico di un edificio e successivamente anche per la certificazione energetica.

Termus e DOCET sono certificati secondo le norme UNI TS 11300, invece per quanto riguarda il software ProCasaClima è in un uso l'algoritmo di calcolo basato sulla UNI EN 832 in quanto la nuova versione conforme alle norme UNI TS 11300 è in corso di certificazione presso il CTI. C'è da specificare che l'ambito di utilizzo del software ProCasaClima è quello degli edifici in fase di certificazione CasaClima e quindi nato per valutare le prestazioni di edifici molto efficienti: per gli edifici esistenti sono stati inseriti opportunamente i ponti termici lineari come previsto dal software stesso.

b. Risultato TerMus

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Il calcolo è stato eseguito secondo quanto prescritto nel D.Lgs. 192/2005 (in particolare negli Allegati C, E, ed I) come modificato dal D.Lgs. 311/2006 e dal D.Lgs. 115/2008, e secondo le norme tecniche vigenti in materia.

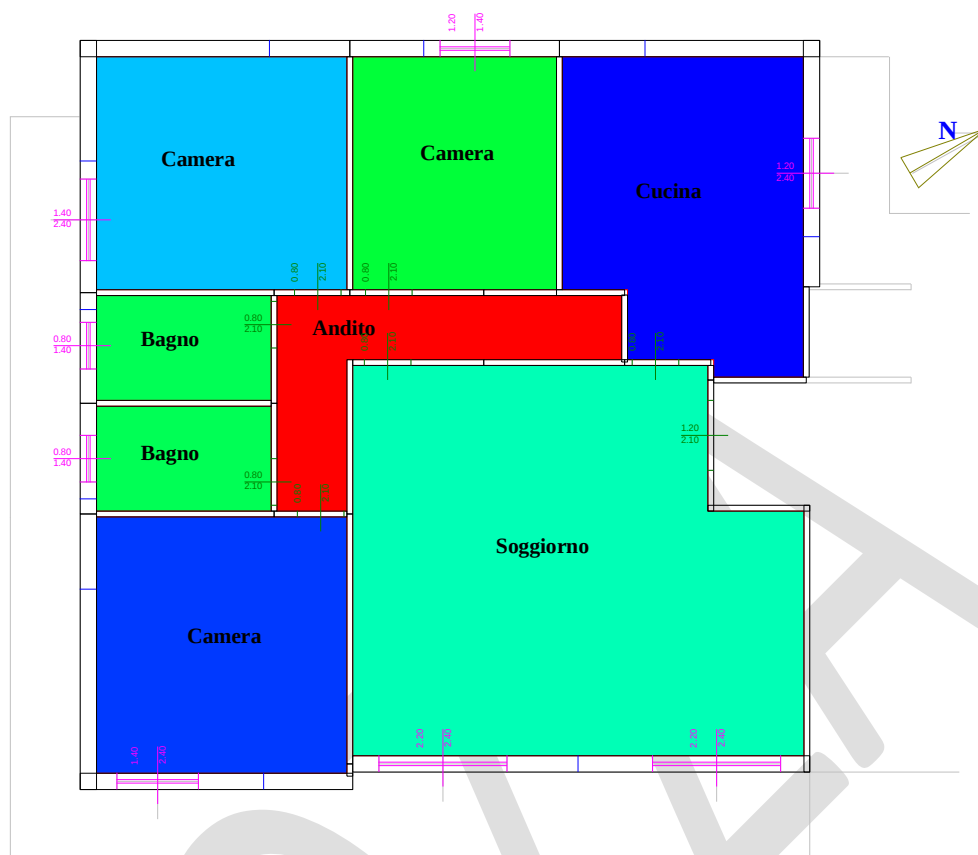
EP_i	179 kWh/m ² anno
$EP_{i\text{ limite}}$	63 kWh/m ² anno
$EP_{i\text{ invol}}$	122 kWh/m ² anno
Fabbisogno di energia primaria	2.241 kWh/anno
Fabbisogno di combustibile	2.293 Nm ³
Fabbisogno di energia elettrica	218 kWh

Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto	91 kJ/m ³ GG
--------------------	-------------------------

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

Tipo di combustibile	Elettricità
Fabbisogno di combustibile	3.204 kWh



Fabbisogno utile di energia termica per il riscaldamento [Min 52 kWh/m² Max 151 kWh/m²]

c. Risultato DOCET

Indice di prestazione energetica

EP_i	192 kWh/m²anno
$EP_{i\text{ limite}}$	62 kWh/m²anno
$EP_{i, invol}$	131 kWh/m²anno
$EP_{e, invol}$	30 kWh/m²anno
EP_{gl}	252 kWh/m²anno

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

EP_{ACS}	55 kWh/m²anno
------------	---------------

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA			
Edifici Residenziali			
1. INFORMAZIONI GENERALI			
Codice Certificato		Validita'	
Riferimenti catastali			
Indirizzo edificio			
Nuova costruzione	☐	Passaggio di proprietà	☐
		Riqualificazione energetica	☐
Proprietà		Telefono	
Indirizzo		E-mail	
2. CLASSE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO			
Edificio di classe: G			
3. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI			
EMISSIONI DI CO2 43.6 kgCO2/m²anno PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE kWh/m²anno			
4. QUALITA' INVOLUCRO (Raffrescamento)			
I	II	III	IV

d. Risultato ProCasaClima

Fabbisogno energetico e potenza termica

Fabbisogno di calore per il riscaldamento	17.563 kWh/anno
Potenza di riscaldamento dell'edificio	9 kW
Potenza specifica riferita alla superficie netta	65 W/m²
Fabbisogno di calore specifico riferito alla superficie netta	129 kWh/m²anno
EP _i	190 kWh/m²anno

Efficienza dell'involucro edilizio



Si mette in evidenza che la certificazione CasaClima certifica innanzitutto l'involucro (occorre infatti un buon involucro per contenere i consumi), per cui il valore indicato nella immagine è relativo al solo involucro, ovvero il $EP_{i,inv}$ della normativa nazionale. Il valore di EP_i è superiore.

Inoltre la scala di classificazione energetica CasaClima è "fissa" e non variabile in funzione del Comune (gradi giorno) e del rapporto di forma dell'edificio (S/V) come nella normativa nazionale. Questo aspetto va a vantaggio della chiarezza nei confronti dell'utente finale, che non può essere "ingannato" da una classe energetica a cui possono corrispondere consumi molto diversi tra loro per edifici diversi.

181

e. Calcolo delle emissioni di CO₂ per la climatizzazione invernale

Per il calcolo delle emissioni di CO₂ si fa riferimento ai coefficienti riportati nell'Appendice 1 della Deliberazione AEEG n° 14 del 10 aprile 2009.

Il Fattore di Emissione per il gas naturale (metano) è pari a 55,91 tCO₂/TJ, ovvero 0,2 kgCO₂/kWh.

Emissioni riferite ai consumi effettivi	23 kgCO ₂ /m ² anno
Emissioni riferite ai risultati TerMus	36 kgCO ₂ /m ² anno
Emissioni riferite ai risultati DOCET	38 kgCO ₂ /m ² anno
Emissioni riferite ai risultati ProCasaClima	38 kgCO ₂ /m ² anno

Riepilogo dei risultati (EP_i)

Consumo effettivo	113 kWh/m ² anno
TerMus	179 kWh/m ² anno
DOCET	192 kWh/m ² anno
ProCasaClima	190 kWh/m ² anno

D. CRITICITA' RILEVATE E IPOTESI DI INTERVENTO

Confrontando i consumi reali con quelli teorici si riscontra una differenza di circa 70 kWh/m² anno. Questa differenza può essere dovuta ad una gestione dell'impianto di riscaldamento non congruente con quella ipotizzata dai software di calcolo: infatti ai fini della certificazione energetica viene ipotizzato un uso "standard" dell'immobile per non influenzare i risultati ed ottenere risultati che possano essere confrontabili.

In ogni caso, sia l'indice di prestazione energetica reale che quello teorico superano il limite di legge nazionale, che, per un rapporto di forma di 0,65 m⁻¹, risulta essere pari a 62 kWh/m²anno.

Inoltre, le trasmittanze delle strutture che compongono l'involucro, a causa dell'assenza di coibentazione, hanno valori piuttosto alti.

Per quanto riguarda le chiusure trasparenti siamo in presenza di due tipi diversi di serramenti, vetrocamera e vetro antisfondamento, in entrambi i casi non vengono soddisfatti i valori minimi di trasmittanza definiti dalla legislazione vigente.

a. Interventi sull'involucro

Si propongono, di conseguenza, i seguenti interventi di riqualificazione energetica:

- **Isolamento a cappotto**
- **Sostituzione serramenti.**

Per l'isolamento a cappotto si è ipotizzato l'inserimento di pannelli di polistirene espanso. La scelta di questo materiale è dovuta al suo ottimo rapporto qualità/prezzo. Il polistirolo espanso (EPS) presenta, infatti, proprietà termoisolanti molto buone (conduttività pari a circa $\lambda=0,035-0,040$ W/mK) e un costo decisamente contenuto rispetto agli altri materiali isolanti. È relativamente stagno al vapore, la resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ raggiunge valori tra 20 e 100. Nonostante la produzione di questo materiale sia relativamente inquinante rispetto a quella dei materiali isolanti cosiddetti "naturali", va comunque evidenziato che il bilancio energetico di un isolamento termico realizzato con polistirolo espanso risulta positivo già a distanza di 7 - 20 mesi, dato che dopo questo periodo si risparmia energia. I serramenti, insieme alla muratura perimetrale, costituiscono la maggiore fonte di dispersione termica. Si propone perciò la sostituzione degli stessi con infissi con telaio in legno-alluminio o alluminio a taglio termico e vetrocamera ad isolamento termico. Questo tipo di vetrocamera è riempito con gas argon ed uno dei due vetri ha una faccia con trattamento basso emissivo. I vetri basso-emissivi sono trasparenti alle radiazioni termiche solari, lasciandole così entrare all'interno dell'edificio, e contemporaneamente impediscono la fuoriuscita della radiazione termica emessa dai corpi riscaldanti. In questo modo, attraverso una drastica riduzione delle dispersioni termiche permettono un notevole risparmio dei costi energetici di riscaldamento.

b. Interventi sull'impianto e utenze elettriche

Per quanto riguarda le utenze elettriche non sono stati riscontrati consumi elevati. Per ottenere comunque un risparmio significativo si consiglia di sostituire tutte le lampade con analoghe lampade a LED. I LED consentono di risparmiare, a parità di luce emessa, più dell'80% di energia elettrica rispetto a una normale lampada a incandescenza, e hanno un tempo di vita che può arrivare fino a 100.000 ore, contro le 1.000 di una lampadina ad incandescenza e le 10.000 di una lampada a fluorescenza.²

² ENEA "Risparmio energetico con l'illuminazione"

E. VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

a. Limiti da normativa

In questa prima analisi si considerano i valori limite imposti dal Decreto Legislativo 311 del 2006. Per ogni scenario verranno valutati i costi e i benefici in termini di risparmio economico e di combustibile. Si riportano, dunque, i limiti di trasmittanza imposti dalle tabelle 2.1, 3.1, 3.2, 4.a e 4.b dell'Allegato C del suddetto Decreto, riferiti alla zona climatica D:

<i>Strutture opache verticali</i>	0,36 W/m ² K
<i>Strutture opache orizzontali o inclinate</i>	0,32 W/m ² K
<i>Pavimenti verso locali non riscaldati</i>	0,36 W/m ² K
<i>Chiusure trasparenti</i>	2,4 W/m ² K
<i>Vetri</i>	1,9 W/m ² K

Per quanto riguarda l'involucro edilizio gli interventi si dividono in:

Scenario A-1	Isolamento a cappotto
Scenario B-1	Sostituzione degli infissi
Scenario C-1	Isolamento a cappotto + Sostituzione degli infissi

i. Scenario A-1

Questo intervento prevede la posa in opera di un isolamento a cappotto costituito da pannelli di polistirene espanso dello spessore di 7 cm per le pareti perimetrali, e dello spessore di 8 cm per la coibentazione del tetto.

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Isolante 7 cm	163,14 m ²	18 €/m ² *	2.096 €
Isolante 8 cm	163,83 m ²	20 €/m ² *	3.240 €
TOTALE			6.136 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera (esclusi ponteggi, rasatura e intonacatura, tenendo conto che tali interventi dovrebbero essere fatti nel momento in cui si pensi di avviare un risanamento delle facciate).

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE³

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	24.836 kWh/anno
<i>EP_i</i>	179 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	2.628 m ³

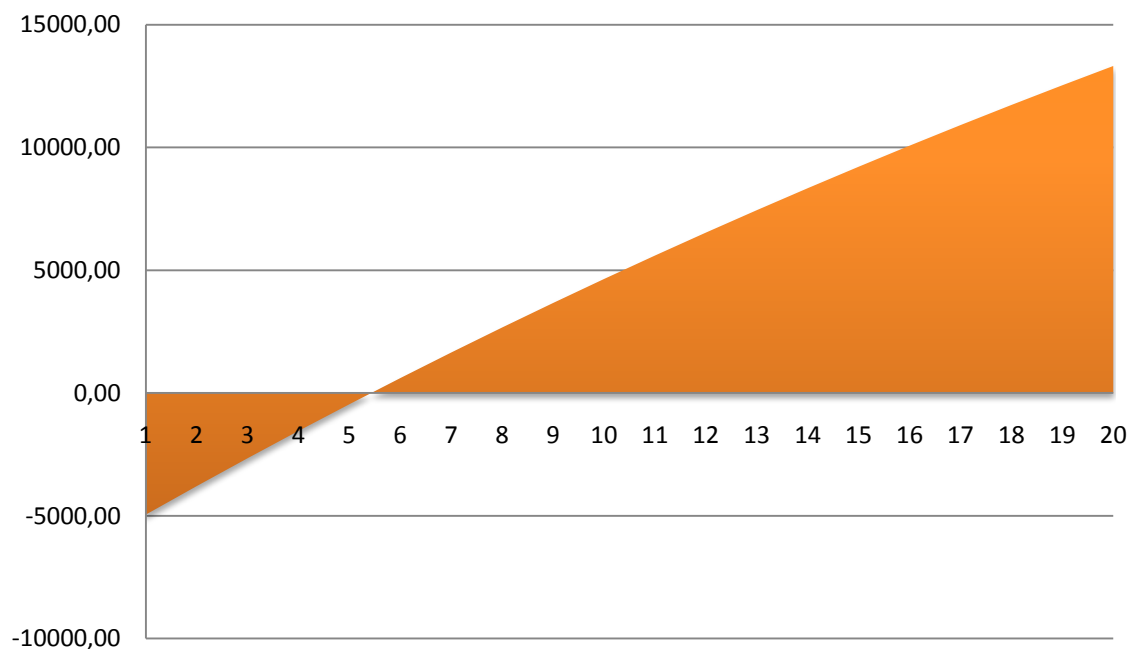
SCENARIO A-1

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	11.288 kWh/anno
<i>EPI</i>	81 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	1.145 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	6.136 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	2.149 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	936 €
<i>Risparmio %</i>	56%
<i>Risparmio combustibile</i>	1.483 m ³
<i>Risparmio economico</i>	1.213 €
<i>VAN</i>	13.320 €
<i>Tempo di ritorno</i>	5 anni

³ Con il termine “caso base” ci si riferisce alla valutazione delle prestazioni energetiche relative allo stato di fatto calcolate con il software TerMus.



Benefici ambientali

I benefici ambientali posso essere quantificati in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ e risparmio di combustibili fossili (espresso in tep):

Emissioni di CO₂ risparmiate

2.720 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

1,17 tep/anno

ii. Scenario B-1

Le caratteristiche dei nuovi serramenti sono riassunte nella tabella seguente:

<i>Telaio</i>	Alluminio a taglio termico
<i>Vetrocamera</i>	8/9 acustico + 12 Argon + 6/7 acust. magnetronico (basso emissivo)
<i>U vetro</i>	1,30 W/m ² K
<i>U telaio</i>	3,90 W/m ² K
<i>U totale</i>	2,40 W/m ² K

Si mette in evidenza che il valore complessivo $U_w = 2,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ è il minimo di legge da rispettare per l'anno 2010 per la fascia climatica D. In realtà tale valore è molto elevato e può essere migliroato notevolmente con un investimento aggiuntivo limitato.

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Serramenti legno-alluminio	24 m ²	180 €/m ² *	4.320 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera.

