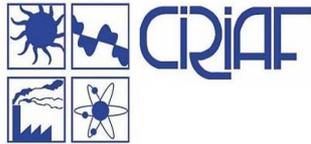
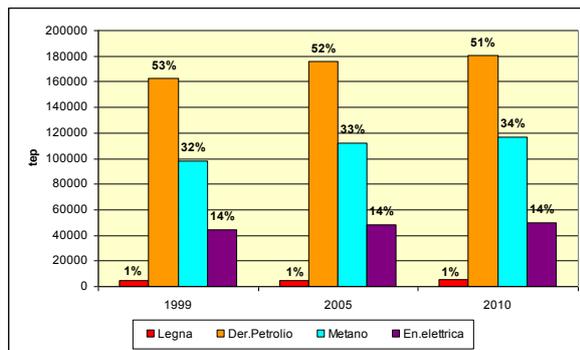




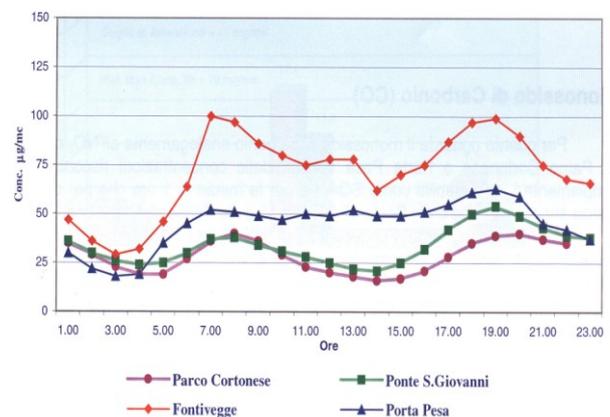
Comune di Perugia



PIANO ENERGETICO E AMBIENTALE DEL COMUNE DI PERUGIA



MONITORAGGIO QUALITA' DELL'ARIA PERUGIA
Biossido di Azoto - NO₂ - Giorno Tipo



PIANO DEFINITIVO - RELAZIONE di SINTESI

CIRIAF

Università degli Studi di Perugia

Prof. Ing. Franco Cotana
 Prof. Ing. Francesco Asdrubali
 Prof. Ing. Cinzia Buratti
 Ing. Giorgio Baldinelli
 Ing. Marco Vergoni
 Ing. Elisa Moretti
 Ing. Catia Baldassarri
 Ing. Flavio Scrucca

Comune di Perugia

RESPONSABILE DEL PIANO:
 Ing. Gabriele De Micheli

Dott. Geol. Roberto Chiesa
 Ing. Daniele Volpi

Anno 2012

1. Introduzione

Con Deliberazione della Giunta Comunale n.226 del 10.12.2009, è stato deciso di dare seguito all'aggiornamento del Piano Energetico e Ambientale del Comune di Perugia, come risulta inoltre dalla Convenzione stipulata tra l'U.O. Servizi Tecnologici ed il CIRIAF Prot. 2010/0108787 dell'08.06.2010 al quale è stato affidato l'incarico.

L'aggiornamento del Piano è stato redatto in ottemperanza dell'art. 5, comma 5) della Legge 9/01/91, n.10, che prevede la redazione dei piani energetici e l'uso delle fonti rinnovabili di energia per i comuni con popolazione superiore a cinquantamila abitanti.

Sono state seguite le medesime modalità e le ipotesi di calcolo adottate nella stesura originale del Piano, al fine di poter attuare un confronto significativo.

Nella elaborazione delle diverse fasi dell'aggiornamento sono state prese in considerazione le fonti più autorevoli, impiegando i dati statistici più recenti, disaggregando o stimando per ottenere un adeguato fattore di scala a livello comunale nel caso in cui il dato non era disponibile.

Tutte le fonti, i riferimenti bibliografici, Legislativi e Normativi sono citati nel testo.

Dopo aver posto l'attenzione sulle più recenti normative internazionali, nazionali e regionali in materia di risparmio energetico e tutela dell'ambiente (Cap. 1), l'analisi ha avuto come incipit la definizione dello scenario energetico attuale (Cap. 2), evidenziando i dati relativi alla domanda e all'offerta di energia.

Il Capitolo 3 focalizza l'attenzione sulla verifica dello stato di attuazione del Piano Energetico nella sua stesura originale, mediante un confronto tra dati previsti e dati reali, risultando pertanto cruciale nello sviluppo dell'Aggiornamento.

In particolare, nel Capitolo 4 sono stati ipotizzati gli scenari energetici futuri e il calcolo delle emissioni, proiettando i dati agli anni 2015 e 2020.

La proposta degli interventi e la stima della loro efficacia sono contenuti nel Capitolo 5, che si configura come supporto fondamentale nelle politiche di indirizzo e nelle scelte programmatiche del governo comunale.

Completano lo studio gli Allegati, contenenti l'analisi del parco veicoli circolanti, le schede di intervento nei vari comparti e la tabella con la potenzialità degli interventi; a corredo dell'aggiornamento, inoltre, sono stati presentati anche tre studi di fattibilità riguardanti possibili installazioni di centrali di cogenerazione, il progetto SCER inerente lo sviluppo di nuovi sistemi di climatizzazione nell'area industriale di S.Andrea delle Fratte e l'integrazione degli aspetti energetici nel nuovo Regolamento Edilizio Comunale.

2. Consumi e indicatori energetici: stato attuale

Nella stesura originale del Piano (2003), ai fini della redazione del bilancio energetico relativo allo stato attuale, erano stati considerati i consumi finali di energia per fonti e per settori nel periodo 1995 – 2000; nella fase di aggiornamento della domanda di energia nel territorio comunale sono stati richiesti agli enti preposti i consumi dal 2004 al 2009.

I consumi totali, calcolati a partire dai dati ottenuti, possono essere opportunamente confrontati con i valori stimati, in particolare relativamente all'anno 2005, nella stesura originale del Piano; costituiscono altresì la base di partenza per l'estrapolazione, mediante opportune metodologie di calcolo, dei consumi nel medio e lungo periodo, al fine di ipotizzare nuovi scenari energetici e ambientali maggiormente aderenti alla situazione comunale.

2.1 DOMANDA DI ENERGIA

La tabella 2.1 mostra il riepilogo dei consumi finali in tep per fonti e per settori dal 2005 al 2009 nel Comune di Perugia; si riporta inoltre la ripartizione percentuale per fonti e per settori (Tab. 2.2 e 2.3, Fig. 2.1 e 2.2).

I consumi finali totali diminuiscono negli anni, ma si ripartiscono sempre secondo le stesse percentuali medie rispetto al consumo totale; in particolare per fonti si ha:

- combustibili solidi: 6%;
- prodotti petroliferi: 45%;
- metano: 32%;
- energia elettrica: 17%;

mentre per settori le percentuali sono le seguenti:

- agricoltura: 1%;
- industria: 10%;
- terziario: 13%;
- trasporti: 42%;
- residenziale: 34%.

In valore assoluto, i consumi per fonti diminuiscono, tranne i combustibili solidi e l'energia elettrica (Fig. 2.3); i consumi per settore sono stabili, tranne quello dei trasporti che diminuisce (Fig. 2.4).

Tab. 2.1 – Consumi finali totali per fonte e per settore (tep)

| Settore | Combustibili Solidi | Prodotti petroliferi | Metano | Energia Elettrica | Totale |
|---------------|---------------------|----------------------|----------------|-------------------|----------------|
| 2005 | | | | | |
| Agricoltura | - | 2.641 | - | 720 | 3.362 |
| Industria | - | 5.048 | 20.833 | 8.042 | 33.924 |
| Terziario | - | 1.577 | 13.374 | 23.163 | 38.114 |
| Trasporti | - | 143.323 | 2.829 | 192 | 146.344 |
| Residenziale | 16.760 | 7.765 | 65.844 | 16.076 | 106.444 |
| TOTALE | 16.760 | 160.355 | 102.881 | 48.193 | 328.188 |
| 2006 | | | | | |
| Agricoltura | - | 2.216 | - | 737 | 2.953 |
| Industria | - | 5.332 | 19.957 | 8.196 | 33.485 |
| Terziario | - | 1.452 | 12.963 | 24.221 | 38.635 |
| Trasporti | - | 129.640 | 2.977 | 192 | 132.809 |
| Residenziale | 17.005 | 7.147 | 63.817 | 16.404 | 104.373 |
| TOTALE | 17.005 | 145.787 | 99.715 | 49.750 | 312.256 |
| 2007 | | | | | |
| Agricoltura | - | 2.147 | - | 827 | 2.974 |
| Industria | - | 4.551 | 18.536 | 8.537 | 31.624 |
| Terziario | - | 1.162 | 12.347 | 24.520 | 38.029 |
| Trasporti | - | 12.8665 | 3.309 | 192 | 132.165 |
| Residenziale | 17.388 | 5.721 | 60.785 | 16.971 | 100.865 |
| TOTALE | 17.388 | 142.247 | 94.977 | 51.046 | 305.657 |
| 2008 | | | | | |
| Agricoltura | - | 1.729 | - | 738 | 2.467 |
| Industria | - | 3.785 | 21.587 | 8.587 | 33.960 |
| Terziario | - | 1.235 | 13.780 | 26.433 | 41.449 |
| Trasporti | - | 115.871 | 2.846 | 863 | 119.580 |
| Residenziale | 17.811 | 6.206 | 69.230 | 16.434 | 109.681 |
| TOTALE | 17.811 | 128.826 | 107.444 | 53.056 | 307.136 |
| 2009 | | | | | |
| Agricoltura | - | 1.613 | - | 764 | 2.377 |
| Industria | - | 2.750 | 18.557 | 7.730 | 29.037 |
| Terziario | - | 1.096 | 12.323 | 26.449 | 39.868 |
| Trasporti | - | 107.715 | 2.860 | 924 | 111.499 |
| Residenziale | 18.163 | 5.271 | 59.284 | 16.701 | 99.419 |
| TOTALE | 18.163 | 118.444 | 93.024 | 52.568 | 282.199 |

Tab. 2.2 – Ripartizione percentuale per fonti dei consumi finali totali dal 2005 al 2009.

| | Combustibili Solidi (%) | Prodotti Petroliferi (%) | Metano (%) | Energia Elettrica (%) |
|-------------|-------------------------|--------------------------|------------|-----------------------|
| 2005 | 5 | 49 | 31 | 15 |
| 2006 | 5 | 47 | 32 | 16 |
| 2007 | 6 | 47 | 31 | 17 |
| 2008 | 6 | 42 | 35 | 17 |
| 2009 | 6 | 42 | 33 | 19 |

Tab. 2.3 – Ripartizione percentuale per settori dei consumi finali totali dal 2005 al 2009.

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| Agricoltura (%) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Industria (%) | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 |
| Terziario (%) | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 |
| Trasporti (%) | 45 | 43 | 43 | 39 | 40 |
| Residenziale (%) | 32 | 33 | 33 | 36 | 35 |

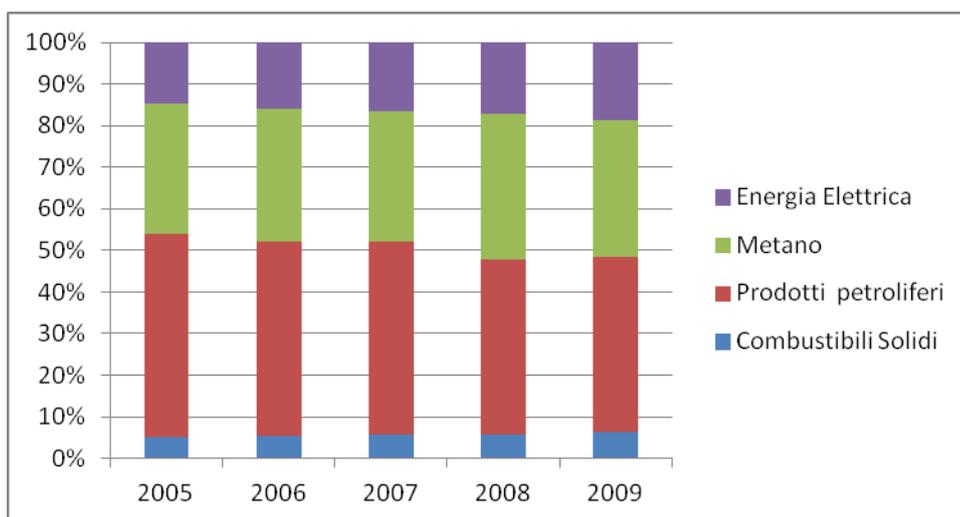


Fig. 2.1 – Ripartizione percentuale per fonti dei consumi finali totali dal 2005 al 2009.

