



COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE AMBIENTE E VERDE URBANO
Unità Intermedia Qualità Ambientale

Programma Energetico Comunale



Volume I

Relazione di Bilancio: Consumi ed Emissioni

(serie storiche 1997-2004)

Ottobre 2007

Sommario

| | |
|---|-----------|
| PREMESSA | 3 |
| Premessa metodologica | 3 |
| 1 BILANCIO ENERGETICO | 5 |
| 1.1 I consumi energetici comunali | 6 |
| 1.1.1 Analisi per vettori energetici | 8 |
| 1.1.2 Analisi per macrosettori | 34 |
| 1.2 Produzione di energia elettrica sul territorio comunale di Bologna | 42 |
| 2 BILANCIO DELLE EMISSIONI CLIMALTERANTI | 46 |
| 2.1 Metodologia di calcolo delle emissioni | 48 |
| 2.1.1 Fattori di emissione per gli usi elettrici..... | 49 |
| 2.1.2 Emissioni e produzione elettrica locale | 53 |
| 3 ALLEGATI | 54 |

PREMESSA

La decisione del Comune di Bologna di aggiornare il proprio bilancio energetico e delle emissioni climalteranti, che rappresenta il primo tassello per la redazione del Programma Energetico Comunale, nasce dall'esigenza di dare una risposta adeguata da parte dell'Amministrazione a un contesto di modifica normativa del settore Energia, di forte attenzione al contenimento delle emissioni (Protocollo di Kyoto) e di assegnazione alla variabile energia di un ruolo strategico nella programmazione territoriale ed urbanistica (LR 26/04 dell'Emilia-Romagna)¹

Il lavoro di aggiornamento dei dati di bilancio energetico e delle emissioni ha preso le mosse dalle esperienze precedenti effettuate dal Comune, nel 1991 aderendo volontariamente al progetto "Urban CO2 Reduction" patrocinato dall'ICLEI e nel 1999 con Il Piano Energetico Comunale, in osservanza della L. 10/91 (per i Comuni con più di 50.000 abitanti).

L'aggiornamento dei bilanci si è basato sui dati raccolti fino al 2004 (al momento dell'inizio del lavoro, fine 2005, non erano disponibili dati su anni successivi).

Premessa metodologica

Nel corso delle analisi effettuate per aggiornare al 2004 il bilancio energetico e delle emissioni climalteranti del Comune di Bologna, si sono riscontrate alcune incongruenze con i dati riportati nel Piano energetico Comunale redatto nel 1999 (PEC 1999)² sulla serie storica di dati 1985-1997 che hanno richiesto approfondimenti sulle fonti di dati e sulle metodologie di calcolo adottate, portando a riscontrare da un lato l'assenza di diversi dati-sorgente del PEC 1999 (che non consente quindi di ricostruire la metodologia di calcolo adottata), dall'altro evidenziando alcune inadeguatezze sugli aspetti metodologici di ricostruzione dei bilanci.

E' bene in questa sede segnalare alcune delle problematiche riscontrate, in modo da comprendere la scelta adottata nel seguito del lavoro:

- i Gradi Giorno adoperati nella destagionalizzazione dei consumi termici di gas e gasolio sulla serie storica 1985-1997 sono risultati incongruenti con quelli forniti da Hera per gli anni 1998-2004, in quanto calcolati rispetto a 18°C ambiente e non rispetto ai 20°C come quelli forniti correttamente da Hera
- il bilancio energetico del vettore elettrico include la produzione elettrica locale (su territorio bolognese) da impianti di cogenerazione, non distinguendola esplicitamente dagli usi elettrici finali
- la stima dei consumi dei prodotti petroliferi (gasolio, olio combustibile, GPL) per i diversi settori merceologici non consegue da una metodologia di calcolo esplicita e riproducibile
- la stima delle quote di usi termici assegnate a gasolio o GPL non consegue da una metodologia di calcolo esplicita e riproducibile (si fa riferimento a dati di censimento ISTAT che non sono stati riportati nella relazione finale e non sono stati individuati nei file di dati consegnati al Comune)

¹ Nello stesso periodo il Comune di Bologna ha intrapreso il percorso di definizione del Piano Strutturale Comunale, la nuova modalità di piano regolatore definita dalla L.R. 20 del 2000

² Nel 1995 il Consiglio Comunale approvò la deliberazione (O.d.g. n. 46 del 22/2/1995 P.G. n. 12115/95) che definiva le strategie di riduzione delle emissioni di anidride carbonica (progetto Urban CO2 reduction) e che è stato poi aggiornato e approvato come vero e proprio Piano Energetico (O.d.G. 112/1999 P.G. n. 45401/1999)

- la detrazione dei consumi di metano delle centrali di cogenerazione e teleriscaldamento dai consumi complessivi di gas cittadini non è individuabile con chiarezza nei bilanci 1985-1999 (tale detrazione è necessaria per non conteggiare due volte la quota termica immessa come fluido termovettore e per non conteggiare la quota di gas adoperata per la produzione di elettricità, che rientra nell'analisi dell'offerta energetica e nel bilancio delle emissioni climalteranti)
- il bilancio delle emissioni si è basato sul metodo AIREs, che purtroppo non ha visto aggiornamenti da parte del Ministero dell'Ambiente dopo il 1999

Si è pertanto deciso di proseguire nel lavoro di aggiornamento dei bilanci, operando nel seguente modo:

- ricostruzione del bilancio energetico del 1997 per ricondurlo ad una omogeneità di metodo con le analisi effettuate sui dati 1998-2004
- separazione nelle analisi di bilancio tra ciò che è la domanda di energia (usi finali) e ciò che è l'offerta di energia (fornitura e produzione energetica), in modo specifico per il vettore elettrico
- ricostruzione del bilancio delle emissioni adoperando indici basati su coefficienti di emissione AIREs, riadattati, per i fattori di emissioni da kWh elettrico da mix nazionale, attraverso dati APAT e, per le emissioni da rifiuti, attraverso analisi delle emissioni eseguite da Hera sui propri impianti
- indicazione, per le diverse analisi effettuate, della metodologia di stima/calcolo adottata e dei dati sorgente, con relativa fonte
- raccordo tra le serie temporali di consumo 1990-1997 del PEC 99 con la serie 1997-2004, eseguendo una traslazione delle serie 1990-1997 per ciascun vettore energetico fino a far coincidere il dato 1997 con quello calcolato in questo aggiornamento del bilancio

Tale approccio ha comportato la correzione del dato di consumo e di emissioni al 1997 rispetto a quanto indicato nel PEC del 1999. Si sono eseguite peraltro alcune variazioni sui consumi e sulle emissioni al 1990, giacché è plausibile che anche alcuni di questi dati richiedano una revisione³.

Le analisi di bilancio si sono basate dove possibile su ricostruzioni bottom-up, ovvero utilizzando dati puntuali di censimento e di consumo di edifici, caldaie, utenze. Ai fini di tali operazioni sono stati estremamente preziosi sia il censimento dell'urbanizzato comunale (che fornisce mappe georeferenziate di ogni edificio, con una indicazione di superfici, perimetri, altezze, volumi, epoca costruttiva), sia i database delle utenze di metano di Hera e i censimenti delle caldaie a gasolio e a gas effettuati dal Comune su circa il 60% delle utenze bolognesi.

L'analisi territoriale dei consumi e delle emissioni è presentata successivamente (Volume II) e rappresenta la fotografia al 2004 dei consumi comunali necessaria ad individuare le criticità energetico-ambientali e i bacini energetici urbani (BEU).

³ La destagionalizzazione dei consumi termici non coinvolge l'anno 1990, poiché proprio tale anno è preso come riferimento. Possibili revisioni deriverebbero pertanto o dall'inclusione della produzione elettrica da cogenerazione o dalla mancata detrazione dei consumi di centrali di cogenerazione/TLR. Al 1990, comunque, la produzione da cogenerazione/TLR era quantitativamente limitata rispetto ad oggi.

1 BILANCIO ENERGETICO

In questo Capitolo illustriamo la serie storica dei consumi energetici dal 1997 al 2004 ripartiti sia per vettori energetici che per macro-settori di utilizzo.

Rispetto al PEC del 1999 si è mantenuta la ripartizione dei settori in Residenziale, Industria e Agricoltura (Attività produttive), Terziario e Trasporti. In quanto ai vettori energetici si è preferito specificare la ripartizione del fluido termovettore in base al combustibile adoperato (gas naturale, olio combustibile, rifiuti), aggiungendo pertanto la voce di termovalorizzazione dei rifiuti.

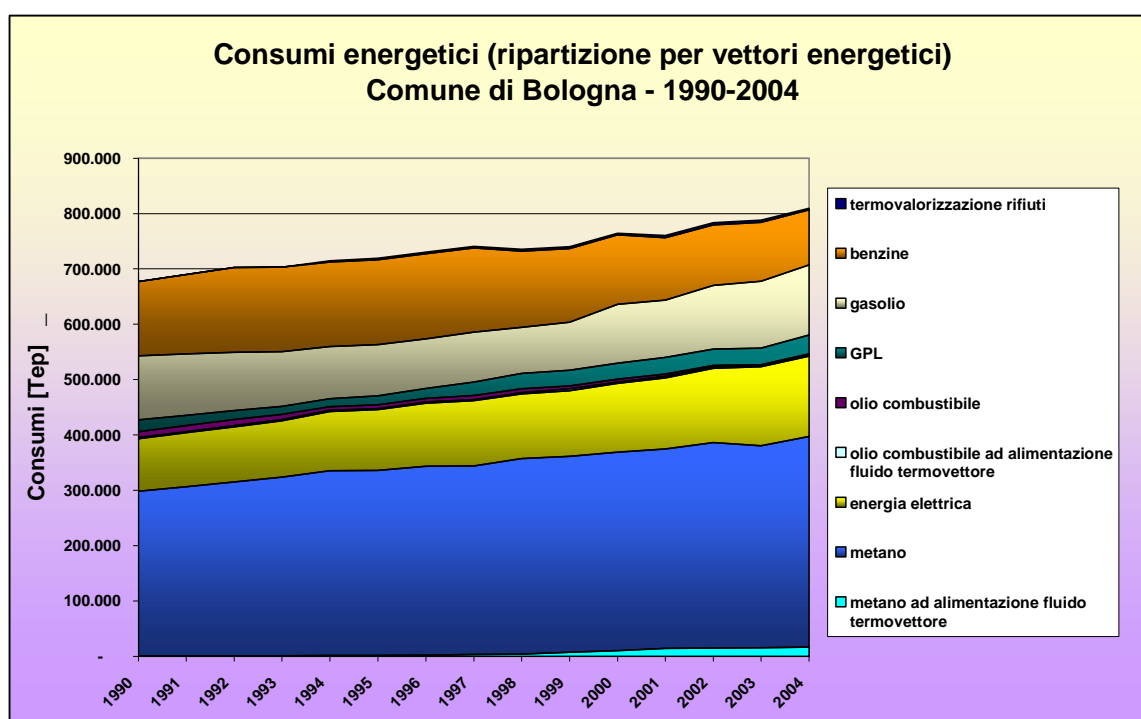
Per ragioni di completezza e di raccordo tra il presente lavoro e il PEC del 1999 verranno mostrate anche le serie storiche dal 1990 dei consumi complessivi, ripartiti però solo per vettori energetici e non per settori (l'analisi settoriale per i dati antecedenti al 1997 ha messo in evidenza discrepanze nelle stime eseguite nel corso di questo lavoro e di quello del PEC 1999, relativamente al peso assegnato ad alcuni vettori energetici, soprattutto per quanto riguarda i prodotti petroliferi).

Nella sezione seguente sono riportati i consumi per l'intero Comune di Bologna, i consumi per settori e i consumi per vettori. Nelle sezioni successive vengono riportati i consumi per ogni macro-settore a partire dalle quantità fisiche effettivamente richieste per i diversi vettori energetici.

1.1 I consumi energetici comunali

Nel grafico seguente viene illustrata l'evoluzione dei consumi del Comune di Bologna a partire dal 1990. Come detto precedentemente è stata eseguita una "saldatura" dei consumi della serie 1990-1997 (elaborata nel PEC redatto nel 1999) con quelli della serie 1997-2004⁴.

I consumi dei diversi vettori energetici sono stati tradotti in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (tep), convertendo le quantità fisiche dei combustibili erogati nel relativo contenuto energetico, adoperando il potere calorifico inferiore (p.c.i.) di ciascun vettore. Nel caso dei prodotti petroliferi le fonti di dati indicano talvolta valori in litri (UTF) e talvolta in kg (bollettino petrolifero, Hera), per cui si è operata una conversione dei litri in kg. Nell'Allegato 1 sono indicati i fattori di conversione adoperati per i diversi combustibili.



Il grafico evidenzia una crescita progressiva dei consumi energetici comunali, eccetto che per due leggere flessioni nel 1999 e nel 2001.

Tra il 1990 e il 2004 il totale dei consumi energetici bolognesi è aumentato del 19,6%.

Tra il 1997 e il 2004 la crescita è stata del 9,4%.

La voce più importante del bilancio è quella del gas metano, che ha registrato una crescita continua costante (28% tra 1990 e 2004), eccetto che per una leggera flessione nel 2003⁵.

La crescita degli usi elettrici è maggiormente significativa: 52% tra il 1990 e il 2004.

Rilevanti appaiono le quote consumate di gasolio e benzina, in buona parte da addebitare al macro settore dei Trasporti. Gli usi di benzina hanno evidenziato un decremento

⁴ La saldatura è stata eseguita ricalibrando la serie 1990-1997, in modo che i dati al 1997 coincidessero con quelli, sempre del 1997, calcolati sulla serie 1997-2004

⁵ Determinato probabilmente però da problemi di rilevazione dei dati di consumo, come spiegato oltre (Par 1.1.1)

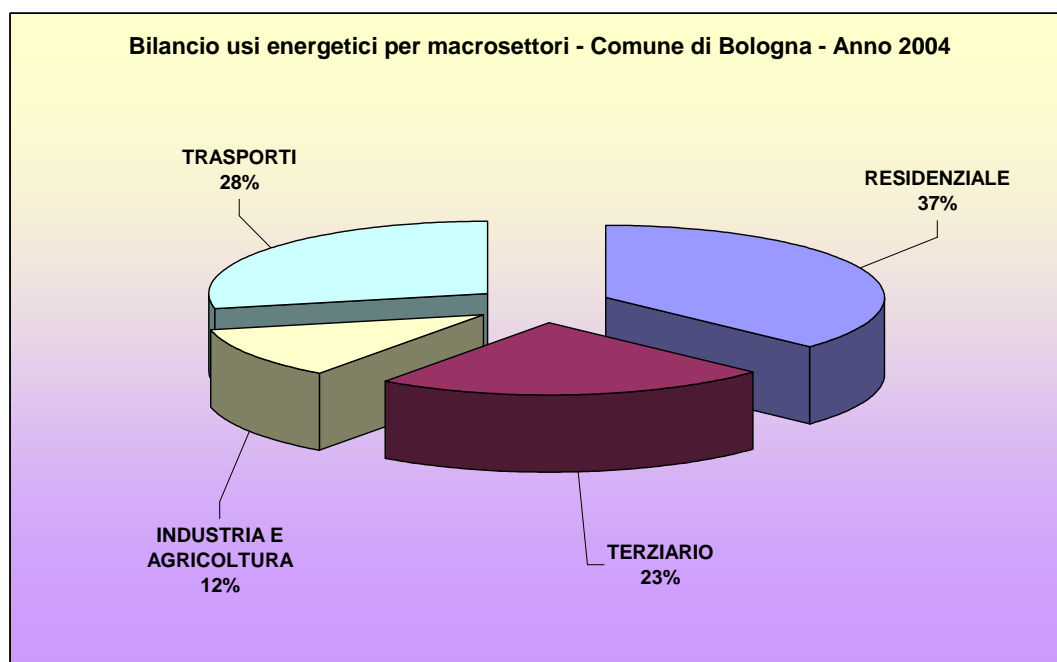
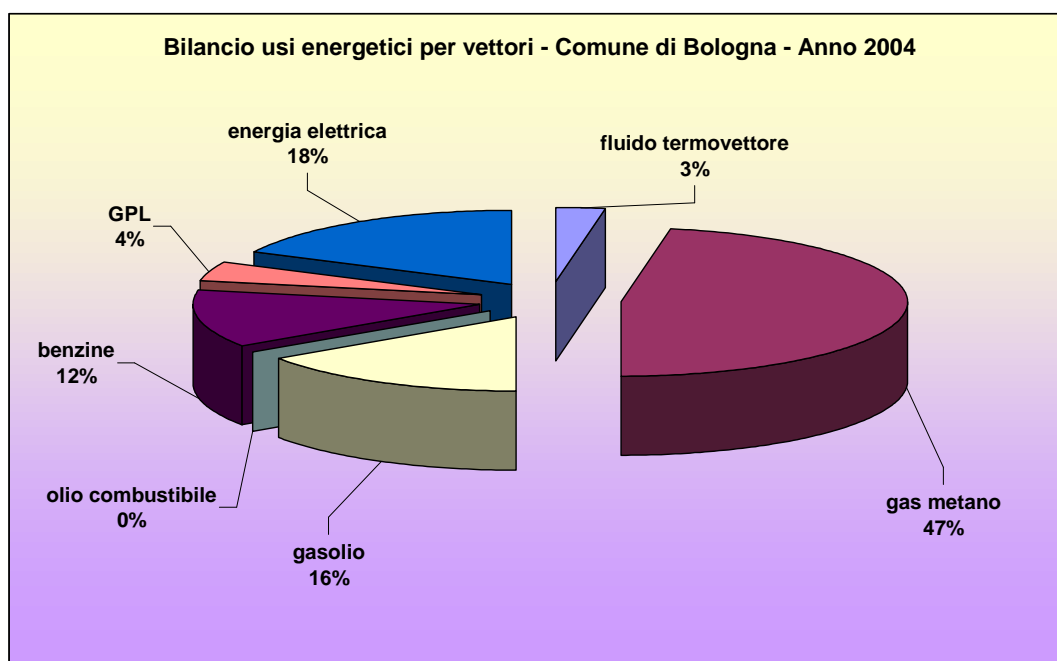
progressivo dalla metà degli anni '90 (-26% dal 1990 al 2004, -35% tra il 1997 e il 2004), a favore del gasolio (si è avuto in effetti un decremento negli acquisti di auto a benzina a favore delle auto diesel). Il gasolio ha visto una flessione dopo il 1992 per avere una ripresa dal 2000 (+9% tra 1990 e 2004, +40% tra 1997 e 2004).

La fotografia della ripartizione al 2004 degli usi energetici per vettori e per macrosettori è illustrata nei grafici successivi.

Si nota il ruolo predominante del gas metano, seguito da elettricità, gasolio e benzine.

Il fluido termovettore (ripartito fra centrali a gas o olio combustibile e termovalorizzazione), raggiunge un peso del 3%.

Il macrosettore a maggior peso è quello Residenziale (un 37%, inclusivo di riscaldamento degli edifici), seguito dai Trasporti e dal Terziario, mentre l'Industria-Agricoltura ha un ruolo di minor rilievo.



1.1.1 Analisi per vettori energetici

Nel seguito indichiamo per ogni vettore energetico le fonti dei dati e il metodo adottato per ricostruire le serie temporali. Presentiamo inoltre alcune interpretazioni sul significato dell'andamento delle serie temporali.

1.1.1.1 Gas metano

I dati di gas metano sono stati forniti da Hera Bologna, distributore di gas sul territorio comunale.

Alcuni utenti risultano essere direttamente forniti da SNAM (una decina in tutto): si tratta di grandi utenze industriali e di aziende di autotrasporto.

I dati forniti da Hera per il periodo 1997-2004 sono stati di due tipi: una tabella di sintesi (reperibili sul sito web del Comune di Bologna) e i database completi delle utenze servite (si tratta dei database delle quantità fatturate ai diversi utenti anno per anno, dal 1997 al 2004). Si tratta di due database, uno delle utenze ordinarie e uno delle utenze in deroga. Entrambi i database sono stati forniti da Hera per gli anni 1997-2004, consentendo una identificazione (in base al codice attività utente e al codice tariffario) della categoria di macro-settore di appartenenza dell'utenza.

