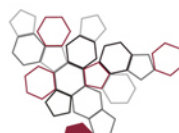




ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari climatici





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari climatici

**Relazioni presentate al sottogruppo del Gdl HDD/CDD
del Tavolo di decarbonizzazione coordinato
dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri**

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 277/2017

ISBN 978-88-448-0875-4

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Franco Iozzoli

ISPRA – Area Comunicazione

Coordinamento pubblicazione on line:

Daria Mazzella

ISPRA – Area Comunicazione

Dicembre 2017

Autori

Premessa: Roberta Vigni (ISPRA)

Nota metodologica: Marina Colaiezzi (ISPRA), Mario Contaldi (ISPRA), Franco Desiato (ISPRA), Walter Perconti (ISPRA)

Allegato 1: Paola Mercogliano, Giuliana Barbato (CMCC)

Allegato 2: Umberto Berzero, Michela Lavelli (SNAM)

Allegato 3: Maurizio Riva, Paola Faggian (RSE)

Allegato 4: Partecipanti al sottogruppo HDD/CDD

Ringraziamenti:

Si ringraziano tutti i partecipanti al sottogruppo HDD/CDD del Gruppo di lavoro1 del “Tavolo di decarbonizzazione” per la disponibilità dimostrata nella condivisione dei dati, la proficua collaborazione ed il continuo costruttivo confronto.

PREMESSA	6
NOTA METODOLOGICA	8
1 DATI DISPONIBILI	9
1.1 Gradi giorno di riscaldamento	9
1.1.1 <i>Zone climatiche</i>	11
1.2 Consumi energetici	11
1.2.1 <i>Consumi di gas naturale</i>	11
1.2.2 <i>Analisi dei dati SNAM</i>	11
1.2.3 <i>Consumi di GPL, gasolio, biomassa ed elettricità</i>	12
2 RELAZIONE TRA GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO E CONSUMI ENERGETICI	12
2.1 Elaborazione dei dati	12
2.1.1 <i>Aggregazione dei gradi giorno di riscaldamento nelle tre zone climatiche</i>	12
2.1.2 <i>Aggregazione dei consumi energetici nelle tre zone climatiche</i>	13
2.2 Relazione tra gradi giorno di riscaldamento e consumi energetici	15
2.2.1 <i>Zona B</i>	15
2.2.2 <i>Zona D</i>	18
2.2.3 <i>Zona E</i>	21
2.3 Gradiente annuale per zona climatica	23
2.4 Gradiente procapite – Anno 2010	29
2.5 Anomalia degli HDD medi annuali	30
3 PROIEZIONI AL 2050 DEI GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO	32
3.1 Anomalia climatica mensile per gradi giorno di riscaldamento	32
3.1.1 <i>Scenari RCP</i>	32
3.2 Proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento negli scenari RCP4.5 e RCP8.5 – Zone climatiche	33
3.3 Proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento negli scenari RCP4.5 e RCP8.5 – Italia	35
CONCLUSIONI	37
APPENDICE	38
ALLEGATI	
Allegato 1 - CMCC	
Allegato 2 – SNAM	
Allegato 3 – RSE	
Allegato 4 – Materiale di lavoro del sottogruppo hdd/cdd	

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1- HDD – mese di gennaio 2015	10
Figura 2.1 - Zona B – grafico di dispersione HDD – consumi di gas	16
Figura 2.2 - Zona B – grafico di dispersione HDD – consumi di gas: gennaio e febbraio	17
Figura 2.3 - Zona B – grafico di dispersione HDD – consumi di gas+gpl+gasolio	17
Figura 2.4 - Zona B – Andamento HDD e consumi di combustibili	18
Figura 2.5 - Zona D - grafico di dispersione HDD – consumi di gas	19
Figura 2.6 - Zona D - grafico di dispersione HDD – consumi di gas: gennaio e febbraio	19
Figura 2.7 - Zona D - grafico di dispersione HDD – consumi di gas+gpl+gasolio	20
Figura 2.8 - Zona D– Andamento HDD e consumi di combustibili	20
Figura 2.9 - Zona E- grafico di dispersione HDD – consumi di gas	21
Figura 2.10 - Zona E- grafico di dispersione HDD – consumi di gas: gennaio e febbraio	22
Figura 2.11 - Zona E- grafico di dispersione HDD – consumi di gas+gpl+gasolio	22
Figura 2.12 - Zona E – Andamento HDD e consumi di combustibili	23