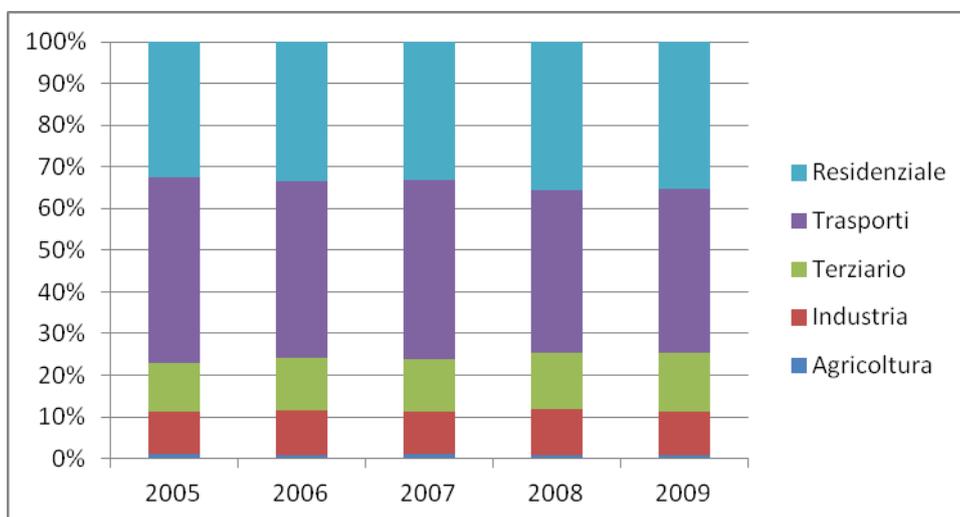


Fig. 2.2– Ripartizione percentuale per settori dei consumi finali totali dal 2005 al 2009.

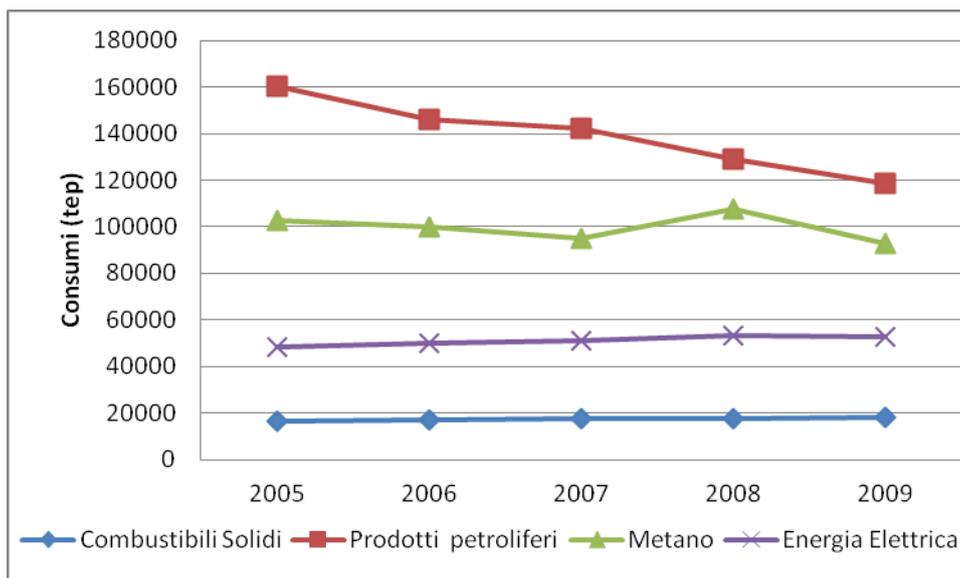


Fig. 2.3 – Andamento per fonti dei consumi finali dal 2005 al 2009.

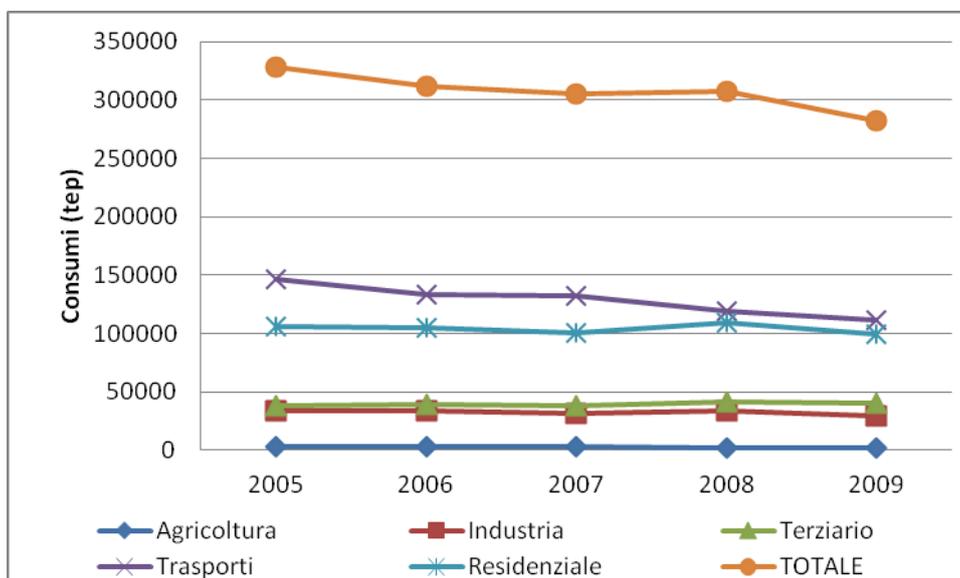


Fig. 2.4 – Andamento per settori dei consumi finali dal 2005 al 2009.

2.2 OFFERTA DI ENERGIA

Nella stesura originale del Piano (PEAC 2003) non si era ritenuto necessario effettuare un confronto diretto tra la domanda e l'offerta di energia, ossia un bilancio energetico: al tempo, infatti, oltre a mancare sul territorio comunale impianti per la produzione di energia da combustibili fossili, l'offerta di fonti energetiche rinnovabili o equiparate era talmente esigua da potersi considerare ininfluenza ai fini del bilancio comunale. Se ad oggi rimane limitata la produzione da fonti energetiche fossili, l'apporto fornito dalle rinnovabili ha subito un tale incremento da non poter essere più ritenuto trascurabile.

È stata dunque effettuata una ricognizione degli impianti presenti sul territorio comunale, quanto più completa possibile, seppure non esaustiva, al fine di determinare l'offerta energetica da inserire a bilancio.

Per effettuare un confronto con le potenzialità previste dagli interventi proposti nell'ambito del PEAC 2003, si sono contabilizzati gli impianti realizzati negli ultimi dieci anni, frutto della programmazione scaturita dal PEAC o dell'attività legislativa avvenuta a diversi livelli nel settore delle fonti energetiche rinnovabili.

Infine, si è voluto considerare anche l'apporto della Centrale termoelettrica di Pietrafitta, a seguito della conversione da carbone a gas metano a ciclo combinato, tenuto conto che un'area dei servizi della centrale ricadono all'interno del territorio del Comune di Perugia,

L'energia prodotta nell'ambito del territorio comunale, calcolata a partire dai dati di ingresso, può essere quindi opportunamente confrontata con i valori stimati per l'anno 2010 nella stesura originale del Piano.

Tali dati costituiscono altresì la base di partenza per l'estrapolazione, mediante opportune metodologie di calcolo, della producibilità nel breve e medio periodo (stime al 2015 e al 2020), al fine di ipotizzare nuovi scenari energetici e ambientali futuri maggiormente aderenti alla situazione comunale.

Al fine di effettuare il bilancio energetico è stato necessario esprimere la domanda e l'offerta di energia nella stessa unità di misura, il *tep* (tonnellata equivalente di petrolio), che equivale all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio.

Anche per l'offerta di energia si è fatto riferimento alla Direttiva 20-20-20 e al Piano di Azione Nazionale, che utilizzano per l'equivalente termico dell'energia elettrica il fattore di conversione $1\text{kWh}_e = 8,59 \times 10^{-5} \text{ tep}$.

La tabella 2.4 mostra il riepilogo della produzione di energia all'interno del territorio comunale; si riporta inoltre il valore dell'offerta complessiva insieme alla domanda complessiva.

Tab. 2.4 – Consumi finali totali per fonte (tep)

| Fonte | 2009 |
|--------------------------------------|------------------|
| Eolico | 0 |
| Solare termico | 321,1 |
| Solare fotovoltaico | 749,5 |
| Idroelettrico | 962,1 |
| Cogenerazione | 0 |
| Biomasse (termoelettrico, 2010) | 4.188,5 |
| Geotermico a bassa entalpia | 0 |
| Caldaie a legna/pallet | 18.163,0 |
| Totale offerta da rinnovabili | 24.384,2 |
| Termoelettrico | 6.826,3 |
| Totale offerta | 31.210,5 |
| Totale domanda | 282.199,0 |

Si evidenzia come l'offerta di energia ricopre circa l'11% della domanda complessiva.

3. Stato di attuazione del piano

3.1 Consumi di energia

Effettuando un confronto tra i consumi reali per gli anni 2005 e 2010 e le previsioni effettuate nella stesura originale del Piano, si perviene ai valori numerici riportati nelle tabelle 3.1 e 3.2. Per ciascuna fonte e per ogni settore, sono riportati i dati stimati e i dati reali unitamente alle relative differenze.

Tab. 3.1 – Confronto tra stime e dati reali per l'anno 2005 per i consumi di energia (tep) nel Comune di Perugia, disaggregati per fonte e per settore (metodologia ENEA).

| 2005 | Combustibili solidi | | | Derivati del petrolio | | | Metano | | | En Elettrica | | | TOT | | |
|---------------|---------------------|---------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|------------|----------------|----------------|----------------|
| | Stime | Dati reali | Variaz. | Stime | Dati reali | Variaz. | Stime | Dati real | Variaz. | Stime | Dati real | Variaz. | Stime | Dati reali | Variaz. |
| Agricoltura | - | - | - | 1.899 | 2.641 | +742 | - | - | - | 1.015 | 720 | -295 | 2.915 | 3.362 | +447 |
| Industria | - | - | - | 5.691 | 5.048 | -643 | 21.528 | 20.833 | -695 | 11.993 | 8.042 | -3.951 | 39.213 | 33.924 | -5.289 |
| Terziario | - | - | - | 1.770 | 1.577 | -193 | 15.101 | 13.374 | -1727 | 18.589 | 23.163 | +4.574 | 35.460 | 38.114 | +2.654 |
| Trasporti | - | - | - | 158.804 | 143.323 | -15.481 | 2.157 | 2.829 | +672 | 932 | 192 | -740 | 161.893 | 146.344 | -15.549 |
| Residenziale | 4869 | 16.760 | +11.891 | 7.832 | 7.765 | -67 | 73.059 | 65.844 | -7215 | 15.602 | 16.076 | +474 | 101.362 | 106.444 | +5.082 |
| Totale | 4869 | 16.760 | +11.891 | 175.996 | 160.354 | -15.642 | 111.845 | 102.880 | -8965 | 48.131 | 48.193 | +62 | 340.843 | 328.188 | -12.655 |

Tab. 3.2 – Confronto tra stime e dati reali per l'anno 2010 per i consumi di energia (tep) nel Comune di Perugia, disaggregati per fonte e per settore (metodologia ENEA).

| 2010 | Combustibili solidi | | | Derivati del petrolio | | | Metano | | | En Elettrica | | | TOT | | |
|---------------|---------------------|---------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | Stime | Dati reali | Variaz. | Stime | Dati reali | Variaz. | Stime | Dati real | Variaz. | Stime | Dati real | Variaz. | Stime | Dati reali | Variaz. |
| Agricoltura | | | - | 1.591 | 1.451 | -140 | | | - | 1.013 | 764 | -249 | 2.605 | 2.214 | -391 |
| Industria | | | - | 5.722 | 2.234 | -3.488 | 22.573 | 19.100 | -3.473 | 12.245 | 7.860 | -4.385 | 40.540 | 29.195 | -11.345 |
| Terziario | | | - | 1.620 | 1.024 | -596 | 15.366 | 12.595 | -2.771 | 19.222 | 27.186 | +7.964 | 36.209 | 40.806 | +4.597 |
| Trasporti | | | - | 164.086 | 103.125 | -60.961 | 2.273 | 2.816 | +543 | 1.049 | 1.148 | +99 | 167.408 | 107.090 | -60.318 |
| Residenziale | 5.084 | 18.432 | +13.348 | 7.437 | 4.957 | -2.480 | 76.505 | 61.088 | -15.147 | 15.975 | 16.711 | +736 | 105.001 | 101.188 | -3.813 |
| Totale | 5.084 | 18.432 | +13.348 | 180.456 | 112.791 | -67.665 | 116.717 | 95.599 | -21.118 | 49.504 | 53.669 | +4.165 | 351.763 | 280.493 | -71.270 |

Osservando i dati riportati nelle ultime colonne relative ai totali, emerge che relativamente all'anno 2005, i valori nel settore dell'agricoltura, del terziario e del residenziale erano stati stimati in difetto seppur in modo contenuto durante la stesura originale del PEAC. Le variazioni vanno da un minimo di 447 tep fino a oltre 5.000 tep. Al contrario, per l'industria, e i trasporti le ipotesi di calcolo hanno condotto ad una sovrastima di oltre 5.000 tep e di circa 15.500 tep rispettivamente. Globalmente quindi i dati si bilanciano portando il dato totale stimato ad un esubero di 12.655 tep rispetto ai consumi reali per l'anno 2005.

Le previsioni relative al 2010, hanno portato ad avere per tutti i settori una stima complessiva in eccesso dei consumi di oltre 71.000 tep; fa eccezione il dato relativo al terziario i cui dati reali superano di circa 5.000 tep quelli previsti.

Nelle figure 3.1 e 3.2 tali considerazioni sono espresse in percentuale e visualizzate in forma grafica.