Consumi di gas metano per i diversi usi e numero di utenze fatturate dal 1996 al 2004

| | | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Uso domestico | Consumi (m ³) | 10.669.000 | 10.010.000 | 9.880.275 | 9.775.616 | 9.254.000 | 9.115.775 | 8.849.039 | 9.013.288 | 8.806.096 |
| | Utenze fatturate (n.) | 76.674 | 76.766 | 76.983 | 77.037 | 77.451 | 77.816 | 77.926 | 78.339 | 78.766 |
| Riscaldamento | Consumi (m ³) | 259.529.000 | 236.923.000 | 245.189.865 | 250.624.703 | 235.088.000 | 248.482.564 | 238.020.319 | 254.553.658 | 254.564.215 |
| | Utenze fatturate (n.) | 112.416 | 113.681 | 114.674 | 115.719 | 116.724 | 118.096 | 119.075 | 120.510 | 121.797 |
| | - Individuale Consumi (m ³) | 143.748.000 | 131.904.000 | 137.560.010 | 139.370.703 | 130.973.000 | 138.814.174 | 132.238.993 | 149.897.486 | 143.020.530 |
| | Utenze fatturate (n.) | 109.412 | 110.687 | 111.645 | 112.746 | 113.625 | 114.916 | 115.957 | 117.509 | 118.387 |
| - Centralizzato Consumi (m ³) | 115.781.000 | 105.019.000 | 107.629.855 | 111.254.000 | 104.115.000 | 109.668.390 | 105.781.326 | 104.656.172 | 111.543.685 | |
| Utenze fatturate (n.) | 3.004 | 2.994 | 3.029 | 2.973 | 3.099 | 3.180 | 3.118 | 3.001 | 3.410 | |
| Altri usi | Consumi (m ³) | 135.569.000 | 121.927.653 | 127.169.941 | 122.672.424 | 118.221.752 | 129.809.121 | 126.891.144 | 141.123.111 | 149.713.174 |
| | Utenze fatturate (n.) | 12.537 | 12.547 | 12.619 | 12.573 | 12.421 | 12.407 | 12.422 | 12.587 | 12.373 |
| Totali | Consumi (m³) | 405.767.000 | 368.860.653 | 382.240.081 | 383.072.743 | 362.563.752 | 387.407.460 | 373.760.502 | 404.690.057 | 413.083.485 |
| | Utenze fatturate (n.) | 201.627 | 202.994 | 204.276 | 205.329 | 206.596 | 208.319 | 209.423 | 211.436 | 212.936 |
| Autoconsumi per prod. energ. elettr. e usi tecnologici vari Consumi (m ³) | | | | | 20.105.675 | 20.972.646 | 19.870.200 | 20.695.344 | 28.562.479 | 27.251.858 |
| Totale generale Consumi (m³) | | 405.767.000 | 368.860.653 | 382.240.081 | 403.178.418 | 383.536.398 | 407.277.660 | 394.455.846 | 433.252.536 | 440.335.343 |

Fonte: Seabo S.p.A.; dal 01/11/2002 Hera S.p.A. - Holding Energia Risorse Ambiente

Come si nota dalla tabella, i dati sono ripartiti seguendo la ripartizione tariffaria T1 (uso cucina e acqua calda sanitaria), T2 (uso riscaldamento autonomo + cucina e ACS) e T3/T4 (altre utenze). La voce "riscaldamento centralizzato" è estratta dai T3 e comprende gli usi di gas per riscaldamento di condomini. Le prime tre voci presenti in tabella coprono, pertanto, tutti gli usi del settore Residenziale.

La voce "Altri Usi" non è invece suddivisa per settore di appartenenza dell'utenza (Agricoltura, Industria, Terziario). Una ripartizione adeguata degli "Altri Usi" è stata possibile utilizzando i database delle utenze forniti da Hera: Per ragioni di semplicità di interrogazione del database degli utenti ordinari, si è proceduto prima all'identificazione delle utenze del settore agricolo e industriale, mentre quelle del settore Terziario sono state ottenute per differenza dal totale dei consumi⁶.

⁶ Nell'Allegato 2 sono indicati i valori dei codici tariffari e di attività che sono stati utilizzati per suddividere le utenze tra Industria, Agricoltura e Artigianato. Si riporta, inoltre, la lista di codici Attività e come sono stati assegnati ai diversi macro-settori.

Alcune incongruenze sui dati si sono riscontrate nell'interrogazione dei database Hera per il 2004⁷. Tale situazione ha costretto a richieste indirizzate ad Hera di controllo della precisione dei dati forniti, determinando un notevole allungamento dei tempi di esecuzione del lavoro. A seguito di ripetuti incontri e scambi di email con Hera si è riscontrato che le imprecisioni sui dati sono derivate principalmente da una situazione contingente di conversione del sistema di informatizzazione dei dati e dal processo della liberalizzazione del mercato del gas, che ha visto proprio nel corso del 2004 parecchi utenti (inclusi gli utenti domestici T1), precedentemente forniti da Hera, passare ad altri fornitori (Edison, EnelGas, Eni Gas & Power). La situazione si è risolta nel mese di maggio 2006, con la consegna da parte di Hera di altri due database, relativi a utenti non precedentemente inclusi (utenze condominiali e utenti passati ad altro fornitore), ed all'aggiornamento del database delle utenze in deroga.

L'osservazione che i dati Hera contenessero imprecisioni per la specifica situazione del 2004 ha indotto a riflettere se il calo di consumi osservato nel 2003 (vedi serie temporale descritta alla sezione 2.1) non sia in verità dovuto a un fenomeno già in atto di utenze passate ad altro fornitore e non registrate adeguatamente da Hera distribuzione. Il tipo di utenze che potevano già al 2003 passare ad altro fornitore erano grosse utenze del terziario o condomini, contattati tramite gli amministratori dai commerciali della altre aziende concorrenti di Hera. In effetti, osservando la tabella dei dati gas mostrata precedentemente, si nota che al 2003 si ha un calo di utenze e consumi proprio per la voce "Riscaldamento Centralizzato", valore che risale di oltre 400 unità e 7 milioni di metri cubi nel 2004. Tale dubbio è stato peraltro confermato dal controllo incrociato a campione eseguito sulle utenze "Switch" (ovvero passate ad altro fornitore) e le utenze ordinarie del database Hera: alcune utenze "Switch" vedono nel database Hera una chiusura del contratto già nel 2002 o 2003, con, quindi, un azzeramento dei propri consumi nel database Hera già nel 2003. I tempi stretti di consegna di tale lavoro non hanno consentito, ad oggi, di verificare con Hera se effettivamente il consumo dei suddetti condomini non sia stato adeguatamente conteggiato per il 2003.

Un'altra voce che è risultata di difficile ricostruzione e ripartizione è stata quella degli "Autoconsumi". Si tratta di consumi di gas metano che Hera ha sui propri edifici o impianti. Pertanto tali consumi includono sia il riscaldamento della sede Hera (e di altri edifici ad uso residenziale a gestione diretta di Hera), sia gli usi di gas, ben più importanti, per le centrali di cogenerazione e di teleriscaldamento di proprietà Hera su Bologna.

Hera ha fornito in modo dettagliato lo spaccato dei propri autoconsumi solo sul 2004. Per gli anni precedenti, si sono potuti recuperare dati, più o meno parziali, attraverso le pubblicazioni dei Bilanci di Sostenibilità (dove si hanno tuttavia dati cumulativi di consumo e, da quando Seabo è divenuta Hera nel 2002, i dati si riferiscono anche ad impianti al di fuori del Comune di Bologna) o attraverso i dati forniti da Seabo (e, dopo il 2002, Hera SpA) per i Rapporti sullo stato dell'Ambiente (RSA) del Comune di Bologna.

L'importanza di ricostruire in dettaglio gli autoconsumi di Hera per gli anni precedenti al 2004 risiede nel riuscire ad assegnare in modo attendibile le quote di consumo di gas da addebitare al fluido termovettore (che è stata mantenuta intenzionalmente separata dagli altri vettori energetici, al fine di illustrare il peso che la produzione termica per le reti di teleriscaldamento o da impianti di cogenerazione hanno a livello cittadino), nonché evitare di conteggiare due volte i consumi di gas destinati al teleriscaldamento o alla produzione di energia elettrica da cogenerazione.

⁷ Le incongruenze sono state di due tipi: errori evidenti nei valori di consumo di diversi utenti (circa 80) ed incompletezza del numero di utenti. Entrambe le incongruenze sono sorte a seguito di estrazioni e verifiche compiute sui dati tra i consumi delle serie storiche delle diverse utenze e a seguito dei confronti tra i consumi indicati da Hera nella tabella di sintesi e i totali ottenuti dall'interrogazione dei due database.

Va notato che la voce di “Autoconsumi” viene esplicitamente indicata da Hera nella tabella di sintesi dei consumi solo a partire dal 1999. Non è chiaro se tale voce non sia comunque presente, eventualmente parzialmente, nei consumi degli anni precedenti. Fra le utenze in deroga risulta, tra il 1997 e il 1999, l'impianto di cogenerazione Barca, poi divenuto Cogen-Barca a gestione Hera, ma i consumi della sede Hera di v.le Berti Pichat e dell'Università non risultano né nel database utenze ordinarie né in quello delle deroghe. Non è peraltro possibile sapere se il consumo della sede Hera è stato conteggiato nella tabella di sintesi tra “Altri Usi” nel 1997 e 1998.

Dai consumi del terziario sono stati detratti i consumi destinati alla cogenerazione per impianti non di proprietà Hera, ma a fornitura Hera (ovverosia il cogeneratore dell'Ospedale Rizzoli, l'impianto di cogenerazione della Fiera e il cogeneratore degli Istituti Aldini-Valeriani negli anni precedenti al 2004, anno in cui l'impianto è entrato in gestione Hera). Sono invece stati conteggiati nel totale dei consumi gas le caldaie di integrazione e/o soccorso dei predetti impianti, giacché tali impianti non vanno ad alimentare vere e proprie reti di teleriscaldamento cittadino (tali usi termici non sono quindi stati separati nella voce “fluido termovettore”).

Negli anni 1997-1999 anche i consumi dell'impianto Cogen-Barca sono stati sottratti dal totale dei consumi del settore Terziario, poiché risultano infatti per questi anni registrati fra le deroghe.

Per quanto riguarda i consumi SNAM, si è potuto raccogliere dati certi solo per il 1997, mentre si è dovuto procedere a una stima dei consumi per gli anni successivi, giacché SNAM non fornisce più direttamente dati di consumo dei propri utenti. La stima dei consumi è stata effettuata partendo dai dati di capacità conferita, ovvero il numero massimo di m³ di gas giornalieri forniti in un mese. Assumendo un utilizzo di tale capacità per 22 giorni al mese (5 giorni e mezzo alla settimana) e sommando sui mesi dell'anno si ottiene una stima dei consumi dell'utente, con tutti gli errori ammissibili del caso⁸.

I dati calcolati con tale metodo hanno portato a una stima dei consumi intorno ai 28 milioni di m³ di gas. Tale dato sembra pienamente in linea con quello del 1997 (circa 25 milioni di m³ di gas), considerato che il numero di aziende fornite da SNAM non è variato negli anni. Per gli anni tra il 1997 e il 2002 si è effettuata una semplice linearizzazione dei consumi.

Un passaggio delicato nella ricostruzione dei consumi di gas è stata la destagionalizzazione⁹. A seconda dell'andamento delle temperature di una data stagione invernale si osservano oscillazioni nei consumi degli utenti. L'eseguire la destagionalizzazione, ovvero riportare i consumi a un anno di riferimento (il 1990, anno a cui riferire le emissioni climalteranti del protocollo di Kyoto), consente di dare una interpretazione coerente dei dati stessi.

Come indicato in Premessa, un elemento di incoerenza tra il PEC del 1999 e il presente aggiornamento è stato riconosciuto nel momento in cui ci si è accorti che i GG utilizzati nelle valutazioni del PEC 1999 facevano riferimento ai 18°C da garantire nell'ambiente riscaldato, il che porta a GG del tutto diversi da quelli che si stavano adoperando per le

⁸ SNAM pubblica sul proprio sito web i dati di capacità conferita su tutte le proprie utenze, ripartite su territorio comunale, a partire dal 2001. I dati precedenti non sono disponibili. In ogni caso anche i dati del 2001 e fino al 3° quadrimestre del 2002 non contengono il dato di capacità conferita, impedendo ogni stima dei consumi.

⁹ Il consumo per riscaldamento giornaliero è dipendente in modo lineare dalla differenza di temperatura media tra ambiente esterno e interno e dal numero di giorni di accensione degli impianti. Delta di temperatura e numero di giorni di riscaldamento vengono riassunti nella grandezza gradi giorno (GG). I gradi giorno sono la somma delle differenze di temperatura giornaliera tra ambiente interno (20°C) e la temperatura media esterna (variabile), nel periodo di accensione del riscaldamento (per Bologna dal 15 ottobre al 15 aprile, 183 giorni).

serie 1997-2004. I GG corretti (calcolati dai dati meteo della stazione di Borgo Panigale) sono indicati nella seguente tabella, che è ottenuta considerando il periodo di riscaldamento tra 15 ottobre e 27 aprile (in modo da tenere conto di eventuali periodi di proroghe di accensione degli impianti a causa della stagione ancora fredda).

Gradi Giorno (GG) della città di Bologna – dati meteo della stazione di Borgo Panigale – serie storica 1990-2004

| Anno | GG |
|------|------|
| 1990 | 2421 |
| 1991 | 2704 |
| 1992 | 2447 |
| 1993 | 2522 |
| 1994 | 2288 |
| 1995 | 2433 |
| 1996 | 2446 |
| 1997 | 2242 |
| 1998 | 2247 |
| 1999 | 2289 |
| 2000 | 2083 |
| 2001 | 2229 |
| 2002 | 2026 |
| 2003 | 2345 |
| 2004 | 2246 |

I consumi su cui si è proceduto alla destagionalizzazione sono quelli sicuramente destinati al riscaldamento ambienti e pertanto, le utenze T2 degli impianti autonomi e le utenze T3 degli impianti centralizzati.

Prima di procedere alla destagionalizzazione si è effettuato un controllo di correlazione statistica tra i GG e il consumo per utente medio T2 e utente medio T3 centralizzato. La verifica ha dato come risultati un coefficiente di 0,97 per i T2 e 0,69 per i T3 centralizzati. In coefficiente di correlazione inferiore registrato per gli impianti centralizzati (T3) può essere eventualmente dovuto alle disomogeneità degli utenti in questa categoria¹⁰, ma potrebbe segnalare anche la possibile parziale efficacia di sistemi di regolazione del funzionamento degli impianti centralizzati in base alle temperature esterna e interna (¹¹).

Non si è effettuata destagionalizzazione dei consumi delle utenze terziarie e industriali, non avendo modo di definire quanto dei consumi siano destinati effettivamente al riscaldamento ambienti.

I consumi destagionalizzati sono presentati nella seguente tabella, mentre nella tabella successiva si illustrano i consumi, in tep, per i diversi settori.

Il grafico illustra i consumi complessivi destagionalizzati.

¹⁰ Se in un dato anno un nuovo condominio viene acquisito come utenza, il suo consumo non è necessariamente dello stesso ordine di grandezza di quello degli altri condomini: se in un anno vengono acquisite dieci o venti nuove utenze, l'incremento di consumo può squilibrare la media dell'anno precedente, facendo perdere correlazione con i GG

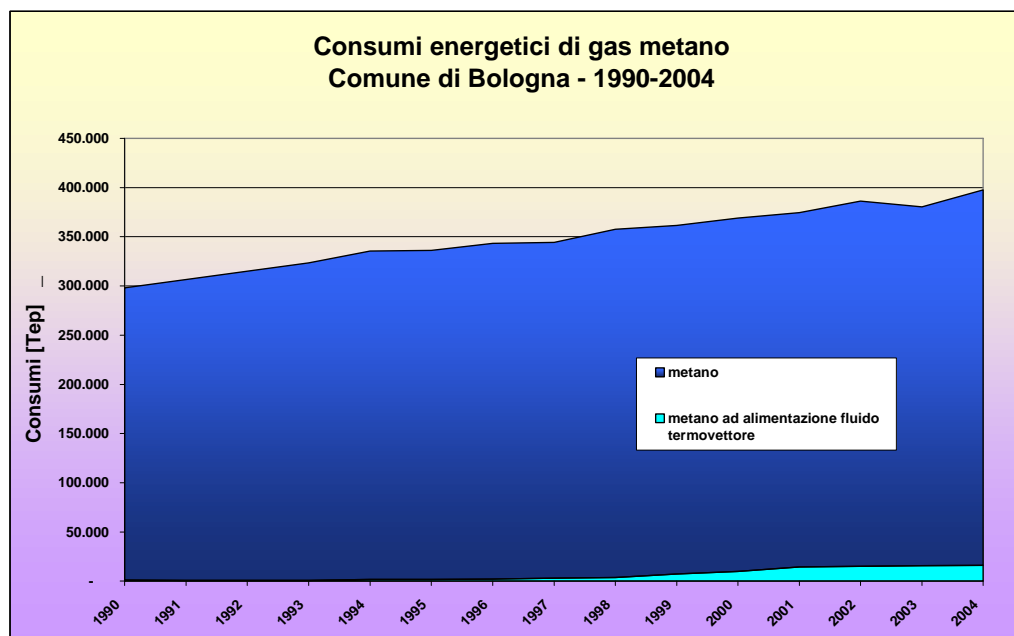
¹¹ L'utente di un impianto autonomo è più sensibile all'accensione e spegnimento del proprio impianto in base alla personale sensazione di caldo o freddo, mentre un impianto centralizzato spesso è tarato per non far patire il freddo a nessuna utenza (inclusi i piani terra e gli ultimi piani), per cui in alcuni casi può essere mantenuto acceso anche se le temperature esterne e interne di molti appartamenti non lo richiederebbero

Comune di Bologna - Consumi di gas destagionalizzati [m³] (1997-2004)

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| UTENTI T2 / RISCALDAMENTO AUTONOMO | 142.464.299 | 148.237.203 | 147.385.390 | 152.231.968 | 150.784.650 | 158.019.899 | 154.744.703 | 153.790.374 |
| RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO | 113.426.873 | 115.983.916 | 117.651.801 | 121.014.494 | 119.125.514 | 126.404.127 | 108.040.426 | 122.054.645 |

Comune di Bologna - Consumi di gas [tep] per i diversi macro-settori (1997-2004)

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Residenziale | 219.368 | 226.134 | 226.721 | 233.063 | 230.196 | 241.950 | 224.234 | 234.868 |
| Industria e Agricoltura | 44.209 | 46.619 | 48.143 | 48.678 | 51.986 | 48.912 | 53.274 | 51.051 |
| Terziario | 68.846 | 72.803 | 72.071 | 69.437 | 69.379 | 71.842 | 79.298 | 87.036 |
| Trasporti | 8.800 | 8.012 | 7.224 | 7.797 | 8.609 | 8.479 | 7.747 | 8.385 |



Un discorso a parte meritano i consumi di gas metano per i Trasporti, che vengono contabilizzati a livello provinciale dall'UTF e non risultano tra le forniture di gas Hera o SNAM. Di questo si parlerà più diffusamente nella sezione dedicata ai Trasporti.

I dati mostrano il peso fondamentale del settore residenziale nei consumi di gas (60,7% al 2004), che è andato comunque aumentando tra il 1997 e il 2004. Questo è dovuto sia a una parziale sostituzione del riscaldamento a gasolio con il gas (che ha avuto tuttavia una battuta d'arresto dopo il 2000 –vedi paragrafo 2.1.3-), sia alla realizzazione di nuove unità abitative (circa 4000 realizzate tra gli anni '90 e oggi).

I dati mostrano il peso notevole nel riscaldamento cittadino delle caldaie (utenti T2), su cui poco sembra aver inciso il passaggio a teleriscaldamento (il numero utenti e i consumi sono aumentati tra il 1997 e il 2004).

I dati del centralizzato al 2003 destagionalizzati, confrontati con il 2002 e il 2004, confermano l'osservazione espressa precedentemente che già al 2003 diverse utenze condominiali fossero passate ad altro fornitore di gas, senza che ne venisse registrato il nuovo consumo.

L'Industria e l'agricoltura hanno visto una sostanziale stabilizzazione dei consumi, abbastanza comprensibile, considerata la riduzione delle attività produttive sul territorio comunale.

Il Terziario ha invece visto una fluttuazione dei consumi e una crescita importante (25%) tra il 2000 e il 2004.

1.1.1.2 Energia elettrica

I dati di consumo elettrico sul territorio comunale di Bologna sono stati forniti da ENEL Distribuzione, ma soltanto in forma aggregata (ENEL non ha fornito il database delle proprie utenze).

L'impossibilità di consultare un database completo delle utenze elettriche ha impedito la georeferenziazione dei consumi, la ripartizione dei consumi per classi merceologiche (ripartizione che si era potuta eseguire sui dati del PEC 1999) e la verifica dei consumi di utenze specifiche. In particolare, non è chiaro se gli autoconsumi elettrici degli impianti di cogenerazione siano stati contabilizzati correttamente: giacché Hera pubblica i dati di energia elettrica utile (al netto degli autoconsumi), se gli autoconsumi risultassero anche tra le voci di consumo delle utenze terziarie di ENEL Distribuzione, si avrebbe una lettura erronea della produzione di elettricità, che dovrebbe quindi essere indicata al lordo dei consumi interni degli impianti.

Nelle tabelle seguenti riportiamo i dati che sono stati forniti da Enel Distribuzione. Si tratta di due tabelle: la prima, pubblicata anche sul sito Web del Comune di Bologna, mostra la serie storica (dal 1991 in avanti) dell'elettricità fatturata (nonché del numero utenti), ripartita tra usi di Illuminazione Pubblica, usi Domestici (esclusi Servizi Generali Edifici) e Altri Usi; la seconda tabella mostra una ripartizione per macro-settori (eccezion fatta per i Trasporti, che risultano essere una sottovoce degli usi del Terziario) sul periodo 1998-2004. Nella seconda tabella i consumi Domestici includono la voce dei Servizi Generali Edifici (ascensori, illuminazione scale e cantine ed illuminazione notturna esterna).