PREMESSA

A gennaio 2016, su iniziativa della Presidenza del Consiglio dei Ministri, è istituito un tavolo tecnico sul tema della decarbonizzazione dell'economia, con la partecipazione di più di 70 rappresentanti di soggetti pubblici e privati, attivi sul tema dei cambiamenti climatici e della pianificazione energetica. Le attività sono svolte attraverso gruppi di lavoro, uno dei quali è dedicato ai dati di input non tecnologici per consolidare una base di dati condivisa tra tutti gli attori presenti al tavolo, funzionale all'elaborazione degli scenari energetici.

Il lavoro del tavolo della decarbonizzazione, sintetizzato nel rapporto sullo scenario di riferimento nazionale con orizzonte al 2030 dal titolo "Decarbonizzazione dell'economia italiana. Scenari di sviluppo del sistema energetico nazionale", è già stato utilizzato per la predisposizione della "Strategia Energetica Nazionale (SEN) 2017" e sarà di supporto all'elaborazione del "Piano nazionale Integrato per l'Energia e il Clima". Ma forse il risultato di maggior rilievo è individuabile nella costruzione di un contesto operativo fra i soggetti interessati che non si è concluso con la pubblicazione del rapporto ma che, di fatto, sta ancora producendo risultati.

Il presente rapporto tecnico, è un esempio concreto di tale processo collaborativo. Esso ripercorre il lavoro svolto da un sottogruppo del tavolo tecnico (GdL HDD/CDD), istituito allo scopo di approfondire il dato di input riferito ai gradi giorno di riscaldamento e di raffrescamento, nell'ambito dell'attività di affinamento dei dati di input non tecnologici.

Al lavoro del GdL HDD/CDD hanno partecipato diversi Enti e società interessate ⁽¹⁾ con il coordinamento del Presidente ISPRA Bernardo De Bernardinis,

La prima riunione si è tenuta ad aprile 2016, seguita da due ulteriori incontri nel corso del 2016. La messa a punto analitica della metodologia e le necessarie elaborazioni numeriche hanno poi richiesto diversi mesi ed il lavoro si è concluso nella prima metà del 2017.

Le prime discussioni si sono concentrate su una procedura per collegare le variazioni di temperatura attese e riportate nei modelli climatici con la possibile variazione delle esigenze di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

In una prima fase si è deciso di riferirsi alla norma UNI 10349-1 Dati climatici – parte 1 e 3. Questa norma è stata approfondita da ISPRA e discussa nell'ambito del gruppo di lavoro:

- si è evidenziato che alcuni aspetti della norma non sono chiari quali, in particolare, le reti di monitoraggio e le fonti dei dati meteo utilizzati per il calcolo delle medie mensili dell'anno-tipo e conseguentemente per il calcolo dei gradi giorno degli altri indici;

¹ Al gruppo di lavoro hanno partecipato i seguenti soggetti interessati: CMCC (Paola Mercogliano, Giuliana Barbato), SNAM (Umberto Berzero, Michela Lavelli, Giovanni Angius), Terna (Fabrizio Vedovelli), GSE (Paolo Liberatore, Duilio Lipari, Martino Dal Verme), ISPRA (Roberta Vigni, Franco Desiato, Walter Perconti, Mario Contaldi, Marina Colaiezzi), RSE (Stefano Maran, Maurizio Riva, Paola Faggian) e Politecnico di Milano (Fabrizio Tadiello). Al gruppo hanno anche collaborato i partecipanti al GDL3-scenari e la segreteria della Presidenza del Consiglio dei Ministri (Annalidia Pansini).

-
- in generale, si è rilevato che le finalità e i contenuti della norma non si prestano bene ad un utilizzo per gli scopi del GdL, per due ordini di motivi: 1) la specificità dello scopi e degli ambiti di applicabilità della norma (edifici) non corrisponde agli scopi più generali e alla scala spaziale più ampia, che devono essere presi in considerazione dal GdL; 2) i dati meteorologici di input per il calcolo degli indici descritti nella norma, in particolare le serie di dati orari, non sono disponibili nella generalità spaziale e temporale delle applicazioni di cui si occupa il GdL.