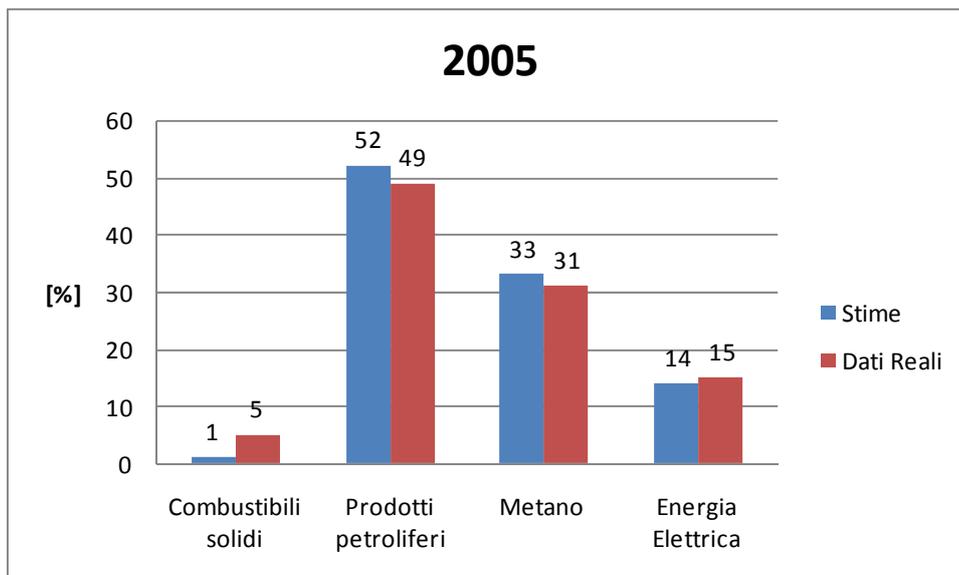


Figura 3.1 - Confronto in percentuale tra valori reali e previsti per il 2005 suddivisi per fonte nel Comune di Perugia

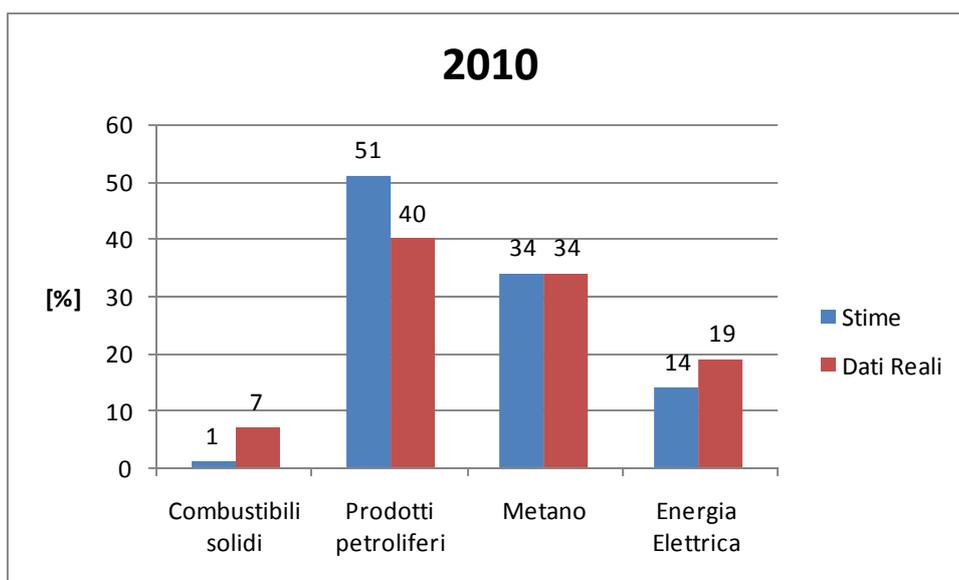


Figura 3.2 - Confronto in percentuale tra valori reali e previsti per il 2010 suddivisi per fonte nel Comune di Perugia

Le differenze più evidenti si riscontrano nel settore dei combustibili solidi dove si è passati dall'1% delle stime al 5% nel 2005 fino al 7% nel 2010 per i dati reali. Una spiegazione è da ricercare nell'impiego di biomasse che ha subito negli ultimi anni un notevole impulso, confermando anche a livello locale gli andamenti continentali e nazionali.

I consumi reali dei prodotti petroliferi segnano una diminuzione contenuta nel 2005, si passa infatti dal 52% stimato al 49% reale; decisamente più marcato il decremento nel 2010, rispetto a quanto stimato nella stesura originale del Piano, dal 51% stimato al 40% reale.

Restano invariate le percentuali di impiego del metano, dal 33% stimato al 31% reale nell'anno 2005 mentre coincidono per l'anno 2010 con una quota parte del 34%.

L'energia elettrica è andata aumentando sia nel 2005 che nel 2010: i dati reali nel 2005 sono superiori dell'1% rispetto alle stime mentre nel 2010 i dati reali per tale fonte si attestano rispettivamente al 19% contro il 14% stimato.

3.2 Emissioni di CO₂

Il bilancio delle emissioni in atmosfera di gas climalteranti è stato effettuato impiegando il programma AIREs, conformemente a quanto effettuato nel Piano originale. In tale codice di calcolo rivestono un'importanza fondamentale i fattori di emissione tipici dei principali gas serra ossia CO₂, CH₄, NO₂ relativi alle diverse fonti. Al fine di poter attuare un confronto diretto con le stime effettuate, si è scelto di operare con la medesima metodologia, anche in virtù del fatto che i succitati coefficienti hanno valori allineati con quelli previsti nella più recente direttiva IPPC.

Le fonti di emissione sono esclusivamente quelle di tipo energetico ossia i consumi per fonte e settori già riportati nel paragrafo precedente, responsabili di più del 90% del totale di gas serra emessi e su cui già originariamente erano state prese a livello istituzionale decisioni di contenimento attraverso politiche di indirizzo e provvedimenti mirati.

Tra le fonti non energetiche di emissione si è tenuto conto del settore smaltimento dei rifiuti, che contribuisce in buona parte alla quota di metano, uno dei gas serra più importanti, immessa in atmosfera dalle attività antropiche. Non si sono calcolate le emissioni da fonti non energetiche legate a particolari processi industriali, peraltro non certo elevate, considerando le attività economiche presenti sul territorio comunale e sulle quali l'azione delle autorità locali è comunque limitata.

La valutazione delle emissioni in atmosfera legate ai consumi di energia è stata effettuata per settori:

- residenziale;
- industria e artigianato;
- terziario;
- trasporti;
- smaltimento dei rifiuti.

In tabella 3.3 sono riportati i dati delle emissioni per settore relativi all'anno 2010 e messi a confronto con le stime effettuate nella stesura originale del Piano Energetico ed Ambientale del Comune di Perugia.

La differenza più marcata fra le stime e i dati reali si riscontra nel settore dei trasporti con una differenza di oltre il 34%, seguono lo smaltimento dei rifiuti con il 25,4% e i settori agricoltura

Industria e artigianato con il 20%; per quel che riguarda terziario e residenziale la differenza tra dati reali e stimati è attorno al 18%.

Complessivamente dunque, le emissioni reali del 2010 nel territorio del Comune di Perugia sono inferiori di circa il 20 % rispetto ai dati stimati nella versione originaria del Piano.

Tab. 3.3 – Emissioni [tCO₂-eq] disaggregati per settore (metodologia ENEA), nel Comune di Perugia nel 2010 e confronto con le stime contenute nella precedente versione del PEAC.

| Settore | Dati 2010 | Stime 2010 | Differenza [%] |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Agricoltura + Industria e artigianato | 55.823 | 69.756 | -20,00 |
| Terziario | 31.931 | 39.347 | -18,80 |
| Trasporti | 332.075 | 504.998 | -34,20 |
| Residenziale | 230.352 | 194.678 | 18,30 |
| Smaltimento rifiuti | 53.947 | 72.294 | -25,40 |
| | 704.128 | 881.073 | -20,10 |

Le emissioni sono state sommate, aggregando i prodotti petroliferi (Olio combustibile, benzina, gasolio e GPL) e giungendo ad una stima delle emissioni totali sul territorio.

Dai dati sui consumi di energia è stata scorporata l'Energia Elettrica, poiché la sua produzione è considerata come delocalizzata e dunque non incidente direttamente sul territorio comunale.

Le emissioni sono espresse in termini di tonnellate di CO₂ equivalente, vale a dire il contributo totale all'effetto serra dei gas serra emessi (CO₂, CH₄, NO₂, HFC, PFC, SF₆) valutato come se l'unico gas serra fosse CO₂.

In figura 3.3 è riportato il confronto tra i dati stimati e quelli reali per gli anni 2005 e 2010.

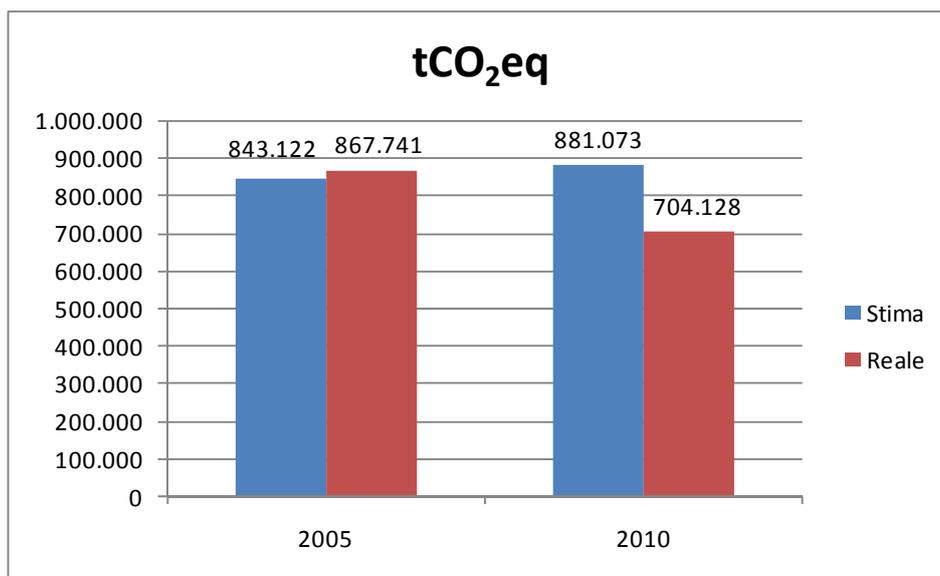


Figura 3.3 - Confronto tra valori ipotizzati nella versione precedente del piano e quelli reali per il 2005 e il 2010 nel Comune di Perugia

Lo scarto tra le stime e il dato reale relativamente all'anno 2005 è di circa il 3%, a conferma dell'andamento dei consumi visto in precedenza. Per quel che riguarda l'anno 2010 invece, il dato reale è inferiore di 176.945 tonnellate equivalenti di CO₂ rispetto alle previsioni, pari al 20% circa.

Tale tendenza è spiegabile essenzialmente con la contrazione dei consumi dei prodotti petroliferi e con l'aumento del consumo di Energia Elettrica. L'effetto sinergico di queste due tendenze ha comportato tale differenza nei dati numerici, portando ad una sovrastima delle possibili emissioni ricadenti sul territorio comunale.

3.3 ANALISI DEI RISULTATI

A conclusione della versione originale del PEAC (cfr. § 9.3 pag. 267) erano stati individuati alcuni scenari di riferimento relativamente alle emissioni di CO₂, tenendo conto anche dei dati relativi agli anni 1990 e 2000. Si ricorda che lo SCENARIO 0 era riferito ad una situazione senza interventi da parte delle Autorità locali, lo SCENARIO 1 era denominato Sviluppo Responsabile, ossia riduzione di un terzo delle emissioni di anidride carbonica a parità dello stesso tasso di crescita economica del decennio 1990-2000; lo SCENARIO 2 aveva l'obiettivo di stabilizzare le emissioni all'anno 2000 mediante interventi mirati e infine lo SCENARIO 3 ipotizzava di attuare tutti gli interventi potenziali nel risparmio energetico, con una percentuale che, secondo lo stato degli interventi all'atto della prima stesura del Piano, corrispondeva ad una riduzione di circa il 70% dell'abbattimento richiesto dal protocollo di Kyoto per il nostro paese.

In figura 3.4 sono messi a confronto i dati previsti per le emissioni di CO₂ relative ai diversi scenari con il dato reale ottenuto per l'anno 2010.

Si nota come il dato reale si attesti tra i valori previsti per gli scenari 2 e 3. Tale risultato è spiegabile innanzitutto con gli effetti della crisi economica, che ha inciso sui consumi energetici ed ha inevitabilmente indebolito l'ipotesi del mantenimento dello stesso tasso di crescita del decennio 1990-2000 sul quale erano state incentrate le previsioni. Si consideri inoltre anche l'impulso delle politiche incentivanti che hanno stimolato in maniera sensibile il settore delle fonti energetiche rinnovabili.