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	24.836 kWh/anno
<i>EP_i</i>	179 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	2.628 m ³

SCENARIO B-1

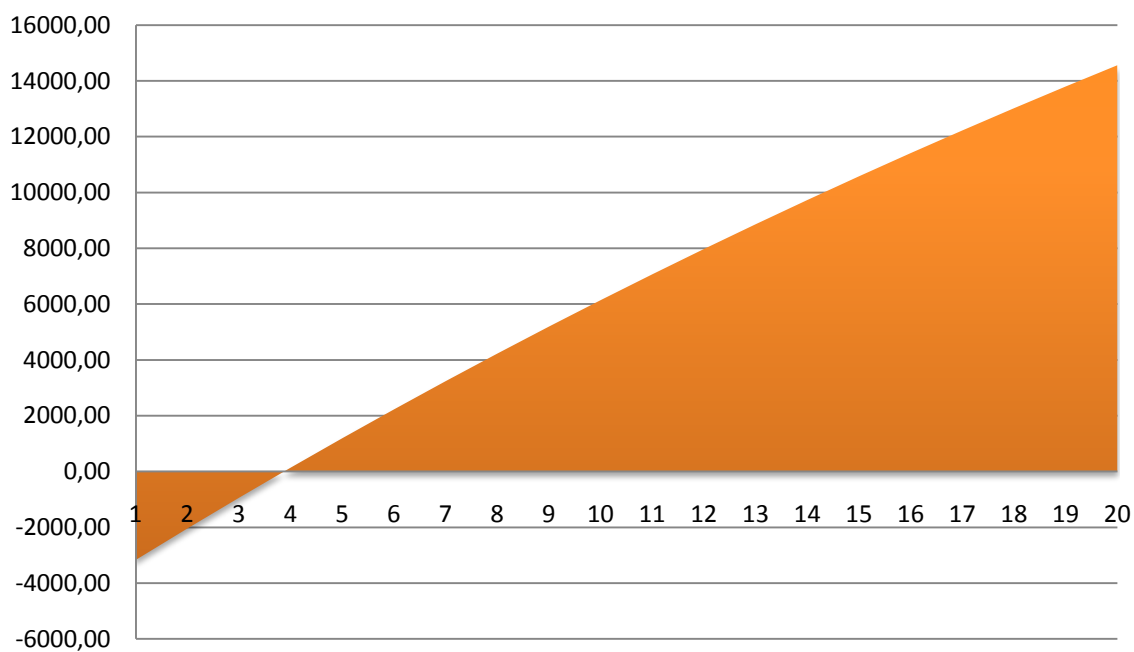
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	11.719 kWh/anno
<i>EPI</i>	85 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	1.189 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	4.320 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	2.149 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	972 €
<i>Risparmio %</i>	55%
<i>Risparmio combustibile</i>	1.439 m ³
<i>Risparmio economico</i>	1.177 €

VAN

14.559 €



187

Tempo di ritorno

4 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

2.609 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

1,12 tep/anno

iii. Scenario C-1

Rispetto ai paragrafi precedenti, nei quali si descrive nel dettaglio il singolo intervento, qui di seguito si prospetta la soluzione che prevede i due interventi precedenti accorpati e si valutano in modo sintetico costi globali e benefici ottenuti.

Stima degli investimenti necessari

Costo totale **11.021 €**

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

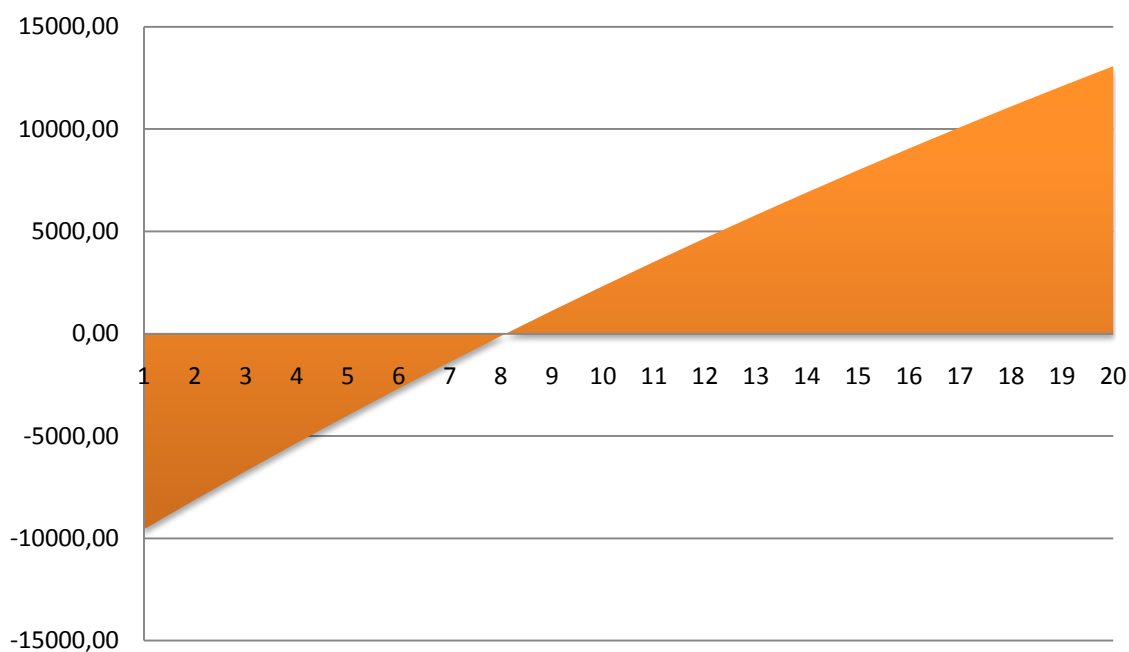
Fabbisogno di energia primaria	24.836 kWh/anno
EP_i	179 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	2.628 m ³

SCENARIO C-1

Fabbisogno di energia primaria	7.848 kWh/anno
EPI	57 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	792 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	11.021 €
Spesa annuale attuale	2.149 €
Spesa annuale dopo l'intervento	648 €
Risparmio %	70%
Risparmio combustibile	1.836 m ³
Risparmio economico	1.502 €
VAN	13.072 €
Tempo di ritorno	8 anni



Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

3.398 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

1,46 tep/anno

b. Limiti da Linee Guida

Gli stessi interventi vengono ora proporzionati ai limiti proposti nelle Linee Guida (Capitolo 10, Scheda 1.4.3.).

I risultati verranno poi confrontati mettendo in evidenza costi e benefici degli scenari presi in esame. Si riportano, a tal fine, i requisiti proposti nelle Linee Guida:

<i>Strutture opache verticali</i>	0,32 W/m ² K
<i>Strutture opache orizzontali o inclinate</i>	0,28 W/m ² K
<i>Pavimenti verso locali non riscaldati</i>	0,32 W/m ² K
<i>Chiusure trasparenti</i>	1,7 W/m ² K
<i>Vetri</i>	1,3 W/m ² K

Per quanto riguarda l'involucro edilizio, si valutano 3 tipi di interventi:

Scenario A-2	Isolamento a cappotto
Scenario B-2	Sostituzione degli infissi
Scenario C-2	Isolamento a cappotto + Sostituzione degli infissi

i. Scenario A-2

Questo intervento prevede la posa in opera di un isolamento a cappotto costituito da pannelli di polistirene espanso (EPS) dello spessore di 8 cm per le pareti perimetrali, e dello spessore di 5 cm per la coibentazione del tetto.

190

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Isolante 8 cm	163,14 m ²	20 €/m ² *	3.217 €
Isolante 10 cm	163,83 m ²	24 €/m ² *	3.857 €
TOTALE			7.074 €

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	24.836 kWh/anno
<i>EP_i</i>	179 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	2.628 m ³

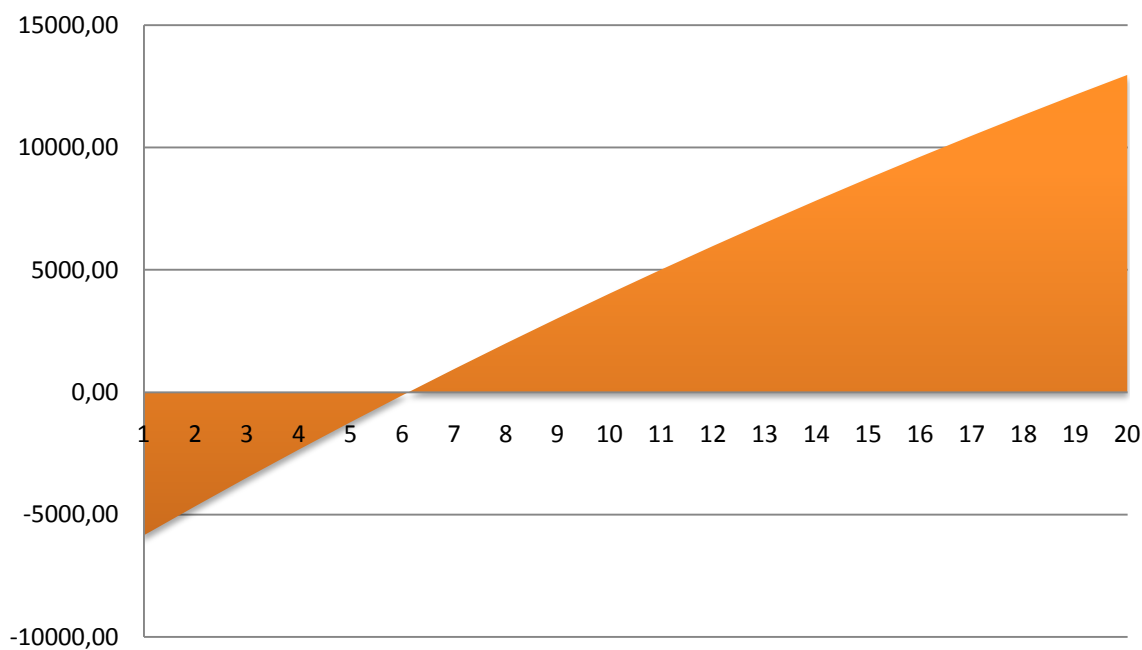
* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera (esclusi ponteggi, rasatura e intonacatura, tenendo conto che tali interventi dovrebbero essere fatti nel momento in cui si pensi di avviare un risanamento delle facciate).

SCENARIO A-2

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	10.863 kWh/anno
<i>EPI</i>	78 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	1.101 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	7.074 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	2.149 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	900 €
<i>Risparmio %</i>	58%
<i>Risparmio combustibile</i>	1.527 m ³
<i>Risparmio economico</i>	1.249 €
<i>VAN</i>	12.961 €
<i>Tempo di ritorno</i>	6 anni



Benefici ambientali

<i>Emissioni di CO₂ risparmiate</i>	2.794 kgCO ₂ /anno
<i>Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate</i>	1,20 tep/anno

ii. Scenario B-2

Questo intervento prevede la sostituzione degli infissi esistenti con altri basso-emissivi. Le caratteristiche dei nuovi serramenti sono riassunte nella tabella seguente:

<i>Telaio</i>	Legno tenero e alluminio
<i>Vetrocamera</i>	8/9 acustico + 20 argon + 6/7 acustico magnetronico (b.e.)
<i>U vetro</i>	1,10 W/m ² K
<i>U telaio</i>	1,44 W/m ² K
<i>U totale</i>	1,37 W/m ² K

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Serramenti legno-alluminio	24 m ²	220 €/m ² *	5.280 €

192

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	24.836 kWh/anno
<i>EP_i</i>	179 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	2.628 m ³

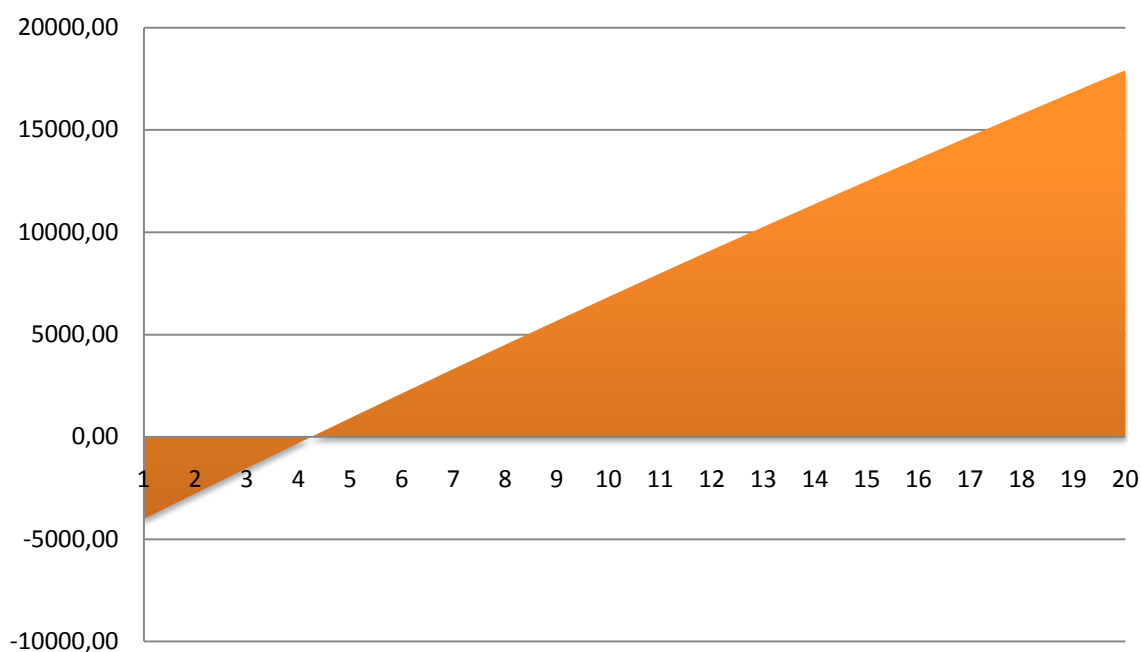
SCENARIO B-2

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	10.588 kWh/anno
<i>EP_i</i>	76 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	1073 Nm ³

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera.

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	5.280,00 €
Spesa annuale attuale	2.149 €
Spesa annuale dopo l'intervento	878 €
Risparmio %	59%
Risparmio combustibile	1.555 m ³
Risparmio economico	1.272 €
VAN	17.907 €
Tempo di ritorno	4 anni



Benefici ambientali

Emissioni di CO ₂ risparmiate	2.850 kgCO ₂ /anno
Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate	1,23 tep/anno

iii. Scenario C-2

Di seguito si riporta la soluzione che prevede i due interventi precedenti accorpati e si valutano in modo sintetico costi globali e benefici ottenuti.

Stima degli investimenti necessari

Costo totale **12.354 €**

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

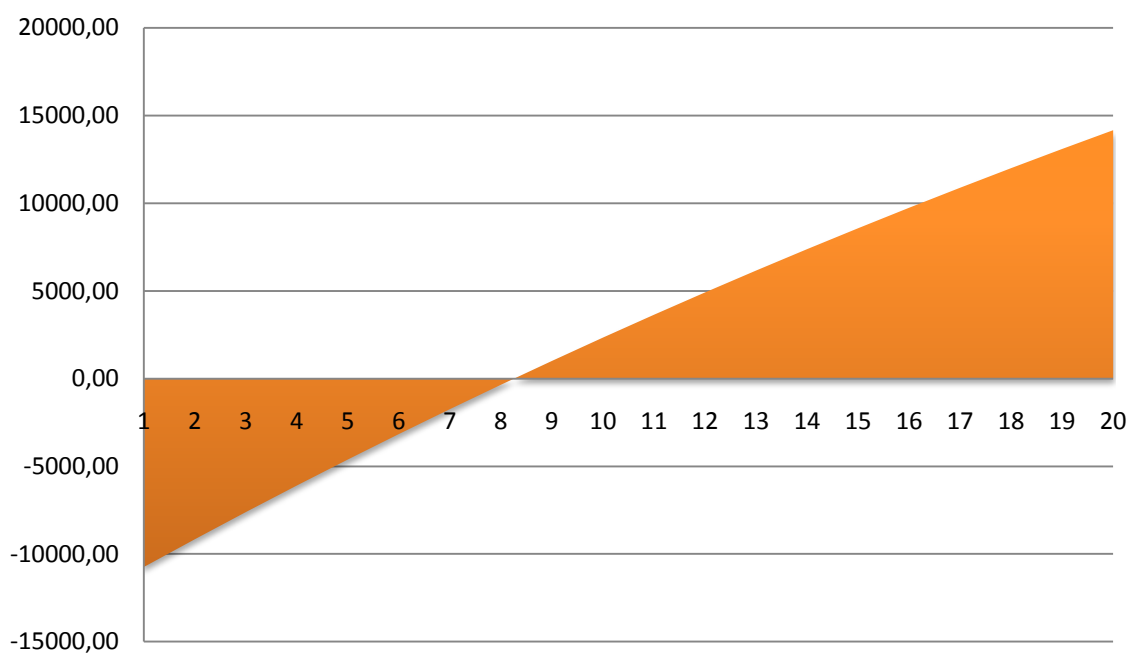
Fabbisogno di energia primaria	24.836 kWh/anno
EP_i	179 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	2.628 m ³

SCENARIO C-2

Fabbisogno di energia primaria	6.044 kWh/anno
EPI	44 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	607 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	12.354 €
Spesa annuale attuale	2.149 €
Spesa annuale dopo l'intervento	496 €
Risparmio %	77%
Risparmio combustibile	2.021 m ³
Risparmio economico	1.653 €
VAN	14.161 €
Tempo di ritorno	8 anni



Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

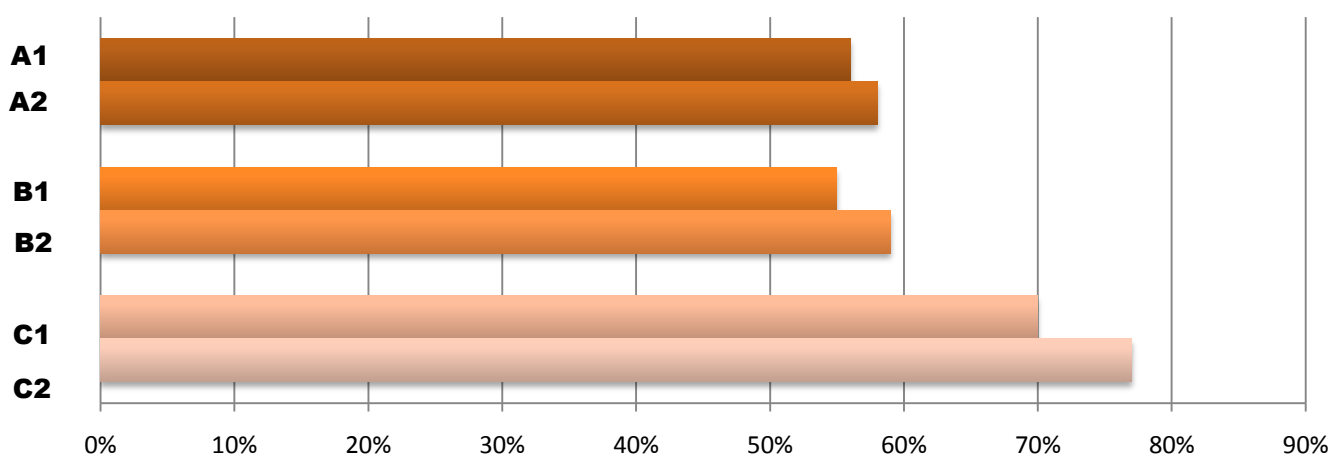
3.758 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

1,62 tep/anno

c. Riepilogo dei risultati

Intervento	Costo totale	Tempo di ritorno	VAN	Spesa di combustibile annuale	Percentuale di risparmio combustibile
<i>Scenario A-1</i>	6.136,25 €	5 anni	600,63 €	936 €	56%
<i>Scenario A-2</i>	7.073,68 €	6 anni	233,11 €	900 €	58%
<i>Scenario B-1</i>	4.320,00 €	4 anni	1.832,37 €	972 €	55%
<i>Scenario B-2</i>	5.280,00 €	4 anni	2.393,62 €	878 €	59%
<i>Scenario C-1</i>	11.020,84 €	8 anni	335,61 €	648 €	70%
<i>Scenario C-2</i>	12.535,68 €	8 anni	1.440,88 €	496 €	77%



196

Schematizzando i risultati delle analisi costi/benefici, si può notare come gli scenari “da Linee Guida” apporterebbero un maggior risparmio rispetto agli scenari “da Normativa” nonostante i tempi di ritorno degli investimenti siano pressoché gli stessi.

Il grafico evidenzia in modo particolare la differenza di risparmio tra i due scenari C, ovvero gli interventi che integrano isolamento a cappotto e sostituzione degli infissi. Lo scenario C2 apporta quasi il 10% di risparmio rispetto all'intervento C1, con una differenza di investimento iniziale pari a circa 1.500 €.

Va inoltre evidenziato che gli scenari “da Linee Guida” permettono di accedere agli incentivi previsti dalle ultime leggi Finanziarie. La detrazione fiscale del 55% è, infatti, limitata agli interventi di riqualificazione energetica che rispettano i seguenti valori di trasmittanza termica:

<i>Zona climatica</i>	<i>Strutture opache verticali</i>	<i>Coperture</i>	<i>Pavimenti</i>	<i>Serramenti</i>
D	0,30 W/(m ² ·K)	0,28 W/(m ² ·K)	0,30 W/(m ² ·K)	2,0 W/(m ² ·K)

COMPLESSO SCOLASTICO "FERMI"

A. Descrizione del complesso edilizio

- a. Descrizione generale
- b. Ubicazione dell'edificio
- c. Caratteristiche geometriche dell'edificio
- d. Caratteristiche dell'involucro edilizio
- e. Caratteristiche degli impianti

B. Dati relativi ai consumi

- a. Dati climatici
- b. Consumi per il riscaldamento
- c. Consumi elettrici
- d. Calcolo degli indicatori energetici normalizzati

C. Risultati dei calcoli

- a. Metodo utilizzato
- b. Risultati TerMus
- c. Calcolo delle emissioni di CO₂ per la climatizzazione invernale
- d. Riepilogo dei risultati

D. Criticità rilevate e ipotesi di intervento

- a. Interventi sull'involucro
- b. Interventi sull'impianto e utenze elettriche
- c. Interventi sull'impianto di riscaldamento

E. Valutazioni tecniche ed economiche degli interventi proposti

- a. Involucro - Limiti da normativa
 - i. Scenario A-1
 - ii. Scenario B-1
 - iii. Scenario C-1
- b. Involucro - Limiti da linee guida
 - i. Scenario A-2
 - ii. Scenario B-2
 - iii. Scenario C-2
- c. Riepilogo dei risultati
- d. Impianto elettrico
- e. Impianto di riscaldamento

A. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO

a. Descrizione generale

L'edificio, risalente anni '70, è stato realizzato in più fasi temporali ma presenta caratteristiche costruttive uniformi. La struttura si può dividere in due zone, la prima a forma di T e articolata su due livelli, contiene le aule e gli uffici, la seconda, situata a Nord-Ovest, include la palestra e gli annessi spogliatoi.



Veduta aerea della zona



Veduta aerea dell'edificio

b. Ubicazione dell'edificio

<i>Località</i>	Scandicci
<i>Provincia</i>	FI
<i>Indirizzo</i>	Via Leoncavallo, 2
<i>Destinazione d'uso</i>	Edificio adibito ad attività scolastiche
<i>Categoria d'uso</i>	E.7



Ingresso dell'edificio

c. Caratteristiche geometriche dell'edificio

Le grandezze fondamentali che descrivono l'edificio possono essere così riassunte:

<i>Superficie netta</i>	4.402,88 m ²
<i>Volume lordo riscaldato</i>	16.766,33 m ³
<i>Superficie disperdente</i>	8.662,28 m ²
<i>Altezza dei locali</i>	3 m e 7 m (palestra)
<i>S/V</i>	0.52 m ⁻¹

d. Caratteristiche dell'involucro edilizio

Le caratteristiche tecniche, dimensionali e prestazionali e il calcolo delle trasmittanze⁴ degli elementi che costituiscono l'involucro sono riportate nelle tabelle seguenti:

Strutture opache verticali

Spessore totale	0,29 m
Trasmittanza	1,01 W/m ² K
Massa superficiale	251 kg/m ²
Trasmittanza termica periodica	0,50 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,50
Sfasamento	7h 37'

Copertura

L'edificio presenta un tetto a falda, composto da un solaio in laterocemento con manto di copertura in coppi.

Spessore totale	0,30 m
Trasmittanza	1,86 W/m ² K
Massa superficiale	377 kg/m ²
Trasmittanza termica periodica	0,93 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,50
Sfasamento	7h 02'

Solaio intermedio

Si tratta di un solaio tradizionale in laterocemento.

Spessore totale	0,30 m
Trasmittanza	1,64 W/m ² K
Massa superficiale	372 kg/m ²
Trasmittanza termica periodica	0,70 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,43
Sfasamento	7h 32'

⁴ Calcolo delle trasmittanze, delle trasmittanze periodiche e fattori di attenuazioni delle chiusure opache effettuato con il software PAN secondo UNI EN ISO 6946 e UNI EN ISO 13786. Per i serramenti si fa riferimento alle tabelle della UNI EN ISO 10077-2.

Serramenti

I componenti finestrati sono costituiti da vetro singolo e telaio in alluminio

Superficie disperdente vetrata 592,22 m²

Trasmittanza U_w 6 W/m²K



Aula

e. Caratteristiche degli impianti

Impianto di climatizzazione invernale

L'impianto termico è costituito da una sistema di produzione centralizzato (generatore di calore) che attraverso una rete di distribuzione alimenta i terminali scaldanti.

Nel locale caldaie, situato esternamente, sono presenti due generatori di calore:

<i>Marca</i>	CARBOFUEL
<i>Combustibile utilizzato</i>	Gas metano
<i>Potenza utile</i>	465 e 512 kW
<i>Terminali di erogazione</i>	Radiatori in ghisa
<i>Sistema di regolazione</i>	Solo climatica



Locale caldaia



Caldaie



Radiatore

Impianto per la produzione di acqua calda sanitaria

La produzione dell'acqua calda ad usi sanitari è garantita da 15 boiler elettrici, installati nei bagni. I boiler hanno potenza pari a 1.200 Watt ognuno.



Bagno studenti

203

Impianto di climatizzazione estiva

Non presente

Impianto ed utenze elettriche

L'impianto è tradizionale con alimentazione trifase.

La potenza contrattuale è di 75 kW, con contratto in Tariffa M1, mentre la potenza impegnata è pari a 68,2 kW.

B. DATI RELATIVI AI CONSUMI

a. Dati climatici

<i>Zona climatica</i>	D
<i>Altitudine</i>	47
<i>Periodo di riscaldamento</i>	dal 01/11 al 15/04
<i>Gradi Giorno</i>	1817

b. Consumi per il riscaldamento

I consumi di gas metano sono stati forniti dal Comune di Scandicci, e si riferiscono al biennio 2007/2008. I valori sono riportati nella tabella seguente, ed evidenziano un aumento dei consumi del 23%.

Anno	Consumo combustibile	Consumo energia termica
2007	44.958 m ³	424.853 kWh
2008	58.252 m ³	550.481 kWh

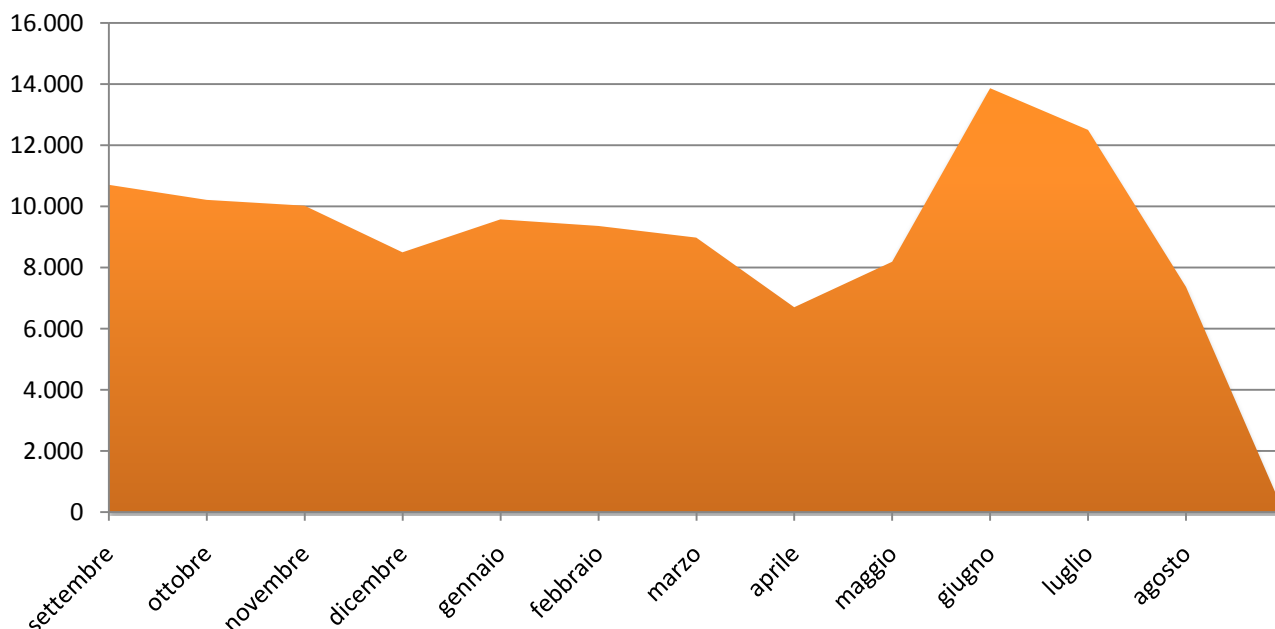
Il consumo di combustibile nel 2008 ammonta a 58.252 m³, pari a 550.481 kWh termici. Considerando il volume lordo riscaldato dell'edificio, pari a 11.257,71 m³, si ottiene un fabbisogno di energia termica utile pari a **49 kWh/m³ anno**.

c. Consumi elettrici

I dati rilevati dalle bollette per l'anno scolastico 2007/2008, ripartiti come in tabella, evidenziano un valore di consumo di 116.044 kWh elettrici.

Dall'analisi delle bollette, e come si vede dal grafico sotto riportato, si possono notare importanti consumi elettrici anche durante il periodo di chiusura estiva. Poiché trattasi di consumi straordinari, si dovrà verificare al momento della chiusura estiva di non lasciare questi carichi inutilmente in funzione.

<i>Settembre</i>	10.712 kWh
<i>Ottobre</i>	10.219 kWh
<i>Novembre</i>	10.029 kWh
<i>Dicembre</i>	8.504 kWh
<i>Gennaio</i>	9.580 kWh
<i>Febbraio</i>	9.366 kWh
<i>Marzo</i>	8.984 kWh
<i>Aprile</i>	6.707 kWh
<i>Maggio</i>	8.195 kWh
<i>Giugno</i>	13.870 kWh
<i>Luglio</i>	12.506 kWh
<i>Agosto</i>	7.372 kWh



d. Calcolo degli indicatori energetici normalizzati

In questa fase di diagnosi sono stati definiti degli indicatori energetici normalizzati con successiva collocazione delle prestazioni energetiche delle scuole in classi di merito. Come strumento metodologico per il calcolo si è utilizzata la procedura standard messa appunto dall'ENEA e raccolta nella "GUIDA PER IL CONTENIMENTO DELLA SPESA ENERGETICA NELLE SCUOLE".

Se ne riportano di seguito le linee guida fondamentali:

- Rilevamento dei consumi della scuola direttamente dalle bollette (elettricità, gas e acqua). I consumi di combustibile per riscaldamento vanno convertiti in chilowattora termici (kWht).
- Misure planivolumetriche relative a: Volumetria lorda riscaldata (V), Superficie lorda ai piani (Ap), Superficie disperdente (S)
- Indicazione dei Gradi-Giorno
- Calcolo dei fattori di normalizzazione (S/V) per riscaldamento e per energia elettrica (di tipo geometrico Fe e di tipo temporale Fh).
- Calcolo degli indicatori energetici normalizzati per il riscaldamento (IENr) e per l'energia elettrica (IENE)
- Definizione classi di merito e collocazione delle prestazioni registrate per le scuole in esame.

Si riporta il fattore di normalizzazione Fe dato dal rapporto tra il volume riscaldato (V) e la superficie disperdente (S). Il fattore Fe sarà poi moltiplicato per il consumo specifico per riscaldamento:

Fattore di normalizzazione F_e

Materne		Elementari		Medie – Secondarie Superiori	
S/V m^2/m^3	F_e	S/V m^2/m^3	F_e	S/V m^2/m^3	F_e
sino a 0,40	1,2	sino a 0,30	1,2	sino a 0,25	1,1
da 0,41 a 0,50	1,1	da 0,31 a 0,35	1,1	da 0,26 a 0,30	1,0
da 0,51 a 0,60	1,0	da 0,36 a 0,40	1,0	da 0,31 a 0,40	0,9
oltre 0,60	0,9	da 0,41 a 0,45	0,9	oltre 0,40	0,8
		oltre 0,45	0,8		

Si riporta il fattore di normalizzazione F_h dei consumi di combustibili ed energia elettrica rapportati al numero di ore di funzionamento della scuola:

Fattore di normalizzazione F_h

Elementari – Medie
Secondarie Superiori

Ore/giorno	F_h
sino a 6	1,2
7	1,1
8 - 9	1,0
10 - 11	0,9
oltre 11	0,8

Nel seguito si riporta il calcolo dei fattori di normalizzazione e degli indici energetici normalizzati sulla base dei dati raccolti:

Fattore di normalizzazione del consumo per riscaldamento che considera la forma degli edifici

$$S/V = 0,52$$

$$F_e = 0,8$$

Fattore di normalizzazione dei consumi di energia che considera l'orario di funzionamento

$$h/giorno = 8$$

$$F_h = 1$$

$$\text{Indice normalizzato per riscaldamento} = (\text{consumo medio annuo} * F_e * F_h * 1.000) / (V * GG)$$

$$IENr = 12$$

$$\text{Indice normalizzato per energia elettrica} = (\text{consumo medio annuo} * F_h) / A_p$$

$$IENE = 25$$

La tabella sottostante riporta le classi di merito da individuarsi sulla base del calcolo degli indici

energetici normalizzati (IENr e IENe) e dei gradi giorno (GG):

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento

	Wh_t / m³ x GG x anno		
	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 18,5	da 18,5 a 23,5	maggiore di 23,5
Elementari	minore di 11,0	da 11,0 a 17,5	maggiore di 17,5
Medie, Secondarie Sup.	minore di 11,5	da 11,5 a 15,5	maggiore di 15,5

Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica

	kWh_e / m² x anno		
	Buono	Sufficiente	Insufficiente
Materne	minore di 11,0	da 11,0 a 16,5	maggiore di 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Sup. tranne Ist. Tecn. Ind. e Ist. Prof. Ind.	minore di 9,0	da 9,0 a 12,0	maggiore di 12,0
Ist. Tecn. Ind., Ist. Prof. Ind.	minore di 12,5	da 12,5 a 15,5	maggiore di 15,5

207

L'indice IENr per i consumi specifici di riferimento per il riscaldamento risulta essere pari a 12 e quindi classifica la scuola ad una classe di merito sufficiente per i consumi per riscaldamento.