A questo punto, non potendo considerare la norma UNI nel calcolo dei gradi giorno, il gruppo di lavoro si è confrontato sulle diverse metodologie disponibili nella letteratura internazionale.

Il materiale presentato al GdL, costituito da un elenco delle metodologie per il calcolo dei gradi giorno con i collegamenti internet alle fonti e da una sintesi del dibattito, è disponibile in allegato 4.

Nell'allegato 3 è invece riportata un'analisi critica delle stesse metodologie.

Il gruppo di lavoro ha valutato le diverse metodologie disponibili e ha concordato sulla metodologia del JRC, per ragioni di omogeneità con gli strumenti utilizzati dalla Commissione europea e di confronto con le valutazioni di altri Paesi, nonostante siano emerse delle riserve tecniche su alcuni parametri non perfettamente applicabili alle condizioni climatiche nazionali.

Definita la metodologia da utilizzare per la stima dei gradi giorno, si è passati al confronto tra le variazioni climatiche ed i consumi energetici negli anni storici e nelle proiezioni degli anni di scenario 2030-2050. I dati sui consumi energetici sono stati resi disponibili da SNAM Rete Gas e TERNA; i valori di CDD - *Cooling Degree Days* e HDD - *Heating Degree Days* per gli anni storici sono stati elaborati dall' "Area monitoraggio qualità dell'aria e climatologia operativa" (inserire sigla come per l'area di valutazione delle emissioni o togliere la sigla sotto) di ISPRA; le proiezioni di HDD e CDD sono state fornite dal "Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici" (CMCC). L' "Area per la valutazione delle emissioni, la prevenzione dell'inquinamento atmosferico e dei cambiamenti climatici, la valutazione dei relativi impatti e per le misure di mitigazione ed adattamento" (VAL-ATM) di ISPRA, infine, ha provveduto alla ricerca delle correlazione tra i consumi energetici e le variazioni meteorologiche.

I risultati dell'analisi sono presentati in due distinti documenti: il presente rapporto, relativo agli HDD, ed un successivo rapporto dedicato ai CDD. La ragione di questa scelta sta nel differente set di dati energetici di riferimento, relativi al gas naturale per gli HDD e all'elettricità per i CDD, e nella diversa metodologia utilizzata per l'elaborazione, sulla base dei dati disponibili.

Allo studio degli HDD riportato in questo documento, hanno contribuito in particolare CMCC, SNAM Rete Gas, RSE ed ISPRA, che ha applicato la metodologia condivisa sulla base dei dati forniti dai partecipanti e prodotto i primi risultati.

Il presente rapporto tecnico, che si apre con una nota metodologica predisposta da ISPRA, sintetizza le elaborazioni effettuate, riporta le prime conclusioni e i contributi più rilevanti ai fini della stima del rapporto tra HDD e consumi energetici, realizzati da CMCC (allegato 1), SNAM Rete Gas (allegato 2) e RSE (allegato 3).

NOTA METODOLOGICA

I gradi giorno di riscaldamento (HDD - *Heating Degree Days*) sono un indicatore per la misurazione del fabbisogno termico per il riscaldamento delle abitazioni in una determinata località in un determinato periodo. Il calcolo numerico consiste nella somma cumulativa della sola differenza positiva tra la temperatura interna di base e la temperatura media esterna.

Il territorio nazionale convenzionalmente è suddiviso in sei zone climatiche in funzione dei gradi-giorno, indipendentemente dall'ubicazione geografica. Ai fini dell'analisi, per semplicità di calcolo, le zone climatiche sono state ridotte a tre, considerando unicamente le zone B, D ed E. Le altre zone sono state assimilate alla zona climatica più vicina in base ai gradi giorno delle singole province. Le tre zone climatiche, appositamente definite per gli scopi della presente analisi (cfr. cap. 1), sono pertanto caratterizzate dalla media, pesata sulla popolazione, dei gradi giorno delle singole province che ne fanno parte, includendo tutto il territorio nazionale.

In questo studio si è cercato di verificare la correlazione tra il fabbisogno di energia per il riscaldamento ed i gradi giorno, finalizzata alla stima della domanda di riscaldamento nel settore civile (residenziale e terziario).