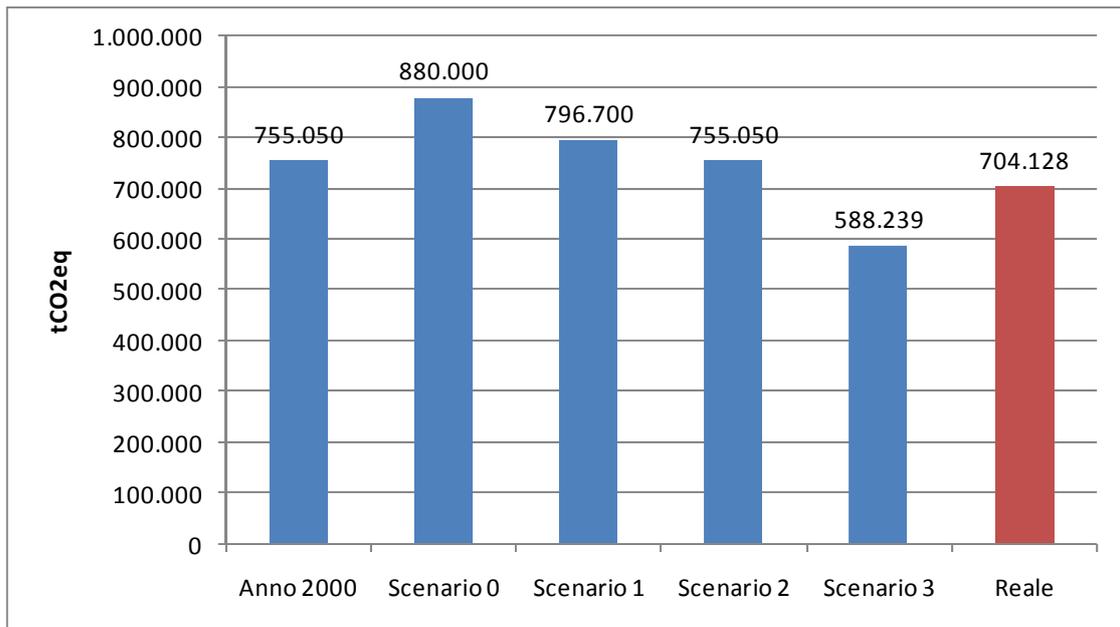


Figura 3.4 - Confronto tra i dati di emissione di CO2 dell'anno 2000, gli scenari ipotizzati nella versione precedente del PEAC e i dati reali.

A tali elementi si aggiunga una più cosciente e rigorosa applicazione delle normative nella realizzazione del sistema edificio-impianto. Anche il Regolamento Edilizio comunale, nel rispetto dei limiti più stringenti in materia di involucro edilizio e di efficienza energetica degli impianti e delle sue componenti (D.Lgs 192/2005 e s.m.i. in ottemperanza alla direttiva 2002/91/CE), ha fornito un contributo marcato al miglioramento del dato globale.

4. SCENARI ENERGETICI FUTURI E CALCOLO DELLE EMISSIONI (PROIEZIONE DATI 2015 E 2020)

4.1 Consumi nei due scenari futuri 2015 e 2020

Nella previsione dei consumi futuri, la prima ipotesi adottata è stata quella di stimare l'andamento al 2015 e al 2020 partendo dal set di dati reali recenti disponibili, ossia relativi agli anni dal 2005 al 2009. I consumi totali espressi in tep sono riportati in figura 4.1 e 4.2.

In entrambi gli scenari, si osserva un andamento qualitativo della linea di tendenza che appare poco verosimile. Un valore inferiore ai 250.000 tep al 2015 e inferiore a 200.000 tep al 2020 significherebbe una regressione tale da portare i consumi totali nel territorio comunale ad una situazione ante 1995.

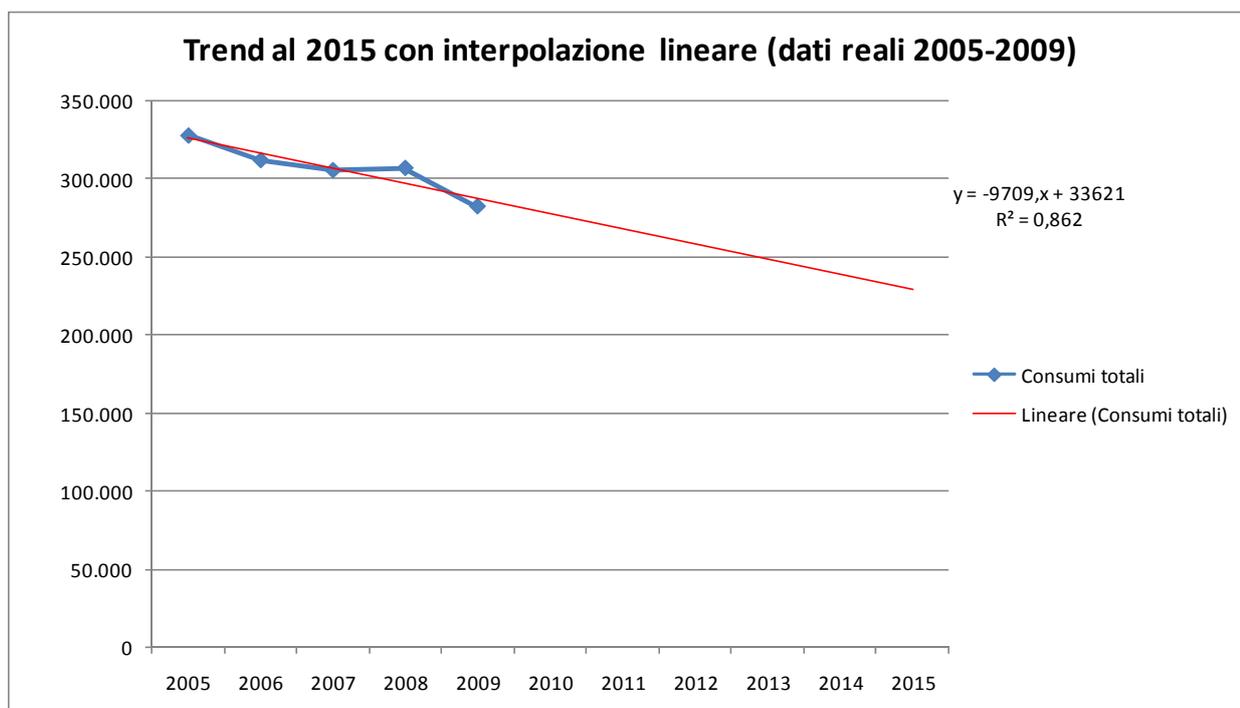


Fig. 4.1 – Andamento dei consumi futuri al 2015 con metodologia di interpolazione lineare a partire dal set di dati reali 2005-2009

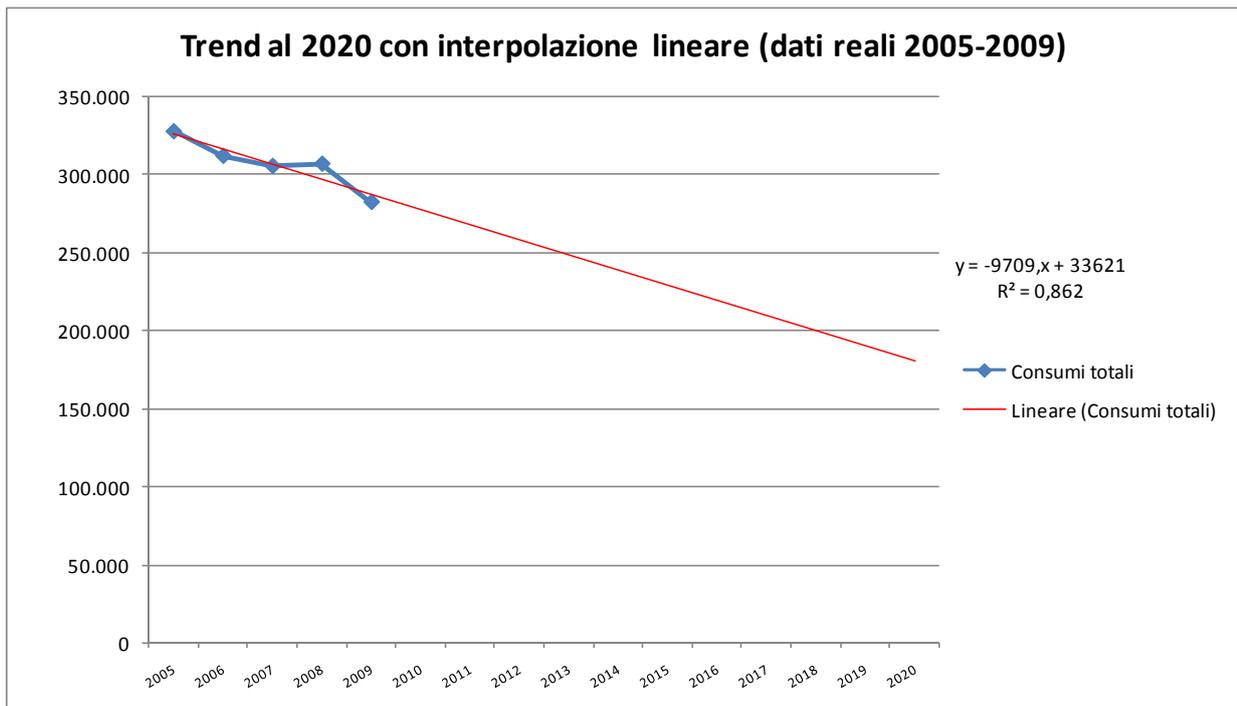


Fig. 4.2 – Andamento dei consumi futuri al 2020 con metodologia di interpolazione lineare a partire dal set di dati reali 2005-2009

La seconda ipotesi ha come base l'impiego di tutti i dati reali ossia quelli compresi tra il 1995 e il 1999 e tra il 2005 e il 2009.

Nelle figure 4.3 e 4.4, applicando nuovamente la metodologia di interpolazione lineare, si osserva una tendenza opposta rispetto agli scenari prospettati in precedenza. I consumi al 2015 e al 2020 subirebbero un incremento costante e più aderente alla situazione reale.

Per l'anno 2015 la linea di tendenza determina un consumo totale che si attesta attorno a valori di poco superiori ai 300.000 tep. Per l'anno 2020 la metodologia fornisce una stima nell'intorno dei 340.000 tep come consumi finali.

Tale ipotesi risente fortemente dell'incertezza dovuta alla mancanza di dati nella parte centrale del grafico; inoltre pesa in maniera concreta sull'andamento previsto il calo dei consumi riscontrato dal 2005 ad oggi.

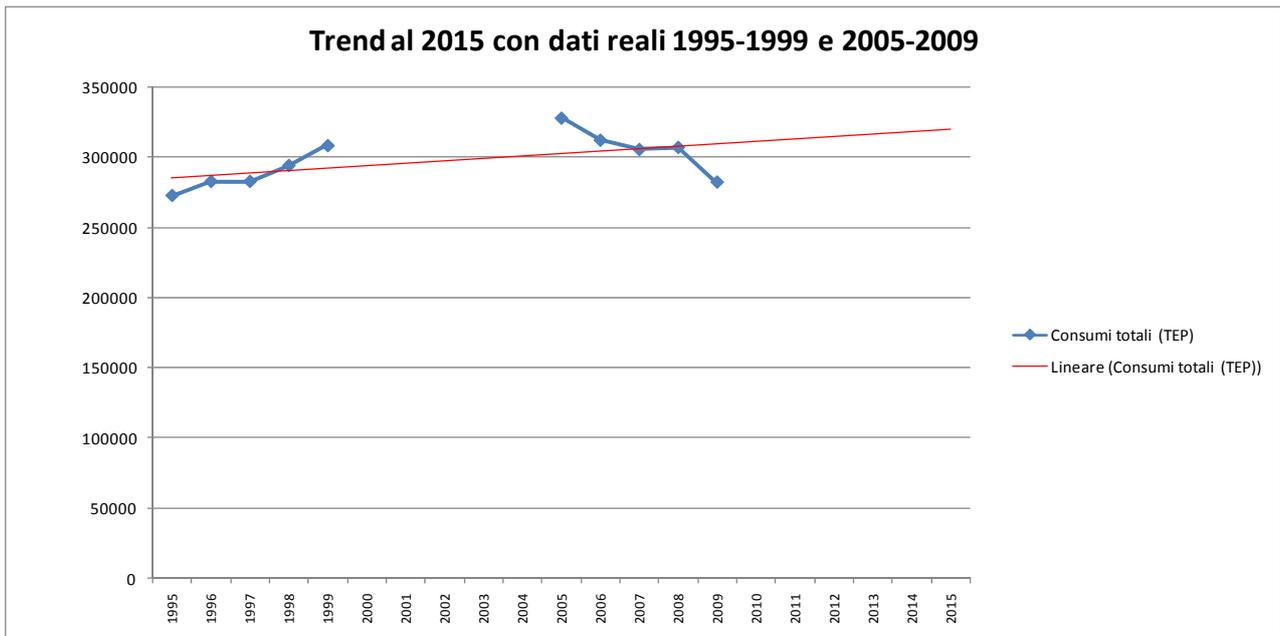


Fig. 4.3 – Andamento dei consumi futuri al 2015 con metodologia di interpolazione lineare a partire dal set di dati reali anni 1995-1999 e 2005-2009

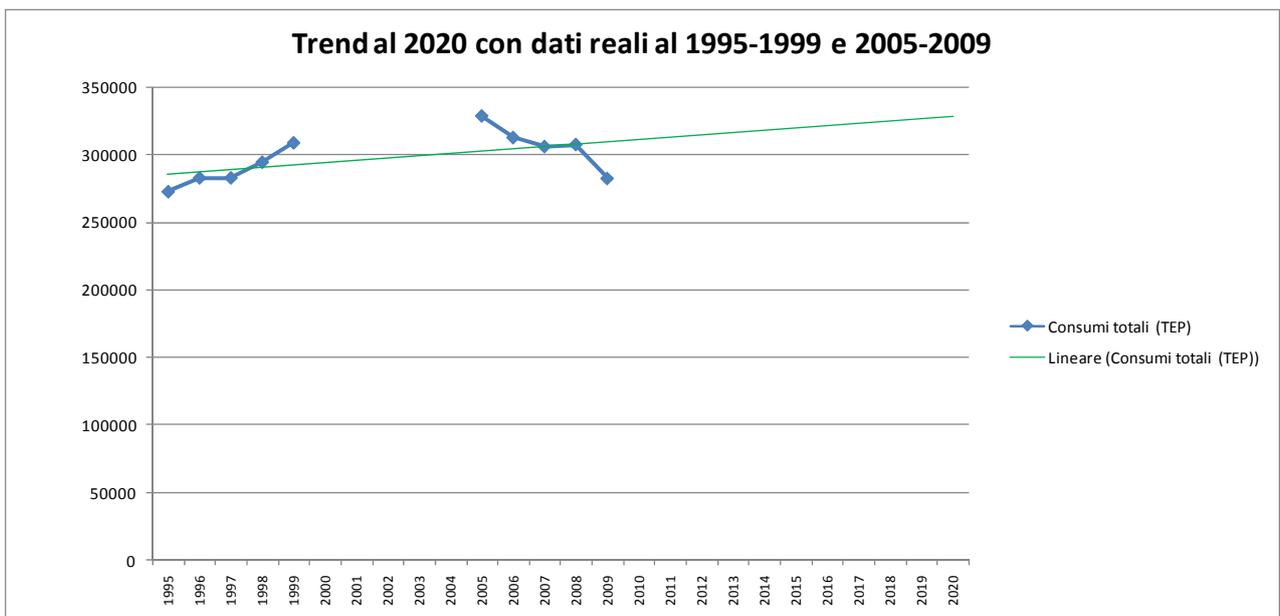


Fig. 4.4 – Andamento dei consumi futuri al 2020 con metodologia di interpolazione lineare a partire dal set di dati reali anni 1995-1999 e 2005-2009

La terza ipotesi di calcolo è stata condotta innanzitutto colmando la lacuna sui dati mancanti nell'intervallo di anni 2000-2004, eseguendo un'interpolazione lineare che risulta evidenziata con una campitura in grigio nelle figure 4.5 e 4.6.