L'indice IENe per i consumi specifici di riferimento per l'energia elettrica risulta essere circa 25 e quindi molto superiore al limite individuato per la classe di merito peggiore: alla scuola elementare viene assegnata la classe di merito insufficiente.

C. RISULTATI DEI CALCOLI

a. Metodo utilizzato

I dati derivanti dai consumi energetici reali sono stati poi confrontati con i dati energetici teorici elaborati mediante modello di calcolo. Per il calcolo delle prestazioni energetiche è stato utilizzato il software TerMus.

b. Risultati TerMus

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (E_{Pi})

Il calcolo è stato eseguito secondo quanto prescritto nel D.Lgs. 192/2005 (in particolare negli Allegati C, E, ed I) come modificato dal D.Lgs. 311/2006 e secondo le norme tecniche vigenti in materia.

E_{Pi}	75 kWh/m ³ anno
$E_{Pi \text{ limite}}$	14 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di energia primaria	1.241.411 kWh/anno
Fabbisogno di combustibile	129.205 Nm ³
Fabbisogno di energia elettrica	793 kWh

Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto	148 [kJ/m ³ GG]
--------------------	----------------------------

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

Tipo di combustibile	Elettricità
Fabbisogno di combustibile	21.708 kWh

c. Calcolo delle emissioni di CO₂ per la climatizzazione invernale

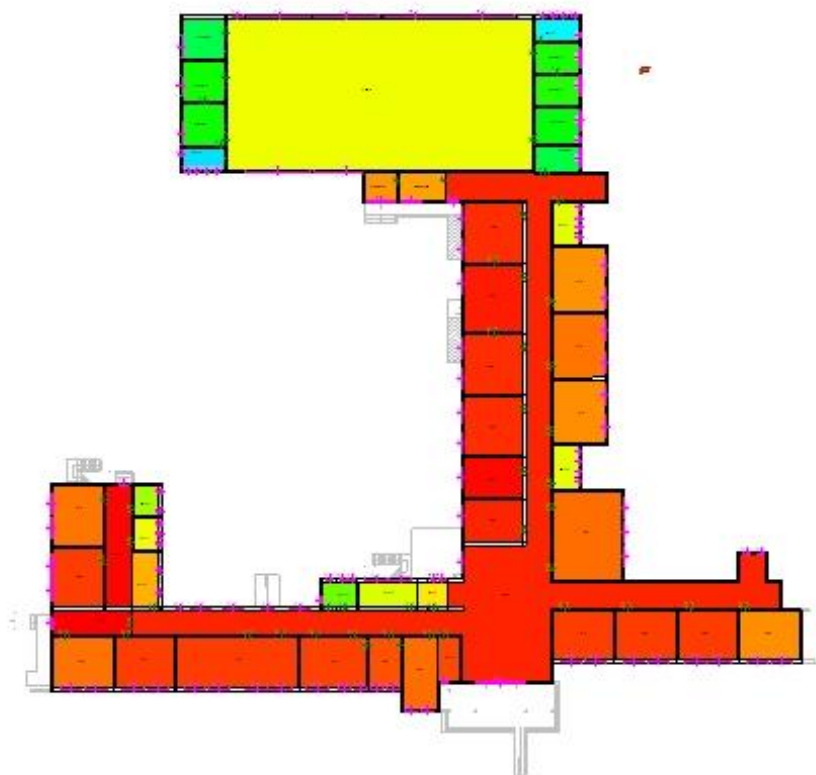
Per il calcolo delle emissioni di CO₂ si fa riferimento ai coefficienti riportati nell'Appendice 1 della Deliberazione n. 14 del 10 aprile 2009.

Il Fattore di Emissione per il gas naturale (metano) è pari a 55,91 tCO₂/TJ, ovvero 0,2 kgCO₂/kWh.

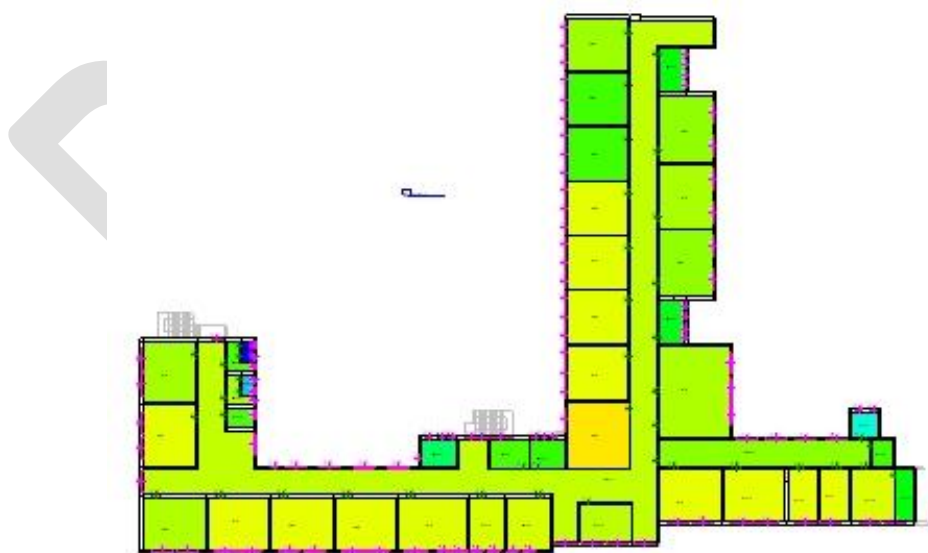
Emissioni riferite ai consumi reali	10 kgCO ₂ /m ³ anno
Emissioni riferite ai risultati TerMus	14 kgCO ₂ /m ³ anno

Riepilogo dei risultati

Reale	49 kWh/m ³ anno
TerMus	71 kWh/m ³ anno



209



Fabbisogno utile di energia termica per il riscaldamento [Min 37 kWh/m³ Max 115kWh/m³]

D. CRITICITA' RILEVATE E IPOTESI DI INTERVENTO

Confrontando i consumi reali con quelli teorici si riscontra una differenza di 22 kWh/m³ anno. Questa differenza può essere dovuta ad una gestione dell'impianto di riscaldamento non congruente con quella ipotizzata dai software di calcolo.

In ogni caso, sia l'indice di prestazione energetica reale che quello teorico superano il limite di legge, che, per un rapporto di forma di 0,52 m⁻¹, risulta essere pari a 14 kWh/m²anno.

Inoltre, le trasmittanze delle strutture che compongono l'involucro, a causa dell'assenza di coibentazione, hanno valori piuttosto alti.

Anche le chiusure trasparenti non soddisfano i valori minimi di trasmittanza definiti dalla legislazione vigente, si tratta infatti di infissi in alluminio con vetro singolo.

Per quanto riguarda le utenze elettriche sono state riscontrate gestione e strutturazione dell'impianto inadeguate e di conseguenza consumi elevati.

a. Interventi sull'involucro

Si propongono, di conseguenza, i seguenti interventi di riqualificazione energetica:

- **Isolamento a cappotto**
- **Sostituzione serramenti.**

Per quanto riguarda l'isolamento a cappotto si è ipotizzato l'inserimento di pannelli di polistirene espanso. La scelta di questo materiale è dovuta al suo ottimo rapporto qualità/prezzo. Il polistirolo espanso presenta, infatti, proprietà termoisolanti molto buone ($\lambda=0,035-0,040$ W/mK) e un costo decisamente contenuto rispetto agli altri materiali isolanti. È relativamente stagno al vapore, la resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ raggiunge valori tra 20 e 100. Nonostante la produzione di questo materiale sia relativamente inquinante rispetto a quella dei materiali isolanti cosiddetti "naturali", va comunque evidenziato che il bilancio energetico di un isolamento termico realizzato con polistirolo espanso risulta positivo già a distanza di 7 - 20 mesi, dato che dopo questo periodo si risparmia energia. I serramenti, insieme alla muratura perimetrale, costituiscono la maggiore fonte di dispersione termica. Si propone perciò la sostituzione degli stessi con infissi con telaio in legno-alluminio o alluminio a taglio termico e vetrocamera ad isolamento termico. Questo tipo di vetrocamera è riempito con gas argon ed uno dei due vetri ha una faccia con trattamento basso emissivo. I vetri basso-emissivi sono trasparenti alle radiazioni termiche solari, lasciandole così entrare all'interno dell'edificio, e contemporaneamente impediscono la fuoriuscita della radiazione termica emessa dai corpi riscaldanti. In questo modo, attraverso una drastica riduzione delle dispersioni termiche permettono un notevole risparmio dei costi energetici di riscaldamento.

b. Interventi sull'impianto e utenze elettriche

Si consiglia di sostituire tutte le lampade al neon con analoghe lampade a LED. Si risparmia non solo sui consumi elettrici ma anche sui costi di manutenzione poiché hanno una durata che supera le 50.000 ore di accensione continua.

In tutte le scuole si può constatare che le scale, i bagni, i locali accessori ed anche le aule vuote sono spessissimo lasciate illuminate senza effettiva necessità. Con sensori di presenza a basso costo si possono ridurre consumi di elettricità per illuminazione.



Lampade a LED

c. Interventi sull'impianto di riscaldamento

lo studio delle dispersioni termiche effettuato con TerMus evidenzia uno sbilanciamento termico tra le aule. Il grafico riportato nei risultati di calcolo mette in evidenza il maggiore fabbisogno utile di energia termica delle aule che si affacciano sul quadrante Nord-Est e Nord-Ovest.

L'installazione di valvole termostatiche sui radiatori consentirebbe, oltre che di riequilibrare termicamente le aule, di ridurre il consumo energetico evitando gli sprechi. Tale intervento richiede sia una scelta oculata dei dispositivi che adeguata informazione e formazione degli alunni nonché supervisione da parte del personale scolastico per far in modo che non avvengano manomissioni o danneggiamenti. Nel caso si decida di installare tali valvole andrà anche sostituito l'attuale sistema di pompaggio con nuove pompe a giri variabili ("elettroniche") necessarie per evitare malfunzionamenti nell'impianto quando alcune porzioni del circuito idraulico andranno in chiusura. Inoltre tali pompe consentiranno anche dei risparmi di energia elettrica per pompaggio.



Esempi di valvole termostatiche

E. VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

a. Limiti da normativa

In questa prima analisi si considerano i valori limite imposti dal Decreto Legislativo 311 del 2006. Per ogni scenario verranno valutati i costi e i benefici in termini di risparmio economico e di combustibile. Si riportano, dunque, i limiti di trasmittanza imposti dalle tabelle 2.1, 3.1, 3.2, 4.a e 4.b dell'Allegato C del suddetto Decreto, riferiti alla zona climatica D:

<i>Strutture opache verticali</i>	0,36 W/m ² K
<i>Strutture opache orizzontali o inclinate</i>	0,32 W/m ² K
<i>Pavimenti verso locali non riscaldati</i>	0,36 W/m ² K
<i>Chiusure trasparenti</i>	2,4 W/m ² K
<i>Vetri</i>	1,9 W/m ² K

Per quanto riguarda l'involucro edilizio gli interventi si dividono in:

Scenario A-1	Isolamento a cappotto
Scenario B-1	Sostituzione degli infissi
Scenario C-1	Isolamento a cappotto + Sostituzione degli infissi

i. Scenario A-1

Questo intervento prevede la posa in opera di un isolamento a cappotto costituito da pannelli di polistirene espanso dello spessore di 7 cm per le pareti perimetrali, e dello spessore di 8 cm per la coibentazione del tetto.

212

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Isolante 7 cm	3016,6 m ²	18 €/m ² *	54.299 €
Isolante 10 cm	2914,4 m ²	24 €/m ² *	69.946 €
TOTALE			124.245 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera. (esclusi ponteggi, rasatura e intonacatura, tenendo conto che tali interventi dovrebbero essere fatti nel momento in cui si pensi di avviare un risanamento delle facciate)

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE⁵

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	1.241.411 kWh/anno
<i>EP_i</i>	75 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	129.205 m ³

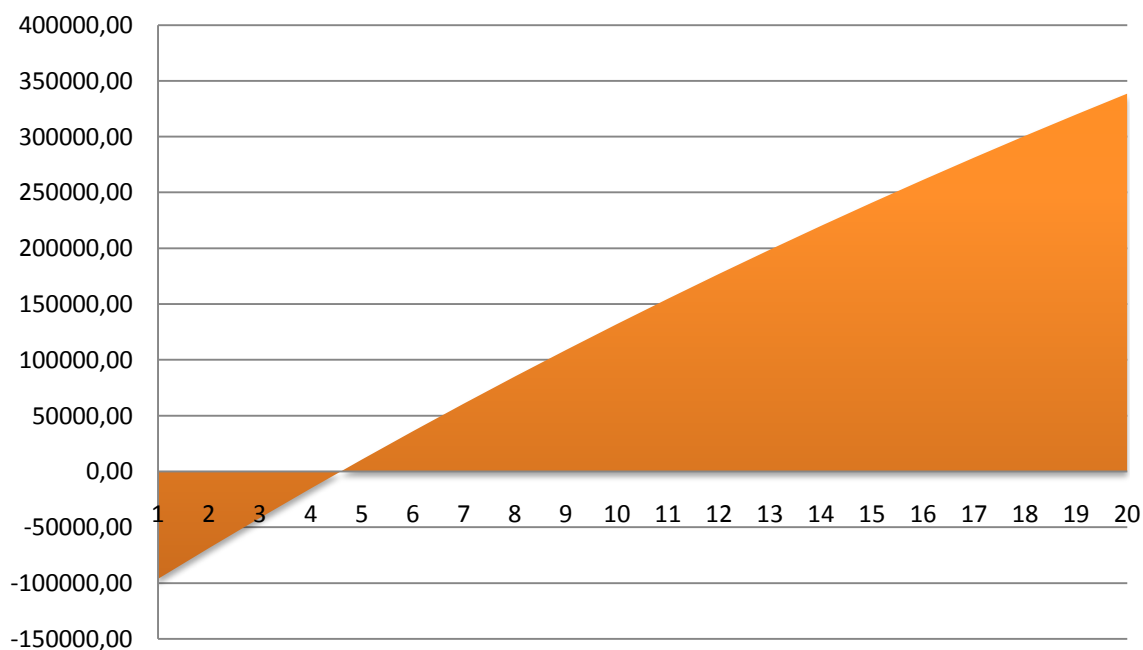
SCENARIO A-1

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	kWh/anno
<i>EPI</i>	50 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	87.973 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	124.245 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	90.444 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	61.581 €
<i>Risparmio %</i>	32%
<i>Risparmio combustibile</i>	41.232 m ³
<i>Risparmio economico</i>	28.863 €
<i>VAN</i>	338.707 €
<i>Tempo di ritorno</i>	4 anni

⁵ Con il termine “caso base” ci si riferisce alla valutazione delle prestazioni energetiche relative allo stato di fatto calcolate con il software TerMus.



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

I benefici ambientali possono essere quantificati in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ e risparmio di combustibili fossili (espresso in tep):

Emissioni di CO₂ risparmiate

83.832 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

36,05 tep/anno

ii. Scenario B-1

Le caratteristiche dei nuovi serramenti sono riassunte nella tabella seguente:

<i>Telaio</i>	Alluminio a taglio termico
<i>Vetrocamera</i>	8/9 acustico + 12 argon + 6/7 acustico magnetronico (b.e.)
<i>U vetro</i>	1,30 W/m ² K
<i>U telaio</i>	3,90 W/m ² K
<i>U totale</i>	2,4 W/m ² K

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Serramenti legno-alluminio	522,22 m ²	180 €/m ² *	106.600 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera.