Energia elettrica fatturata e numero utenti a Bologna

dal 1991 al 2004

| Anni | Illuminazione pubblica | | Usi domestici | | Usi diversi dalle abitazioni | | Totali | |
|----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Numero Utenti | Energia (MWh) | Numero Utenti | Energia (MWh) | Numero Utenti | Energia (MWh) | Numero Utenti | Energia (MWh) |
| 1991 | 229 | 27.623 | 187.626 | 357.913 | 54.274 | 784.219 | 242.129 | 1.169.755 |
| 1992 | 227 | 28.447 | 187.677 | 357.390 | 54.020 | 795.128 | 241.924 | 1.180.965 |
| 1993 | 225 | 27.736 | 188.412 | 362.371 | 53.657 | 814.261 | 242.294 | 1.204.368 |
| 1994 | 223 | 27.762 | 188.601 | 370.436 | 53.634 | 855.410 | 242.458 | 1.253.608 |
| 1995 | 223 | 27.910 | 189.097 | 379.357 | 53.348 | 880.818 | 242.668 | 1.288.085 |
| 1996 | 226 | 27.943 | 189.580 | 382.475 | 53.979 | 908.476 | 243.785 | 1.318.894 |
| 1997 | 232 | 29.008 | 190.849 | 389.271 | 54.303 | 948.757 | 245.384 | 1.367.036 |
| 1998 | 231 | 29.541 | 191.984 | 400.761 | 54.506 | 934.755 | 246.721 | 1.365.057 |
| 1999 | 233 | 29.979 | 193.556 | 403.902 | 54.993 | 951.322 | 248.782 | 1.385.203 |
| 2000 | 235 | 30.067 | 194.855 | 406.711 | 55.092 | 866.577 | 250.182 | 1.303.355 |
| 2001 | (1) 397 | 31.778 | 201.060 | 411.600 | 55.084 | 773.889 | 256.541 | 1.217.267 |
| 2002 (2) | 424 | 33.782 | 195.657 | 413.013 | 55.376 | 1.116.004 | 251.457 | 1.562.799 |
| 2003 | 445 | 34.927 | 201.741 | 427.545 | 57.005 | 1.204.958 | 259.191 | 1.667.430 |
| 2004 | 469 | 35.596 | 203.829 | 432.535 | 57.539 | 1.218.493 | 261.837 | 1.686.624 |

(1) In seguito alle modifiche tariffarie introdotte nel 2001, per le "isole illuminate" ogni utenza viene fatturata singolarmente e non più come gruppi di forniture.

(2) A partire dall'anno 2002 i valori fanno riferimento sia al "mercato libero" che a quello "vincolato", secondo la normativa introdotta dal Decreto Legislativo "Bersani" del 1999.

Fonte: Enel Distribuzione S.p.A. - Unità Territoriale Commerciale Emilia Romagna e Marche.

COMUNE DI BOLOGNA - CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA

DATI PER SETTORE DI ATTIVITA'

| Settore | Anno 1998 | Anno 1999 | Anno 2000 | Anno 2001 | Anno 2002 | Anno 2003 | Anno 2004 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AGRICOLTURA | 5.564 | 5.398 | 5.598 | 5.547 | 5.214 | 4.721 | 3.753 |
| DOMESTICO | 471.001 | 476.221 | 480.371 | 482.964 | 489.719 | 513.343 | 513.603 |
| INDUSTRIA | 221.647 | 216.767 | 164.617 | 124.735 | 265.290 | 281.658 | 278.958 |
| TERZIARIO | 666.845 | 686.817 | 652.769 | 604.022 | 802.576 | 867.708 | 890.311 |
| TOTALE | 1.365.057 | 1.385.203 | 1.303.355 | 1.217.268 | 1.562.799 | 1.667.430 | 1.686.625 |

* i dati sono espressi in MWh/anno

Come si osserva dai dati, i consumi elettrici sono cresciuti, eccetto che per gli anni 2000 e 2001. In verità, rispetto ai dati di tali anni, ENEL Distribuzione afferma che diversi consumi di clienti idonei (passati ad altra fornitura elettrica con la liberalizzazione del mercato energetico) non sono stati correttamente contabilizzati. A una verifica dei dati di consumo per settori, si conferma che il calo anomalo di consumi per gli anni 2000 e 2001 è registrato solo nei settori Terziario e Industria, confermando che nei due anni si sia perso il dato di consumo dei clienti idonei passati ad altro fornitore. Si è pertanto deciso, ai fini delle valutazioni di bilancio, di procedere a una correzione dei dati del 2000 e 2001, eseguendo una linearizzazione, adottando come riferimenti il 2002 e il 1999¹².

I dati corretti sono mostrati nella seguente tabella.

¹² Nel caso degli usi elettrici non ci si attende una forte dipendenza dei consumi dall'andamento delle temperature stagionali (come invece si ha per gli usi termici di gas), per cui la linearizzazione dei consumi ha senso.

Consumi di energia elettrica [MWh] – Comune di Bologna – anni 1998-2004 – dati corretti a causa della perdita di informazione di clienti idonei passati ad altro fornitore negli anni 2000 e 2001

| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| AGRICOLTURA | 5.564 | 5.398 | 5.598 | 5.547 | 5.214 | 4.721 | 3.753 |
| DOMESTICO | 471.001 | 476.221 | 480.371 | 482.964 | 489.719 | 513.343 | 513.603 |
| INDUSTRIA | 221.647 | 216.767 | 232.941 | 249.116 | 265.290 | 281.658 | 278.958 |
| TERZIARIO | 666.845 | 686.817 | 725.403 | 763.990 | 802.576 | 867.708 | 890.311 |

** i dati sono espressi in MWh/anno*

I consumi considerati nel bilancio finale, espressi in tep, sono indicati nella tabella successiva.

Consumi di energia elettrica [tep] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Residenziale | 39.600 | 40.499 | 40.948 | 41.304 | 41.527 | 42.108 | 44.140 | 44.162 |
| Industria e Agricoltura | 21.400 | 19.058 | 18.639 | 20.029 | 21.420 | 22.811 | 24.218 | 23.986 |
| Terziario | 56.452 | 57.239 | 58.925 | 62.223 | 65.536 | 68.861 | 74.461 | 76.410 |
| Trasporti | 10.555 | 10.285 | 10.015 | 10.923 | 13.538 | 12.197 | 11.815 | 13.160 |

Dai dati si osserva un incremento progressivo dei consumi elettrici, in misura particolare per gli usi domestici (+12% tra 1997 e 2004) e per quelli di Industria (+12% tra 1997 e 2004) e Terziario (+35% tra 1997 e 2004).

Non avendo a disposizione una ripartizione merceologica dei consumi a livello comunale per i settori Industria e Terziario, ai fini dell'interpretazione dell'aumento dei consumi può essere utile il confronto con i dati provinciali, qui di seguito indicati.

Consumi di energia elettrica [GWh] – Provincia di Bologna – Settori merceologici – anni 1996-2004

| Tipi Attività | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2. INDUSTRIA | 1.713,8 | 1.726,5 | 1.786,6 | 1.866,0 | 2.060,9 | 2.104,9 | 2.124,1 | 2.157,6 | 2.213,7 |
| 3. Manifatturiera di base | 556,0 | 536,4 | 552,4 | 575,8 | 650,2 | 668,7 | 668,6 | 660,7 | 669,5 |
| 4. Siderurgica | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 2,4 | 2,7 |
| 5. Metalli non Ferrosi | 8,3 | 8,7 | 9,9 | 10,4 | 10,8 | 10,3 | 9,0 | 9,1 | 9,9 |
| 6. Chimica | 92,8 | 97,5 | 102,5 | 119,9 | 166,3 | 155,7 | 156,5 | 158,0 | 162,5 |
| 7. - di cui fibre | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 8. Materiali da costruzione | 193,0 | 172,2 | 197,6 | 210,0 | 241,3 | 273,6 | 285,5 | 271,2 | 267,3 |
| 9. - estrazione da cava | 13,5 | 13,5 | 14,2 | 15,7 | 15,3 | 13,3 | 16,7 | 17,3 | 17,9 |
| 10. - ceramiche e vetrate | 146,7 | 125,7 | 149,8 | 160,0 | 185,8 | 212,2 | 226,5 | 215,5 | 200,8 |
| 11. - cemento, calce e gesso | 1,1 | 0,8 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 0,8 |
| 12. - laterizi | 28,0 | 28,9 | 30,0 | 30,2 | 33,6 | 38,9 | 38,1 | 31,7 | 42,4 |
| 13. - manufatti in cemento | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 4,1 | 3,9 |
| 14. - altre lavorazioni | 1,7 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 4,0 | 6,5 | 1,6 | 1,8 | 1,5 |
| 15. Cartaria | 259,5 | 255,7 | 240,1 | 233,1 | 230,0 | 227,3 | 216,0 | 220,0 | 227,2 |
| 16. - di cui carta e cartotecnica | 200,9 | 194,5 | 176,1 | 166,8 | 160,7 | 156,3 | 142,3 | 142,2 | 147,1 |
| 17. Manifatturiera non di base | 1.040,1 | 1.069,4 | 1.132,7 | 1.152,7 | 1.263,3 | 1.282,6 | 1.300,7 | 1.333,5 | 1.361,7 |
| 18. Alimentare | 200,0 | 191,1 | 206,8 | 202,5 | 197,6 | 190,6 | 219,3 | 214,9 | 211,6 |
| 19. Tessile, abbigl. e calzature | 48,2 | 49,8 | 50,8 | 49,0 | 49,7 | 46,6 | 49,6 | 51,5 | 50,6 |
| 20. - tessile | 21,8 | 23,4 | 23,2 | 22,0 | 22,2 | 19,7 | 23,7 | 24,9 | 24,3 |
| 21. - vestiario e abbigliamento | 19,7 | 19,2 | 20,2 | 19,9 | 20,8 | 20,2 | 19,6 | 19,7 | 19,4 |
| 22. - pelli e cuoio | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,6 |
| 23. - calzature | 4,8 | 5,1 | 5,1 | 5,1 | 5,0 | 4,9 | 4,7 | 5,1 | 5,4 |
| 24. Meccanica | 565,6 | 578,4 | 614,6 | 632,0 | 726,5 | 717,3 | 748,5 | 778,1 | 805,6 |
| 25. - di cui apparecch. elett. ed elettron. | 90,6 | 85,3 | 87,9 | 85,8 | 164,4 | 147,0 | 145,5 | 142,6 | 150,9 |
| 26. Mezzi di Trasporto | 43,1 | 46,1 | 47,8 | 48,7 | 50,6 | 53,6 | 48,2 | 51,5 | 50,7 |
| 27. - di cui mezzi di trasporto terrestri | 42,6 | 45,5 | 47,1 | 48,0 | 49,7 | 52,5 | 47,2 | 50,0 | 49,4 |
| 28. Lavoraz. Plastica e Gomma | 139,5 | 159,1 | 165,5 | 172,9 | 183,2 | 212,1 | 177,9 | 178,2 | 180,6 |
| 29. - di cui articoli in mat. plastiche | 126,7 | 145,3 | 152,2 | 161,7 | 171,8 | 201,5 | 168,4 | 167,5 | 169,1 |
| 30. Legno e Mobilio | 32,4 | 33,3 | 35,4 | 36,3 | 41,8 | 40,2 | 42,8 | 43,9 | 43,5 |
| 31. Altre Manifatturiere | 11,3 | 11,6 | 11,8 | 11,3 | 13,9 | 21,9 | 14,4 | 15,4 | 19,0 |
| 32. Costruzioni | 22,8 | 20,1 | 25,5 | 35,1 | 47,1 | 55,4 | 52,8 | 60,0 | 72,3 |
| 33. Energia ed acqua | 94,9 | 100,6 | 76,0 | 102,4 | 100,3 | 98,0 | 102,1 | 103,5 | 110,2 |
| 34. Estrazione Combustibili | 2,6 | 3,0 | 3,1 | 3,0 | 3,1 | 3,4 | 3,2 | 3,5 | 3,2 |
| 35. Raffinazione e Cokerie | 2,9 | 3,1 | 2,9 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,1 |
| 36. Elettricità e Gas | 26,2 | 24,6 | 22,0 | 22,7 | 21,5 | 18,6 | 22,3 | 24,4 | 28,5 |
| 37. Acquedotti | 63,2 | 69,9 | 48,0 | 74,9 | 74,1 | 74,2 | 74,7 | 73,4 | 76,5 |
| 38. TERZIARIO | 1.153,5 | 1.201,9 | 1.237,9 | 1.279,1 | 1.331,4 | 1.388,3 | 1.475,3 | 1.600,7 | 1.662,7 |
| 39. Servizi vendibili | 854,2 | 899,9 | 945,4 | 977,5 | 1.014,6 | 1.070,6 | 1.136,8 | 1.242,6 | 1.301,9 |
| 40. Trasporti | 45,3 | 51,8 | 58,6 | 64,0 | 73,2 | 81,9 | 92,4 | 97,6 | 99,1 |
| 41. Comunicazioni | 76,1 | 79,2 | 82,5 | 86,5 | 77,2 | 83,4 | 98,0 | 111,9 | 113,8 |
| 42. Commercio | 297,6 | 310,7 | 327,6 | 340,8 | 360,0 | 384,5 | 398,4 | 431,8 | 460,0 |
| 43. Alberghi, Ristoranti e Bar | 149,2 | 161,0 | 172,7 | 174,6 | 178,2 | 187,3 | 192,3 | 208,8 | 212,1 |
| 44. Credito ed assicurazioni | 67,1 | 65,5 | 66,0 | 64,5 | 64,1 | 63,9 | 60,0 | 66,3 | 67,3 |
| 45. Altri Servizi Vendibili | 218,9 | 231,7 | 238,0 | 247,1 | 261,9 | 269,4 | 295,7 | 326,1 | 349,6 |
| 46. Servizi non vendibili | 299,3 | 302,0 | 292,5 | 301,6 | 316,9 | 317,6 | 338,5 | 358,1 | 360,8 |
| 47. Pubblica amministrazione | 92,0 | 88,6 | 87,8 | 82,3 | 84,5 | 84,2 | 83,1 | 82,7 | 82,2 |
| 48. Illuminazione pubblica | 69,1 | 70,6 | 72,4 | 72,4 | 72,0 | 75,6 | 80,3 | 82,0 | 84,4 |
| 49. Altri Servizi non Vendibili | 138,2 | 142,8 | 132,3 | 146,9 | 160,4 | 157,7 | 175,1 | 193,5 | 194,2 |
| 50. DOMESTICO | 1.002,4 | 1.032,9 | 1.062,4 | 1.061,2 | 1.115,2 | 1.122,2 | 1.126,5 | 1.175,2 | 1.184,6 |
| 51. - di cui serv. gen. edifici | 108,8 | 116,9 | 115,5 | 116,4 | 122,9 | 122,9 | 128,0 | 136,5 | 134,4 |
| 52. TOTALE | 3.945,8 | 4.040,2 | 4.175,7 | 4.296,1 | 4.596,4 | 4.703,2 | 4.811,0 | 5.035,6 | 5.166,0 |

Come si osserva dalla tabella i settori di rilievo dell'Industria sono la Meccanica (fra cui le apparecchiature elettroniche), l'Alimentare, la Ceramica e la Cartaria.

Per il Terziario prevalgono il Commercio (con un aumento del 48% tra il 1997 e il 2004), la Ristorazione/Alberghi (aumento del 32%) e gli altri servizi vendibili (aumento del 51% tra il 1997 e il 2004).

E' intuibile che l'aumento nel Terziario a scala provinciale si confermi anche su scala comunale, mentre sull'Industria il peso dei diversi settori può risultare diverso alla scala comunale e richiederà ulteriori approfondimenti.

Analisi dei consumi elettrici nelle abitazioni

Una analisi dei consumi elettrici nelle abitazioni porta ad osservare che essi incidono per oltre il 25% dei consumi elettrici bolognesi al 2004, mentre costituivano circa il 30% al

1997. Questo non vuol dire, purtroppo, che i consumi degli utenti domestici siano diminuiti, ma che il peso degli altri settori è aumentato.

Il consumo per utente domestico è cresciuto negli anni, passando dai 2040 kWh del 1997 a 2122 kWh del 2004.

Al fine di comprendere quale sia stata la ripartizione in usi finali degli usi elettrici domestici al 2004, è utile riprendere le analisi presentate nel PEC 1997, integrandole con alcune indagini bottom-up eseguite a campione sul territorio comunale nel corso del 2005, avvalendosi di una procedura di Audit dei consumi elettrici predisposta nell'ambito del progetto SAVE "TREAM" (vedi sito web www.eais.info), cui il Comune di Bologna ha partecipato in veste di operatore sperimentale.

Le indagini sono state condotte presso alcune classi del Liceo Scientifico Copernico e dell'ITIS Belluzzi e presso un campione di operatori degli uffici comunali di Bologna, distribuendo un questionario rivolto a conoscere la diffusione e le modalità di utilizzo di tutte le apparecchiature in uso nella propria abitazione. I risultati dei questionari sono stati inseriti in un foglio di calcolo, elaborato nell'ambito del progetto TREAM, che restituisce una stima del consumo mensile dei diversi usi finali di energia elettrica.

Nei grafici che seguono presentiamo alcuni dei risultati dell'indagine, relativi al consumo assoluto e al peso percentuale di ciascuna voce di consumo rispetto al totale di consumo di elettricità in casa.

Ripartizione dei consumi elettrici di una famiglia intervistata nell'indagine sui consumi domestici di elettricità nel Comune di Bologna – ricostruzione eseguita dal foglio di calcolo "TREAM"



Ripartizione dei consumi elettrici di una famiglia intervistata nell'indagine sui consumi domestici di elettricità nel Comune di Bologna – ricostruzione eseguita dal foglio di calcolo "TREAM"



L'indagine è stata eseguita su un campione troppo basso di utenti per permettere di estendere i risultati a tutte le famiglie bolognesi, ma offre in ogni caso elementi significativi per le analisi di consumo degli utenti domestici, nonché per i possibili interventi di risparmio sul settore domestico (vedi oltre).

Quanto emerge dall'analisi è che le tre voci prioritarie di consumo sono Illuminazione, Refrigerazione, Elettronica, subito seguite dal Lavaggio (lavabiancheria e lavastoviglie).

Nella voce Elettronica sono inclusi tutti i dispositivi destinati all'intrattenimento (TV, DVD, Decoder, Hi-Fi, play-station, ...) e alle comunicazioni e/o al lavoro (PC, carica-cellulari, stampanti, ...). L'elettronica è un consumo in crescita rapida ed è legato principalmente a uno standard di vita personale e familiare in cui quasi ogni componente usufruisce di dispositivi propri (TV, stereo/lettore CD o MP3, cellulare, computer).

Queste informazioni portano a far temere che nel giro di pochi anni (4 o 5 al massimo), il fenomeno di penetrazione dell'elettronica nelle case potrebbe portare a una ulteriore lievitazione dei consumi e a far diventare tale uso finale quello principale delle abitazioni. Va notato che una buona parte dei consumi dell'elettronica è dovuta ai momenti di inutilizzo dei dispositivi, durante i quali i dispositivi rimangono comunque attivi dal punto di vista dei consumi energetici.

Per quanto riguarda l'Illuminazione, si è constatato attraverso le indagini che, purtroppo, sussiste ancora molta inerzia sul rinnovamento tecnologico e scarsa consapevolezza sugli effettivi consumi dei propri sistemi di illuminazione, nonostante le lampade a basso consumo abbiano visto diverse iniziative di promozione e informazione a livello nazionale e locale. Il problema maggiore è costituito dalle lampade ad alogeni, che, oltre ad avere un costo di installazione e sostituzione ben superiore delle lampade a incandescenza, hanno avuto una notevole diffusione nelle case italiane e presentano una evidente difficoltà tecnica ad essere sostituite, poiché richiedono la modifica degli attacchi elettrici e quasi sempre la sostituzione dell'apparecchio illuminante (lampadario o lampada da tavolo o faretto a soffitto o piantana): visto che gli apparecchi sono costati parecchio, l'utente ha una certa resistenza a pensare a un'immediata sostituzione, pur comprendendone i vantaggi economici. Altro aspetto di inefficienza associato all'uso delle lampade alogene è il fatto

che la luce da esse prodotta è usata in modo indiretto, ovvero sia il fascio luminoso è diretto verso il soffitto: questo utilizzo della luce, sebbene possa risultare in molti casi confortevole, comporta una notevole inefficienza (circa il 50% della luce emessa dalla lampada non riesce a giungere sul piano di lavoro dell'utente), inducendo all'installazione di lampade ad elevata potenza (per lampade a luce indiretta si hanno tipicamente potenze tra i 150W e i 500W).

Per quanto riguarda la refrigerazione, i nuovi acquisti vengono generalmente effettuati in classi alte di efficienza, ma molti sono ancora i dispositivi con età superiore ai 5 anni e non di rado (soprattutto per famiglie numerose) si ha che oltre al frigocongelatore si acquisti un congelatore con funzione di dispensa. Ne deriva che la voce refrigerazione ha un peso ancora rilevante, sebbene in progressiva decrescita.

I consumi nel settore lavaggio sono diminuiti rispetto al passato, grazie sia alla diffusione di apparecchi in classe di efficienza elevata, sia a una riduzione delle temperature di lavaggio (è molto ridotto il numero di lavaggi a temperature superiori ai 60°C).

Riguardo alla diffusione dei condizionatori, l'indagine sul campione esaminato non ha portato a risultati di rilievo, tuttavia questo non significa che tale uso finale non rappresenti una "bomba ad orologeria", considerata l'estate calda del 2003 e considerata la rapida crescita della domanda, in buona parte indotta dal martellamento pubblicitario operato nei mesi estivi (e non solo) dalle aziende del settore.