Per quanto riguarda i consumi energetici, sono stati analizzati i dati dei consumi di gas forniti da SNAM Rete Gas e i dati di consumo di gpl e gasolio disponibili sul sito del MISE. Per quanto riguarda i dati di HDD, sono stati invece utilizzati i gradi giorno di riscaldamento medi provinciali relativi al periodo 2001-2015 elaborati da ISPRA, secondo la metodologia JRC (*Joint Research Centre*).

A completamento dello studio, sono state stimate le proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento per cinque trentenni futuri di interesse fino al 2050, secondo due scenari climatici, a partire dalle anomalie fornite dal Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC).

Tale scelta metodologica è stata adottata nell'ambito dei lavori del Gruppo 1 "Dati di input non tecnologici" operante nell'ambito del "Tavolo di decarbonizzazione", coordinato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, al quale ISPRA ha partecipato. In particolare, lo scopo di questo gruppo di lavoro è stato quello di definire una base quantitativa condivisa di dati di input per uno scenario di riferimento nazionale, utile per la valutazione degli obiettivi europei di decarbonizzazione al 2030.

Ai fini di un'analisi più esaustiva, occorrerebbe considerare anche l'evoluzione dell'efficienza degli impianti di riscaldamento, di cui tuttavia non è disponibile un dato significativo a livello territoriale. Inoltre, nello studio di correlazione, andrebbe incluso il dato relativo al consumo di biomassa per riscaldamento ad usi civili.

1 DATI DISPONIBILI

1.1 Gradi giorno di riscaldamento

I gradi giorno di riscaldamento sono un indicatore climatico utile alla stima del fabbisogno stagionale di energia termica di riscaldamento.

In particolare, i gradi giorno sono ottenuti dalla sommatoria della differenza tra la temperatura di riferimento interna (temperatura di comfort) e la temperatura media giornaliera esterna, estesa a tutto il periodo di riscaldamento:

$$HDD = \sum (T_{rif} - T_m)$$

Ai fini del presente studio, sono stati utilizzati i gradi giorno di riscaldamento (*Heating degree days* - HDD) elaborati dall'ISPRA nell'ambito del Gruppo 1 (Tavolo di decarbonizzazione), a partire dai dati del Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, www.scia.sprambiente.it), realizzato dall'ISPRA in collaborazione con gli organismi titolari delle principali reti di monitoraggio delle variabili meteo climatiche presenti sul territorio nazionale. In particolare, ai fini del calcolo dei gradi giorno, sono stati utilizzati le serie di temperatura minima e massima giornaliera già sottoposte alle procedure standard di controllo di qualità dei dati².

La metodologia seguita per il calcolo degli HDD è quella adottata dal JRC (*Joint Research Centre*), che stabilisce la temperatura di "comfort" a 18,° con integrazione al di sotto dei 15° C come temperatura media esterna, ovvero:

$$HDD = (18 - T_m)$$

Se $T_m < 15^\circ$

$$T_m = \frac{(T_{max} + T_{min})}{2}$$

Si evidenzia che all'interno del gruppo di lavoro si è dibattuto molto sulla scelta dei riferimenti per la temperatura interna e di soglia disponibili in letteratura. Si è scelta la metodologia del JRC in quanto consente l'allineamento con le statistiche a livello europeo.

È da segnalare che, nell'ambito delle attività e degli obiettivi del gruppo di lavoro, insieme ai gradi giorno di riscaldamento sono stati calcolati, con metodologie e sulla base di dati analoghi, anche i gradi giorno di raffrescamento (*Cooling Degree Days*, CDD), definiti dalla seguente relazione:

$$CDD = (T_m - 21)$$

Se $T_m > 24^\circ$

² Fioravanti G., Frascetti P., Perconti W., Piervitali E., e Desiato F., 2016, Controlli di qualità delle serie di temperatura e precipitazione, Rapporto ISPRA / Stato dell'Ambiente 66/2016)

I valori di gradi giorno ottenuti con la metodologia sopra descritta sono stati spazializzati mediante interpolazione su un grigliato regolare ad alta risoluzione (1x1 km). Pur tenendo conto dei limiti dovuti alla disomogeneità del numero e della distribuzione spaziale delle stazioni con dati di temperatura disponibili, una tale spazializzazione è resa possibile dalla forte correlazione della temperatura con la quota orografica e disponendo di un DTM (*Digital Terrain Model*) del territorio nazionale ad alta risoluzione.