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

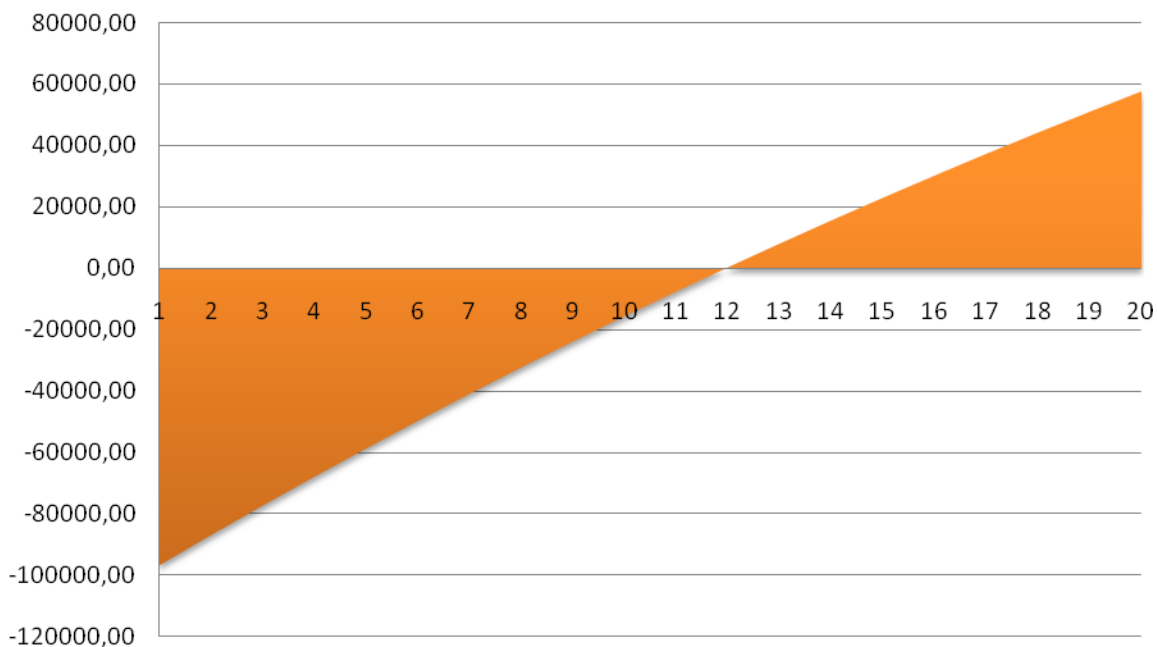
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	1.241.411 kWh/anno
<i>EP_i</i>	75 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	129.205 m ³

SCENARIO B-1

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	1.101.004 kWh/anno
<i>EPI</i>	66 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	114.571 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	106.600 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	90.444 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	80.200 €
<i>Risparmio %</i>	11%
<i>Risparmio combustibile</i>	14.634 m ³
<i>Risparmio economico</i>	10.244 €
<i>VAN</i>	57.716 €
<i>Tempo di ritorno</i>	10 anni



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

30.179 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

12,98 tep/anno

iii. Scenario C-1

Rispetto ai paragrafi precedenti, nei quali si descrive nel dettaglio il singolo intervento, qui di seguito si prospetta la soluzione che prevede i due interventi precedenti accorpati e si valutano in modo sintetico costi globali e benefici ottenuti.

Stima degli investimenti necessari

Costo totale **230.845 €**

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

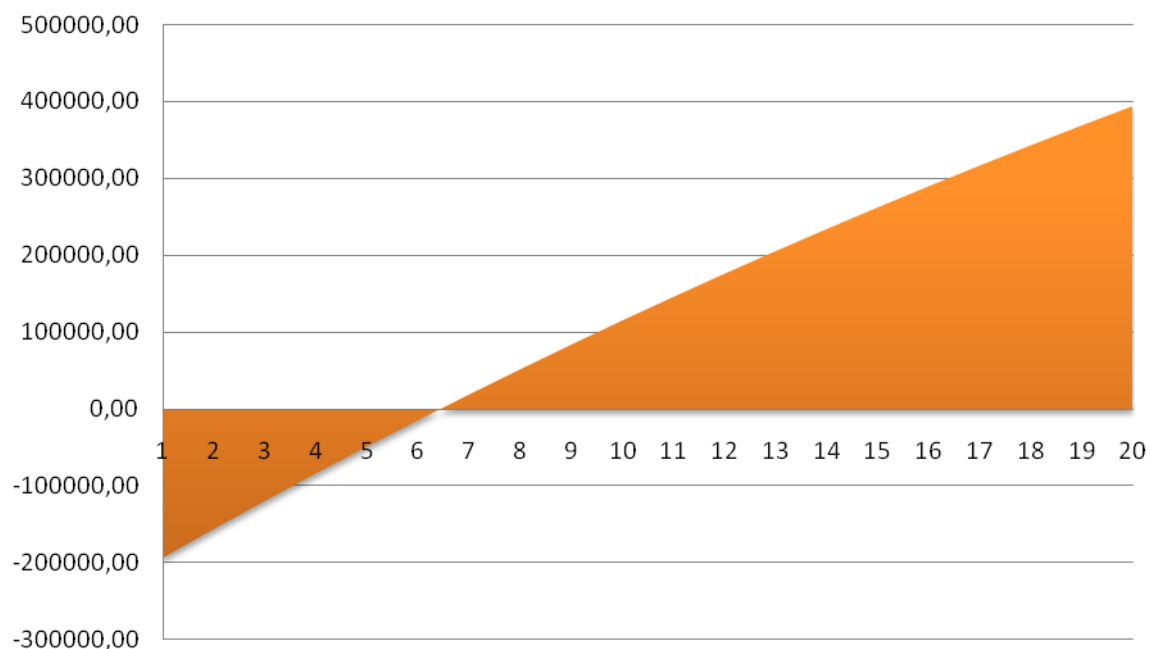
Fabbisogno di energia primaria	1.241.411 kWh/anno
EP_i	75 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	129.205 m ³

SCENARIO C-1

Fabbisogno di energia primaria	707.490 kWh/anno
EPI	42 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	73.556 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	230.845 €
Spesa annuale attuale	90.444€
Spesa annuale dopo l'intervento	51.489 €
Risparmio %	43%
Risparmio combustibile	55.549 m ³
Risparmio economico	38.955 €
VAN	393.984 €
Tempo di ritorno	6 anni



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

110.658 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

47,58 tep/anno

b. Limiti da Linee Guida

Gli stessi interventi vengono ora proporzionati ai limiti proposti nelle Linee Guida (cap. par.). I risultati verranno poi confrontati mettendo in evidenza costi e benefici degli scenari presi in esame. Si riportano, a tal fine, i requisiti proposti nelle Linee Guida:

<i>Strutture opache verticali</i>	0,32 W/m ² K
<i>Strutture opache orizzontali o inclinate</i>	0,28 W/m ² K
<i>Pavimenti verso locali non riscaldati</i>	0,32 W/m ² K
<i>Chiusure trasparenti</i>	1,7 W/m ² K
<i>Vetri</i>	1,3 W/m ² K

Per quanto riguarda l'involucro edilizio, si valutano 3 tipi di interventi:

Scenario A-2	Isolamento a cappotto
Scenario B-2	Sostituzione degli infissi
Scenario C-2	Isolamento a cappotto + Sostituzione degli infissi

i. Scenario A-2

Questo intervento prevede la posa in opera di un isolamento a cappotto costituito da pannelli di polistirene espanso dello spessore di 8 cm per le pareti perimetrali, e dello spessore di 5 cm per la coibentazione del tetto.

219

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Isolante 8 cm	3016,6 m ²	20 €/m ² *	60.333 €
Isolante 12 cm	2914,4 m ²	27 €/m ² *	78.689 €
TOTALE			139.022 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera. (esclusi ponteggi, rasatura e intonacatura, tenendo conto che tali interventi dovrebbero essere fatti nel momento in cui si pensi di avviare un risanamento delle facciate)

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

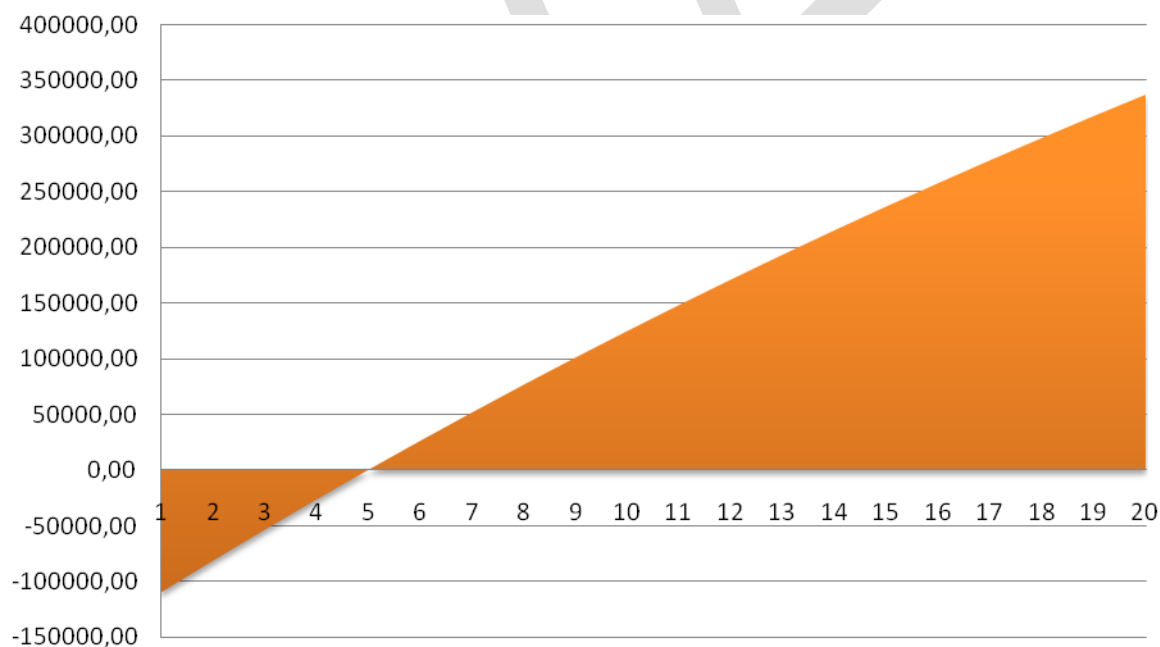
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	1.241.411 kWh/anno
<i>EP_i</i>	75 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	129.205 m ³

SCENARIO A-2

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	83.008 kWh/anno
<i>EPI</i>	49 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	86.743 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	139.022 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	90.444€
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	60.720 €
<i>Risparmio %</i>	33%
<i>Risparmio combustibile</i>	42.462 m ³
<i>Risparmio economico</i>	29.724 €
<i>VAN</i>	337.740 €
<i>Tempo di ritorno</i>	5 anni



Benefici ambientali

<i>Emissioni di CO₂ risparmiate</i>	87.185 kgCO ₂ /anno
<i>Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate</i>	37,49 tep/anno

ii. Scenario B-2

Questo intervento prevede la sostituzione degli infissi esistenti con altri basso-emissivi. Le caratteristiche dei nuovi serramenti sono riassunte nella tabella seguente:

<i>Telaio</i>	Legno tenero e alluminio
<i>Vetrocamera</i>	8/9 acustico + 20 argon + 6/7 acustico magnetronico
<i>U vetro</i>	1,10 W/m ² K
<i>U telaio</i>	1,44 W/m ² K
<i>U totale</i>	1,37 W/m ² K

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Serramenti legno-alluminio	522,22 m ²	220 €/m ² *	130.288 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera.

221

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

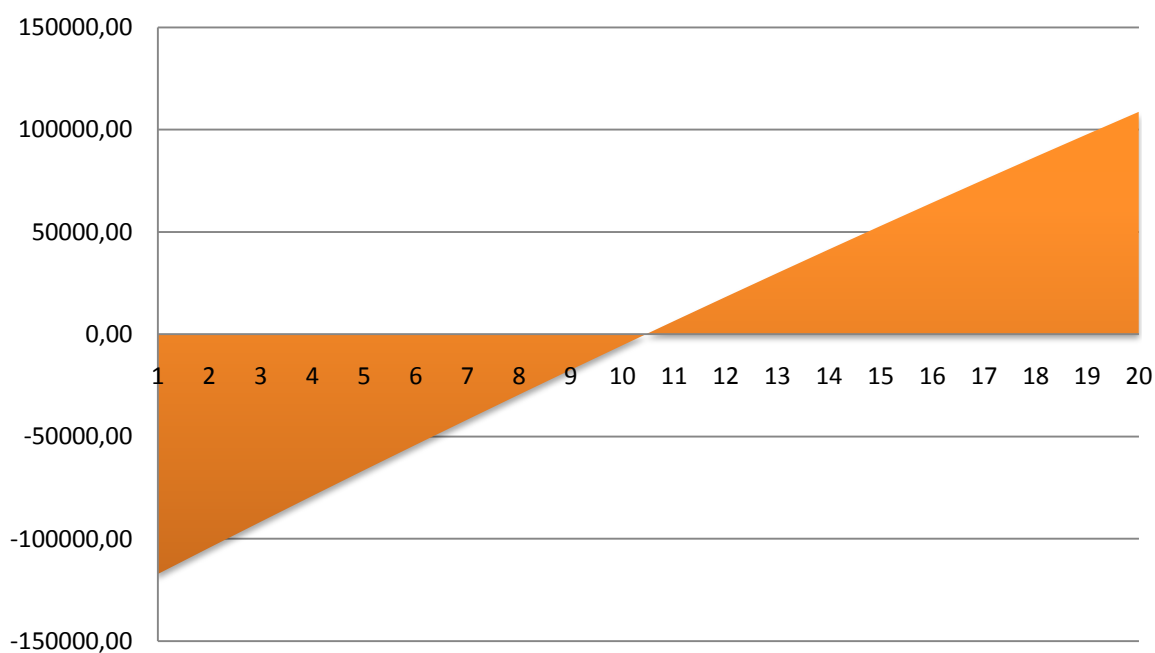
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	1.241.411 kWh/anno
<i>EP_i</i>	75 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	129.205 m ³

SCENARIO B-2

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	1.061.768 kWh/anno
<i>EPI</i>	64 kWh/m ² anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	110.482 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	130.288 €
Spesa annuale attuale	90.444 €
Spesa annuale dopo l'intervento	77.337 €
Risparmio %	14%
Risparmio combustibile	18.723 m ³
Risparmio economico	13.107 €
VAN	108.615 €
Tempo di ritorno	10 anni



222

Benefici ambientali

Emissioni di CO ₂ risparmiate	36.886 kgCO ₂ /anno
Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate	15,86 tep/anno

iii. Scenario C-2

Di seguito si riporta la soluzione che prevede i due interventi precedenti accorpati e si valutano in modo sintetico costi globali e benefici ottenuti.