Le informazioni reperite attraverso le indagini sul campo consentono di aggiornare le stime (eseguite per il PEC del 1999) di ripartizione dei consumi domestici per usi finali. Nella tabella successiva sono indicati i nuovi valori, che presentiamo in una veste maggiormente sintetica, riferita all'utente medio bolognese.

Ripartizione percentuale in usi finali dei consumi di un utente domestico in Bologna (2004)

| | |
|---|-------------|
| ILLUMINAZIONE | 23% |
| REFRIGERAZIONE | 25% |
| LAVAGGIO | 14% |
| CUCINA | 5% |
| ELETTRONICA AD USO DOMESTICO | 21% |
| SCALDABAGNO ELETTRICO | 4% |
| RISCALDAMENTO & CONDIZIONAMENTO ESTIVO | 1,5% |
| ALTRI DISPOSITIVI | 6,5% |

1.1.1.3 Gasolio

I dati di riferimento per la ricostruzione degli usi di gasolio sono stati reperiti dal bollettino petrolifero (elaborato dal Ministero Attività Produttive - Direzione Generale dell'Energia e delle Risorse Minerarie - Osservatorio Statistico Energetico) e dall'Ufficio Tecnico di Finanza (UTF).

I dati del bollettino petrolifero sono disponibili al più su base provinciale e si riferiscono alle vendite annue sia per l'Autotrasporto che per gli usi per riscaldamento e per agricoltura. I dati UTF sono su base comunale e sono relativi solo alle vendite per l'Autotrasporto.

La ricostruzione dei consumi per i trasporti verrà esposta in dettaglio nel paragrafo 2.1.2.4, a cui si rimanda. In questo paragrafo esplicitiamo il metodo di calcolo per i consumi di gasolio da riscaldamento e per agricoltura.

Per quanto riguarda i consumi per riscaldamento se si avessero i dati di vendita diretta di gasolio per le diverse centrali termiche comunali, il valore sarebbe facilmente ricostruibile, ma purtroppo il dato non è disponibile. L'assenza di un dato comunale di vendite di gasolio per riscaldamento obbliga ad una stima a partire dal dato provinciale, passaggio che richiede alcune cautele. Il censimento ISTAT del 2001 non ripartisce il numero di abitazioni occupate rispetto al tipo di combustibile gassoso o liquido, per cui non c'è modo di eseguire una proporzione tra abitazioni a gasolio della Provincia e del Comune.

Tuttavia, il censimento delle caldaie comunali, eseguito secondo DPR 412/92 e relativo aggiornamento DPR 511/97, può risultare uno strumento efficace di stima dei consumi.

Il censimento delle caldaie a gasolio fornisce il dato di potenza installata, oltre a una serie di altre informazioni tra cui il numero civico ove la centrale termica è ubicata e i rendimenti della caldaia e i rendimenti di combustione.

Il metodo più semplice di stima dei consumi è stato quello di assumere che in media ogni caldaia sia utilizzata in un anno per 183 giorni, per 14 ore di accensione giornaliera e con un fattore di contemporaneità di 0,7. Tale approccio è estremamente semplificato e non distingue tra utenze residenziali, terziarie e industriali (con, quindi, possibili orari differenziati di accensione) e non tiene conto del rendimento delle caldaie e del possibile funzionamento parzializzato qualora la caldaia sia sovradimensionata rispetto alla volumetria da riscaldare. Una verifica sull'attendibilità dei dati è stata effettuata incrociando il dato stimato di consumo con le volumetrie degli edifici riscaldati, calcolando il consumo specifico. La volumetria dell'edificato urbano è stata resa disponibile (in formato georeferenziato) dal Comune di Bologna. Un controllo a campione ha mostrato in un 50% dei casi una attendibilità del risultato, mentre in altri casi una forte discrepanza. Nei casi di forte discrepanza non si ha certezza, tuttavia, se l'imprecisione derivi in verità da un dato di volumetria impreciso, giacché spesso una caldaia è a servizio di più corpi edilizi. Nell'impossibilità di eseguire verifiche visive dirette delle centrali e degli edifici ove si sono riscontrate discrepanze, si è deciso di adottare come stima dei consumi il calcolo semplificato precedentemente indicato, che va comunque preso come dato medio indicativo.

La stima del consumo di gasolio per riscaldamento per le caldaie censite (222 caldaie) porta al valore di 100.111 MWh. Il Comune di Bologna ha indicato che le caldaie censite corrispondono a circa un 50% del totale. Pertanto la stima di consumo complessivo su Bologna è stata assunta pari a circa 200 GWh, corrispondenti a 16.878 tonnellate di gasolio. Tale dato è stato assunto per il 2004 (anno di censimento delle caldaie) ed è stato confrontato con i dati di vendite provinciali ed è stato preso a riferimento per la riparametrizzazione del calcolo dei consumi per gli anni antecedenti al 2004.

Nella tabella successiva sono illustrati i dati ricavati dal bollettino petrolifero provinciale per gli usi di riscaldamento e agricoltura.

Vendite di gasolio [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1996-2004

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| USI AGRICOLI | 9.024 | 21.518 | 16.643 | 16.450 | 7.862 | 4.116 | 7.023 | 10.728 | 16873 |
| RISCALDAMENTO | 29.674 | 35.823 | 26.003 | 21.947 | 17.959 | 17.582 | 17.106 | 20.976 | 17286 |

Come si vede, i dati sono variabili tra un anno e l'altro, questo perché oltre agli effettivi consumi, una parte delle vendite è destinata allo stoccaggio (depositi). I dati originali sono stati dunque mediati (la media è eseguita con i consumi dell'anno in corso, quelli dell'anno precedente e quelli dell'anno successivo; nel caso del 2004 le vendite sono ottenute come residuo sul totale del periodo esaminato, una volta sottratti i contributi corretti degli anni precedenti).

Vendite di gasolio mediate [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| USI AGRICOLI | 15.728 | 18.204 | 13.652 | 9.476 | 6.334 | 7.289 | 11.541 | 18.989 |
| RISCALDAMENTO | 30.500 | 27.924 | 21.970 | 19.163 | 17.549 | 18.555 | 18.456 | 20.566 |

Per i consumi di riscaldamento si è proceduto a una destagionalizzazione dei dati, rapportandoli ai GG del 1990 (stessa procedura adottata per i consumi di riscaldamento con gas metano).

Vendite di gasolio mediate e destagionalizzate [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RISCALDAMENTO DESTAGIONALIZZATO | 32942 | 30092 | 23233 | 22273 | 19062 | 22172 | 19053 | 22173 |

Come si nota, le vendite di gasolio sono andate decrescendo negli anni, fino a stabilizzarsi tra il 2001 e il 2004. Le fluttuazioni che si osservano tra il 2001 e il 2002 e tra il 2003 e il 2004 non sono dovute a variazioni di utenze, ma ad un probabile fenomeno, come detto, di deposito. Si è deciso di livellare le fluttuazioni, mediandole tra i due anni, arrivando finalmente ai dati seguenti.

Vendite di gasolio mediate, destagionalizzate e corrette [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RISCALDAMENTO DESTAGIONALIZZATO CORRETTO | 32.942 | 30.092 | 23.233 | 22.273 | 20.617 | 20.617 | 20.613 | 20.613 |

I dati provinciali di gasolio per riscaldamento sono stati confrontati con la stima su base comunale precedentemente illustrata.

Ritenendo che il censimento caldaie rappresenti la fotografia al 2004, si ha che i consumi comunali rappresentano circa l'80% di quelli provinciali. La stima dei consumi comunali per riscaldamento a gasolio per gli anni precedenti è stata effettuata mantenendo la stessa proporzionalità del 2004 rispetto ai consumi provinciali.

Vendite di gasolio [tonnellate] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RISCALDAMENTO DESTAGIONALIZZATO | 26.974 | 24.640 | 19.024 | 18.238 | 16.882 | 16.882 | 16.878 | 16.878 |

La ripartizione di tali consumi tra i diversi settori è stata effettuata con la seguente procedura. Si è utilizzato il file predisposto dal Comune di Bologna in collaborazione con Hera contenente gli indirizzi degli edifici non raggiunti dal metano. Si è effettuato un incrocio tra i numeri civici degli edifici non metanizzati e gli edifici corrispondenti a quei civici (l'incrocio è stato reso possibile grazie alla georeferenziazione degli edifici e dei numeri civici¹³), estraendone la volumetria. Il database degli edifici distingue tra le categorie di "edifici generici" (residenziale o terziario), "stabilimenti industriali", "edifici scolastici" ed "edifici agricoli". Le volumetrie sono state pertanto suddivise tra settore Civile, Industria e Agricoltura. I valori di volumetrie così individuati sono indicati nella tabella seguente.

Volumetrie cumulative degli edifici non raggiunti dal metano – Comune di Bologna

| | VOLUMETRIA [m ³] |
|------------------------|---------------------------------|
| EDIFICI SETTORE CIVILE | 1984177 |
| EDIFICI INDUSTRIA | 1743375 |
| EDIFICI SCOLASTICI | 130525 |
| EDIFICI AGRICOLI | 41252 |

La volumetria civile è stata ulteriormente ripartita tra Residenziale e Terziario, assegnando una quota del 70% al Residenziale.

I consumi di gasolio per riscaldamento sono stati ripartiti tra i macrosettori applicando un coefficiente, determinato dalla percentuale di volumetria degli edifici non metanizzati destinata a una data categoria di utilizzo.

I consumi così ricostruiti sono indicati nella seguente tabella¹⁴.

*Vendite di gasolio per riscaldamento ripartite per settore di competenza [tonnellate] –
 Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| RESIDENZIALE | 9608 | 8777 | 6776 | 6496 | 6013 | 6013 | 6012 | 6012 |
| TERZIARIO | 5021 | 4586 | 3541 | 3395 | 3142 | 3142 | 3142 | 2577 |
| INDUSTRIA | 12060 | 11016 | 8506 | 8154 | 7548 | 7548 | 7546 | 7546 |

Per il settore agricolo, si sono considerati i dati di vendita di gasolio destinato alle attività del settore. Di questo il bollettino petrolifero dà i dati a livello provinciale, come esposto più sopra. Per ottenere la quota di tali vendite destinata al Comune di Bologna è stato applicato un coefficiente di proporzionalità pari al rapporto tra il numero di attività agricole su scala comunale e il numero su scala provinciale (dati ISTAT 2001), corrispondente al 10,3%.

¹³ Su 1723 numeri civici non-metanizzati si sono avute 1227 corrispondenze positive (ovvero civici che insistessero su edifici della cartografia elaborata dal Comune). Tali corrispondenze hanno individuato 956 edifici (alcuni edifici sottendono più numeri civici).

¹⁴ Il volume degli edifici agricoli rappresenta l'1% del totale non metanizzato. Nella ripartizione delle vendite la voce riscaldamento edifici agricoli è stata trascurata

Vendite di gasolio per uso agricolo [tonnellate] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| AGRICOLTURA | 1620 | 1875 | 1406 | 976 | 652 | 751 | 1189 | 1956 |
|--------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|

I valori di tep di gasolio riportati nel bilancio sono infine indicati nella seguente tabella.

Usi di gasolio ripartiti per Macrosettori [tep] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| RESIDENZIALE | 9.860 | 9.007 | 6.954 | 6.667 | 6.171 | 6.171 | 6.170 | 6.170 |
| TERZIARIO | 5.152 | 4.706 | 3.634 | 3.484 | 3.225 | 3.225 | 3.224 | 2.644 |
| INDUSTRIA E AGRICOLTURA | 14.039 | 13.229 | 10.172 | 9.369 | 8.415 | 8.516 | 8.964 | 9.751 |
| TRASPORTI | 61.285 | 57.057 | 66.284 | 86.734 | 85.898 | 96.959 | 103.056 | 108.169 |

I dati mostrano il peso crescente che il gasolio ha assunto nei Trasporti, tanto che, al 2004, l'85% degli usi di gasolio di Bologna sono dovuti a tale macrosettore.

Gli usi negli altri settori sono andati diminuendo dal 1997 al 2004, raggiungendo tuttavia valori stabili tra il 2000 e il 2004. Tale processo corrisponde alla progressiva metanizzazione delle utenze bolognesi, che ha tuttavia trovato una battuta d'arresto con la liberalizzazione del mercato energetico, che ha favorito il ritorno a combustibili meno puliti dal punto di vista ambientale, in quanto meno costosi (almeno prima della crisi petrolifera del 2005).

Il fatto che gli usi di gasolio per usi civili o produttivi si siano stabilizzati suggerisce che il passaggio al gas di tali utenze potrebbe risultare problematico o per ragioni tecniche (insufficienza della rete distributiva del gas o impossibilità a realizzare una centrale termica a gas in piena sicurezza) o per ragioni di convenienza economica (o per basso costo del combustibile o per recente retrofit della caldaia per cui non se ne pensa la sostituzione a breve termine).

1.1.1.4 Olio combustibile

Gli usi di olio combustibile nella città di Bologna sono stati ricostruiti utilizzando le seguenti fonti:

- dati di effettivo utilizzo da parte di specifiche utenze (PEEP Corticella, edifici pubblici, caldaie di integrazione dei sistemi di teleriscaldamento Hera)
- bollettino petrolifero (fornisce le vendite avvenute sul territorio della Provincia di Bologna).

I dati di consumo di utenze specifiche sono indicati nella tabella successiva.

Due di tali utenze vanno in verità considerate come contributo al fluido termovettore: le centrali Hera sono caldaie di integrazione dell'impianto di cogenerazione del CAAB-Pilastro e dell'impianto di COGEN-Barca; il sistema di Corticella è ad alimentazione di un teleriscaldamento di quartiere.

Usi di olio combustibile per utenze specifiche [tonn] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CALDAIE INTEGRAZIONE DEGLI IMPIANTI DI COGENERAZIONE CAAB-PILASTRO E COGEN-BARCA | 0 | 150 | 1107 | 429 | 778 | 600 | 267 | 1230 |
| PEEP CORTICELLA (TLR DI QUARTIERE)* | 2028 | 2033 | 2071 | 1899 | 1974 | 1844 | 1947 | 1901 |
| EDIFICI PUBBLICI** | 358 | 347 | 376 | 332 | 344 | 332 | 374 | 347 |

* Nel caso del PEEP Corticella, i dati al 1997 e 1998 sono ottenuti applicando una regressione lineare ai dati dal 1999 al 2004 (che non hanno visto una particolare variazione)

** I consumi dal 1997 al 2001 sono ricavati da quelli del 2002-2004 considerando una rinormalizzazione ai gradi giorno dell'anno specifico

Ulteriori consumi di olio combustibile sono stati assegnati su scala comunale a partire dai dati provinciali.

I dati di vendite provinciali sono qui di seguito indicati.

Vendite di olio combustibile [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1996-2004

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| OLIO COMBUSTIBILE | 27.926 | 30.887 | 26.315 | 22.507 | 18.766 | 21.812 | 6.186 | 2.349 | 6.593 |

Come nel caso del gasolio i dati sono stati mediati su 3 anni

Vendite mediate su 3 anni di olio combustibile [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| OLIO COMBUSTIBILE | 28.376 | 26.570 | 22.529 | 21.028 | 15.588 | 10.116 | 5.043 | 6.165 |

Le vendite hanno visto una forte discesa tra il 1997 e il 2004. La quota di usi a livello comunale è stata calcolata assumendo che oltre ai consumi già individuati, gli ulteriori usi di olio siano da assegnare a utenti del terziario (10%) o industriali (90%): si sono sottratti anno per anno ai consumi provinciali i consumi comunali delle utenze note; al risultato si è applicato un coefficiente moltiplicativo pari al rapporto tra le imprese su scala comunale e quelle su scala provinciale (28%).

I consumi per settori, considerati nel bilancio, sono riportati nella tabella seguente. Si tenga conto che i valori riportati sono epurati delle quantità destinate al teleriscaldamento, di cui si tiene conto nella voce fluido termovettore (vedi paragrafo 2.1.1.6).

Usi di olio combustibile ripartiti per Macrosettori [tep]
 Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| RESIDENZIALE | | | | | | | | |
| TERZIARIO | 1.080 | 1.015 | 901 | 874 | 703 | 587 | 445 | 439 |
| INDUSTRIA E AGRICOLTURA | 6.309 | 5.836 | 4.606 | 4.459 | 3.033 | 1.782 | 596 | 652 |
| TRASPORTI | | | | | | | | |

* sono qui esclusi gli usi per teleriscaldamento

L'olio combustibile ha visto una netta riduzione tra il 1997 e il 2004 (-85%), sebbene comunque il suo peso non fosse particolarmente elevato già nel 1997 (1% sul bilancio energetico totale).

Gli usi più cospicui di tale vettore risultano in verità essere associati alle centrali da teleriscaldamento (come si vedrà nel paragrafo 2.1.1.6).

1.1.1.5 GPL

Gli usi di GPL a scala comunale sono stati stimati a partire dai dati provinciali del bollettino petrolifero e dai dati UTF. Questi ultimi sono relativi solo alla quota per l'Autotrasporto, di cui si parlerà nel paragrafo 2.1.2.4.

Nella tabella successiva sono indicati i valori di vendite di GPL a scala provinciale non per usi Autotrazione.

Vendite di GPL [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1996-2004

| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GPL per usi non da Autotrazione | 22.733 | 31.725 | 33.073 | 44.826 | 36.373 | 34.615 | 35.672 | 42.032 | 40.955 |

Secondo la metodologia indicata nel paragrafo 2.1.1.3, è stata eseguita una media su 3 anni per rimuovere fluttuazioni delle vendite associate agli stoccaggi.

Vendite di GPL mediate [tonnellate] – Provincia di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GPL per usi non da Autotrazione | 29.177 | 36.541 | 38.091 | 38.605 | 35.553 | 37.440 | 39.553 | 44.311 |

Il consumo complessivo di GPL a scala comunale è stato stimato applicando alle vendite provinciali un coefficiente pari al rapporto tra la popolazione comunale e quella provinciale (42%).

Stima usi di GPL [tonnellate] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| GPL per usi non da Autotrazione | 12.296 | 15.400 | 16.053 | 16.270 | 14.984 | 15.779 | 16.669 | 18.675 |

L'assegnazione delle quote di GPL ai diversi settori ha seguito il percorso qui descritto: si è valutata la quota di GPL destinata ad usi cucina e acqua calda sanitaria e la quota destinata a riscaldamento; le quote così ricavate sono state sottratte al totale comunale; la quota rimanente è stato suddivisa equamente tra Terziario e Industria.

Per valutare la quota destinata agli usi domestici (cucina e acqua calda sanitaria) e agli usi di riscaldamento si è eseguita una stima bottom-up del numero di utenze non allacciate al metano. In tal senso si sono confrontati, da un lato, la stima di abitazioni non metanizzate così come risultanti dal file predisposto delle utenze non metanizzate, dall'altro, si sono considerate le differenze tra il numero di utenze elettriche e il numero di utenze metano ad uso strettamente domestico (T1 più T2).

Per quanto riguarda gli usi cucina, si è cercato di stimare il numero di abitazioni non metanizzate. Incrociando i numeri civici delle utenze non metanizzate con l'urbanizzato, si è stimata la volumetria di edificato ad uso residenziale e dividendo per un volume medio di

appartamento pari a circa 260 m³ si è giunti a un numero di circa 5300 abitazioni. Da una verifica cartografica a campione sugli edifici non metanizzati, si è tuttavia riscontrato che pur gli edifici risultando privi di sistema di riscaldamento a gas, alcuni di essi mostravano la presenza di utenti T1. Non è stato possibile quantificare il numero di edifici su cui ciò accadesse, ma è ragionevole supporre che in un 50% dei casi ciò si verifichi o che gli allacciamenti T1 si siano accresciuti nel corso degli anni.

I dati derivanti dal confronto tra utenze elettriche domestiche e utenze gas domestiche mostra che da circa 3500 utenze elettriche in esubero sulle utenze gas (interpretabili come utenze non dotate di metano) negli anni 1997-2000 si è passati a una media di 5700 nel periodo 2001-2004. Non avendo modo di eseguire un confronto georeferenziato tra utenze elettriche e a gas (giacché ENEL Distribuzione non ha fornito il database delle utenze), non è possibile asserire quanto il ragionamento esposto sia valido.

Tuttavia, dall'incrocio delle due stime, risulta ragionevole ritenere che un numero di 3000 utenze faccia uso di GPL per gli usi cucina e che tale numero non sia aumentato negli anni. Ad ogni utente è stato associato un consumo medio pari a quello di un utente T1 di gas metano.

Rispetto agli usi di GPL per riscaldamento si è utilizzata la valutazione effettuata per il gasolio, che ha incrociato la volumetria degli edifici non metanizzati con la categoria di utilizzo degli edifici¹⁵. Si è dovuto stimare la quota residua di riscaldamento da addebitare al GPL, una volta sottratta la quota di gasolio. Per far ciò si è dapprima effettuata una stima di fabbisogno termico per la volumetria complessiva non metanizzata e quindi si è sottratta la quota già coperta dal gasolio.

Consumo specifico al m³ assegnato per stimare il fabbisogno termico degli edifici non metanizzati del Comune di Bologna

| | Consumo specifico [kWh/m ³] |
|------------------------|---|
| EDIFICI SETTORE CIVILE | 50 |
| EDIFICI INDUSTRIA | 60 |
| EDIFICI SCOLASTICI | 45 |
| EDIFICI AGRICOLI | 40 |

La quota residua di fabbisogno termico è stata ripartita fra i diversi macrosettori applicando le ripartizioni percentuali delle volumetrie degli edifici non metanizzati.