Si notano i due scenari di crescita, con un trend positivo dei consumi in cui è stato mitigato l'effetto negativo degli ultimi anni di crisi, inglobando anche il set di dati che risultavano mancanti nella precedente ipotesi. Gli andamenti al 2015 e al 2020 risultano dunque in crescita con valori

attorno ai 340.000 tep nello scenario a breve termine e di poco inferiori ai 350.000 tep nello scenario a medio termine.

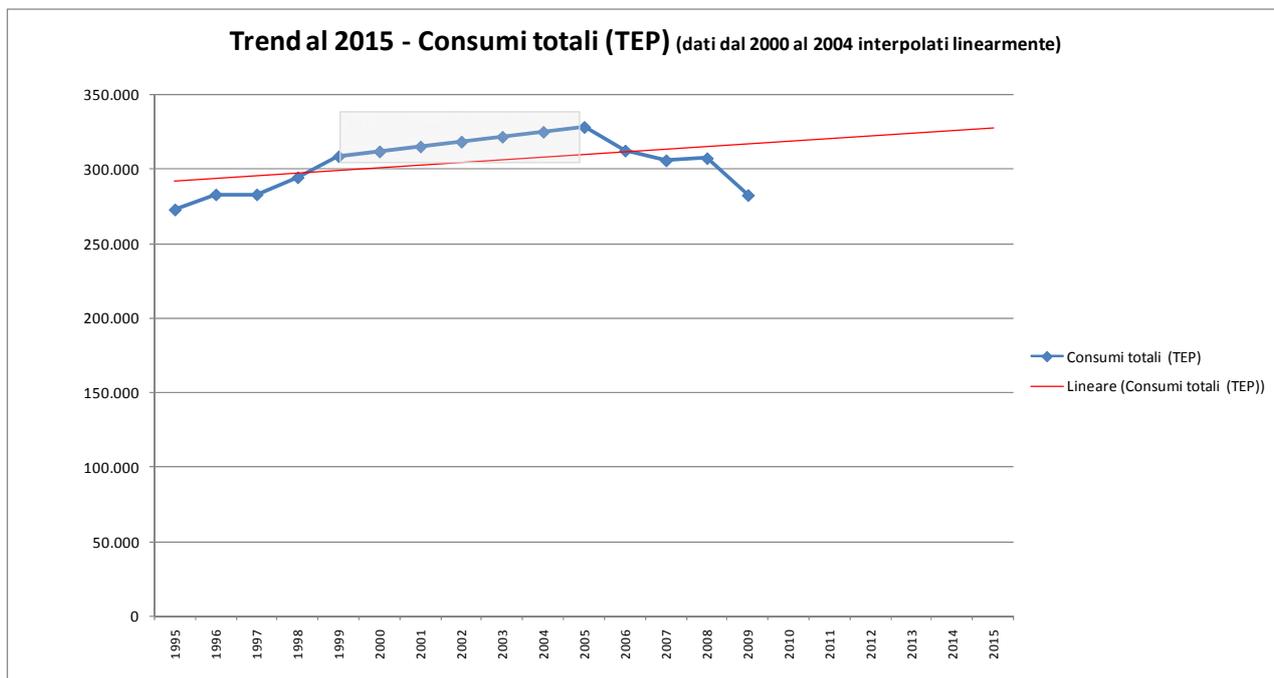


Fig. 4.5 – Andamento dei consumi futuri al 2015 a partire dal set di dati reali anni 1995-1999 e 2005-2009 e interpolando linearmente i dati degli anni 2000-2004 (area campita in grigio)

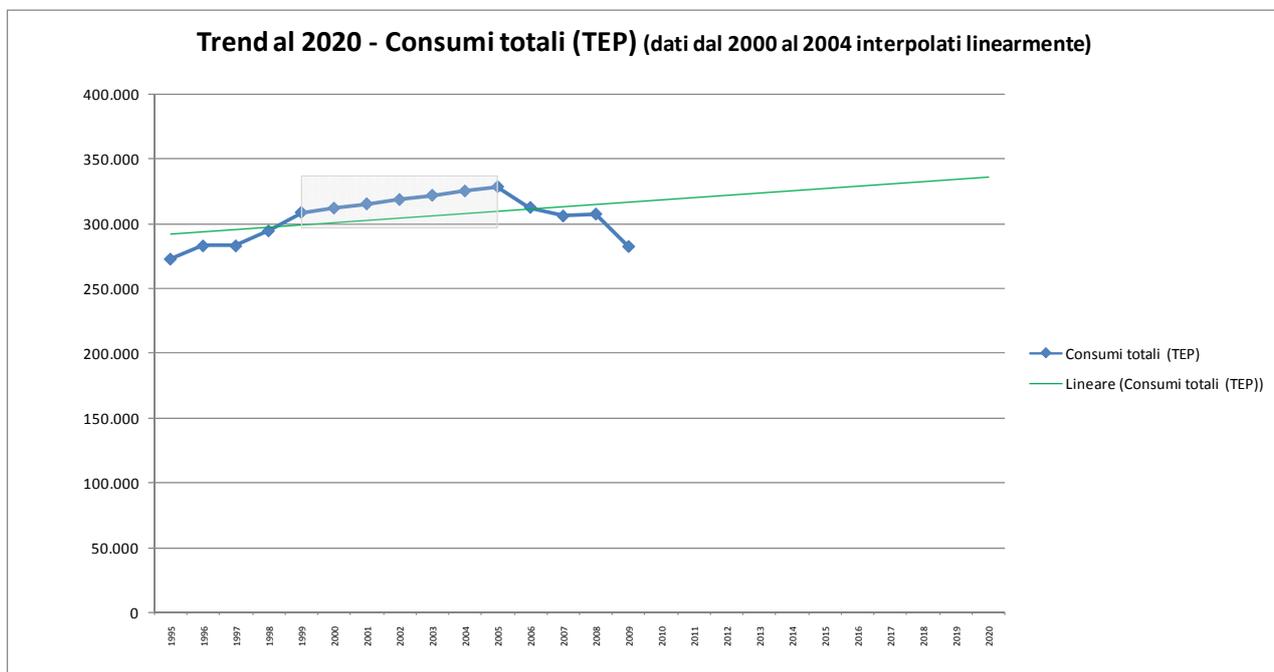


Fig. 4.6 – Andamento dei consumi futuri al 2015 a partire dal set di dati reali anni 1995-1999 e 2005-2009 e interpolando linearmente i dati degli anni 2000-2004 (area campita in grigio)

Infine, l'ultima ipotesi di calcolo prevede di impiegare come primo dato del trend il 1996, in linea con quanto considerato nella stesura originale del Piano e di aggiungere, oltre alle

considerazioni effettuate nell'ipotesi 3, le stime per l'anno 2010. Si ottengono gli andamenti riportati nelle figure 4.7 e 4.8.

Gli scenari di crescita mantengono un aumento generale dei consumi, ma ridotto di circa il 12% rispetto alla previsione condotta nel caso precedente. Pertanto, inglobando il dato al 2010 mancante nella precedente ipotesi, si accentua l'effetto negativo degli ultimi anni, caratterizzati dalla crisi economica, purtroppo a tutt'oggi (maggio 2012) perdurante. Gli andamenti al 2015 e al 2020 risultano comunque in crescita, seppur modesta, con valori pari a 306.787 tep nello scenario a breve termine e di poco inferiori ai 310.000 (309.319) tep nello scenario a medio termine, denotando una riduzione del gap tra le due prospettive, dovuta anche dall'andamento delle linee di tendenza, che tendono ad appiattirsi (vedi Tab. 4.1)

Si ritiene, in ultima analisi, questo scenario il più verosimile e a partire dal medesimo si discuteranno gli interventi del successivo capitolo 5.

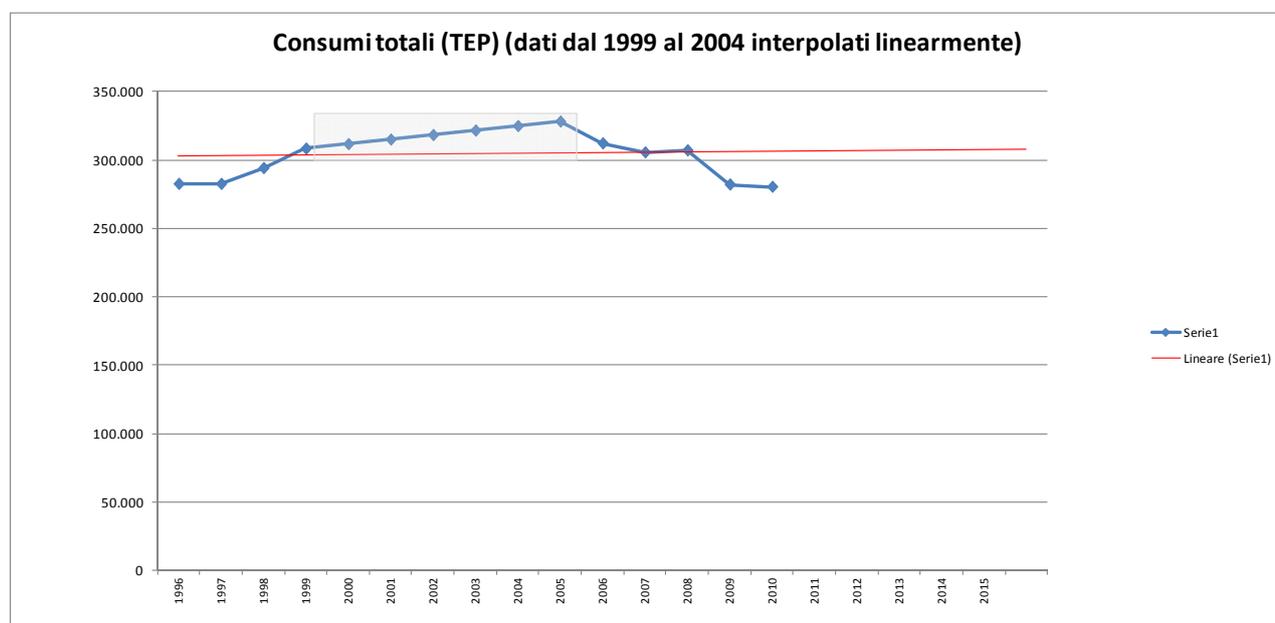


Fig. 4.7 – Andamento dei consumi futuri al 2015 a partire dal set di dati reali anni 1996-1999 e 2005-2009, interpolando linearmente i dati degli anni 2000-2004 (area campita in grigio) aggiungendo la stima dei dati del 2010