Stima degli investimenti necessari

Costo totale **269.310 €**

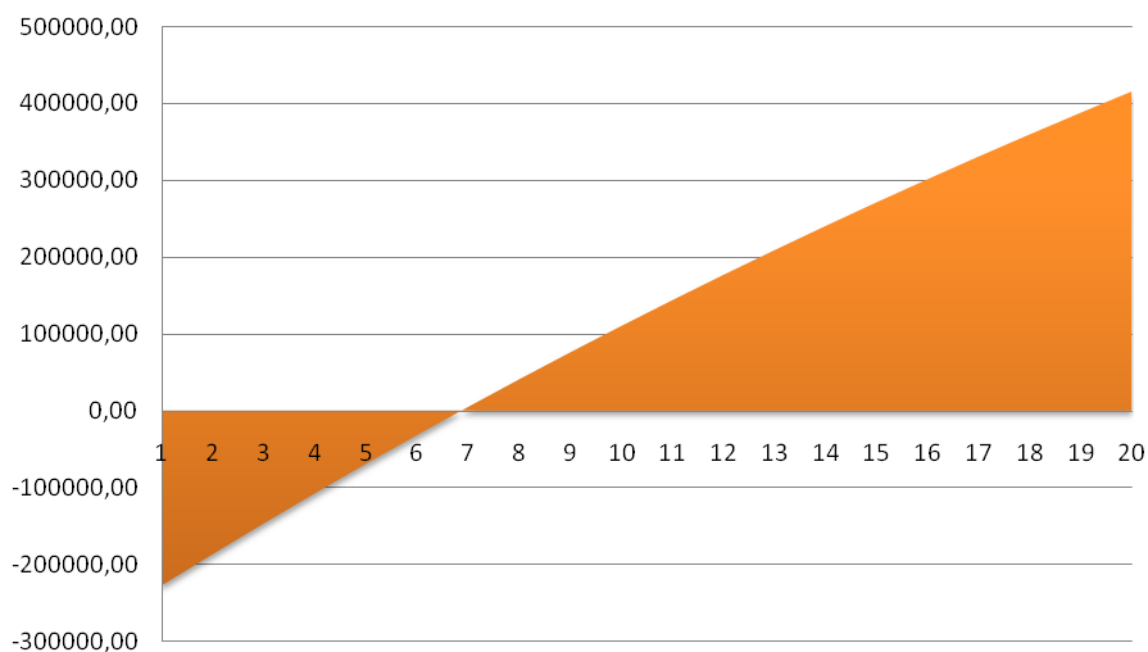
Miglioramento delle prestazioni energetiche

	ATTUALE
Fabbisogno di energia primaria	1.241.411 kWh/anno
EP_i	75 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	129.205 m ³

	SCENARIO C-2
Fabbisogno di energia primaria	656.864 kWh/anno
EPI	39 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	68.280 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	269.310 €
Spesa annuale attuale	90.444 €
Spesa annuale dopo l'intervento	47.796€
Risparmio %	47%
Risparmio combustibile	60.925 m ³
Risparmio economico	42.648 €
VAN	414.772 €
Tempo di ritorno	6 anni



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

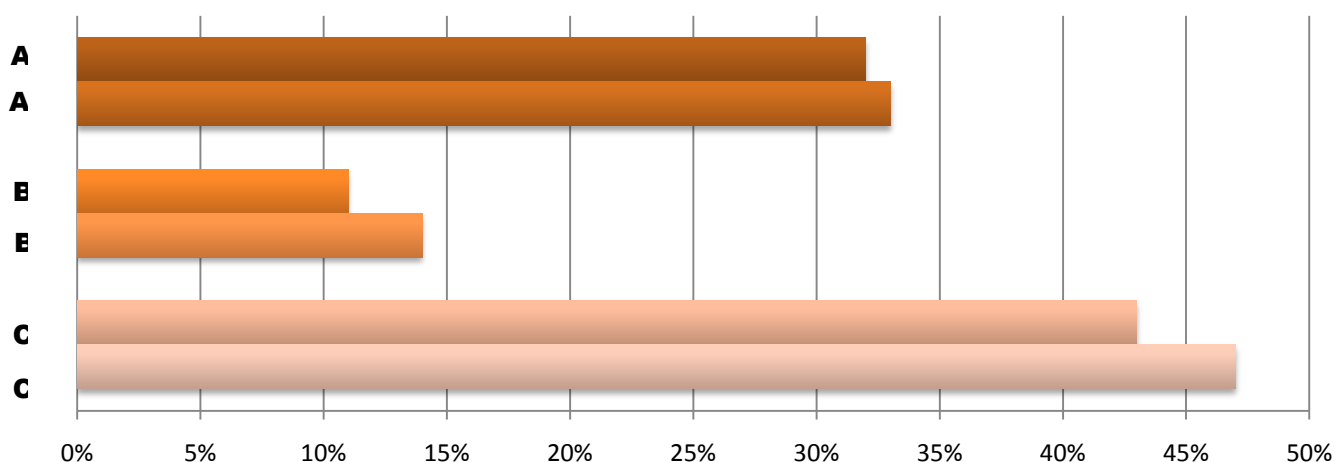
120.718 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

51,91 tep/anno

c. Riepilogo dei risultati

Intervento	Costo totale	Tempo di ritorno	VAN	Spesa di combustibile annuale	Percentuale di risparmio combustibile
<i>Scenario A-1</i>	124.245 €	4 anni	40.071 €	61.581 €	32%
<i>Scenario A-2</i>	139.022 €	5 anni	337.740 €	60.720 €	33%
<i>Scenario B-1</i>	106.600 €	10 anni	57.716 €	80.200 €	11%
<i>Scenario B-2</i>	130.288 €	10 anni	108.615 €	77.337 €	14%
<i>Scenario C-1</i>	230.845 €	6 anni	393.984 €	51.489 €	43%
<i>Scenario C-2</i>	269.310 €	6 anni	414.772 €	47.796 €	47%



Schematizzando i risultati delle analisi costi/benefici, si può notare come gli scenari “da Linee Guida” apporterebbero un maggior risparmio rispetto agli scenari “da Normativa” nonostante i tempi di ritorno degli investimenti non differiscano in modo sostanziale.

Il grafico evidenzia in modo particolare la differenza di risparmio tra i due scenari B, ovvero la sostituzione degli infissi, e tra i due scenari C, ovvero gli interventi che integrano isolamento a cappotto e sostituzione degli infissi.

d. Impianto elettrico

La sostituzione delle lampade al neon con lampade a LED consente di risparmiare, a parità di luce emessa, circa l'80% di energia elettrica. Attualmente i consumi elettrici ammontano a 116.044 kWh annuali, con la sostituzione delle lampade si può ipotizzare un risparmio pari o superiore a **92.835 kWh** ogni anno. Nella tabella seguente si riporta il potenziale risparmio economico:

<i>Consumo elettrico attuale</i>	<i>Consumo elettrico dopo intervento</i>	<i>Spesa annuale attuale</i>	<i>Spesa annuale dopo intervento</i>	<i>Risparmio economico</i>	<i>Percentuale di risparmio</i>
116.044 kWh	23.209 kWh	18.339 €	3.668 €	14.671 €	80%

Oltre al risparmio economico vanno evidenziati i considerevoli benefici ambientali che ne conseguirebbero. Ogni kWh di energia produce 0,531 kg di anidride carbonica⁶ per cui le emissioni risparmiate possono essere così riassunte:

<i>Emissione di CO₂ attuale</i>	<i>Emissione di CO₂ dopo intervento</i>	<i>Emissioni di CO₂ risparmiate</i>
61.619 kgCO ₂	12.324 kgCO ₂	49.295 kgCO ₂

Esiste la possibilità di affidare l'intervento ad una ESCO (Energy Service Company). In questo modo si può evitare l'investimento iniziale ottenendo la sostituzione di tutti gli apparecchi di illuminazione "a costo zero". Il canone di tale servizio consiste nel 90% del risparmio economico effettivo, misurato dopo la sostituzione degli apparecchi. Il restante 10% è il primo guadagno economico dell'ente. Inoltre, per tutta la durata del contratto, è compresa la manutenzione dell'impianto in tutte le sue parti. Al termine del contratto si entra in possesso di tutti gli apparecchi e del 100% del risparmio energetico.

⁶ Fattore mix elettrico italiano (fonte: Ministero dell'Ambiente)

e. Impianto di riscaldamento

L'intervento di inserimento di valvole termostatiche sui caloriferi, permette un risparmio energetico ed economico piuttosto importante, a fronte di un investimento abbastanza contenuto. Grazie allo sviluppo tecnologico, sono infatti facilmente reperibili sul mercato valvole a controllo remoto che permettono l'installazione e la loro gestione senza il bisogno di lavori edili, lunghi e dispendiosi.

Di seguito si riporta la simulazione di un intervento di adeguamento dell'impianto della scuola "FERMI"

Descrizione della Località

Gradi giorno della località	1.821,00 Gradi Giorno
Numero di giorni di riscaldamento annuale	166,00 giorni
Numero di ore di riscaldamento giornaliero	8,00 ore

Tipologia dei locali

Area della superficie vetrata media ⁷	7,00 mq
Superficie media in pianta del locale	43,00 mq
Numero di locali	59

Apporti gratuiti

Apporto per radiazione solare (α)	100 W/mq
Fattore medio di utilizzazione dell'energia solare (N1)	0,10
Fattore medio di utilizzazione degli apporti gratuiti di energia (N2)	0,10
Apporto di calore dovuto alle persone ⁸	120 W
Numero medio di persone per locale	25
Apporto di calore dovuto all'illuminazione ⁹	5,00 W/mq

Costi

Costo unitario del combustibile	0,70 €/mc
Potere calorifero inferiore	34.300,00 kJ/mc
Rendimento di regime della caldaia ¹⁰ (η_1)	0,87
Rendimento del sistema ¹¹ (η_2)	0,80
Costo unitario della valvola termostatica ¹²	50,00 €/cadauna

⁷ La superficie delle finestre e quella del locale sono valori mediati su tutte le aule del plesso scolastico

⁸ Valore desunto dalla UNI_TS_11300-1:2008 – prospetto11

⁹ Valore desunto dalla UNI_TS_11300-1:2008 – prospetto12

¹⁰ Valore calcolato come da indicazione della UNI_TS_11300-2:2008 – prospetto15

¹¹ Valore calcolato come da indicazione della UNI_TS_11300-2:2008 – prospetto15

Vita media della valvola	10 anni
Interesse per il calcolo del VAN	0,07

Dati di Output

Calore dovuti a radiazione solare per locale (C1)	70 W/locale
Calore dovuto alle persone per locale (C2)	3.000 W/locale
Calore dovuto all'illuminazione per locale (C3)	215 W/locale
Apporto energetico giornaliero (CT)	19.382 W
Risparmio di combustibile in un anno	1.078,157 mc
Fattore di annualità	7,02
Costo del calore utile	0,11 €/kJ

Investimento che annulla il VAN	19.083,00 €
Investimento	2.950,00 €

Risparmio economico

Risparmio annuo	2.717,00 €/anno
Valore attuale netto	16.133,00 €
Tempo di ritorno dell'investimento	1,09 anni

Risparmio energetico/ambientale

Risparmio energetico annuale	25.739 kWh/anno
TEP Risparmiate in un anno	2,21
Risparmio emissioni di CO2	13.667,21 Kg

¹² Costo stimato di mercato per valvole termostatiche con comando remoto. Il prezzo è volutamente maggiorato per tener conto dell'eventualità di un numero maggiore di valvole da installare.

PALAZZETTO DELLO SPORT

A. Descrizione del complesso edilizio

- a. Descrizione generale
- b. Ubicazione dell'edificio
- c. Caratteristiche geometriche dell'edificio
- d. Caratteristiche dell'involucro edilizio
- e. Caratteristiche degli impianti

B. Dati relativi ai consumi

- a. Dati climatici
- b. Consumi per il riscaldamento

C. Risultati dei calcoli

- a. Metodo utilizzato
- b. Risultati TerMus
- c. Calcolo delle emissioni di CO₂ per la climatizzazione invernale
- d. Riepilogo dei risultati

D. Criticità rilevate e ipotesi di intervento

- a. Interventi sull'involucro

E. Valutazioni tecniche ed economiche degli interventi proposti

- a. Limiti da normativa
 - i. Scenario A-1
 - ii. Scenario B-1
 - iii. Scenario C-1
- b. Limiti da linee guida
 - i. Scenario A-2
 - ii. Scenario B-2
 - iii. Scenario C-2
- c. Riepilogo dei risultati

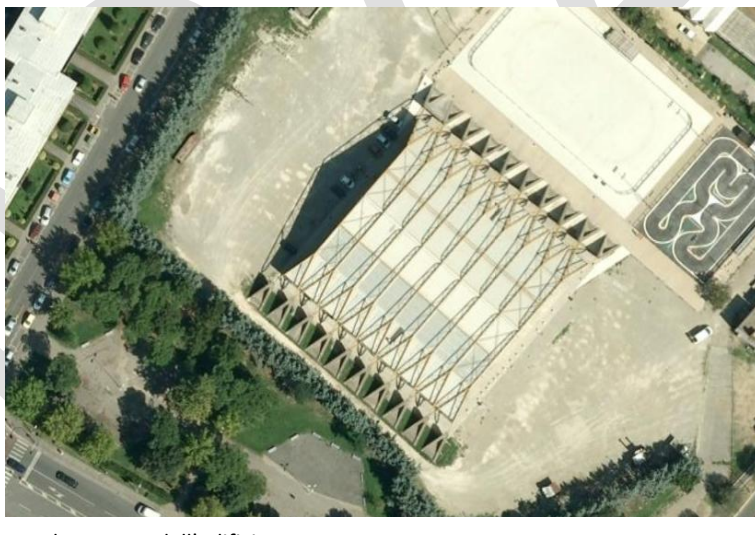
A. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO

a. Descrizione generale

L'edificio oggetto di analisi ha una struttura in cemento armato con ampie superfici vetrate. È articolato su un solo livello e la sua costruzione risale circa agli anni '80.



Veduta aerea della zona



Veduta aerea dell'edificio

b. Ubicazione dell'edificio

<i>Località</i>	Scandicci
<i>Provincia</i>	FI
<i>Indirizzo</i>	Via Rialdoli, 63
<i>Destinazione d'uso</i>	Edificio adibito ad attività sportive
<i>Categoria d'uso</i>	E.6 (2)



Vista della facciata Sud-Ovest

231

c. Caratteristiche geometriche dell'edificio

Le grandezze fondamentali che descrivono l'edificio possono essere così riassunte:

<i>Superficie netta</i>	2.280,01 m ²
<i>Volume lordo riscaldato</i>	19.174,93 m ³
<i>Superficie disperdente</i>	6.270,21 m ²
<i>Altezza dei locali</i>	Massima 12,25 m Minima 4,20 m
<i>S/V</i>	0,33 m ⁻¹

d. Caratteristiche dell'involucro edilizio

Le caratteristiche tecniche, dimensionali e prestazionali e il calcolo delle trasmittanze degli elementi che costituiscono l'involucro sono riportate nelle tabelle seguenti:

Strutture opache verticali

La struttura dell'edificio è interamente realizzata in cemento armato.

<i>Spessore totale</i>	0,25 m
<i>Trasmittanza</i>	2,46 W/m ² K
<i>Massa superficiale</i>	475 kg/m ²
<i>Trasmittanza termica periodica</i>	1,15 W/m ² K
<i>Fattore di attenuazione</i>	0,47
<i>Sfasamento</i>	6h 44'

Copertura

La chiusura di copertura è costituita da lamiera grecata isolata con schiuma poliuretanica spruzzata all'intradosso.

<i>Spessore totale</i>	0,03 m
<i>Trasmittanza</i>	1,40 W/m ² K
<i>Massa superficiale</i>	22,34 kg/m ²
<i>Trasmittanza termica periodica</i>	1,40 W/m ² K
<i>Fattore di attenuazione</i>	0,99
<i>Sfasamento</i>	0h 15'



Vista dell'intradosso della copertura

Serramenti

I componenti finestrati sono costituiti da vetro singolo e telaio in alluminio

Superficie disperdente vetrata

574 m²

Trasmittanza

6 W/m²K



Particolare degli infissi



e. Caratteristiche degli impianti

Impianto di climatizzazione invernale

L'impianto termico è costituito da un sistema di produzione centralizzato (generatore di calore) che attraverso una rete di distribuzione alimenta i terminali scaldanti.

Nel locale caldaie, situato esternamente, sono presenti due generatori di calore:

<i>Marca</i>	BIASI
<i>Modello</i>	800
<i>Combustibile utilizzato</i>	Gas metano
<i>Potenza utile</i>	930 e 465 kW
<i>Terminali di erogazione</i>	Ventilconvettori e Radiatori in ghisa (spogliatoi)
<i>Sistema di regolazione</i>	Solo climatica



Una delle caldaie



Radiatore

Impianto per la produzione di acqua calda sanitaria

La caldaia con potenza minore, 465 kW, oltre per il riscaldamento degli ambienti, viene utilizzata per la produzione dell'acqua calda sanitaria.

Impianto di climatizzazione estiva

Non presente

Impianto ed utenze elettriche

L'impianto è tradizionale con alimentazione trifase in media tensione.

La potenza contrattuale è di 210 kW, con contratto in Tariffa M1 bis multioraria.

BOZZA

B. DATI RELATIVI AI CONSUMI

a. Dati climatici

<i>Zona climatica</i>	D
<i>Altitudine</i>	47
<i>Periodo di riscaldamento</i>	dal 01/11 al 15/04
<i>Gradi Giorno</i>	1817

b. Consumi per il riscaldamento

I consumi di gas metano sono stati forniti dal Comune di Scandicci, e si riferiscono al 2008. I valori sono riportati nella tabella seguente:

Anno	Consumo combustibile	Consumo energia termica
2008	81.096 m ³	766.357 kWh

Il consumo di combustibile nel 2008 ammonta a 81.096 m³, pari a 766.357 kWh termici. Considerando il volume lordo riscaldato dell'edificio, pari a 19.174,93 m³, si ottiene un fabbisogno di energia termica utile pari a **40 kWh/m³ anno**.

C. RISULTATI DEI CALCOLI

a. Metodo utilizzato

I dati derivanti dai consumi energetici reali sono stati poi confrontati con i dati energetici teorici elaborati mediante modello di calcolo. Per il calcolo delle prestazioni energetiche è stato utilizzato il software TerMus.

b. Risultati TerMus

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (E_{pi})

Il calcolo è stato eseguito secondo quanto prescritto nel D.Lgs. 192/2005 (in particolare negli Allegati C, E, ed I) come modificato dal D.Lgs. 311/2006 e dal D.Lgs. 115/2008, e secondo le norme tecniche vigenti in materia.