I consumi per riscaldamento sono poi stati ricalibrati anno per anno tenendo conto dei gradi giorno.

La ripartizione derivante dai ragionamenti fin qui esposti per usi domestici e per riscaldamento è indicata nella tabella successiva.

¹⁵ Poiché le corrispondenze di georeferenziazione tra numeri civici ed edifici non erano risultate complete e poiché tale mancata corrispondenza avviene quando il civico non cade all'interno del contorno dell'edificio, si può ritenere che ai numeri civici cui non corrisponde un edificio si possa in ogni caso associare un edificio. Ai 960 edifici riconosciuti con i metodi di georeferenziazione si sono aggiunti altri 120 edifici, di volumetria pari alla media dei volumi di edifici in precedenza individuati (4080 m³).

Usi domestici e per riscaldamento di GPL [tonnellate] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|
| CUCINA/ACS | 293.851 | 289.225 | 285.961 | 269.255 | 263.989 | 255.903 | 259.279 | 251.945 |
| RISCALDAMENTO RESIDENZIALE | 830.522 | 832.404 | 848.235 | 771.747 | 825.802 | 750.666 | 868.916 | 831.993 |
| RISCALDAMENTO INDUSTRIA | | | | | | | | |
| AGRICOLTURA | 1.042.469 | 1.044.832 | 1.064.703 | 968.695 | 1.036.545 | 942.235 | 1.090.661 | 1.044.315 |
| RISCALDAMENTO TERZIARIO | 355.938 | 356.744 | 363.529 | 330.749 | 353.915 | 321.714 | 372.392 | 356.568 |

Come già accennato, la somma dei contributi per usi cucina/ACS e per riscaldamento è stata sottratta al totale stimato come uso comunale e la quota rimanente è stata ripartita in due tra Terziario e Industria.

Il contributo da GPL, ripartito per macrosettori, così come inserito nel bilancio è indicato nella tabella seguente.

Usi di GPL ripartiti per Macrosettori [tep] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| RESIDENZIALE | 1.310 | 1.305 | 1.301 | 1.283 | 1.277 | 1.268 | 1.272 | 1.264 |
| TERZIARIO | 5.785 | 7.492 | 7.829 | 8.070 | 7.286 | 7.839 | 8.152 | 9.314 |
| INDUSTRIA E AGRICOLTURA | 6.536 | 8.245 | 8.605 | 8.740 | 8.031 | 8.480 | 8.956 | 10.067 |
| TRASPORTI | 10.555 | 10.285 | 10.015 | 10.923 | 13.538 | 12.197 | 11.815 | 13.160 |

Il GPL rappresenta un 4% del bilancio energetico bolognese al 2004 (era il 3% nel 1997) e, come indicato dai dati, ha avuto un aumento progressivo. L'aumento è da associarsi equamente tra gli usi nei Trasporti e gli usi nel Terziario e nelle Attività Produttive. Solo un 15% di tali usi è da addebitarsi ad usi domestici e per riscaldamento. La quota rimanente è legata ad usi termici di processi produttivi.

1.1.1.6 Fluido termovettore

Con la voce “fluido termovettore” si è inteso in questo aggiornamento del PEC sommare solo le produzioni termiche di tutti i sistemi di Riscaldamento Urbano (teleriscaldamento = TLR) e di singoli impianti di cogenerazione non connessi a una vera e propria rete di teleriscaldamento.

I sistemi/impianti che si sono considerati sono alimentati da fonti diverse, come indicato nella tabella seguente.

Sistemi e impianti di produzione termica ed eventualmente elettrica considerati ai fini della contabilizzazione del fluido termovettore – Comune di Bologna

| Denominazione/localizzazione | Tipologia sistema | Fonte energetica |
|---|--|---|
| Berti-Pichat / Università 1 (gestione Hera) | Riscaldamento Urbano senza cogenerazione | Gas metano |
| San Giacomo / Università 2 (gestione Hera) | Riscaldamento Urbano senza cogenerazione | Gas metano |
| CAAB-Pilastro-Frullo (gestione Hera) | Riscaldamento Urbano con cogenerazione e caldaie di integrazione e soccorso | RSU che alimentano il cogeneratore + gas metano e olio combustibile per integrazione e soccorso |
| Cogen-Barca (gestione Hera) | Riscaldamento Urbano con cogenerazione e caldaie di integrazione e soccorso | Gas metano e olio combustibile |
| Fossolo (gestione Hera) | Riscaldamento Urbano con cogenerazione e caldaie di integrazione e soccorso | Gas metano |
| Istituti Aldini-Valeriani (gestione Cofatech e dal 2004 Hera) | Impianto di cogenerazione e caldaie di integrazione (riscaldamento centralizzato di un complesso di edifici localizzati) | Gas metano |
| Quartiere fieristico (gestione Finanziaria Bologna Metr. SpA) | Impianto di cogenerazione e caldaie di integrazione (riscaldamento centralizzato di un complesso di edifici localizzati) | Gas metano |
| Ospedale Rizzoli (gestione Istituti Ortopedici Rizzoli SpA) | Impianto di cogenerazione e caldaie di integrazione (riscaldamento centralizzato di un complesso di edifici localizzati) | Gas metano |
| PEEP Corticella (gestione PEEP Corticella) | TLR di quartiere (riscaldamento centralizzato di un complesso di edifici localizzati) | Olio combustibile |

Nel caso di sistemi di Riscaldamento Urbano (TLR), il calore che si è contabilizzato include le perdite in caldaia (ovverosia si tiene conto di tutto il combustibile adoperato per far funzionare il sistema). Nel caso di sistemi di cogenerazione, invece, è stato contabilizzato solo il cosiddetto “calore immesso in rete”, al lordo delle perdite di distribuzione. Nel caso di sistemi misti, si sono considerati il solo calore immesso in rete del cogeneratore e tutti i consumi delle caldaie integrative.

La disponibilità di dati disaggregati per singolo sistema/impianto e per i diversi anni è stata abbastanza problematica e ha richiesto diversi controlli incrociati e stime su dati mancanti: le fonti dei dati sono stati AIRU (dati di teleriscaldamento), Hera (Bilanci di sostenibilità e database deroghe), Comune di Bologna (dati per la compilazione del RSA), dati forniti dai proprietari/gestori degli impianti non Hera.

La ricerca di dati si è estesa anche agli anni precedenti al 1997, al fine di verificare la bontà dei dati riportati nel precedente PEC e nei precedenti Rapporti sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Bologna.

Il dato che emerge differisce da quelli riportati sia nel PEC 1999 che nei Rapporti sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Bologna, giacché non si è qui contabilizzato tutto il combustibile dei cogeneratori (il gas usato per la produzione elettrica non è contabilizzato sotto la voce “fluido termovettore”) e si è correttamente interpretata la produzione termica

del termovalorizzatore, detraendo la quota destinata all'autoconsumo della sede del Frullo, non posizionata in territorio comunale di Bologna.

Nelle tabelle successive riportiamo i dati di calore fornito e le relative quantità di combustibile adoperato.

Produzione termica degli impianti di cogenerazione e/o TLR [MWh] – Comune di Bologna – anni 1990-2004

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|------|------|------|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IMPIANTI | | | | | | | | | | | | | | | |
| BERTI-PICHAT | 6239 | 6393 | 6548 | 6702 | 6856 | 7010 | 7164 | 6686 | 7207 | 9085 | 7802 | 7749 | 7697 | 14679 | 15276 |
| S. GIACOMO | | | | | 3559 | 3783 | 3804 | 3486 | 5671 | 12001 | 11840 | 12488 | 13120 | 15635 | 17029 |
| CAAB-PILASTRO-FRULLO (sono esclusi gli autoconsumi sulla sede del Frullo) | | | | | 24.161 | 27.268 | 30.376 | 32327 | 38820 | 38703 | 42723 | 47058 | 47564 | 44194 | 37463 |
| COGEN-BARCA | | | | | | | 5380 | 10695 | 16713 | 45460 | 62206 | 74730 | 72359 | 83410 | 81010 |
| FOSSOLO | | | | | | | | 2603 | 3568 | 4617 | 6301 | 7986 | 9670 | 10530 | 12072 |
| ALDINI-VALERIANI | 1880 | 1980 | 470 | 780 | 1220 | 1920 | 1270 | 1870 | 1530 | 1710 | 1600 | 1540 | 1730 | 2663 | 2284 |
| FIERA* | | | | | | | | | | | | 36230 | 34240 | 39920 | 41291 |
| OSPEDALE RIZZOLI* | | | | | 785 | 1524 | 1615 | 1121 | 1576 | 1409 | 3061 | 3218 | 3033 | 3418 | 3952 |

* Gli impianti di Fiera e di Ospedale Rizzoli non sono gestiti da Hera

Sistemi di TLR e volumetrie degli edifici serviti – Comune di Bologna – Fonte: Bilancio Sostenibilità Hera (2004)

| Comune | Unità Immobiliari servite (n) | | Volumetria non abitativo servita (m³) | | Sistemi di tele-riscaldamento (n) | | Sviluppo complessivo reti di teleriscaldamento (km) | |
|--------|-------------------------------|-------|---------------------------------------|-----------|-----------------------------------|------|---|-------|
| | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| | Bologna | 7.393 | 8.264 | 1.860.751 | 1.899.418 | 5 | 5 | 21,88 |

Usi di combustibile associati alla produzione termica degli impianti di cogenerazione e/o TLR del Comune di Bologna e percentuale di ripartizione tra Settore Residenziale e Terziario (1990-2004)

| | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------------|------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BERTI-PICHAT | <i>m3</i> | 1.045.915 | 1.038.350 | 1.031.242 | 1.024.551 | 1.018.242 | 1.012.282 | 1.006.644 | 914.740 | 987.347 | 1.244.572 | 1.310.171 | 1.061.652 | 1.054.435 | 1.912.728 | 1.990.488 |
| | RES | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 37% | 37% | 37% | 37% | 37% | 37% |
| | TERZ | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 63% | 63% | 63% | 63% | 63% | 63% |
| S. GIACOMO | <i>m3</i> | - | - | - | - | 670.405 | 712.686 | 716.662 | 656.698 | 1.042.879 | 2.133.703 | 2.035.532 | 1.914.639 | 1.899.706 | 2.144.617 | 1.773.821 |
| | RES | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | TERZ | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| CAAB-PILASTRO-FRULLO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | QUOTA GAS | <i>m3</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | 683.524 | 91.806 | 991.422 | 366.961 | 7.642 | 359.870 |
| | QUOTA OLIO COMB. | <i>kg</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.000 | 1.746 | 18.856 | 15.734 | 83.676 | 719.220 |
| | QUOTA RIFIUTI | <i>MWh</i> | - | - | - | - | 24.161 | 27.268 | 30.376 | 32.327 | 38.820 | 38.703 | 42.723 | 47.058 | 44.194 | 37.463 |
| | RES | | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% | 69% |
| | TERZ | | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% | 31% |
| COGEN-BARCA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | QUOTA GAS | <i>m3</i> | - | - | - | - | - | 560.417 | 1.114.063 | 1.562.853 | 3.436.543 | 5.972.501 | 6.883.110 | 6.843.759 | 8.512.500 | 7.832.441 |
| | QUOTA OLIO COMB. | <i>kg</i> | - | - | - | - | - | - | - | 150.000 | 1.094.000 | 427.254 | 759.144 | 584.266 | 148.279 | 510.508 |
| | RES | | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% | 80% |
| | TERZ | | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| FOSSOLO | <i>m3</i> | - | - | - | - | - | - | - | 305.929 | 371.667 | 480.938 | 656.389 | 831.840 | 1.007.292 | 1.096.875 | 1.257.488 |
| | RES | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | TERZ | | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| ALDINI-VALERIANI | <i>m3</i> | 195.833 | 206.250 | 48.958 | 81.250 | 127.083 | 200.000 | 132.292 | 194.792 | 159.375 | 178.125 | 166.667 | 160.417 | 180.208 | 277.409 | 237.920 |
| | RES | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | TERZ | | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| FIERA | <i>m3</i> | | | | | | | | | | | | 3.773.958 | 3.566.667 | 4.158.333 | 4.301.146 |
| | RES | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | TERZ | | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| OSPEDALE RIZZOLI | <i>m3</i> | - | - | - | - | 81.771 | 158.750 | 168.229 | 116.771 | 164.115 | 146.750 | 318.837 | 335.196 | 315.900 | 356.064 | 411.655 |
| | RES | | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | TERZ | | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

Usi di olio combustibile presso l'impianto PEEP Corticella [tonnellate] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| PEEP Corticella | 2028* | 2033* | 2071 | 1899 | 1974 | 1844 | 1947 | 1901 |

** valori stimati ricalibrando il consumo del 1999 in base ai gradi giorno dell'anno in esame*

Nella seconda tabella viene indicata, per ogni impianto, la ripartizione percentuale del calore tra settore Residenziale e Terziario, in base alla tipologia di volumetrie riscaldate dall'impianto stesso¹⁶

¹⁶ I dati delle volumetrie servite dai diversi sistemi sono disponibili per i sistemi a gestione Hera (vedi Allegato 3). Per quanto riguarda gli altri impianti, si tratta sempre di usi del Terziario, ad esclusione del PEEP Corticella, che è interamente Residenziale.

I valori di fluido termovettore considerati per il Bilancio sono indicati nella tabella seguente.

*Usi di fluido termovettore ripartiti per fonte energetica e Macrosettori [tep]
Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RESIDENZIALE (gas metano) | 791 | 1.108 | 3.199 | 5.086 | 5.878 | 6.008 | 6.380 | 6.422 |
| RESIDENZIALE (olio combustibile) | 2.147 | 2.273 | 3.060 | 2.552 | 2.759 | 2.718 | 2.147 | 2.963 |
| RESIDENZIALE (RSU) | 1.918 | 2.303 | 2.296 | 2.535 | 2.792 | 2.822 | 2.622 | 2.222 |
| TERZIARIO (gas metano) | 2.152 | 2.705 | 4.046 | 5.033 | 8.417 | 9.011 | 9.348 | 9.735 |
| TERZIARIO (olio combustibile) | - | 30 | 221 | 85 | 157 | 121 | 55 | 320 |
| TERZIARIO (RSU) | 862 | 1.035 | 1.032 | 1.139 | 1.255 | 1.268 | 1.178 | 999 |

Il peso del fluido termovettore sul bilancio energetico comunale è passato dall'1,1% del 1997 al 2,8% del 2004, occupando quindi una posizione ancora contenuta.

Va osservato che in Bologna non si hanno sistemi di cogenerazione e/o TLR presso utenze industriali. Si tratta dunque di sistemi che sono stati progettati per soddisfare utenze civili o, come nel caso del Frullo, per recuperare calore dal termovalorizzatore.

L'utilizzo di olio combustibile per la centrale del PEEP Corticella e per le centrali di integrazione di CAAB-Pilastro e Cogen-Barca risulta ampiamente superiore agli utilizzi diretti di olio combustibile negli altri macrosettori (confronta con i dati della tabella alla conclusione del paragrafo 2.1.1.4). Tali impianti sono stati realizzati nel corso degli anni '90 e corrispondono a una tendenza abbastanza frequente all'uso di fonti ambientalmente meno pulite, ma economicamente vantaggiose.

1.1.2 Analisi per macrosettori

Nel seguito si illustra la ripartizione degli usi energetici per i diversi Macrosettori dal 1997 al 2004.

I diversi dati (ad eccezione dei combustibili per i Trasporti) sono già stati presentati nella sezione precedente “Analisi per vettori energetici”, ove si è data ampia spiegazione della metodologia di reperimento dei dati e di calcolo eventuale effettuato sui dati stessi.

Nel paragrafo 2.1.2.4 verranno forniti i dettagli sulle fonti e stime dei dati di consumo dei combustibili nel settore Trasporti.

1.1.2.1 Residenziale

Il settore Residenziale ha un peso del 37% sul totale degli usi energetici del Comune di Bologna al 2004. Il suo peso è rimasto sostanzialmente inalterato negli anni (si raggiunge un 39% nel 2002).

Su tale settore grava in misura sostanziale il consumo energetico per riscaldamento degli edifici, che rappresenta l'85% degli usi energetici del settore.

*Usi energetici nel Settore Residenziale, ripartiti per fonte energetica [tep]
Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gas metano (fluido termovettore) | 791 | 1.108 | 3.199 | 5.086 | 5.878 | 6.008 | 6.380 | 6.422 |
| Gas metano | 219.368 | 226.134 | 226.721 | 233.063 | 230.196 | 241.950 | 224.234 | 234.868 |
| Gasolio | 9.860 | 9.007 | 6.954 | 6.667 | 6.171 | 6.171 | 6.170 | 6.170 |
| Olio combustibile (fluido termovettore) | 2.147 | 2.273 | 3.060 | 2.552 | 2.759 | 2.718 | 2.147 | 2.963 |
| Olio combustibile | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Benzine | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GPL | 1.310 | 1.305 | 1.301 | 1.283 | 1.277 | 1.268 | 1.272 | 1.264 |
| Energia elettrica | 39.600 | 40.499 | 40.948 | 41.304 | 41.527 | 42.108 | 44.140 | 44.162 |
| Termovalorizzazione rifiuti (fluido termovettore) | 1.918 | 2.303 | 2.296 | 2.535 | 2.792 | 2.822 | 2.622 | 2.222 |
| TOTALE | 274.994 | 282.628 | 284.478 | 292.489 | 290.601 | 303.045 | 286.964 | 298.071 |

Il settore ha visto una crescita continua dei consumi negli anni (+8,4%), sia sul fronte termico (7,9%) che elettrico (+12%).

Il teleriscaldamento ha avuto un buon incremento complessivo (+139%), coprendo una quota interessante (anche se non elevata) dei consumi termici residenziali (4,6% dei consumi termici al 2004).

L'unico vettore energetico che ha visto una riduzione di utilizzo è stato il gasolio (-37%), per la progressiva sostituzione con il gas metano e il TLR.

L'incremento degli usi termici nel settore residenziale è senz'altro dovuto alla maggiore disponibilità di alloggi. Il censimento 1991 e il censimento 2001 segnalano un incremento nel numero di abitazioni occupate (21700 unità abitative) e un aumento nel numero di nuove abitazioni di circa 4500 unità, confermato dal settore Urbanistica del Comune di Bologna che indica un incremento nel numero di alloggi secondo PRG di circa 4000 unità da dopo il

Stimando che delle abitazioni non occupate un 50% sia stato occupato dopo il 1997, stimando per ogni alloggio una superficie di 75 m² per i non occupati e di 85 m² per le nuove realizzazioni e un consumo specifico medio di 160 kWh/m² per i vecchi edifici e 140 kWh/m² per i nuovi edifici (vedasi PEC 1999 per le stime di consumo del parco edilizio) si può stimare una crescita del fabbisogno termico in termini di 11200 tep per le abitazioni occupate (+4,8% rispetto ai consumi termici del 1997) e di 4100 tep per le nuove abitazioni (+1,7% rispetto agli usi termici al 1997), per un incremento totale del 6,5%.

Ulteriore incremento dei consumi può essere addebitato all'efficienza delle caldaie: tra il 1997 e il 2004 si è avuto un aumento di 7000 utenze autonome per riscaldamento contro 400 impianti centralizzati; l'efficienza dei sistemi di TLR non supera, del resto, l'80% come si illustrerà nel Volume 2, paragonandosi alla resa di un sistema centralizzato installato 15-20 anni fa.

Relativamente agli usi elettrici, sebbene occupino un 15% degli usi energetici del settore, mostrano un trend di crescita (+12% tra 1997 e 2004) da tenere sotto attenta osservazione. La crescita corrisponde al discorso illustrato nel paragrafo 2.1.1.2. di ampia diffusione delle apparecchiature elettroniche. Se a queste aggiungiamo il forte trend di crescita dei condizionatori estivi avvenuto dall'estate del 2003 (spesso usati come pompe di calore invernali), possiamo comprendere che gli usi elettrici del residenziale potrebbero accusare una lievitazione notevole nei prossimi anni, considerato che Bologna ha una forte presenza di caldaiette autonome, che si prestano ad essere sostituite da un sistema a pompa di calore reversibile.

1.1.2.2 Terziario

Il settore Terziario rappresenta il 23% dei consumi energetici di Bologna al 2004, rispetto al 19% del 1997.

Complessivamente i consumi del Terziario sono aumentati del 33%, testimoniando una forte dinamica del settore¹⁷.

I consumi elettrici rappresentano in questo settore un peso rilevante, pari al 41% dei consumi.

Gli usi termici del Terziario sono in buona parte da collocare negli usi per riscaldamento ambienti o acqua calda sanitaria (come nella ristorazione o negli alberghi o nelle attività sportive), sebbene alcune attività commerciali possano mostrarne usi intensivi di gas per altri scopi (vedasi l'attività dei panifici).

¹⁷ Tale risultato corrisponde all'aumento delle attività del Commercio e dei Servizi, come illustrato nel paragrafo 2.1.1.2.