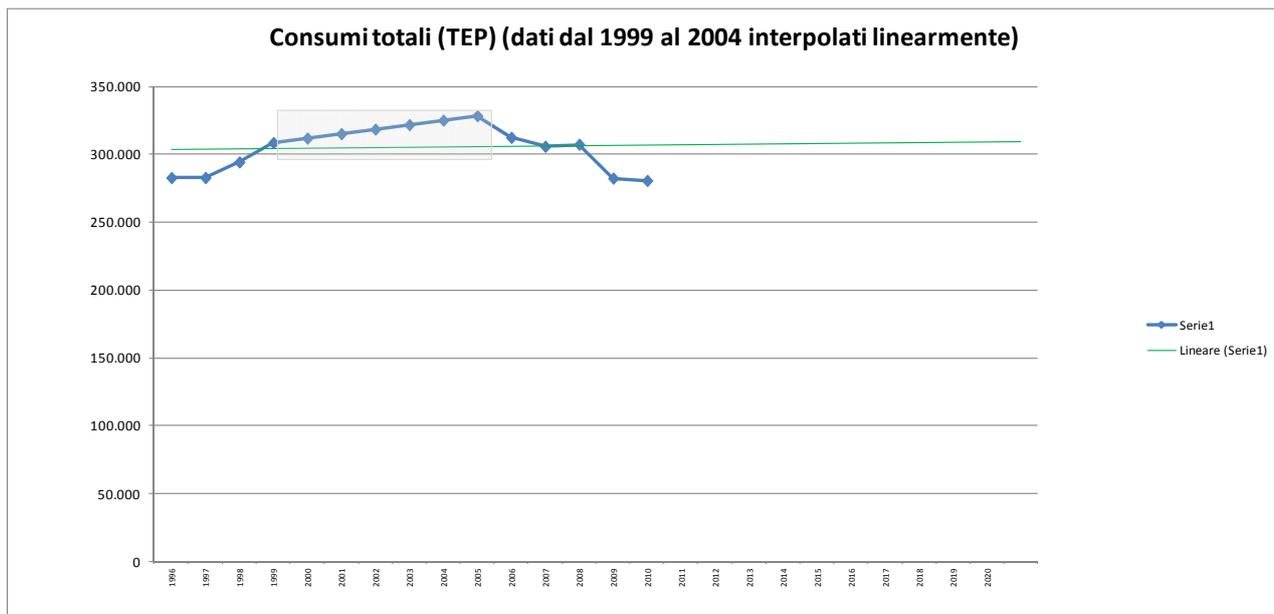


Fig. 4.8 – Andamento dei consumi futuri al 2020 a partire dal set di dati reali anni 1996-1999 e 2005-2009, interpolando linearmente i dati degli anni 2000-2004 (area campita in grigio), aggiungendo la stima dei dati del 2010

Tab. 4.1 – Stima dei consumi al 2020 (tep) suddivisi per fonti e per settori a partire dal set di dati reali anni 1996-1999 e 2005-2009, interpolando linearmente i dati degli anni 2000-2004, aggiungendo la stima dei dati del 2010.

| | Solidi | Prodotti petroliferi | Metano | Energia Elettrica | TOTALE |
|---------------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| Agricoltura | | 1768 | | 837 | 2604 |
| Industria | | 3014 | 20340 | 8473 | 31827 |
| Terziario | | 1201 | 13507 | 28991 | 43699 |
| Trasporti | | 118066 | 3135 | 1013 | 122215 |
| Residenziale | 19908 | 5778 | 64981 | 18306 | 108973 |
| TOTALE | 21614 | 129828 | 101964 | 57620 | 309318 |

4.2 Emissioni

La previsione dei consumi di energia nel territorio del Comune di Perugia descritta nel precedente paragrafo costituisce la base per la determinazione delle emissioni di gas climalteranti espresse in termini di tonnellate equivalenti di CO₂.

Le valutazioni sono state condotte per mezzo di simulazioni, tra le quali di particolare interesse, a fronte delle scadenze legislative imposte a livello internazionale, comunitario e nazionale, si rivela lo scenario a medio termine per l'anno 2020.

Si riporta una sintesi dei dati relativi alle emissioni negli anni di riferimento passati, contenuti nel PEAC originario e sviluppati per gli anni 2005 e 2010 nell'aggiornamento.

Rispetto alla prima stesura del PEAC, sono state inserite anche le emissioni della centrale termoelettrica di Pietrafitta: per il 1996 (e per il 2000), quando era alimentata con lignite, dal momento che le emissioni di gas serra di una centrale siffatta sono da considerare pari a circa 1.050 g/kWh_{el}, le emissioni di CO₂ assegnate al Comune di Perugia erano pari a 57.728 tCO_{2-eq}.

Dalla dichiarazione ambientale ENEL, le emissioni di gas serra di detta centrale dopo la conversione a carbone negli anni 2009-2011 sono pari 405 g/kWh_{el}, pertanto, ipotizzando per il 2005 (e per il 2010) un livello produttivo pari alla media degli anni 2009-2011, si assegna al Comune di Perugia un valore pari a 32.184 tCO_{2-eq}.

I primi dati di emissioni di gas serra disponibili per il Comune di Perugia risalgono al 1996. I dati relativi al 1990 riportati nella prima stesura del PEAC (500.000 tCO_{2-eq}/anno) erano infatti stati estrapolati sulla base dell'andamento rilevato nel periodo 1996-1999, al fine di effettuare valutazioni in merito a quanto previsto dal Protocollo di Kyoto. Il dato relativo al 1996 è pari a **741.211 tCO_{2-eq}**.

- Emissioni al **1996: 741.211 tCO_{2-eq}/anno**;
- Emissioni al **2000: 812.778 tCO_{2-eq}/anno**;
- Emissioni al **2005: 899.926 tCO_{2-eq}/anno**;
- Emissioni al **2010: 736.313 tCO_{2-eq}/anno**.

Le emissioni sono andate progressivamente aumentando dal 1996 al 2005, passando dalle 741.211 tCO_{2-eq}/anno alle 899.925 tCO_{2-eq}/anno. Nel quinquennio 2005-2010 si è assistito ad un'inversione di tendenza, con una lenta ma progressiva riduzione dei consumi e conseguentemente anche delle emissioni, che si sono attestate attorno alle 736.000 tonnellate equivalenti di CO₂ all'anno.

L'applicativo AIREs per il calcolo delle emissioni richiede la distribuzione dei consumi per fonti e per settori. A partire dall'ultima ipotesi di calcolo riportata nel capitolo 4 del presente

aggiornamento (dati a partire dal 1996, interpolazione dei dati mancanti 1999-2004 e 2010), si è proceduto a stimare le emissioni al 2020, per le quali è stato considerato il trend complessivo.

Pertanto, al fine di proiettare al 2020 i consumi per fonte e per settore si è considerato il rapporto tra i consumi totali al 2020 e i consumi relativi al 2009, pari a 1,096, e per tale fattore sono stati moltiplicati tutti i consumi attuali per settore e fonte, al fine di ottenere i valori stimati da poter utilizzare per il calcolo delle emissioni di gas serra. I valori sono stati elaborati considerando i prodotti petroliferi disaggregati nelle voci Olio Combustibile, Gasolio, Benzina, GPL e Metano, analogamente a quanto effettuato nella stesura originaria del PEAC; sulla base di questi dati sono state calcolate le emissioni future nel territorio comunale. Fa eccezione la produzione di energia elettrica presso la centrale di Pietrafitta, che è stata considerata costante.

I risultati sono riportati nella tabella 4.2 e nella figura 4.9, in cui sono presenti, a confronto, i valori relativi all'anno 2020 e quelli relativi agli anni 2005 e 2010.

Tab. 4.2 – Confronto delle emissioni di CO₂ eq negli anni 2005, 2010 e 2020 [tonnellate di CO₂ equivalente/anno] nel territorio del Comune di Perugia, disaggregati per fonte.

| | 2005 | 2010 | 2020 |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Combustibili solidi | 68.656 | 75.505 | 81.546 |
| Olio combustibile | 9.353 | 2.405 | 4.195 |
| Gasolio | 328.590 | 234.106 | 267.480 |
| Benzina | 134.120 | 90.555 | 106.073 |
| Gpl | 31.611 | 25.954 | 28.854 |
| Metano | 238.513 | 221.657 | 236.404 |
| Rifiuti | 56.899 | 53.947 | 53.947 |
| Termoelettrico | 32.184 | 32.184 | 32.184 |
| TOTALE | 899.926 | 736.313 | 810.683 |

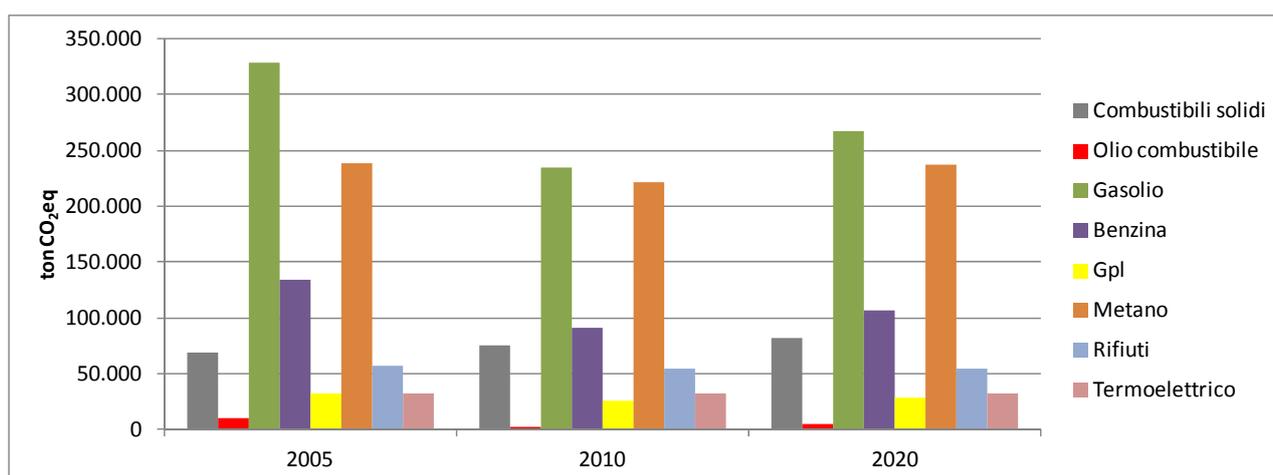


Fig. 4.9 – Confronto delle emissioni di CO₂ [tonnellate equivalenti/anno] suddivise per fonti al 2005, 2010 e stimate per il 2020.

La tendenza, analogamente a quella dei consumi, presenta una riduzione delle emissioni nel quinquennio 2005-2010, per poi risalire nell'anno 2020, sulla base dello scenario di crescita dei consumi ipotizzato, senza tenere conto degli interventi di pianificazione energetica che saranno

previsti da questo aggiornamento del PEAC (Scenario 0). La distribuzione tra le varie fonti resta invariata con Gasolio (267.480 ton-eq/anno) e Metano (236.404 ton-eq/anno), che rappresentano le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni.

La quota della benzina (106.073 ton-eq/anno) mostra valori inferiori ai precedenti mentre la stima al rialzo prevista per l'anno 2020 per i combustibili solidi (81.546 ton-eq/anno) e per l'Olio Combustibile potrebbe essere disattesa in relazione alle crescenti limitazioni.

Infatti, il Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 al titolo II, parte V (impianti termici civili) - Allegato X, sezione II, paragrafi 3 e 4 prevede il divieto di impiego dell'Olio Combustibile negli impianti termici di potenza inferiore a 300 kW a decorrere dal 1° settembre 2007.

Si ricorda comunque che, oltre alle problematiche di carattere giuridico associabili all'interpretazione di alcuni passaggi del Decreto, molte Regioni (Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna e Trentino Alto Adige) hanno legiferato in maniera autonoma vietando l'impiego dell'olio combustibile per tutti gli impianti termici civili di qualsiasi potenza. Molti di questi regolamenti sono stati a loro volta soggetti a ricorsi, con sentenze che rendono poco chiara la giurisprudenza in materia.

Analizzando i dati per settore, i valori numerici ottenuti sono mostrati nella figura 4.10 e nella tabella 4.3, in cui nell'ultima colonna sono presenti i dati stimati per l'anno 2020.

Anche i dati per settore seguono gli andamenti visti per i consumi e per le emissioni disaggregate per fonte. Il settore dei trasporti e il residenziale restano quelli a maggior impatto, mentre industria e terziario restano pressoché le stesse dell'anno 2005.

Tab. 4.3 – Confronto delle emissioni di CO₂ eq negli anni 2005, 2010 e 2020 [tonnellate CO₂ equivalenti/anno] nel territorio del Comune di Perugia, disaggregati per settore.

| | 2005 | 2010 | 2020 |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Agricoltura | 9.229 | 5.069 | 6.178 |
| Industria | 64.385 | 50.754 | 56.149 |
| Terziario | 35.377 | 31.931 | 34.548 |
| Trasporti | 459.033 | 332.076 | 379.926 |
| Residenziale | 242.818 | 230.352 | 247.751 |
| Rifiuti | 56.899 | 53.947 | 53.947 |
| Termoelettrico | 32.184 | 32.184 | 32.184 |
| TOTALE | 899.926 | 736.313 | 810.683 |

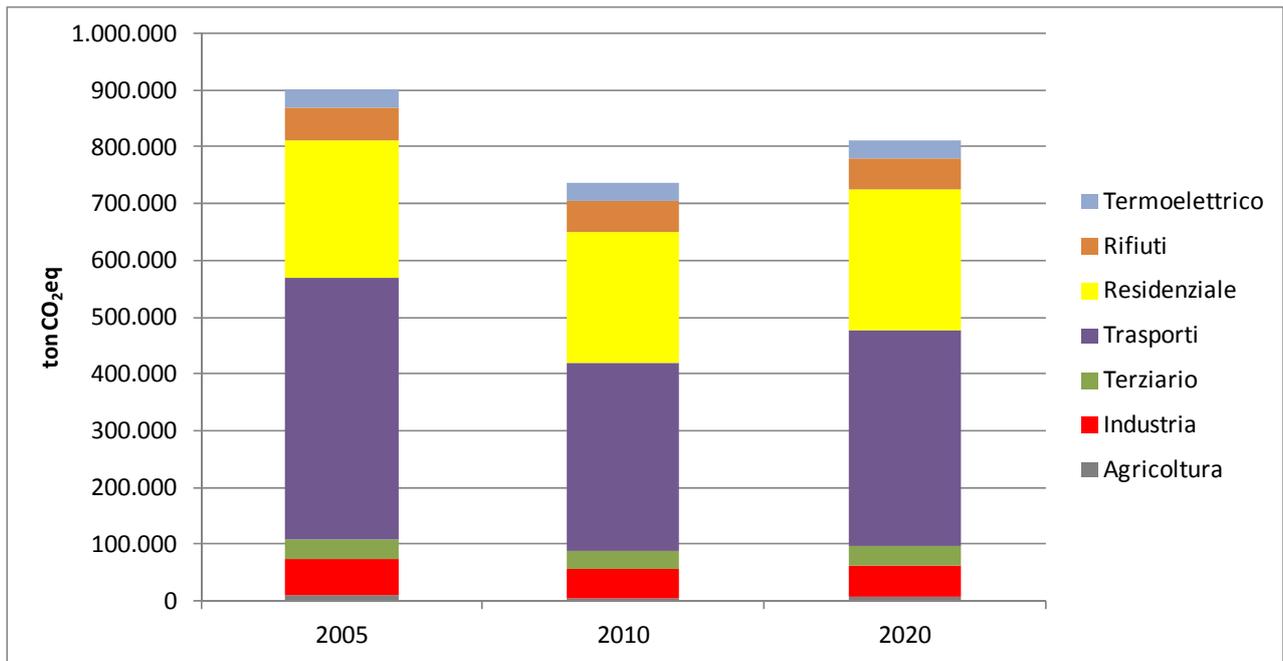


Fig. 4.10 – Confronto delle emissioni di CO₂ [tonnellate equivalente/anno] suddivise per settori al 2005, 2010 e stimate per il 2020.