<i>E_{pi}</i>	45 kWh/m ³ anno
<i>E_{pi} limite</i>	10,37 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	864.032 kWh/anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	89.892 Nm ³
<i>Fabbisogno di energia elettrica</i>	709 kWh

Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

<i>Valore di progetto</i>	86 [kJ/m ³ GG]
---------------------------	---------------------------

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

<i>Tipo di combustibile</i>	Metano
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	8.686 Nm ³

c. Calcolo delle emissioni di CO₂ per la climatizzazione invernale

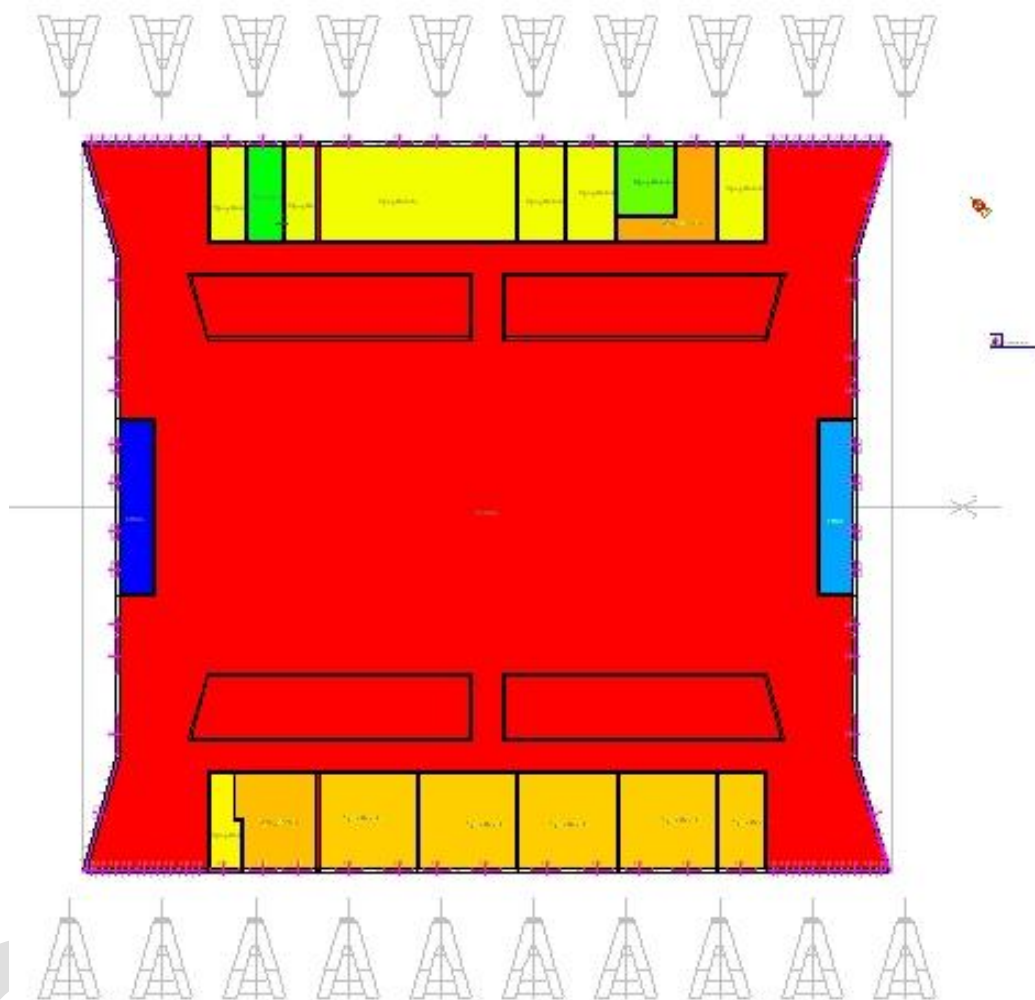
Per il calcolo delle emissioni di CO₂ si fa riferimento ai coefficienti riportati nell'Appendice 1 della Deliberazione n° 14 del 10 aprile 2009.

Il Fattore di Emissione per il gas naturale (metano) è pari a 55,91 tCO₂/TJ, ovvero 0,2 kgCO₂/kWh.

<i>Emissioni riferite ai consumi reali</i>	8 kgCO ₂ /m ³ anno
<i>Emissioni riferite ai risultati TerMus</i>	9 kgCO ₂ /m ³ anno

d. Riepilogo dei risultati

<i>Reale</i>	40 kWh/m ³ anno
<i>TerMus</i>	45 kWh/m ³ anno



Fabbisogno utile di energia termica per il riscaldamento [Min 25 kWh/m³ Max 86 kWh/m³]

D. CRITICITA' RILEVATE E IPOTESI DI INTERVENTO

Confrontando i consumi effettivi con quelli teorici si riscontra una differenza minima, pari a 5 kWh/m³anno.

In ogni caso, sia l'indice di prestazione energetica reale che quello teorico superano il limite di legge, che, per un rapporto di forma di 0,33 m⁻¹, risulta essere pari a 10,37 kWh/m³anno.

Inoltre, le trasmittanze delle strutture che compongono l'involucro, a causa dell'assenza di coibentazione, hanno valori piuttosto alti.

Per quanto riguarda le chiusure trasparenti, si tratta di serramenti con telaio in alluminio e vetro singolo che raggiungono valori di trasmittanza ben al di sopra di quelli definiti dalla legislazione vigente.

a. Interventi sull'involucro

Si propongono, di conseguenza, i seguenti interventi di riqualificazione energetica:

- **Isolamento a cappotto**
- **Sostituzione serramenti.**

Per quanto riguarda l'isolamento a cappotto si è ipotizzato l'inserimento di pannelli di polistirene espanso. La scelta di questo materiale è dovuta al suo ottimo rapporto qualità/prezzo. Il polistirolo espanso (EPS) presenta, infatti, proprietà termoisolanti molto buone (conduttività pari a $\lambda=0,035-0,040$ W/mK) e un costo decisamente contenuto rispetto agli altri materiali isolanti. È relativamente stagno al vapore, la resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ raggiunge valori tra 20 e 100. Nonostante la produzione di questo materiale sia relativamente inquinante rispetto a quella dei materiali isolanti cosiddetti "naturali", va comunque evidenziato che il bilancio energetico di un isolamento termico realizzato con polistirolo espanso risulta positivo già a distanza di 7 - 20 mesi, dato che dopo questo periodo si risparmia energia.

I serramenti, insieme alla muratura perimetrale, costituiscono la maggiore fonte di dispersione termica. Si propone perciò la sostituzione degli stessi con infissi con telaio in legno-alluminio o alluminio a taglio termico e vetrocamera ad isolamento termico. Questo tipo di vetrocamera è riempito con gas argon ed uno dei due vetri ha una faccia con trattamento basso emissivo. I vetri basso-emissivi sono trasparenti alle radiazioni termiche solari, lasciandole così entrare all'interno dell'edificio, e contemporaneamente impediscono la fuoriuscita della radiazione termica emessa dai corpi riscaldanti. In questo modo, attraverso una drastica riduzione delle dispersioni termiche permettono un notevole risparmio dei costi energetici di riscaldamento.

E. VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

a. Limiti da normativa

In questa prima analisi si considerano i valori limite imposti dal Decreto Legislativo 311 del 2006. Per ogni scenario verranno valutati i costi e i benefici in termini di risparmio economico e di combustibile. Si riportano, dunque, i limiti di trasmittanza imposti dalle tabelle 2.1, 3.1, 3.2, 4.a e 4.b dell'Allegato C del suddetto Decreto, riferiti alla zona climatica D:

<i>Strutture opache verticali</i>	0,36 W/m ² K
<i>Strutture opache orizzontali o inclinate</i>	0,32 W/m ² K
<i>Pavimenti verso locali non riscaldati</i>	0,36 W/m ² K
<i>Chiusure trasparenti</i>	2,4 W/m ² K
<i>Vetri</i>	1,9 W/m ² K

Per quanto riguarda l'involucro edilizio gli interventi si dividono in:

Scenario A-1	Isolamento a cappotto
Scenario B-1	Sostituzione degli infissi
Scenario C-1	Isolamento a cappotto + Sostituzione degli infissi

i. Scenario A-1

Questo intervento prevede la posa in opera di un isolamento a cappotto costituito da pannelli di polistirene espanso dello spessore di 9 cm per le pareti perimetrali, e dello spessore di 10 cm per la coibentazione del tetto.

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Isolante 9 cm	1.261,9 m ²	21 €/m ² *	26.500 €
Isolante 10 cm	2.477,4 m ²	24 €/m ² *	59.459 €
TOTALE			85.959 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera. (esclusi ponteggi, rasatura e intonacatura, tenendo conto che tali interventi dovrebbero essere fatti nel momento in cui si pensi di avviare un risanamento delle facciate)

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE¹³

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	864.032 kWh/anno
<i>EP_i</i>	45 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	89.892 m ³

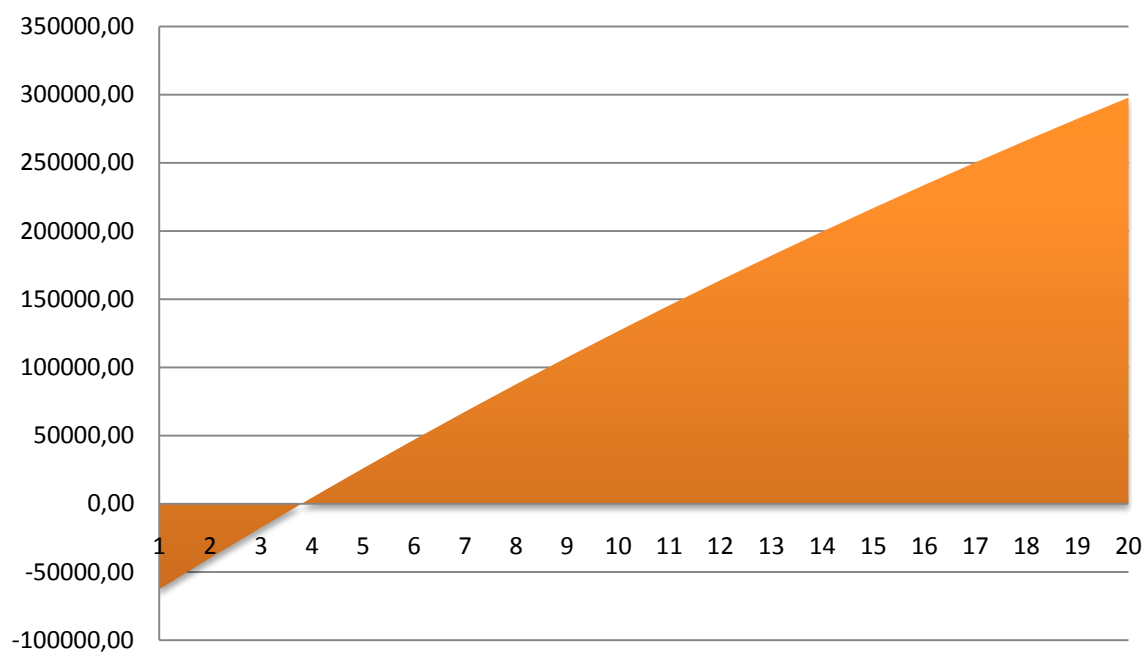
SCENARIO A-1

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	536.159 kWh/anno
<i>EPI</i>	28 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	55.718 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	85.959 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	62.924 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	39.003 €
<i>Risparmio %</i>	38%
<i>Risparmio combustibile</i>	34.174 m ³
<i>Risparmio economico</i>	23.921 €
<i>VAN</i>	297.754 €
<i>Tempo di ritorno</i>	4 anni

¹³ Con il termine “caso base” ci si riferisce alla valutazione delle prestazioni energetiche relative allo stato di fatto calcolate con il software TerMus.



Benefici ambientali

I benefici ambientali possono essere quantificati in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ e risparmio di combustibili fossili (espresso in tep):

Emissioni di CO₂ risparmiate

57.006 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

24,51 tep/anno

ii. Scenario B-1

Le caratteristiche dei nuovi serramenti sono riassunte nella tabella seguente:

<i>Telaio</i>	Alluminio a taglio termico
<i>Vetrocamera</i>	8/9 acustico + 12 argon + 6/7 acustico magnetronico (b.e.)
<i>U vetro</i>	1,30 W/m ² K
<i>U telaio</i>	3,90 W/m ² K
<i>U totale</i>	2,4 W/m ² K

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Serramenti legno-alluminio	574 m ²	180 €/m ² *	103.320 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera.

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

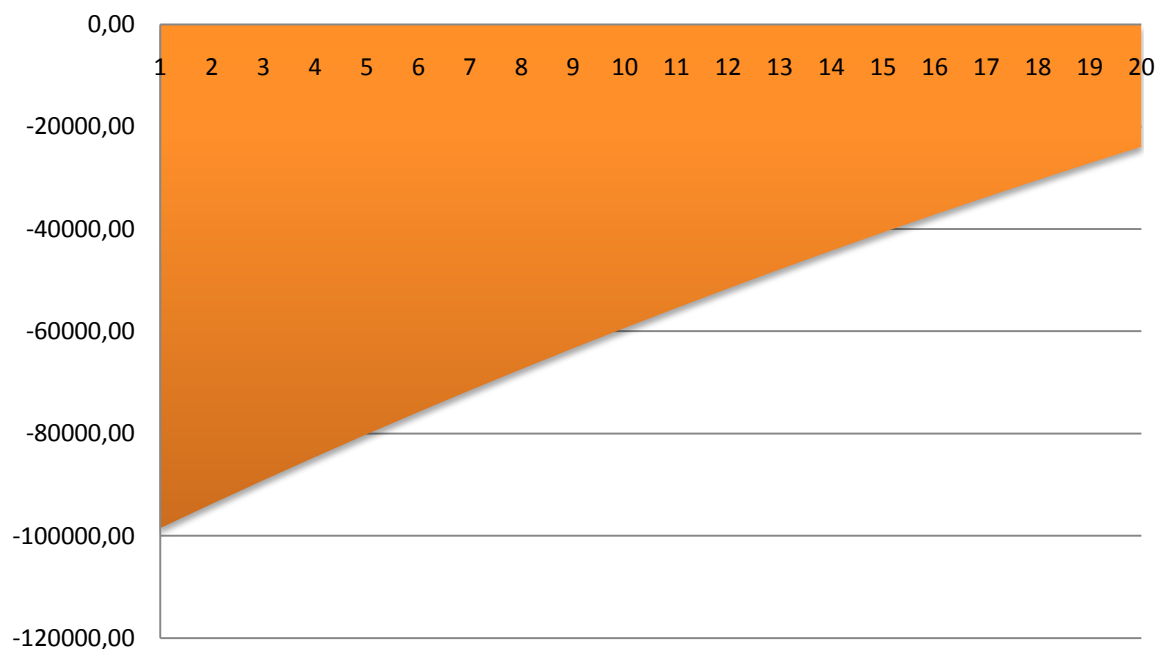
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	864.032 kWh/anno
<i>EP_i</i>	45 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	89.892 m ³

SCENARIO B-1

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	796.197 kWh/anno
<i>EPI</i>	42 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	82.821 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

<i>Costo intervento</i>	103.320 €
<i>Spesa annuale attuale</i>	62.924 €
<i>Spesa annuale dopo l'intervento</i>	57.975 €
<i>Risparmio %</i>	8%
<i>Risparmio combustibile</i>	7.071 m ³
<i>Risparmio economico</i>	4949 €
<i>VAN</i>	-23.921 €
<i>Tempo di ritorno</i>	21 anni



Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

10.060 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

4,33 tep/anno

iii. Scenario C-1

Rispetto ai paragrafi precedenti, nei quali si descrive nel dettaglio il singolo intervento, qui di seguito si prospetta la soluzione che prevede i due interventi precedenti accorpati e si valutano in modo sintetico costi globali e benefici ottenuti.