*Usi energetici nel Settore Terziario, ripartiti per fonte energetica [tep]
 Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gas metano (fluido termovettore) | 2.152 | 2.705 | 4.046 | 5.033 | 8.417 | 9.011 | 9.348 | 9.735 |
| Gas metano | 68.846 | 72.803 | 72.071 | 69.437 | 69.379 | 71.842 | 79.298 | 87.036 |
| Gasolio | 5.152 | 4.706 | 3.634 | 3.484 | 3.225 | 3.225 | 3.224 | 2.644 |
| Olio combustibile (fluido termovettore) | - | 30 | 221 | 85 | 157 | 121 | 55 | 320 |
| Olio combustibile | 1.080 | 1.015 | 901 | 874 | 703 | 587 | 445 | 439 |
| Benzine | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GPL | 5.785 | 7.492 | 7.829 | 8.070 | 7.286 | 7.839 | 8.152 | 9.314 |
| Energia elettrica | 56.452 | 57.239 | 58.925 | 62.223 | 65.536 | 68.861 | 74.461 | 76.410 |
| Inceneritore rifiuti (fluido termovettore) | 862 | 1.035 | 1.032 | 1.139 | 1.255 | 1.268 | 1.178 | 999 |
| TOTALE | 140.328 | 147.024 | 148.660 | 150.345 | 155.957 | 162.753 | 176.161 | 186.897 |

Va osservato che gli usi termici di riscaldamento delle attività terziarie che fanno capo ad edifici a prevalenza abitativa con riscaldamento centralizzato (negozi o uffici o alberghi collocati in condomini), non sono stati contabilizzati in questa sede ma sotto la voce Residenziale. D'altra parte, diverse utenze di gas contabilizzate sotto la voce terziario risultano essere forniture di Hera verso gestori di calore, che in alcuni casi probabilmente servono utenze domestiche¹⁸.

Gli usi di gas e di elettricità, che rappresentano quasi il 90% degli usi energetici del settore, sono aumentati tra il 1997 e il 2004: +26% e +35% rispettivamente. Gli usi di gas hanno visto un forte incremento negli ultimi 3 anni: tali usi andranno dunque monitorati con attenzione anche a futuro.

1.1.2.3 Industria e Agricoltura

Il settore Industria e Agricoltura occupa l'ultimo posto dei settori più energivori, con una quota del 12%, che è rimasta invariata tra il 1997 e il 2004.

Complessivamente i consumi vedono una leggera crescita tra il 1997 e il 2004 (3,3%), trend che non è tuttavia confermato negli anni intermedi: il settore sembra in verità trovarsi in una condizione di stazionarietà, con fluttuazioni legate alle variazioni delle richieste di produzione e non si prevedono né ulteriori dismissioni, né intensi processi di reindustrializzazione sul territorio urbano

¹⁸ Questo tipo di analisi è stata possibile solo grazie alla disponibilità del database fornito da Hera e all'incrocio con le informazioni dell'urbanizzato, attraverso un sistema di georeferenziazione

*Usi energetici nel Settore Industria, ripartiti per fonte energetica [tep]
 Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gas metano (fluido termovettore) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gas metano | 44.209 | 46.619 | 48.143 | 48.678 | 51.986 | 48.912 | 53.274 | 51.051 |
| Gasolio | 14.039 | 13.229 | 10.172 | 9.369 | 8.415 | 8.516 | 8.964 | 9.751 |
| Olio combustibile (fluido termovettore) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Olio combustibile | 6.309 | 5.836 | 4.606 | 4.459 | 3.033 | 1.782 | 596 | 652 |
| Benzine | - | - | - | - | - | - | - | - |
| GPL | 6.536 | 8.245 | 8.605 | 8.740 | 8.031 | 8.480 | 8.956 | 10.067 |
| Energia elettrica | 21.400 | 19.058 | 18.639 | 20.029 | 21.420 | 22.811 | 24.218 | 23.986 |
| Inceneritore rifiuti (fluido termovettore) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTALE | 92.493 | 92.987 | 90.164 | 91.276 | 92.885 | 90.501 | 96.009 | 95.507 |

Sebbene il gas abbia visto un incremento dei consumi del 15% tra il 1997 e il 2004, il gasolio ha visto una riduzione del 31%, mentre l'olio combustibile ha visto un calo del 90% (si conferma l'andamento illustrato nel PEC 1999 per cui il gas sostituisce gli usi di gasolio e olio combustibile).

Gli usi elettrici sono aumentati del 12%, ma anche in questo caso si sono viste fluttuazioni annuali (il trend di crescita non è stabile).

1.1.2.4 Trasporti

I consumi del settore Trasporti rappresentano il 28% del bilancio energetico bolognese, collocandosi al secondo posto dei settori più energivori.

*Usi energetici nel Settore Trasporti, ripartiti per fonte energetica [tep]
 Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gas metano | 8.800 | 8.012 | 7.224 | 7.797 | 8.609 | 8.479 | 7.747 | 8.385 |
| Gasolio | 61.285 | 57.057 | 66.284 | 86.734 | 85.898 | 96.959 | 103.056 | 108.169 |
| Benzine | 152.034 | 137.544 | 133.232 | 125.161 | 112.778 | 109.320 | 105.920 | 99.506 |
| GPL | 10.555 | 10.285 | 10.015 | 10.923 | 13.538 | 12.197 | 11.815 | 13.160 |
| Energia elettrica | 92 | 99 | 130 | 151 | 155 | 148 | 148 | 143 |
| TOTALE | 232.765 | 212.997 | 216.886 | 230.765 | 220.978 | 227.103 | 228.686 | 229.363 |

Il settore presenta oscillazioni di un certo rilievo tra un anno e l'altro, mostrando un leggero calo tra il 1997 e il 2004 (-1,5%). Tale risultato conferma un trend di sostanziale stazionarietà dei consumi, già evidente nel PEC 1999 sul periodo 1992-1997, dovuto alla sostituzione dei veicoli con nuovi mezzi più efficienti ma di cilindrata più elevata.

La diminuzione dei veicoli a benzina, a favore di quelli a gasolio, è evidente nella rispettiva variazione dei consumi: +77% per il gasolio e -35% per la benzina. In verità si è assistito a uno shift di consumi tra un vettore energetico e l'altro, senza che ciò abbia portato a un riduzione degli usi energetici.

Tra la fine degli anni '90 e primi anni del 2000 si è avuto un forte ricambio dei veicoli grazie agli incentivi statali, ma purtroppo il ricambio dei mezzi non sembra aver apportato evidenti benefici energetico-ambientali.

Le fonti dei dati per gli usi energetici dei Trasporti sono stati essenzialmente il bollettino petrolifero (su base provinciale) e l'UTF (dati a scala comunale).

Tale approccio si basa su una analisi delle vendite, che, in particolare nel caso dei Trasporti, non necessariamente è affidabile, in quanto a un acquisto di combustibile in città può corrispondere un utilizzo extra-urbano del mezzo di trasporto (questo è vero per automobili e per mezzi pesanti). D'altra parte, il traffico di provenienza extra-urbana e che insiste sulla città non necessariamente trova corrispondenza in acquisti di combustibile presso distributori urbani.

Una corretta valutazione degli usi energetici dei Trasporti dovrebbe dunque avvalersi di misurazioni statistiche di flussi veicolari e del parco mezzi circolante.

Un'analisi di questo tipo è stata effettuata con un software di simulazione dagli esperti di qualità dell'Aria dell'Unità Ambiente del Comune di Bologna, sulla base dei dati ISTAT 2001. I dati offrono una stima dei flussi veicolari, strada per strada, su Bologna. Tali dati sono stati incrociati con il parco veicolare bolognese¹⁹ (integrato con rilievi su strada), arrivando a una valutazione delle emissioni inquinanti, ripartite strada per strada. Purtroppo gli output del software di simulazione vengono forniti solo in termini di emissioni inquinanti e non di vettore energetico adoperato.

Per ragioni di risorse e tempi non si è riusciti nel corso del lavoro a riprodurre le simulazioni del traffico con i metodi specialistici e georeferenziati qui su esposti e, peraltro, non si è avuto modo di utilizzare altri metodi semplificati²⁰, per cui ci si è avvalsi dei dati di vendite forniti dal bollettino petrolifero e dall'UTF.

Il bollettino petrolifero (disponibile da internet) fornisce i dati di vendite ad uso Autotrazione per gasolio, benzine e GPL, a scala provinciale. L'UTF fornisce i dati di vendite, sia a scala comunale che provinciale. Per gli anni 2000-2003 i dati forniti da UTF sono dettagliati fino a fornire la ripartizione di quelle che sono le vendite da distributori pubblici (distributori di carburante cittadini, disponibili ad ogni tipo di utenza) e privati (per mezzi di trasporto privati di aziende, come ad esempio ATC) e quelle che sono le vendite verso depositi (stoccaggio). Da dopo il 2003 l'UTF non fornisce più dati, né di dettaglio né di sintesi, né su Provincia né su Comune.

Ulteriori utilizzi energetici nel settore Trasporti si hanno per mezzi a metano (alcuni autobus dei mezzi di trasporto pubblico ATC, alcuni mezzi per la raccolta rifiuti di Hera e una porzione del parco autovetture) e per mezzi elettrici (vetture elettriche ATC). Trascurabili sono i consumi di biodiesel del parco mezzi Hera (9.920 m³²¹).

Per quanto riguarda la stima degli usi energetici per gasolio, benzine e GPL, si sono confrontati i dati di vendite da bollettino petrolifero e da UTF.

¹⁹ Il parco veicolare anno per anno è disponibile sul sito dell'ACI per i Comuni con più di 30000 abitanti. Il parco indica anche il modello di mezzo e, in ogni caso, contiene la ripartizione dei mezzi per tipologia, per classi di cilindrata e per caratteristiche di emissione inquinante (EURO II, III, IV, ecc.)

²⁰ Un metodo semplificato è quello che calcola i consumi annui di ciascun mezzo del parco veicolare bolognese, assegnando una percorrenza media giornaliera e un fattore di consumo per km.

²¹ Dati dal Bilancio Sostenibilità Hera del 2004: 141690 km percorsi per un consumo di 0,07 Sm³/km

*Vendite di combustibili per uso Autotrazione [tonnellate] – Fonte: bollettino petrolifero
 Provincia di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Gasolio | 257.317 | 284.991 | 323.378 | 315.081 | 329.391 | 340.895 | 366.008 | 399.315 |
| Benzine | 361.592 | 357.076 | 348.869 | 323.760 | 311.010 | 290.313 | 280.816 | 259.967 |
| GPL | 15.247 | 36.205 | 31.175 | 42.721 | 58.064 | 55.816 | 44.855 | 40.297 |

Vendite di combustibili per uso Autotrazione [tonnellate] – Fonte: UTF
 Provincia di Bologna – anni 2000-2003*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|------|
| Gasolio | nd | nd | nd | 388.016 | 313.352 | 356.745 | 369.364 | nd |
| Benzine | nd | nd | nd | 329.639 | 291.578 | 287.067 | 275.011 | nd |
| GPL | nd | nd | nd | 47.896 | 33.337 | 48.890 | 33.230 | nd |

* il dato fornito da UTF è in litri; per la conversione da litri a tonnellate si faccia riferimento all'Allegato 1

Vendite di combustibili per uso Autotrazione [tonnellate] – Fonte: UTF
 Comune di Bologna – anni 1998-2003*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| Gasolio | nd | 55.599 | 64.591 | 114.509 | 92.139 | 96.876 | 102.519 | nd |
| Benzine | nd | 130.995 | 126.888 | 119.201 | 107.407 | 104.115 | 100.876 | nd |
| GPL | nd | nd | 9.104 | 9.930 | 12.307 | 11.088 | 10.741 | nd |

* il dato fornito da UTF è in litri; per la conversione da litri a tonnellate si faccia riferimento all'Allegato 1

I dati UTF a scala comunale sono disponibili dal 1998, mentre quelli a scala provinciale dal 2000.

Il confronto tra bollettino petrolifero e UTF a scala provinciale mostra una buona corrispondenza (i dati differiscono di pochi punti percentuali), deducendone che le informazioni contenute sono omogenee.

La serie temporale completa dal 1997 al 2004 è chiaramente rappresentata dal bollettino petrolifero, ma il dato a scala comunale è contenuto nei dati UTF. Pur con le debite cautele nell'utilizzo del dato di vendita di combustibile alla sola scala comunale (non si hanno elementi per dire se rappresenta una sovrastima o una sottostima del consumo effettivo che insiste sulla città, che è associato al flusso veicolare), si è preferito avvalersi di tale dato per la stima dei consumi comunali.

E' stata apportata una correzione ai dati di gasolio, che, come si nota dalla tabella precedente, mostrano un incremento del 77% tra il 1999 e il 2000. La ragione di tale incremento sembra essere che il valore al 2000 include le vendite sui depositi, mentre quello al 1999 evidentemente no. Sui dati UTF comunali di gasolio si è dunque deciso di considerare solo le vendite da distributori (pubblici o privati).

Vendite di combustibili da distributori (esclusi depositi) per uso Autotrazione [tonnellate] –
 Fonte: UTF – Comune di Bologna – anni 1998-2003*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|
| Gasolio | nd | 55.599 | 64.591 | 84.518 | 83.703 | 94.482 | 100.423 | nd |

* il dato fornito da UTF è in litri; per la conversione da litri a tonnellate si faccia riferimento all'Allegato 1

Poiché i dati UTF comunali coprono solo l'arco di anni 1998-2003, per completare la serie si è adoperato come dato al 1997 quello già presente nel PEC 1999, mentre per i dati al 2004 si è eseguita una regressione lineare a partire dagli anni precedenti. Nel caso del

GPL il dato al 1998 (assente nell'UTF), è stato ottenuto come media tra il valore al 1997 e quello al 1999.

Per quanto riguarda i consumi di metano e di elettricità per mezzi di Trasporto, si è dovuto operare diversamente da quanto fatto per gli altri combustibili, poiché non si avevano a disposizione dati di vendita alla scala comunale.

Nel caso del metano sono tuttavia disponibili dati di vendita a scala provinciale dell'UTF sul periodo 1999-2003.

*Vendite di gas metano per uso Autotrazione [m³] – Fonte: UTF
Provincia di Bologna – anni 1999-2003*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------------------|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------|
| Gas metano | nd | nd | 25.669.928 | 28.201.876 | 31.713.579 | 31.801.091 | 29.540.008 | nd |

La stima delle vendite alla scala comunale è stata ottenuta applicando ai dati precedenti una percentuale annua, data dal rapporto tra il numero di mezzi del parco veicolare comunale e quello provinciale²². Tale percentuale è abbastanza costante negli anni e si colloca intorno al 33%.

*Usi di gas metano per uso Autotrazione [m³] – Fonte: UTF
Comune di Bologna – anni 1997-2004*

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|-----------|---------------|
| Gas metano | 10.666.667* | 9.711.372** | 8.756.077** | 9.450.446 | 10.434.612 | 10.277.171 | 9.389.979 | 10.164.004*** |

* valore riportato dal PEC 1999

** valori stimati attraverso metodo di linearizzazione tra il 1997 e il 2000

*** valore ottenuto da regressione lineare sugli anni 2000-2003

Nel caso del metano si è anche provato ad eseguire una analisi bottom-up a partire dalle percorrenze e dal numero di mezzi degli autobus a metano dell'ATC e da una stima delle percorrenze dei veicoli a metano del parco automobilistico di Bologna. Le stime portano a valori di un 15% dei consumi calcolati a partire dai dati UTF. Nella stima bottom-up non sono incluse le percorrenze su autostrada e non sono inclusi tutti i mezzi destinati al trasporto merci locale (furgoni e carri merci), per cui si è deciso di far uso del dato stimato dai dati UTF, che è, fra l'altro, in linea con la stima del PEC 1999 che era stata eseguita tenendo conto anche delle tangenziali e dell'autostrada e di tutte le categorie di mezzi di trasporto.

Per quanto riguarda i consumi elettrici nella voce Trasporti, si è cercato di esplicitare la componente di consumi destinata ai mezzi di trasporto pubblici (ATC). In tal caso si tratta di consumi già contabilizzati nei dati ENEL Distribuzione, che quindi sono stati detratti dalla voce Terziario²³.

Nella tabella successiva è indicata la ripartizione del parco mezzi dell'ATC.

²² In una analisi più approfondita si potrebbe individuare il numero di mezzi a metano dai dati ACI del parco veicolare del Comune di Bologna e di quello della Provincia di Bologna

²³ In verità la categoria merceologica Trasporti negli usi elettrici include molte voci, tra cui quella destinata ai veicoli elettrici in senso stretto.

| Azienda Trasporti Consorziali: parco vetture - numero mezzi urbani per tipologia di consumo dal 1995 al 2004 | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|---------------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|---------|---|-----------------------------|
| Anni | tipologia di consumi a basso impatto ambientale | | | | | | metano | gasolio | Totale | % mezzi a bassa o a nessuna |
| | nessuna emissione | | normativa europea emissioni (1) | | | dotazione mezzi urbani (2) | | | emissione inquinante su totale del parco urbano | |
| | elettrico | filobus | Euro 1 | Euro 2 | Euro 3 | | | | | |
| 1995 | 1 | 20 | 36 | | | | 404 | 461 | 12,36 | |
| 1996 | 1 | 19 | 36 | 53 | | | 370 | 479 | 22,76 | |
| 1997 | 1 | 37 | 36 | 64 | | | 339 | 477 | 28,93 | |
| 1998 | 1 | 39 | 36 | 70 | | | 318 | 464 | 31,47 | |
| 1999 | 11 | 46 | 36 | 136 | | | 275 | 504 | 45,44 | |
| 2000 | 11 | 54 | 36 | 140 | | | 256 | 497 | 48,49 | |
| 2001 | 11 | 54 | 37 | 140 | | 10 | 230 | 482 | 52,28 | |
| 2002 | 11 | 54 | 36 | 145 | 21 | 31 | 209 | 507 | 58,78 | |
| 2003 | 11 | 54 | 36 | 144 | 34 | 36 | 191 | 506 | 62,25 | |
| 2004 | 10 | 54 | 36 | 144 | 34 | 61 | 177 | 516 | 65,70 | |

(1) Euro 1, Euro2, Euro3 indicano gruppi di norme sulle emissioni di gas di scarico dei veicoli stabilite dall'Unione Europea. Il numero progressivo indica le tappe imposte ai costruttori per realizzare vetture sempre meno inquinanti e regolamentare la quantità di sostanze nocive emesse dai motori.
 (2) Mezzi in effettivo servizio al 31/12 di ogni anno.
 Fonte: A.T.C. - Trasporti Pubblici Bologna - Settore Marketing - Funzione Analisi Statistiche.

Una quota della percorrenza annua dei mezzi ATC è stata assegnata all'elettrico, pesando la percorrenza totale con il rapporto fra il numero di mezzi elettrici e il totale vetture del parco ATC. Infine la percorrenza è stata tradotta in consumi avvalendosi di un coefficiente medio di consumo (fonte GTT) di 95 kWh / 100 km.

Usi elettrici per Trasporti ATC [kWh] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Elettricità | 1399065 | 1513961 | 1986173 | 2296835 | 2368313 | 2251532 | 2255982 | 2178227 |

I consumi ottenuti sono stati ulteriormente ricalibrati sulla base dell'informazione di consumo fornita da ATC per il 1997, inferiore di un 24% rispetto a quanto indicato alla tabella precedente.

Usi elettrici corretti per Trasporti ATC [kWh] – Comune di Bologna – anni 1997-2004

| | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Elettricità | 1.068.000 | 1.155.708 | 1.516.179 | 1.753.327 | 1.807.891 | 1.718.745 | 1.722.142 | 1.662.786 |

1.2 Produzione di energia elettrica sul territorio comunale di Bologna

La produzione di energia elettrica da sistemi a fonti rinnovabili o assimilate sul territorio comunale di Bologna è andata arricchendosi a partire dalla metà degli anni '90.

La diversificazione della produzione (e quindi dell'offerta) elettrica rientra nel processo di liberalizzazione dell'industria energetica, avviato nel 1999 con il Decreto Bersani.

I dati e l'analisi qui presentata saranno fondamentali nella identificazione delle emissioni climalteranti da usi elettrici sul territorio comunale.

Nel calcolo delle emissioni climalteranti si assumerà che tutta la produzione locale di elettricità viene utilizzata in Bologna.