5. Proposta degli interventi e stima dell'efficacia

A carattere conclusivo del Piano, sono presentati diversi scenari di intervento al 2020; la relativa efficacia, sia in termini di penetrazione delle fonti rinnovabili che di emissioni di CO₂, è confrontata con gli obiettivi imposti dalla Direttiva comunitaria 20-20-20, dal recente decreto sul burden sharing e dall'adesione al Patto dei Sindaci.

5.1 Quota Energie Rinnovabili: rapporti con la Direttiva Europea 20-20-20

La Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, definisce per l'Unione Europea il raggiungimento entro il 2020 di un triplice obiettivo:

1. 20% di produzione di energia da fonti rinnovabili sul consumo di energia complessivo della Comunità;
2. miglioramento dell'efficienza energetica del 20%;
3. emissioni di gas climalteranti, ridotte del 20%.

In Italia, la parte della Direttiva che riguarda le fonti rinnovabili è stata recepita attraverso il DM 15 Marzo 2012 (Burden Sharing), che fissa la metodologia seguita per la ripartizione tra le Regioni e le Province autonome degli obiettivi intermedi e finali di sviluppo delle fonti rinnovabili.

In tabella 5.1 sono riportati gli obiettivi fissati del Decreto per ogni Regione italiana.

Il Decreto, nell'Allegato 2, evidenzia che il valore iniziale deve fare riferimento ad un periodo immediatamente precedente all'applicazione del decreto legislativo n. 28 del 2011, in modo da fotografare la situazione più aggiornata di sviluppo delle fonti rinnovabili. In mancanza di dati, nello stesso allegato sono forniti i consumi iniziali, suddivisi per Regione.

Ipotizzando di assegnare al Comune la Perugia la stessa percentuale della Regione Umbria, al 2020, la quota di produzione energetica da fonti rinnovabili dovrà arrivare al 13,7%.

Sulla base della crescita ipotizzata nel capitolo 4, nel 2020 la domanda complessiva di energia dovrebbe essere pari a 309.319 tep/anno (3.600.919 MWh/anno). Nel Decreto del Burden Sharing) si riporta quanto indicato dalla Direttiva 2009/28/CE che, all'Art. 3, comma 4, stabilisce che "Ogni Stato membro assicura che la propria quota di energia da fonti rinnovabili in tutte le forme di trasporto nel 2020 sia almeno pari al 10% del consumo finale di energia nel settore dei trasporti nello Stato membro". Secondo la Direttiva, la quota dei consumi per trasporti su cui calcolare la quota del 10% è ottenuta come somma del consumo di benzina, diesel e biocarburanti per il trasporto su strada e ferrovia e del consumo di energia elettrica nei trasporti via terra. Tenuto conto che nel Comune di Perugia il consumo di energia nel settore dei trasporti nel 2020 sarà pari, secondo le previsioni di questo documento, a 121.190 tep/anno (1.410.826 MWh/anno), il relativo 10%, sempre nel 2020, dovrà essere consumato da fonti rinnovabili, ovvero 12.190 tep/anno (141.083 MWh/anno).

Tab. 5.1 – Traiettorie degli obiettivi regionali di sviluppo delle fonti rinnovabili, dalla situazione iniziale al 2020.

| Regioni | Anno iniziale riferimento | 2012 | 2014 | 2016 | 2018 | 2020 |
|------------------|---------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Abruzzo | 5,8 | 10,1 | 11,7 | 13,6 | 15,9 | 19,1 |
| Basilicata | 7,9 | 16,1 | 19,6 | 23,4 | 27,8 | 33,1 |
| Calabria | 8,7 | 14,7 | 17,1 | 19,7 | 22,9 | 27,1 |
| Campania | 4,2 | 8,3 | 9,8 | 11,6 | 13,8 | 16,7 |
| Emilia Romagna | 2,0 | 4,2 | 5,1 | 6,0 | 7,3 | 8,9 |
| Friuli V. Giulia | 5,2 | 7,6 | 8,5 | 9,6 | 10,9 | 12,7 |
| Lazio | 4,0 | 6,5 | 7,4 | 8,5 | 9,9 | 11,9 |
| Liguria | 3,4 | 6,8 | 8,0 | 9,5 | 11,4 | 14,1 |
| Lombardia | 4,9 | 7,0 | 7,7 | 8,5 | 9,7 | 11,3 |
| Marche | 2,6 | 6,7 | 8,3 | 10,1 | 12,4 | 15,4 |
| Molise | 10,8 | 18,7 | 21,9 | 25,5 | 29,7 | 35,0 |
| Piemonte | 9,2 | 11,1 | 11,5 | 12,2 | 13,4 | 15,1 |
| Puglia | 3,0 | 6,7 | 8,3 | 10,0 | 11,9 | 14,2 |
| Sardegna | 3,8 | 8,4 | 10,4 | 12,5 | 14,9 | 17,8 |
| Sicilia | 2,7 | 7,0 | 8,8 | 10,8 | 13,1 | 15,9 |
| TAA-Bolzano | 32,4 | 33,8 | 33,9 | 34,3 | 35,0 | 36,5 |
| TAA-Trento | 28,6 | 30,9 | 31,4 | 32,1 | 33,4 | 35,5 |
| Toscana | 6,2 | 9,6 | 10,9 | 12,3 | 14,1 | 16,5 |
| Umbria | 6,2 | 8,7 | 9,5 | 10,6 | 11,9 | 13,7 |
| Valle d'Aosta | 51,6 | 51,8 | 51,0 | 50,7 | 51,0 | 52,1 |
| Veneto | 3,4 | 5,6 | 6,5 | 7,4 | 8,7 | 10,3 |
| Totale | 5,3 | 8,2 | 9,3 | 10,6 | 12,2 | 14,3 |

Tale obiettivo dipende da strategie a livello nazionale più che a livello locale (Comuni) e dovrebbe realizzarsi attraverso azioni sui produttori di carburanti; in sede di pianificazione, in accordo con l'Amministrazione comunale, si è ragionevolmente ipotizzato di considerare il raggiungimento della metà dell'obiettivo della Direttiva, ipotizzando quindi che il 5% dei consumi complessivi nel settore dei trasporti, pari a 6.095 tep/anno (70.541 MWh/anno), sarà ricoperto nel 2020 da fonti rinnovabili.

Considerando alcune delle azioni previste dal PEAC, ad esempio quelle di risparmio energetico e senza considerare il contributo del settore dei trasporti, si può ipotizzare una riduzione dei consumi stimati, anche in assenza di interventi, delle quantità riportate in tabella 5.2. Nell'ipotesi in cui tali azioni si realizzassero (presupposto ragionevole, in quanto le azioni di risparmio energetico sono diretta conseguenza di strumenti già attualmente cogenti), i consumi energetici al 2020 si attesteranno su livelli pari a 285.908 tep/anno (3.328.381 MWh/anno), in luogo dei 309.319 tep/anno ottenuti senza considerare tali azioni.

Tab. 5.2 – Potenziale di risparmio energetico nel Comune di Perugia.

| COD. | SETTORE | RISPARMIO POTENZIALE MWh/anno |
|-------------|------------------------------------|---|
| C1 | RAZIONALIZ. USO DEI COMB. TRADIZ. | - |
| C2a | MATERIALI TRASPARENTI | 12.865 |
| C2b | MATERIALI OPACHI | 97.827 |
| C3a | ILLUMINAZIONE | 9.870 |
| C3b | CALDAIE | 60.520 |
| C3c | POMPE DI CALORE | 87.360 |
| C3d | APPARECCHIATURE | -840 |
| C4a | BIOARCHITETTURA | 4.931 |
| C4b | TETTI VERDI | - |
| C4c | SISTEMI PASSIVI | - |
| | | |
| | TOTALE RISPARMIO ENERGETICO | 272.533 MWh/anno (23.411 tep/anno) |

La quota di fonti rinnovabili al 2020 dovrà essere pari al 13,7% del totale, ovvero 39.169 tep/anno (455.988 MWh/anno); considerando che al 2009 sono già prodotti da fonti rinnovabili 24.384 tep/anno (283.867 MWh/anno), si rende necessario un incremento di 14.785 tep/anno, ovvero 172.121 MWh/anno.

In tab. 5.3 è riportato l'insieme delle potenzialità di incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili nel territorio comunale al 2020 rispetto ai valori del 2009.

Secondo quanto previsto dall'Amministrazione comunale per il prossimo futuro e sulla base di indicazioni da parte della stessa, nel conteggio è stato inserito il *Green Procurement* da parte del Comune di Perugia, ossia l'ipotesi di acquisto di energia elettrica proveniente interamente da fonti rinnovabili per il fabbisogno del Comune stesso (pubblica illuminazione, consumi elettrici edifici ed altre utenze comunali).

Tab. 5.3 – Potenzialità di incremento delle fonti rinnovabili al 2020 rispetto al 2009 nel Comune di Perugia.

| Tipologia di fonte rinnovabile | Potenzialità di incremento rispetto al 2010 (MWh/anno) | Potenzialità complessiva cumulata al 2020 (MWh/anno) |
|---------------------------------------|---|---|
| Eolico | 484 | 484 |
| Solare termico | 6.000 | 9.739 |
| Solare fotovoltaico | 37.500 | 46.225 |
| Idroelettrico | 1.333 | 12.333 |
| Cogenerazione | 38.000 | 38.000 |
| Biomasse totale | 84.350 | 344.553 |
| Geotermia | 0 | 0 |
| Rifiuti Solidi Urbani | 50.000 | 50.000 |
| Trasporti | 76.956 | 76.956 |
| Green procurement | 25.000 | 25.000 |
| TOTALE | 319.623 | 603.490 |
| Target Direttiva UE | 172.121 | 455.988 |
| Differenza | +147.502 | +147.502 |

In questo modo si ottiene un contributo totale delle fonti rinnovabili pari a circa il 18%, nel caso di completa attuazione degli interventi di risparmio energetico, superiore al 13,7% previsto come target UE.

Si sottolinea che tale risultato potrà essere ottenuto mettendo in campo tutte le possibili azioni in materia di fonti rinnovabili che il territorio è in grado di offrire, compresi interventi quali la termovalorizzazione dei RSU, il Green Procurement e i biocarburanti nei trasporti, per i quali sono necessari interventi strutturali ed azioni incisive da parte delle autorità competenti a livello comunale, regionale e nazionale.

Il margine di circa 147.000 MWh/anno in esubero a quanto necessario per il raggiungimento del target UE, lascia uno spazio di discrezionalità per l'amministrazione comunale nella scelta degli interventi da attuare.

5.2 Emissioni: scenari futuri

Dalle stime effettuate e dalla ricognizione sulla situazione attuale nel territorio del Comune di Perugia, possono essere ragionevolmente ipotizzati gli scenari riassunti in tabella 5.4, in cui sono state incluse anche le emissioni della centrale termoelettrica di Pietrafitta, per una quota proporzionale alla superficie pertinenza della centrale stessa ricadente nel Comune.

Tali emissioni erano pari a 57.728 tCO_{2-eq} nel 1996 (7,8% del totale), quando l'alimentazione era a lignite e 32.184 tCO_{2-eq} nel 2005 e nel 2010 (rispettivamente 3,6% e 4,4 % del totale) con la nuova configurazione a ciclo combinato.