Stima degli investimenti necessari

Costo totale **189.279 €**

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

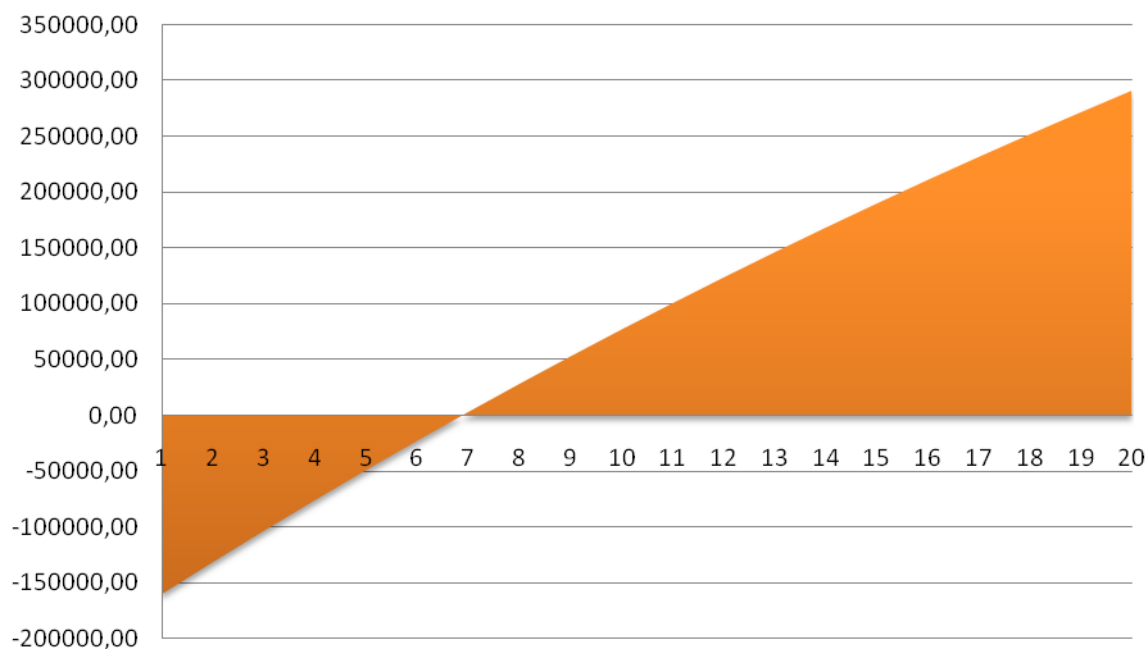
Fabbisogno di energia primaria	864.032 kWh/anno
EP_i	45 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	89.892 m ³

SCENARIO C-1

Fabbisogno di energia primaria	453.741 kWh/anno
EPI	23 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	47.128 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	189.279 €
Spesa annuale attuale	62.924€
Spesa annuale dopo l'intervento	32.990 €
Risparmio %	48%
Risparmio combustibile	42.764 m ³
Risparmio economico	29.934 €
VAN	290.884 €
Tempo di ritorno	6 anni



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

73.772 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

31,72 tep/anno

b. Limiti da Linee Guida

Gli stessi interventi vengono ora proporzionati ai limiti proposti nelle Linee Guida (cap. par.). I risultati verranno poi confrontati mettendo in evidenza costi e benefici degli scenari presi in esame. Si riportano, a tal fine, i requisiti proposti nelle Linee Guida:

Strutture opache verticali	0,32 W/m ² K
Strutture opache orizzontali o inclinate	0,28 W/m ² K
Pavimenti verso locali non riscaldati	0,32 W/m ² K
Chiusure trasparenti	1,7 W/m ² K
Vetri	1,3 W/m ² K

Per quanto riguarda l'involucro edilizio, si valutano 3 tipi di interventi:

Scenario A-2	Isolamento a cappotto
Scenario B-2	Sostituzione degli infissi
Scenario C-2	Isolamento a cappotto + Sostituzione degli infissi

i. Scenario A-2

Questo intervento prevede la posa in opera di un isolamento a cappotto costituito da pannelli di polistirene espanso dello spessore di 11 cm per le pareti perimetrali, e dello spessore di 12 cm per la coibentazione del tetto.

247

Stima degli investimenti necessari

Intervento	Quantità	Costo unitario	Costo totale
Isolante 11 cm	1.261,9 m ²	25 €/m ² *	31.548 €
Isolante 12 cm	2.477,4 m ²	27 €/m ² *	66.889 €
TOTALE			98.437 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera. (esclusi ponteggi, rasatura e intonacatura, tenendo conto che tali interventi dovrebbero essere fatti nel momento in cui si pensi di avviare un risanamento delle facciate)

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

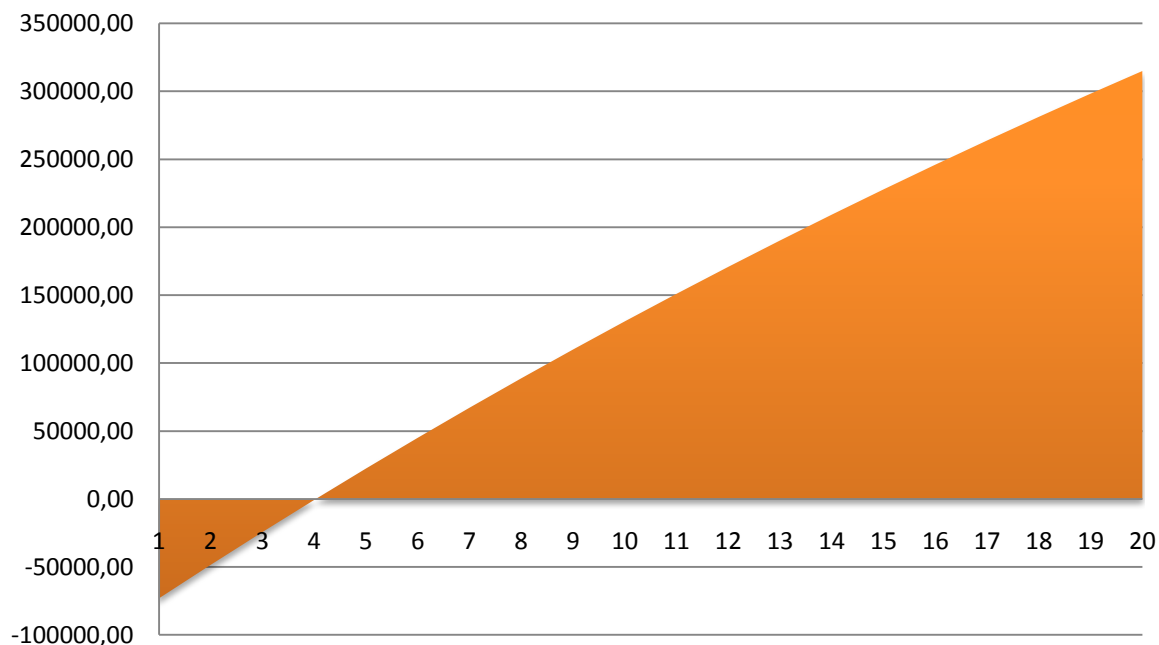
Fabbisogno di energia primaria	864.032 kWh/anno
EP _i	45 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	89.892 m ³

SCENARIO A-2

Fabbisogno di energia primaria	510.817 kWh/anno
EPI	26 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	53.078 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	98.437 €
Spesa annuale attuale	62.924 €
Spesa annuale dopo l'intervento	37.155 €
Risparmio %	41%
Risparmio combustibile	36.814 m ³
Risparmio economico	25.769 €
VAN	314.919 €
Tempo di ritorno	4 anni



Benefici ambientali

<i>Emissioni di CO₂ risparmiate</i>	63.712 kgCO ₂ /anno
<i>Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate</i>	27,40 tep/anno

ii. Scenario B-2

Questo intervento prevede la sostituzione degli infissi esistenti con altri basso-emissivi. Le caratteristiche dei nuovi serramenti sono riassunte nella tabella seguente:

<i>Telaio</i>	Legno tenero e alluminio
<i>Vetrocamera</i>	8/9 acustico + 20 argon + 6/7 acustico magnetronico (b.e.)
<i>U vetro</i>	1,10 W/m ² K
<i>U telaio</i>	1,44 W/m ² K
<i>U totale</i>	1,37 W/m ² K

Stima degli investimenti necessari

<i>Intervento</i>	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo totale</i>
Serramenti legno-alluminio	574 m ²	220 €/m ² *	126.280 €

* i valori indicati si riferiscono a prezzi di mercato cautelativi, quindi suscettibili di ribasso, e sono comprensivi di posa in opera.

249

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

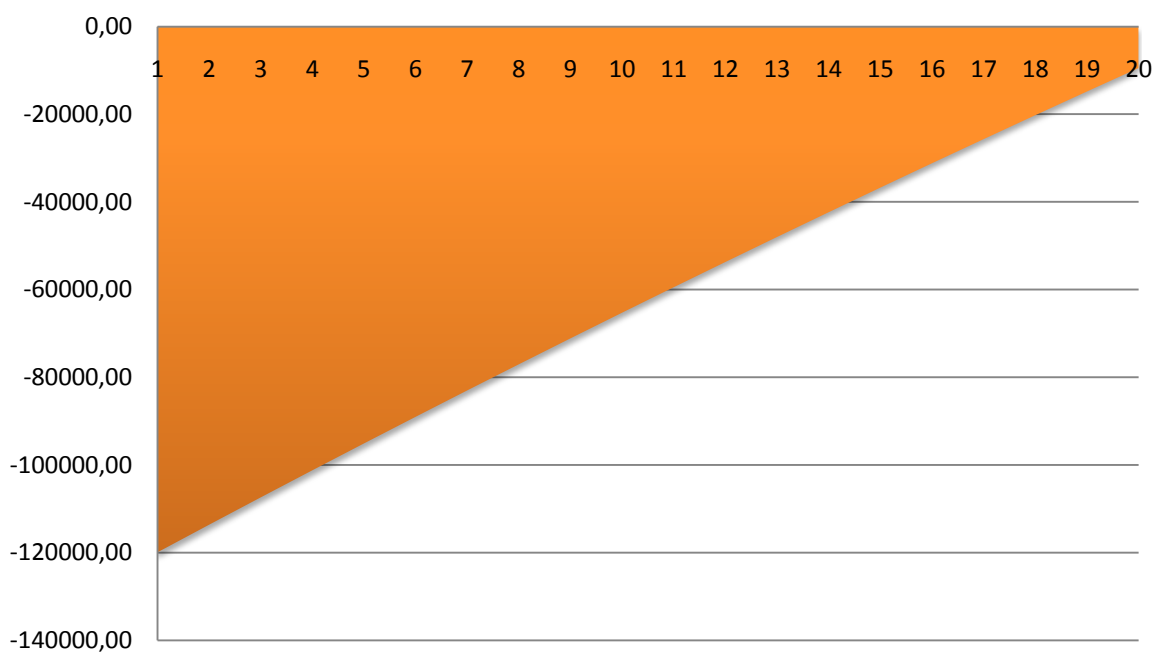
<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	864.032 kWh/anno
<i>EP_i</i>	45 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	89.892 m ³

SCENARIO B-2

<i>Fabbisogno di energia primaria</i>	776.209 kWh/anno
<i>EPI</i>	40 kWh/m ³ anno
<i>Fabbisogno di combustibile</i>	80.738 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	126.280 €
Spesa annuale attuale	62924 €
Spesa annuale dopo l'intervento	56.517 €
Risparmio %	10%
Risparmio combustibile	9154 m ³
Risparmio economico	6.407 €
VAN	-9.471 €
Tempo di ritorno	20 anni



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO ₂ risparmiate	16.766 kgCO ₂ /anno
Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate	7,21 tep/anno

iii. Scenario C-2

Di seguito si riporta la soluzione che prevede i due interventi precedenti accorpati e si valutano in modo sintetico costi globali e benefici ottenuti.

Stima degli investimenti necessari

Costo totale **224.717 €**

Miglioramento delle prestazioni energetiche

CASO BASE

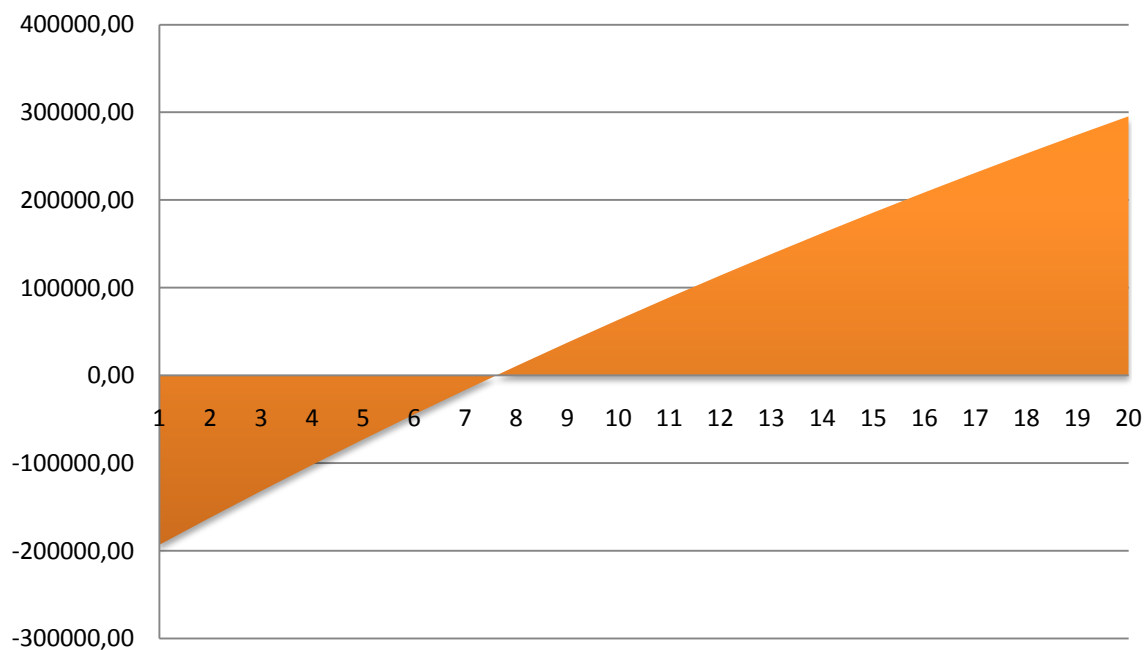
Fabbisogno di energia primaria	864.032 kWh/anno
EP_i	45 kWh/m ³ anno
Fabbisogno di combustibile	89.892 m ³

SCENARIO C-2

Fabbisogno di energia primaria	419.462 kWh/anno
EPI	22 kWh/m ² anno
Fabbisogno di combustibile	43.555 Nm ³

Analisi Costi-Benefici

Costo intervento	224.717 €
Spesa annuale attuale	62.924 €
Spesa annuale dopo l'intervento	30.489 €
Risparmio %	52%
Risparmio combustibile	46.337 m ³
Risparmio economico	32.435 €
VAN	295.562 €
Tempo di ritorno	7 anni



Andamento del VAN in 20 anni

Benefici ambientali

Emissioni di CO₂ risparmiate

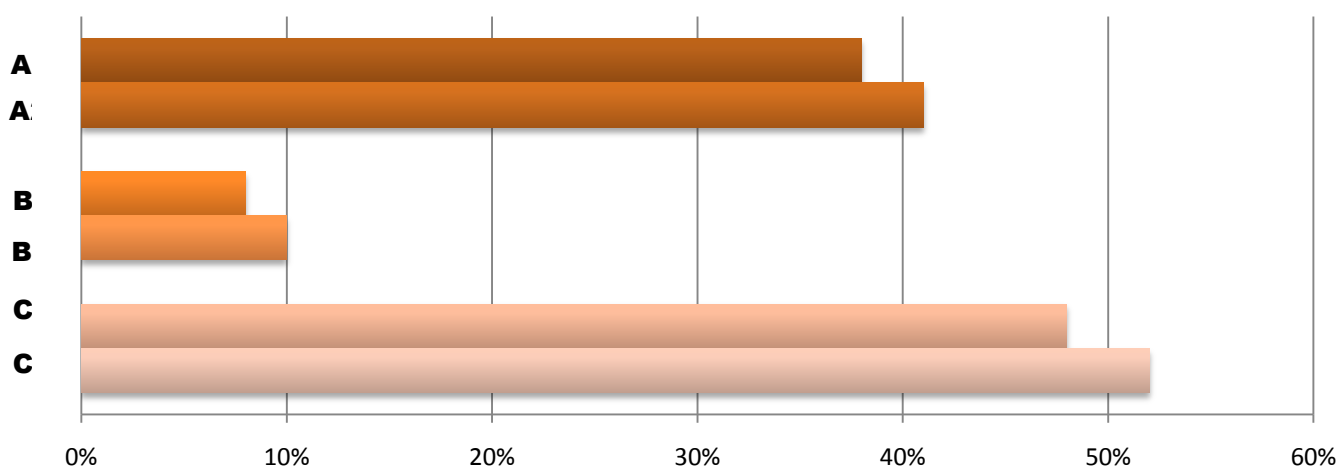
77.125 kgCO₂/anno

Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate

33,16 tep/anno

c. Riepilogo dei risultati

<i>Intervento</i>	<i>Costo totale</i>	<i>Tempo di ritorno</i>	<i>VAN</i>	<i>Spesa di combustibile annuale</i>	<i>Percentuale di risparmio combustibile</i>
<i>Scenario A-1</i>	85.959 €	4 anni	297.754 €	39.003 €	38%
<i>Scenario A-2</i>	98.437 €	4 anni	314.919 €	37.155 €	41%
<i>Scenario B-1</i>	103.320 €	21 anni	-23.921 €	57.975 €	8%
<i>Scenario B-2</i>	126.280 €	20 anni	-9.471 €	56.517 €	10%
<i>Scenario C-1</i>	189.279 €	6 anni	290.884 €	32.990 €	48%
<i>Scenario C-2</i>	224.717 €	7 anni	295.562 €	30.489 €	52%



Schematizzando i risultati delle analisi costi/benefici, si può notare come gli scenari “da Linee Guida” apporterebbero un maggior risparmio rispetto agli scenari “da Normativa” nonostante i tempi di ritorno degli investimenti siano pressoché gli stessi.

Il grafico evidenzia in modo particolare la convenienza dell'intervento A con il quale si può arrivare a risparmiare il 41% del combustibile consumato.