Nella tabella seguente si illustra la produzione di energia elettrica dai diversi impianti presenti in Bologna, a partire dal 1990, esplicitando il tipo di fonte energetica. Tra gli impianti a fonte rinnovabile si ha sia mini-idro, che recupero di biogas nelle discariche e del salto di pressione del sistema di distribuzione del gas, nonché fotovoltaico

Produzione di elettricità da impianti a fonti rinnovabili (FER) e assimilate [kWh] o da Rifiuti – Comune di Bologna – anni 1990-2004

| TIPOLOGIA FONTE ADOPERATA | DENOMINAZIONE IMPIANTO | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------------------------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| FER & ASSIMILATE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDRO | CAVATICCIO | | | | | 775 | 30 | 159 | 1368 | 1519 | 1385 | 1767 | 2345 | 1443 | 1329 | 1204 |
| BIOGAS | IDAR (DEPURATORE) | | | | | | | 627 | 826 | 1172 | 1354 | 1449 | 1232 | 1180 | 1054 | 922 |
| BIOGAS | DISCARICA GUELFA | | | | | | 18 | 1544 | 955 | 450 | 430 | 430 | 353 | 113 | | |
| SALTO PRESSIONE GAS | TURBOESPANSORE FRULLO | | | | | 1945 | 3537 | 3940 | 4068 | 4502 | 4079 | 3035 | 4771 | 5107 | 3168 | 840 |
| FOTOVOLTAICO | impianti installati in città (secondo domande ammesse ai 10.000 tetti fotovoltaici) | | | | | | | | | | | | 2 | 89 | 101 | 89 |
| ASSIMILATE (COGENERAZIONE) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METANO | COGEN-BARCA | | | | | | 198 | 26430 | 20937 | 15519 | 38164 | 35993 | 33466 | 33340 | 36629 | 32555 |
| METANO | FOSSOLO | | | | | | | | | 701 | 3975 | 5116 | 3692 | 7301 | 6740 | 4277 |
| METANO | ALDINI-VALERIANI | 2240 | 2362 | 558 | 928 | 1458 | 2292 | 1512 | 2231 | 1828 | 2038 | 1909 | 1835 | 2062 | 1559 | 1523 |
| METANO | RIZZOLI | | | | | | | | 2317 | 2998 | 2559 | 3096 | 2852 | 2684 | 3015 | 3486 |
| METANO | FIERA | | | | | | | | | | | | 13940 | 13790 | 13520 | 14803 |
| TERMOVALORIZZAZIONE RIFIUTI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FRULLO | 12932 | 15966 | 33074 | 37453 | 41392 | 36607 | 45983 | 35012 | 33104 | 35825 | 36239 | 36263 | 36505 | 41209 | 59391 |
| TOTALE | | 15.172 | 18.328 | 33.632 | 38.381 | 45.570 | 42.682 | 80.195 | 67.714 | 61.793 | 89.808 | 89.034 | 100.750 | 103.615 | 108.324 | 119.090 |

La quota di produzione elettrica locale è andata crescendo nel tempo (+ 76% al 2004 rispetto al 1997 e 7 volte rispetto alla produzione del 1990), sebbene con alcune fluttuazioni intermedie (-30% tra il 1996 e il 1998). L'aumento è correlato oltre che al progressivo avviamento di nuovi impianti, anche all'aumento della producibilità di ciascun sistema, soprattutto per quanto riguarda gli impianti a fonti assimilate.

La voce più consistente di elettricità è data dal sistema di cogenerazione alimentato dall'inceneritore di rifiuti del Frullo, installato nel 1990 (l'impianto di termovalorizzazione era stato avviato nel 1972).

La quota di produzione da fonti puramente rinnovabili ha avuto un picco nel 2001, per portarsi, nel 2004, ai valori del 1995. Le fonti rinnovabili costituiscono, al 2004 il 3% della produzione elettrica locale (il picco è stato raggiunto nel 1998 con una quota pari al 12% sulla produzione totale di Bologna).

Nella tabella successiva si presenta la quota di copertura degli usi elettrici di Bologna con la produzione locale di elettricità.

Copertura percentuale degli usi elettrici cittadini con produzione da fonti rinnovabili o assimilate – Comune di Bologna – anni 1990-2004

| 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1,4% | 1,6% | 2,9% | 3,2% | 3,7% | 3,4% | 6,0% | 5,0% | 4,5% | 6,5% | 6,2% | 6,7% | 6,7% | 6,5% | 7,1% |

La copertura è andata aumentando progressivamente, pur con qualche oscillazione tra il 1994 e il 1998, raggiungendo il valore interessante del 7,1% al 2004.

La produzione elettrica degli impianti bolognesi comporta per buona parte un uso di combustibili, incluso il CDR dell'impianto di termovalorizzazione. Ciò ha un impatto non positivo sulle emissioni climalteranti associate alla produzione locale.

Nella tabella successiva si illustrano i quantitativi di combustibile richiesto nel caso di ciascun impianto. Si sono evidenziati gli usi in m³ di biogas e di CDR del termovalorizzatore²⁴.

²⁴ I quantitativi di CDR sono stati espressi in termini del loro contenuto energetico, calcolato a partire dalla quantità di rifiuti smaltiti, moltiplicati per il fattore di conversione energetica indicato nell'Allegato 1

Usi di combustibile (metano o biogas) per impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili (FER) o assimilate [m³]
 Comune di Bologna – anni 1990-2004

| TIPOLOGIA FONTE ADOPERATA | DENOMINAZIONE IMPIANTO | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| FER & ASSIMILATE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDRO | CAVATICCIO | | | | | | | | | | | | | | | |
| BIOGAS DA DEPURATORE | IDAR | | | | | | | 368829 | 485889 | 707474 | 849733 | 975374 | 878358 | 859684 | 1461811 | 1511034 |
| BIOGAS | DISCARICA GUELFA TURBOESPANSORE FRULLO | | | | | | 11996 | 1028983 | 636450 | 299550 | 286650 | 286650 | 235800 | 75450 | | |
| FOTOVOLTAICO | impianti installati in città (secondo domande ammesse ai 10000 tetti fotovoltaici) | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASSIMILATE (COGENERAZIONE A GAS METANO) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METANO | COGEN-BARCA | | | | | | 68750 | 6803009 | 7881361 | 4748095 | 10393305 | 10043101 | 9262322 | 8400836 | 8176042 | 8009163 |
| METANO | FOSSOLO | | | | | | | | 0 | 282011 | 1350631 | 1158355 | 1024300 | 1535034 | 1349522 | 938876 |
| METANO | ALDINI-VALERIANI | 586506 | 618244 | 146247 | 243079 | 381437 | 599809 | 395977 | 583939 | 478227 | 515615 | 524989 | 497290 | 436299 | 312360 | 290791 |
| METANO | RIZZOLI | | | | | 435313 | 708333 | 738646 | 629483 | 796514 | 634500 | 819216 | 727210 | 565850 | 650021 | 699883 |
| METANO | FIERA | | | | | | | | | | | 4625956 | 3520181 | 3054326 | 3434121 | |
| TERMOVALORIZZAZIONE RIFIUTI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CDR | FRULLO [MWh] | 51728 | 63864 | 132296 | 149812 | 176144 | 167910 | 202946 | 173434 | 166590 | 166528 | 171471 | 169318 | 176546 | 186377 | 228126 |

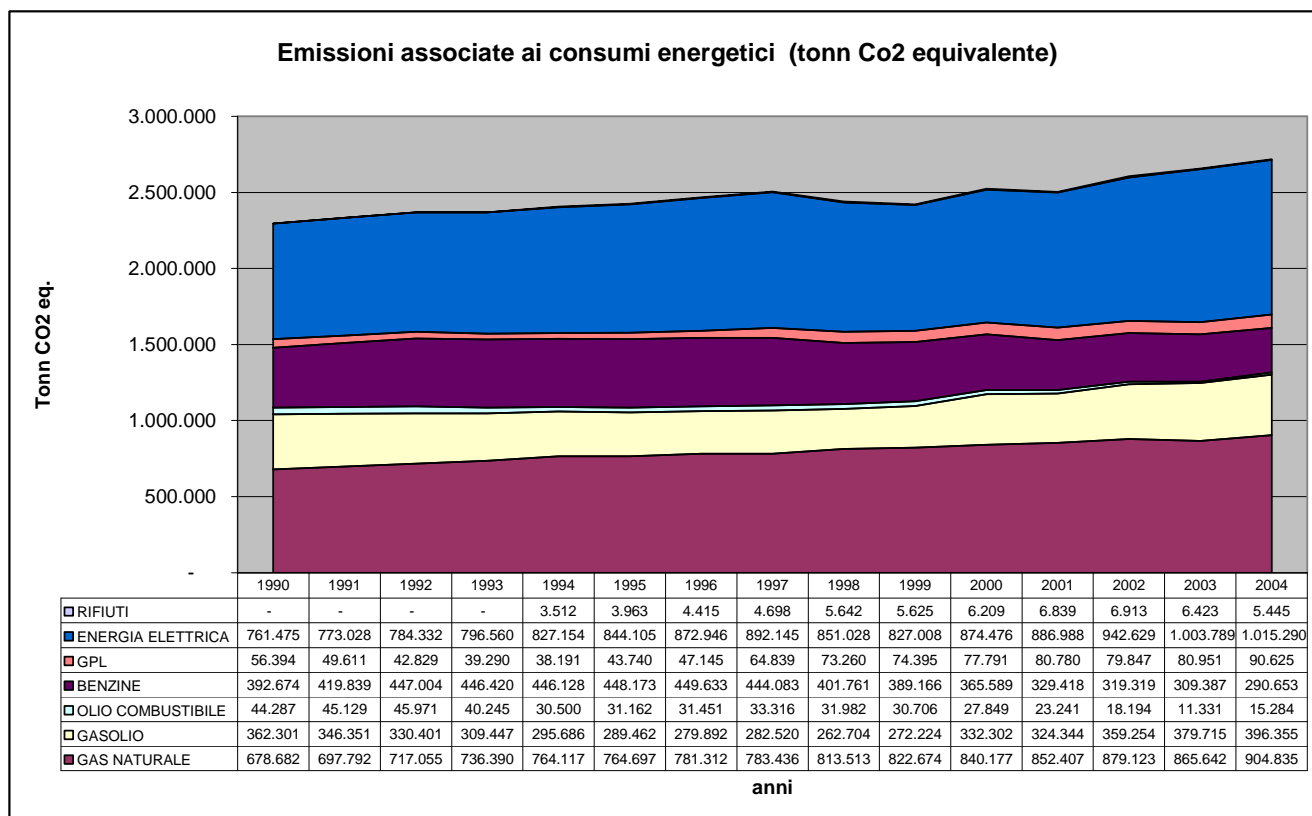
* le celle colorate in rosa indicano che il valore riportato è stato stimato o calcolato (essendo assente il dato reale di consumo)

Le quantità di gas metano adoperato per la quota elettrica delle centrali di cogenerazione sono state ottenute dai dati di effettivo consumo di ciascuna centrale al netto della quota di combustibile legata alla produzione termica del cogeneratore stesso. Le dissipazioni del cogeneratore sono pertanto conteggiate come quota combustibile necessaria alla produzione elettrica.

2 BILANCIO DELLE EMISSIONI CLIMALTERANTI

Il bilancio delle emissioni climalteranti (CO₂-equivalente) mostra che dal 1990 al 2004 le emissioni sono aumentate del 18,5%. Rispetto a una crescita uniforme tra il 1990 e il 1997 (+9,2%), l'andamento è risultato oscillante tra il 1997 e il 2002, per poi rivedere una chiara risalita nel 2003 e 2004.

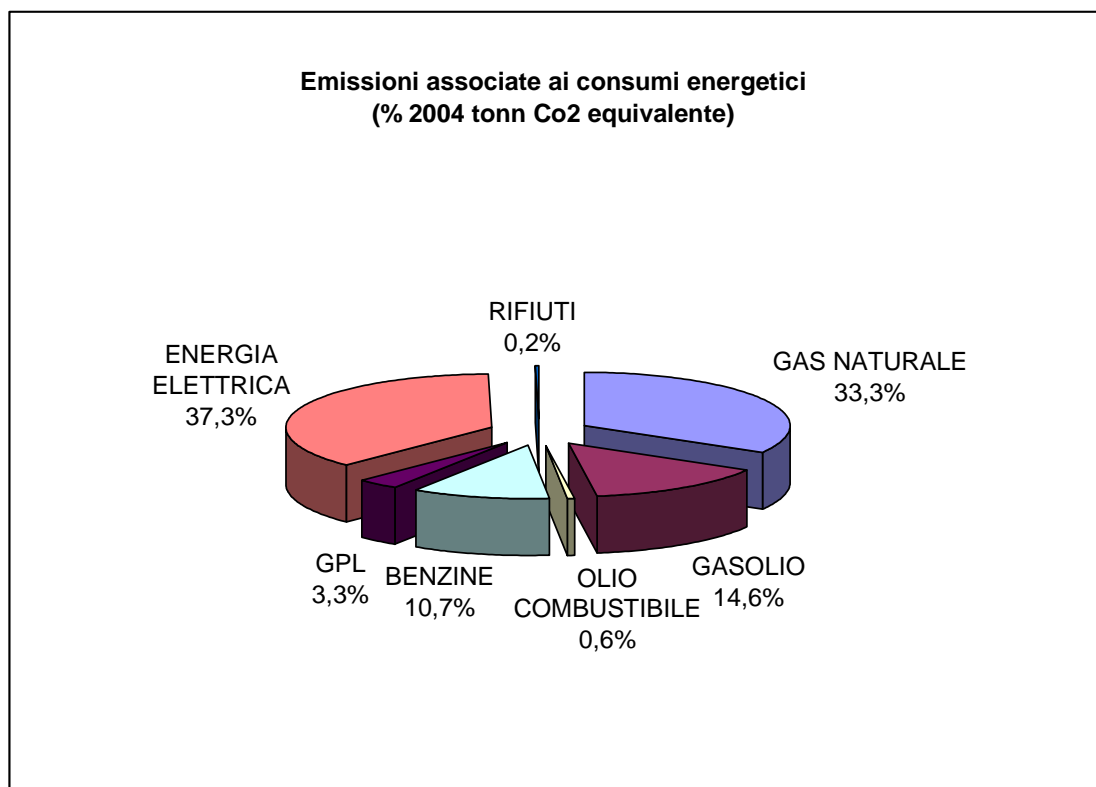
La riduzione delle emissioni tra il 1997 e il 1999 è dovuta alla riduzione dei consumi di benzina e gasolio nello stesso periodo (vedi bilancio energetico), insieme a una riduzione delle emissioni specifiche elettriche, legate al miglioramento del mix elettrico nazionale.



Il bilancio è stato costruito tenendo conto sia delle emissioni dirette che di quelle indirette, associate principalmente alla produzione di energia elettrica in centrali fuori dal territorio bolognese.

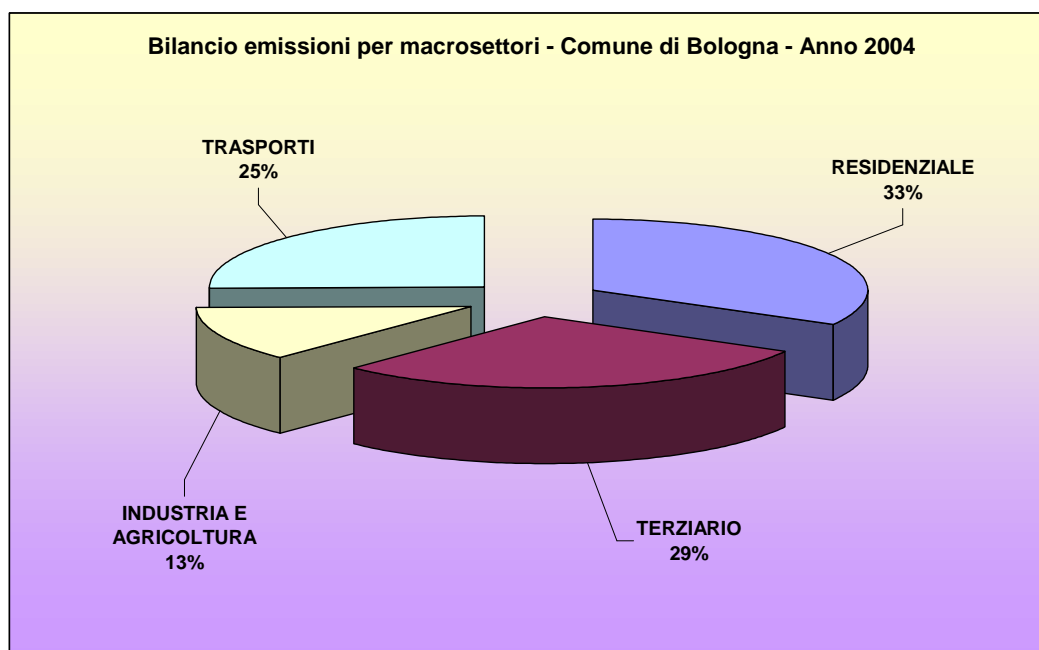
In ogni caso il bilancio delle emissioni si riferisce, in questa sede, alle emissioni climalteranti associate agli usi energetici: non sono incluse le emissioni da smaltimento rifiuti o le mitigazioni di CO₂ legate all'uso del verde.

Le emissioni da consumi elettrici costituiscono la voce di maggior rilievo per tutta la serie temporale: dal 33% del totale emissioni al 1990, le emissioni da usi elettrici rappresentano il 37% del totale al 2004.



Il confronto con la ripartizione percentuale degli usi energetici al 2004 mostra forti variazioni di alcuni vettori: mentre l'elettrico sale di circa 20 punti percentuali come peso sulle emissioni totali, il gas recede di 15 punti percentuali; il gasolio e le benzine mantengono la loro posizione.

L'analisi per macrosettori non mostra invece forti variazioni rispetto al bilancio energetico. Sostanzialmente acquista maggior peso il settore terziario.



2.1 Metodologia di calcolo delle emissioni

Il calcolo delle emissioni ha utilizzato, per ragioni di continuità rispetto al PEC 1999, i coefficienti di emissione individuati nel modello AIRE²⁵. Rispetto ad altre metodologie di calcolo, quale quella ad oggi più consolidata CORINAIR, i fattori di emissione dei gas serra dei combustibili fossili sono sostanzialmente identici.

Differenze si riscontrano sui fattori di emissione del mix nazionale elettrico, giacché le previsioni fatte in AIRE al 2005 del parco centrali italiano non corrispondono all'andamento effettivo avutosi negli anni, soprattutto a seguito della liberalizzazione del mercato.

Per quanto riguarda i combustibili fossili le emissioni sono state calcolate usando i seguenti fattori di emissione:

| CO2-equivalente per i diversi combustibili fossili | | | | | |
|--|------|------|-------|----------|-------|
| | g/m3 | g/kg | g/kWh | tonn/tep | kg/GJ |
| gas metano | 1879 | | 196 | 2,276 | 54,37 |
| gasolio | | 3190 | 269 | 3,127 | 74,70 |
| olio combustibile | | 3424 | 300 | 3,494 | 83,45 |
| GPL | | 2949 | 231 | 2,681 | 64,03 |
| benzina | | 3067 | 251 | 2,921 | 69,77 |
| CDR (al 2004) | | 215 | 145 | 1,690 | 40,37 |

Nella tabella sono stati inseriti anche i rifiuti (CDR), assumendo come fattore di emissione quanto proposto da Hera rispetto al termovalorizzatore di Bologna: il fattore di emissione è calcolato da Hera al netto delle emissioni che comunque si avrebbero dalla quota di rifiuti biodegradabili (vedi tabella successiva, estratta dal Bilancio di Sostenibilità 2004 di Hera SpA).

| Bilancio emissioni gas serra per i termovalorizzatori del gruppo Hera | | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Impianto di termovalorizzazione | 2003 | | | 2004 | | |
| | Emissioni di CO ₂ | | Emissioni di CO ₂ | Emissioni di CO ₂ | | Emissioni di CO ₂ |
| | dirette da impianto (t) | evitate da recupero energetico (t) | evitate per tonnellata di rifiuto (t) | dirette da impianto (t) | evitate da recupero energetico (t) | evitate per tonnellata di rifiuto (t) |
| Bologna (solo vecchio impianto) | 46.632 | 29.187 | 0,187 | 38.600 | 26.051 | 0,202 |
| Forlì | 12.400 | 3.890 | 0,081 | 12.003 | 4.643 | 0,112 |
| Ravenna | 16.893 | 12.008 | 0,024 | 20.402 | 12.233 | 0,274 |
| Rimini | 36.486 | 18.215 | 0,154 | 36.484 | 19.280 | 0,153 |
| Totale | 111.411 | 63.300 | 0,178 | 107.489 | 63.106 | 0,183 |

Per gli scopi delle analisi di questo lavoro, sono state contabilizzate le emissioni da CDR per la quota utilizzata ai fini energetici: teleriscaldamento e produzione elettrica.

²⁵ Ambiente Italia – Ministero dell'Ambiente, AIRE, *Un modello per l'Analisi Integrata per la Riduzione dell'Effetto Serra* (1998)

2.1.1 Fattori di emissione per gli usi elettrici

Un paragrafo ad hoc merita la discussione delle emissioni climalteranti per gli usi elettrici.

Parte dell'energia elettrica usata in Bologna è prodotta da impianti locali, mentre il resto è soddisfatto da elettricità che possiamo assumere prodotta dal mix nazionale di centrali.

Le emissioni di CO₂-eq per kWh elettrico adoperato (fattore di emissione) sono una media dei fattori di emissione delle centrali di produzione locali e di quelle nazionali. Tali fattori variano di anno in anno, in base ai rendimenti delle singole centrali e al tipo di combustibili adoperati.

Per le centrali collocate sul territorio bolognese si sono fatte le seguenti assunzioni nel calcolo delle emissioni: la produzione da fonti rinnovabili (FER) non comporta emissioni; per le fonti assimilate (cogenerazione a metano e termovalorizzatore), si applicano i fattori di emissioni dei rispettivi combustibili, mentre le quantità di combustibile adoperato sono quelle già citate alla sezione 2.2.