Tab. 5.4 – Scenari ipoteticamente adottabili e riduzioni delle emissioni di CO₂ [tonnellate equivalenti/anno] nel Comune di Perugia all'anno 2020.

| SCENARIO 0 | SCENARIO 1 | SCENARIO 2 | SCENARIO 3 | SCENARIO 4 |
|--|--|---|---|---|
| Emissioni al 2020 senza interventi | Obiettivo UE 20-20-20 (fuori ETS) (-13% rispetto al 2005) | Obiettivo stabilizzazione all'anno 2010 | Massimo potenziale | Obiettivo Patto dei Sindaci (-20% rispetto al 1996) |
| 810.683 tCO_{2-eq}/anno -0% | 782.934 tCO_{2-eq}/anno -27.749 t/anno -3,4% | 736.313 tCO_{2-eq}/anno -74.370 t/anno -9,1% | 520.411 tCO_{2-eq}/anno -290.272 t/anno -35,8% | 592.969 tCO_{2-eq}/anno -217.714 t/anno -26,8% |

Scenario 0

Lo scenario 0 rappresenta lo scenario di riferimento e prevede che non vengano effettuati interventi volti alla riduzione delle emissioni nel Comune di Perugia. Tale scenario, in assenza di azioni di Pianificazione, è quello a cui ci si riferisce per valutare i benefici e la riduzione delle emissioni legati agli interventi che saranno previsti dall'aggiornamento del PEAC. Questo implicherebbe un valore che può essere ragionevolmente stimato nell'intorno delle 810.683 tonnellate di CO₂ equivalente per anno. Tale proiezione è ottenibile considerando le linee di tendenza degli ultimi anni a livello di consumi e considerando gli andamenti dei diversi settori economici, nonché della penetrazione di nuove tecnologie nei diversi settori del risparmio energetico.

Scenario 1

Lo scenario 1 è quello perseguito dalla Comunità Europea, il cosiddetto 20-20-20 che determina una riduzione del 10% rispetto ai valori dell'anno 2005, con una quota per l'Italia che raggiunge il 13%. In tale ambito gli interventi di pianificazione del Comune di Perugia dovrebbero perseguire una riduzione del 3,4% rispetto all'andamento previsto all'anno 2020 senza interventi, con un contributo alle emissioni di gas climalteranti dalle diverse fonti pari a 782.934 tonnellate di CO₂ equivalente. Come previsto dalla Comunità Europea, il calcolo della riduzione è riferito alle attività non appartenenti ai settori dell'Emission Trading System (impianti termoelettrici, raffinerie, cementerie, ecc...), in quanto nessuna di tali attività è presente all'interno del territorio comunale.

Scenario 2

Il Comune di Perugia potrebbe anche perseguire uno scenario più virtuoso rispetto a quello prefigurato dalla Direttiva 20-20-20. Lo scenario 2 può definirsi come quello di stabilizzazione: mediante interventi e politiche di indirizzo a livello locale, l'obiettivo è di mantenere inalterate le emissioni all'interno del territorio comunale per il decennio 2010-2020, pur garantendo lo sviluppo e il conseguente incremento dei consumi; il valore numerico cui tendere è pari a 736.313 tonnellate di CO₂ equivalente/anno (valore delle emissioni al 2020), corrispondente ad una riduzione delle emissioni del 9,1% rispetto allo scenario 0.

Scenario 3

Lo scenario 3 è uno scenario teorico, che prevede la massima riduzione potenziale, mettendo in atto tutti gli interventi possibili. La scelta di tale scenario porterebbe una riduzione di circa il 36% al 2020, con un valore numerico di circa 520.000 tonnellate di CO₂ equivalente.

In tab. 5.5 sono riportate le potenziali riduzioni di emissioni per ciascun intervento proposto.

Tab. 5.5 – Potenziale di riduzione delle emissioni di CO₂ [tonnellate equivalenti/anno] nel Comune di Perugia all'anno 2020.

| Tipologia di intervento | Potenzialità di riduzione delle emissioni rispetto al 2010 (tCO _{2-eq} /anno) |
|---|--|
| FONTI RINNOVABILI | |
| Eolico | 242 |
| Solare termico | 1.116 |
| Solare fotovoltaico | 18.750 |
| Idroelettrico | 667 |
| Cogenerazione | 6.802 |
| Biomasse totale | 12.984 |
| Geotermia | 0 |
| Rifiuti Solidi Urbani | 31.950 |
| Green Procurement | 10.125 |
| Totale fonti rinnovabili | 82.640 |
| TRASPORTI E OTTIMIZZAZIONE COMBUSTIBILI | |
| Pianificazione del traffico | 94.756 |
| Interventi di limitazione traffico | 49 |
| Incentivi per la trasformazione del parco auto | 1.004 |
| Mobility management | 2.765 |
| Minimetrò | 144 |
| FF.SS. e FCU | 2.265 |
| Ascensori e scale mobili | 268 |
| Trasporto pubblico su gomma | 3.389 |
| Biodiesel | 1.872 |
| Bioetanolo | 45.122 |
| Metano | 561 |
| Motori elettrici | 214 |
| Motori ibridi | 1.198 |
| Car sharing e bike sharing | 10 |
| Car pooling | 1.335 |
| Altri interventi (taxi collettivo) | 71 |
| Telelavoro, teleservizi | 442 |
| Totale trasporti e ottimiz. combustibili | 155.465 |
| RISPARMIO ENERGETICO | |
| Razionalizzazione uso combustibili | 9.413 |
| Materiali trasparenti | 2.393 |
| Materiali opachi | 18.196 |
| Illuminazione | 1.145 |
| Caldaie ad alto rendimento | 11.138 |
| Pompe di calore | 9.391 |
| Bioarchitettura | 915 |
| Apparecchiature | -420 |
| Totale risparmio energetico | 52.171 |
| TOTALE | 290.272 |

Scenario 4

Il Patto dei Sindaci è un movimento europeo che vede coinvolte autorità locali e regionali il cui obiettivo è quello di aumentare l'efficienza energetica e l'impiego di fonti energetiche rinnovabili nei loro territori. I firmatari del Patto, oltre 3900 appartenenti a diversi paesi europei, hanno come

scopo quello di raggiungere e superare l'obiettivo comunitario di riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ entro il 2020.

In sostanza si tratta di una diminuzione del 20% rispetto ai livelli di emissioni rilevati nell'anno 1990 o nel primo anno dopo il 1990 per il quale si hanno dati disponibili.

Sebbene tale riduzione si presenti come assolutamente virtuosa, appare in molti contesti eccessivamente severa e difficilmente percorribile, se non in situazioni particolari.

Come esposto all'inizio del capitolo, i primi dati certi di emissioni disponibili per il Comune di Perugia sono quelli riportati nel precedente Piano Energetico ed Ambientale Comunale e relativi all'anno 1996, pari a 741.211 tCO_{2-eq}/anno. Per ridurre del 20% tali emissioni, portandole quindi a 592.969 tCO_{2-eq}/anno, occorrerebbe ridurre le emissioni stimate al 2020 di circa il 27%. Osservando i dati relativi allo Scenario 3, si evidenzia come risulti possibile raggiungere l'obiettivo fissato dal Patto dei Sindaci mettendo in atto gran parte (75%) delle azioni potenzialmente attuabili nel territorio comunale.

5.3 Energie Rinnovabili: possibili interventi

Per poter raggiungere l'obiettivo della produzione del 13,7% del fabbisogno di energia da fonte rinnovabile, l'amministrazione comunale può scegliere anche soltanto alcune delle diverse azioni previste dal PEAC del Comune di Perugia, soprattutto se al 2020 si avrà una copertura da fonti rinnovabili del 5% dei consumi complessivi nel settore dei trasporti. Se tale circostanza non si verificherà, sarà comunque possibile procedere con altri interventi per ottenere quanto richiesto dal burden sharing.

5.4 Emissioni: possibili interventi

Si sono esaminate le proposte di intervento e le relative tecnologie attualmente disponibili, al fine di valutarne l'applicabilità sul territorio comunale. I benefici ambientali delle diverse azioni proponibili sono espressi in termini di emissioni di CO₂ equivalente evitate; in tab. 5.4 sono riassunti i risultati delle analisi realizzate per ogni singolo intervento, sviluppate in dettaglio nelle schede in Allegato C e nell'Allegato D sulla potenzialità degli interventi.

Sono quindi stati ipotizzati diversi scenari di riferimento al 2020, volti alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti (tab. 5.6).

Tab. 5.6 - Abbattimento delle emissioni di CO₂ equivalente nel territorio comunale, nei diversi scenari di riferimento (t/anno).

| Scenario 1 Obiettivo UE 20-20-20 | | | |
|--|------|-------------------------|---|
| Ipotizzando di intervenire esclusivamente nel settore del risparmio energetico, ed attuando soltanto il 53% delle azioni potenzialmente realizzabili, si raggiungono gli obiettivi previsti dalla Direttiva UE 20-20-20. | | | |
| settore | peso | contributo % di settore | emissioni CO ₂ -eq evitate (ton) |
| fonti rinnovabili | 0 | 0% | 0 |
| trasporti | 0 | 0% | 0 |
| risparmio energetico | 1 | 53% | 27.749 |
| | | | 27.749 |
| Scenario 2 Stabilizzazione emissioni 2010 | | | |
| Si è ipotizzato di intervenire attraverso gli interventi che hanno maggiori probabilità di essere attuati. Sono state considerate la totalità delle azioni legate al risparmio energetico previste, pari al 100% del rispettivo potenziale, poiché derivano da strumenti già attualmente cogenti. Al settore fonti rinnovabili è stato affidato uno sviluppo pari a circa un terzo della propria potenzialità, coprendo quindi quanto richiesto. | | | |
| settore | peso | contributo % di settore | emissioni CO ₂ -eq evitate (ton) |
| fonti rinnovabili | 0,30 | 27% | 22.199 |
| trasporti | 0 | 0% | 0 |
| risparmio energetico | 0,70 | 100% | 52.171 |
| | | | 74.370 |
| Scenario 3 Massimo potenziale | | | |
| Si è ipotizzato di sfruttare tutte le potenzialità di ogni singolo settore; il risparmio complessivo ed i singoli pesi sono stati calcolati di conseguenza. | | | |
| settore | peso | contributo % di settore | emissioni CO ₂ -eq evitate (ton) |
| fonti rinnovabili | 0,28 | 100% | 82.640 |
| trasporti | 0,54 | 100% | 155.465 |
| risparmio energetico | 0,18 | 100% | 52.171 |
| | | | 290.272 |
| Scenario 4 - Obiettivo Patto dei Sindaci | | | |
| Sono state considerate la totalità delle azioni legate al risparmio energetico previste, pari al 100% del rispettivo potenziale, poiché derivano da strumenti già attualmente cogenti. Al settore fonti rinnovabili è stato affidato uno sviluppo pari a tutta la relativa potenzialità, fatta eccezione per la realizzazione del termovalorizzatore. Ai trasporti è demandata la copertura della restante quota parte. | | | |
| settore | peso | contributo % di settore | emissioni CO ₂ -eq evitate (ton) |
| fonti rinnovabili | 0,23 | 60% | 50.019 |
| trasporti | 0,53 | 74% | 115.524 |
| risparmio energetico | 0,24 | 100% | 52.171 |
| | | | 217.714 |

Si sottolinea che il raggiungimento dell'Obiettivo del Patto dei Sindaci, oltre a prevedere la realizzazione della totalità degli interventi di risparmio energetico e quelli relativi alle fonti rinnovabili (esclusa la termovalorizzazione dei rifiuti) e a considerare la quota parte di emissioni legata all'impianto di Pietrafitta, contempla anche la quasi completa attuazione delle azioni nel settore dei trasporti.

6. Conclusioni

Le stime e le analisi effettuate nell'ambito del presente aggiornamento del Piano Energetico ed Ambientale del Comune di Perugia fotografano un territorio che ha intrapreso un serio percorso orientato ad una maggiore sostenibilità nell'uso delle risorse energetiche. Proseguendo in questa direzione e mettendo in campo politiche energetiche ancora più incisive di quelle attuali, sarà possibile centrare o quantomeno avvicinarsi molto ai vari obiettivi che la normativa comunitaria e nazionale impongono.

In particolare:

- per quanto riguarda la penetrazione di fonti rinnovabili, l'obiettivo comunitario, recepito con il recente decreto sul *burden sharing*, prevede che il fabbisogno complessivo di energia al 2020 sia ricoperto da fonti rinnovabili per una quota pari al 13,7%. Ad oggi il territorio del Comune di Perugia è all'8,6%; mettendo in campo tutte le potenzialità di incremento ipotizzate nel presente Piano, si raggiungerebbe il 18%;
- per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di CO₂eq, il target imposto dalla Comunità europea (-13% delle emissioni rispetto al 2005, che corrisponde a circa – 33.000 t CO₂eq/anno al 2020 rispetto allo Scenario Business as usual, ossia senza interventi) sembra poter essere raggiunto senza particolari problemi; il Comune può pertanto andare oltre e, mettendo in campo azioni significative soprattutto nel settore dei trasporti e delle fonti rinnovabili, raggiungere una riduzione delle emissioni al 2020 stimabile al massimo in circa 290.000 t CO₂eq/anno.
- infine l'adesione al Patto dei Sindaci comporterebbe un impegno a ridurre le emissioni al 2020 di una quantità pari a circa 217.000 ton CO₂-eq/anno. Tale valore è inferiore al massimo potenziale raggiungibile nel territorio comunale, ma è evidente che richiede uno sforzo da parte dell'Amministrazione comunale e di tutti gli *stakeholders* coinvolti nel processo di pianificazione energetica e sviluppo sostenibile del territorio. Infatti, nel considerare che siano messe in campo tutte le possibili azioni che il territorio comunale è in grado di offrire (esclusa la termovalorizzazione dei rifiuti), si sono compresi interventi quali il Green Procurement e i biocarburanti nei trasporti, per i quali sono necessari interventi strutturali ed azioni incisive da parte delle autorità competenti a livello comunale, regionale e nazionale e si è considerato nel calcolo delle emissioni anche il contributo legato alla centrale termoelettrica di Pietrafitta, i cui servizi ricadono in parte nel territorio comunale.