Emissioni CO₂-equivalente emesse dai diversi impianti locali di produzione di energia elettrica [tonnellate]
 Comune di Bologna – anni 1990-2004

| TIPOLOGIA FONTE ADOPERATA | DENOMINAZIONE IMPIANTO | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|--|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| FER & ASSIMILATE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDRO | CAVATICCIO | | | | | | | | | | | | | | | |
| BIOGAS DA DEPURATORE | IDAR | | | | | | | | | | | | | | | |
| BIOGAS | DISCARICA GUELFA TURBOESPANSORE FRULLO impianti installati in città (secondo domande ammesse ai 10000 tetti fotovoltaici) | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOVOLTAICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASSIMILATE (COGENERAZIONE A GAS METANO) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METANO | COGEN-BARCA | | | | | | 129 | 12783 | 14809 | 8922 | 19529 | 18871 | 17404 | 15785 | 15363 | 15049 |
| METANO | FOSSOLO | | | | | | | | | 530 | 2538 | 2177 | 1925 | 2884 | 2536 | 1764 |
| METANO | ALDINI-VALERIANI | 1102 | 1162 | 275 | 457 | 717 | 1127 | 744 | 1097 | 899 | 969 | 986 | 934 | 820 | 587 | 546 |
| METANO | RIZZOLI | | | | | 818 | 1331 | 1388 | 1183 | 1497 | 1192 | 1539 | 1366 | 1063 | 1221 | 1315 |
| METANO | FIERA | | | | | | | | | | | | 8692 | 6614 | 5739 | 6453 |
| TERMOVALORIZZAZIONE RIFIUTI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CDR | FRULLO | 7518 | 9282 | 19228 | 21773 | 25600 | 24403 | 29496 | 25206 | 24212 | 24203 | 24921 | 24608 | 25659 | 27087 | 33155 |
| TOTALE | | 8620 | 10443 | 19502 | 22230 | 27135 | 26991 | 44410 | 42296 | 36058 | 48431 | 48494 | 54930 | 52826 | 52533 | 58283 |

Il fatto che il biogas venga ritenuto ad emissioni nulle dipende dall'essere tale gas un derivato della digestione dei fanghi di depurazione o di trattamento dei rifiuti organici in discarica e quindi un prodotto da trattamento rifiuti che comunque verrebbe emesso in atmosfera se non venisse combusto.

Rispetto al fotovoltaico, sarebbe opportuno non considerare questa fonte ad impatto nullo, almeno fino a quando la produzione di silicio continuerà a richiedere un'elevata intensità energetica. In questo contesto abbiamo preferito mantenere nullo il contributo in termini di emissioni, ma se il settore avrà incrementi (come è prospettabile, visto il grosso richiamo ottenuto dal "Conto Energia"), si dovrà condurre una valutazione più attenta sugli usi energetici nella fase di produzione dei collettori, considerato che sul mercato stanno prendendo piede prodotti a minor impatto ambientale (silicio amorfo e fotovoltaico a concentrazione).

Il fattore di emissione (CO₂- equivalente) per kWh elettrico prodotto è riportato nella seguente tabella.

Fattore di emissioni di CO₂-equivalente per produzione locale di energia elettrica [kg/kWh] – Comune di Bologna – anni 1990-2004

| 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,568 | 0,570 | 0,580 | 0,579 | 0,595 | 0,632 | 0,554 | 0,625 | 0,584 | 0,539 | 0,545 | 0,545 | 0,510 | 0,485 | 0,489 |

Rispetto ai fattori di emissione da mix elettrico nazionale si è deciso di utilizzare i dati di AIREs già usati nel precedente PEC, cercando tuttavia di aggiornarne i valori per gli anni successivi al 1995.

Per far ciò si è svolta una ricerca di letteratura sui dati di emissione da produzione elettrica nei bilanci energetici nazionali. Il documento APAT *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2002* riporta la serie storica dei fattori di emissione di CO₂ per la produzione elettrica nazionale.

Fattore di emissione di CO₂ per kWh elettrico prodotto da mix nazionale – Fonte APAT

Table 3.4 Time series of CO₂ emissions from electricity production

| | 1990 | 1995 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total electricity produced (gross) | 216.9 | 241.5 | 265.7 | 276.6 | 279.0 | 284.4 |
| Total CO ₂ emitted, Mt | 124.2 | 132.9 | 133.4 | 140.5 | 138.0 | 144.5 |
| g CO ₂ / kWh of gross thermo-electric production | 696 | 680 | 643 | 645 | 639 | 637 |
| g CO ₂ / kWh of total gross production | 572 | 550 | 501 | 508 | 495 | 508 |

I fattori di emissione di AIREs 1990-1997 sono superiori ai valori riportati da APAT, sia perché i dati APAT riguardano solo la CO₂, sia perché AIREs tiene conto delle emissioni indirette legate alla realizzazione dell'impianto.

Per ottenere i dati di AIREs aggiornati agli anni successivi al 1997 si è deciso di applicare il coefficiente di proporzionalità tra i dati AIREs-APAT sul periodo 1990-1995. Per il 1997 si è considerato il fattore di emissione riportato nel precedente PEC. Per il periodo 1990-1997 si è eseguito un trend lineare, per calcolare i coefficienti per gli anni intermedi.

Fattore di emissione di CO₂ per kWh elettrico prodotto da mix nazionale – Riadattamento dato AIREs – Valore utilizzato nel bilancio delle emissioni

| 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,654 | 0,629 | 0,604 | 0,612 | 0,596 | 0,612 | 0,612 | 0,612 |

Il calcolo delle emissioni sul Comune di Bologna è stato infine effettuato prendendo la quota di usi elettrici pari alla produzione elettrica da impianti locali e moltiplicandola per il rispettivo fattore di emissione. Per la quota residua di consumo (comunque la più rilevante) si è applicato il fattore di emissione da mix nazionale.

Successivamente al 1997 il mix nazionale elettrico ha visto un miglioramento nell'efficienza di produzione, soprattutto grazie all'installazione di centrali a ciclo combinato. La riduzione del fattore di emissione tra il 1990 e il 1997 è stata del 5% mentre tra il 1997 e il 2004 è stata del 6,5%. Questo elemento contribuisce dunque alla riduzione delle emissioni anche a livello bolognese. Il bilancio delle emissioni segnala, tuttavia, che, sebbene il mix nazionale stia migliorando, la crescita di consumi elettrici supera l'aumento di efficienza, comportando un aumento in ogni caso delle emissioni di gas serra dovuti agli usi elettrici.

2.1.2 Emissioni e produzione elettrica locale

Confrontando i fattori di emissione elettrica locali e quelli nazionali si osserva che mentre fino al 2000 tra di essi c'è uno scarto intorno al 5%, dal 2001 al 2004 lo scarto è aumentato, arrivando al 20% nel 2004. Questo aspetto è associato soprattutto a un miglioramento nella resa degli impianti a fonti assimilate (cogenerazione), ovvero a un drastico controllo delle perdite. Un 3% è invece dovuto alla produzione da FER.

E' corretto dunque ritenere che la produzione da cogenerazione presenti fattori di emissione più bassi, tuttavia è importante sottolineare che se gli impianti locali vanno in aggiunta a quelli nazionali (in totale assenza di programmazione globale) e se gli usi elettrici continueranno ad aumentare, anche se gli usi aggiuntivi verranno soddisfatti da impianti a fonti assimilate locali non si raggiungerà un abbattimento delle emissioni secondo i parametri di Kyoto.

Solo una produzione pulita di elettricità, da FER, può, insieme a una riduzione dei consumi elettrici, abbattere le emissioni di gas serra dovute agli usi elettrici.

3 ALLEGATI

Allegato 1

Nel seguito sono riportati i parametri di conversione tra le diverse unità di misura, adottati nei calcoli per il bilancio energetico.

1 Tep = 10000 Mcal = 41868 MJ = 11630 kWh

Poteri calorifici inferiori dei combustibili, così come indicati dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (Delibera 200/04)

| Combustibile | Unità di misura | P.C.I. |
|-------------------|-----------------|--------|
| Gas metano | kcal/mc | 8250 |
| Gasolio | kcal/kg | 10200 |
| Olio combustibile | kcal/kg | 9800 |
| Benzine | kcal/kg | 10500 |
| GPL | kcal/kg | 11000 |

p.c.i. gas metano = 0,000825 tep/mc

p.c.i. gasolio = 0,00102 tep/kg = 11,86 kWh/kg = 0,000842 tep/litro

p.c.i. olio combustibile = 0,00098 tep/kg = 11,40 kWh/kg

p.c.i. benzine = 0,00105 tep/kg = 0,000756 tep/litro = 8,785 kWh/litro

p.c.i. GPL = 0,0011 tep/litro = 12,78 kWh/kg = 0,000561 tep/litro

p.c.i. biogas = 5500 kcal/Nm³ = 6,4 kWh/Nm³ = 6,06 kWh/Sm³ = 0,0005208 tep/Sm³

p.c.i. rifiuti²⁶ = 0,1271 tep/tonn = 1,478 kWh/kg

densità gas metano = 0,716 g/litro = 0,716 kg/m³

densità gasolio = 0,82 kg/litro

densità olio combustibile = 0,86 kg/litro

densità benzine = 0,72 kg/litro

densità GPL = 0,51 kg/litro

²⁶ Il valore qui riportato è quello indicato da Hera SpA relativamente ai propri impianti di termovalorizzazione sul territorio dell'Emilia Romagna nel Bilancio di Sostenibilità 2004 (451257 tonnellate di rifiuti smaltiti nei termovalorizzatori, per un'energia di 57351 tep). Tale valore è inferiore a quello indicato dall'Autorità dell'Energia, di 2500 kcal/kg (2,91 kWh/kg). Nei calcoli si è tuttavia preferito adottare il valore indicato da Hera

Allegato 2

Codici tariffa indicati in Legenda nel database Hera delle utenze ordinarie

| Codice Tariffa | Descrizione Codice Tariffa |
|----------------|--------------------------------|
| 00001 | DOMEST.COTT.CIBI E/O ACQ.CALDA |
| 00002 | RISCALD INDIV.E USO PROMISCOU |
| 00003 | ALTRI USI (NON DOMEST.)O CENTR |
| 00004 | ART/IND.CONSA DA100000A200000 |
| 00005 | USO TERZ.COGENERAZIONE |
| 00006 | EX TAR. SOCIALE USO DOM.(T1) |
| 00008 | EX TAR. SOCIALE RISC.IND.(T2) |

Codici attività indicati in Legenda nel database Hera delle utenze ordinarie e assegnazione del macrosettore

| Codice Attività | Descrizione Codice Attività | Macro Settore* |
|-----------------|---|----------------|
| 2 | COTTURA CIBI E/O PRODUZIONE ACQUA CALDA | res |
| 3 | ACQUISIZIONE COMUNE | terz |
| 4 | RISCALDAMENTO ESCLUSIVO | res |
| 6 | RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO | res |
| 8 | RISCALDAMENTO PROMISCOU | res |
| 9 | RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO ESCLUSIVO | res |
| 12 | COTTURA CIBI E/O PRODUZIONE ACQUA CALDA S.D. | res |
| 18 | RISCALDAMENTO PROMISCOU S.D. | res |
| 23 | ONLUS | terz |
| 24 | COFATHEC SPA-C.P.L.CONCORDIA | terz |
| 30 | USO SOCIALE | terz |
| 36 | DIPENDENTE A.CO.SE.R. | terz |
| 37 | T2/T3 PARTICOLARI | res |
| 40 | G.U.IMP.SUP.2.222.222 CAL/H | terz |
| 41** | condomini | res |
| 42** | centrale termica | terz |
| 45 | USI OSPEDAL.TAR.CIVILE | terz |
| 50 | USO FORESTERIA | terz |
| 60 | INDUSTRIE DI SERVIZI | ind |
| 75 | INDUSTRIE MANIFATTURIERE/ESTRATTIVE | ind |
| 80 | INDUSTRIE POLIGRAFICHE,EDITORIALI E AFFINI | ind |
| 90 | ARTIGIANI | ind |
| 98 | GESTIONE CALORE | terz |
| 99 | UTENZA IN DEROGA | res/terz/ind |
| 100 | AZIENDE AGRICOLE | agr |
| 140 | DISTRIBUZIONE VERSO SOCIETA' DI VENDITA TERZE | terz |
| 151 | RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO (MERCATO LIBERO) | res |
| 152 | RISCALDAMENTO CENTRALIZZATO ESCLUSIVO (MERCAT | res |
| 153 | GESTIONE CALORE CENTRALIZZATO (MERCATO LIBERO | terz |
| 154 | GESTIONE CALORE CENTRALIZZATO ESCLUSIVO (MERC | terz |
| 155 | COFATHEC | terz |
| 156 | ALTRI CONTRATTI MERCATO LIBERO | terz |
| 200 | LAVORAZIONE LATTE/CASEIFICI | ind |
| 305 | FORNI DA PANE | ind |
| 400 | TORREFAZIONE CAFFE' | ind |
| 505 | COMMERCIO | terz |
| Codice Attività | Descrizione Codice Attività | Macro Settore* |

| 605 | IPERMERCATI/SUPERMERCATI/GRANDI MAGAZZINI | terz |
|-----------------|---|----------------|
| 705 | ENEL/SIP/RAI/GRUPPO I.R.I. | terz |
| 706 | CABINE ENEL | terz |
| 805 | FARMACIE | terz |
| 900 | CHIOSCHI | terz |
| 1000 | BOLLO DA RECUPERARE | res |
| 1001 | CO.GEN.SRL /DELIBERA 61/95 | terz |
| 1005 | BAR/RISTORANTI | terz |
| 1096 | GESTIONE PARCO ACQUAZZURRA | terz |
| 1105 | ALBERGHI/PENSIONI/LOCANDE | terz |
| 1205 | AZIENDE CREDITO ORDINARIO (BANCHE) | terz |
| 1305 | ISTITUTI FINANZIARI | terz |
| 1405 | ASSICURAZIONI | terz |
| 1505 | CIRCOLI/SINDACATI/PARTITI | terz |
| 1605 | CASE DI RIPOSO/CONVITTI | terz |
| 1705 | ISTITUTI RELIGIOSI/CHIESE | terz |
| 1800 | LAVANDERIE/LAVASECCO/TINTORIE | terz |
| 1900 | COSTRUZIONI | ind |
| 2005 | ATTIVITA' TECNICO PROFESSIONALI | terz |
| 2105 | ISTRUZIONE | terz |
| 2205 | SERVIZI VARI | terz |
| 2305 | ISTITUTI ASSISTENZIALI | terz |
| 7001 | ARCHIVIO DI STATO | terz |
| 7002 | IACP | terz |
| 7003 | A.CO.SE.R. | terz |
| 7004 | A.M.I.U. | terz |
| 7005 | ANAS | terz |
| 7006 | AZIENDA FARMACEUTICA MUNICIPALIZZATA | terz |
| 7007 | POLIZIA DI STATO | terz |
| 7008 | AZ.TELEF.DI STATO | terz |
| 7009 | A.T.C. | terz |
| 7010 | C.N.R.CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE | terz |
| 7011 | CONS.GEST.CLIN.NEUROL.UNIVERSITA' | terz |
| 7012 | COMANDO REGIONE CARABINIERI EMILIA ROMAGNA | terz |
| 7013 | ISTITUTI PENALI | terz |
| 7014 | IPAB-ISTITUZIONE PUBBLICA DI ASSISTENZA E B | terz |
| 7015 | CORPO FORESTALE DELLO STATO | terz |
| 7016 | COMANDI MILITARI | terz |
| 7017 | UFF.DISTR.IMPOSTE DIRETTE | terz |
| 7018 | COMANDO VVFF | terz |
| 7019 | E.N.E.A. | terz |
| 7020 | ARSTUD | terz |
| 7021 | CO.SE.A. | terz |
| 7022 | COMUNITA' MONTANE | terz |
| 7023 | IST.NAZ.PER COMMERCIO ESTERO | terz |
| 7024 | ARPAAG.REGIONALE PREV.AMBIENTE | terz |
| 7025 | C.I.N.E.C.A.CONS.INTERUNIV.ITALIA NORD ORIENT | terz |
| 7026 | SOCIETA' CONTROLLATE COLLEGATE | terz |
| 7027 | SSPAL-SCUOLA SUPERIORE PUBBLICA AMMIMISTRAZIO | terz |
| 7028 | ASS.NAZ.LE VITTIME CIV.DI GUERRA | terz |
| 7029 | HERA SPA | terz |
| 7030 | MIN.COMUNIC.ISP.TERR.LE E.R. | terz |
| 7032 | ENTE AUTON.TEATRO COMUNALE | terz |
| 7037 | FFSS SPA | terz |
| 7038 | I.N.A.I.L.-I.N.P.S | terz |
| Codice Attività | Descrizione Codice Attività | Macro Settore* |

| 7039 | ENASARCO | terz |
|-----------------|---|----------------|
| 7040 | REG.EMILIA R.-AZ.OSP.DI BO.-POL.S.ORSOLA MALP | terz |
| 7041 | AZIENDA USL DELLA CITTA' DI BOLOGNA | terz |
| 7042 | DIR.COMP.LE TERR.BOLOGNA | terz |
| 7043 | AZIENDA USL BOLOGNA SUD | terz |
| 7044 | AZIENDA USL BOLOGNA NORD | terz |
| 7045 | PROVINCIA DI FIRENZE | terz |
| 7048 | MANIFATTURA TABACCHI | ind |
| 7049 | MINISTERO LAVORI PUBBLICI | terz |
| 7057 | A.T.O. 5 | terz |
| 7058 | ENTE PUBBLICO ECONOMICO POSTE ITALIANE | terz |
| 7059 | PREFETTURA | terz |
| 7060 | PROVINCIA DI BOLOGNA | terz |
| 7061 | PROVVEDITORATO OO.PP. | terz |
| 7062 | SOPRINTENDENZA BENI ARTISTICI E STORICI | terz |
| 7063 | UNIVERSITA' DEGLI STUDI | terz |
| 7064 | AGENZIA DELLE DOGANE | terz |
| 7065 | ASS.NI VOLONTARIE - MIN.SANITA' | terz |
| 7066 | DIREZIONE MOTORIZZ. CIVILE | terz |
| 7068 | COMANDO REGIONE CARABINIERI TOSCANA | terz |
| 7070 | ASAM | terz |
| 7071 | PARCO REG.ABBAZIA MONTEVEGLIO | terz |
| 7072 | AVVOCATURA DELLO STATO | terz |
| 7075 | MONOPOLI DI STATO | terz |
| 7076 | AZIENDA U.S.L. DI FERRARA | terz |
| 7077 | U.S.L. N. 27 BO OVEST | terz |
| 7078 | U.S.L. N. 28 BO NORD | terz |
| 7079 | U.S.L. N. 29 BO EST | terz |
| 7080 | U.S.L. N. 24 | terz |
| 7081 | U.S.L. N. 20 | terz |
| 7082 | U.S.L. N. 22 | terz |
| 7083 | U.S.L. N. 30 | terz |
| 7084 | REGIONE EMILIA ROMAGNA | terz |
| 7085 | MINISTERO BENI CULTURALI | terz |
| 7086 | MINISTERO TRASPORTI PUBBLICI | terz |
| 7087 | MINISTERO SANITA' | terz |
| 7088 | MINISTERO PUBBLICA ISTRUZIONE | terz |
| 7089 | U.S.L. N. 25 | terz |
| 7090 | U.S.L. N. 23 | terz |
| 7091 | U.S.L. N. 21 | terz |
| 7092 | U.S.L. N. 26 | terz |
| 7093 | MINISTERO DELLE FINANZE | terz |
| 7094 | MINISTERO DELL'INTERNO | terz |
| 7095 | INPDAP | terz |
| 7096 | MINISTERO POLITICHE AGRICOLE | terz |
| 7100 | COMUNE BOLOGNA - PATRIMONIO | terz |
| 7101 | COMUNE BOLOGNA - ECONOMATO | terz |
| 7102 | COMUNE BOLOGNA - ASS.POLITICHE SOCIALI | terz |
| 7103 | CONC.IMP.SPORTIVI COMUNALI | terz |
| 7104 | COMUNE DI SAN GIOVANNI | terz |
| 7105 | UTENZE COMUNALI | terz |
| 7106 | COMUNE DI CREPELLANO | terz |
| 7107 | IST.RICOVERO E CURA A CARATT.SCIENT.DIRITTO P | terz |
| 7108 | "ENTI" COMUNE DI SAN GIOVANNI | terz |
| 9988 | ESPORTATORI E SPEDIZIONIERI ABITUALI | terz |
| Codice Attività | Descrizione Codice Attività | Macro Settore* |

| | | |
|-------------|---|-------------|
| 9989 | AGENZIE IPPICHE CONCORSI PRONOSTICI | terz |
| 9990 | CIMITERI GUERRA | terz |
| 9998 | CONSOLATI , COMUNITA' EUROPEE, ORGANIZ. NAZIO | terz |

* Le sigle indicate nel campo Macro Settore vanno interpretate nel modo seguente: res = Residenziale; terz = Terziario; agr = Agricoltura; ind = Industria

** sia il codice attività 41 che il 42 non sono indicati nella Legenda del database Hera: si tratta di poche utenze e si è assegnato il settore di appartenenza per verifica diretta dei nominativi

Allegato 3

Volumetrie riscaldate dai sistemi di cogenerazione e TLR di Hera (anno 2004)

| Impianto | Unità abitative | Volumetria Residenziale | Volumetria Terziario |
|----------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Berti-Pichat | 803 | 168640 | 292426 |
| S. Giacomo | | | 977357 |
| CAAB-Pilastro-Frullo | 3175 | 666787 | 299652 |
| Cogen-Barca | 4285 | 1148079 | 292138 |
| Fossolo | | | 199980 |