A titolo di esempio, nella mappa in Figura 1.1 sono rappresentati il risultato, a i valori HDD relativi al mese di gennaio 2015). Successivamente i valori di HDD sono stati aggregati a livello provinciale per il periodo 2001-2015. L'aggregazione a livello provinciale è necessaria in quanto le serie storiche dei dati energetici da utilizzare per le successive elaborazioni sono disponibili unicamente a scala provinciale.

Un ultimo passo consiste nella correzione dei valori di HDD per provincia, che tenga conto in qualche modo della distribuzione spaziale dei consumi energetici all'interno della provincia stessa. A questo proposito, è stata utilizzata come variabile proxy la densità di popolazione. Pertanto, è stato calcolato per ciascuna provincia un "valore pesato" di HDD, che si ottiene come media pesata dei valori sui punti di griglia che ricadono nella provincia; i pesi sono dati dalla popolazione nel punto di griglia diviso la popolazione provinciale.

Come risultato, i valori di HDD provinciali "pesati" (o meglio, corretti in base alla densità di popolazione) risultano generalmente inferiori a quelli originali non pesati, dal momento che la popolazione è generalmente maggiore a quote basse dove gli HDD sono più bassi.

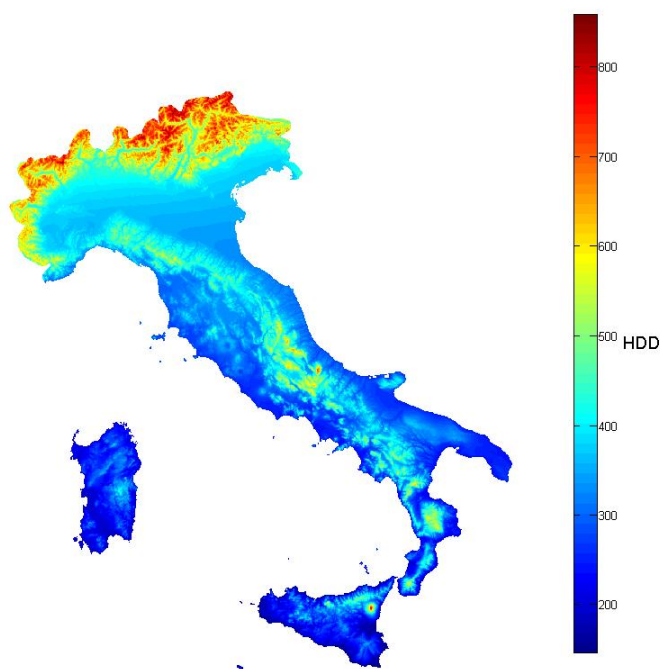


Figura 1.1- HDD – mese di gennaio 2015

1.1.1 Zone climatiche

In base al D.P.R. del 26 agosto 1993, n.242, successivamente modificato dal D.P.R. del 16 aprile 2013, n.74, il territorio nazionale è suddiviso nelle seguenti sei zone climatiche in funzione dei gradi giorno, indipendentemente dalla ubicazione geografica:

- Zona A: comuni che presentano un numero di gradi giorno non superiore a 600;
- Zona B: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 600 e non superiore a 900;
- Zona C: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 900 e non superiore a 1400;
- Zona D: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 1400 e non superiore a 2100;
- Zona E: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 2100 e non superiore a 3000;
- Zona F: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 3000.

Ai fini dell'analisi, considerata la disponibilità dei dati a livello provinciale, si è deciso di creare delle zone climatiche che seguissero i confini provinciali stessi ed inoltre, per semplificare i calcoli, il territorio nazionale è stato suddiviso in sole tre zone climatiche, C, D ed E, ottenute aggregando a due a due le sei zone suddette:

- Zona B = A + B
- Zona D = C + D
- Zona E = E + F.

Le modalità con cui sono stati eseguiti i calcoli dei gradi giorno accorpare le diverse zone sono descritte nel cap. 2. In Appendice si riporta la tabella con il dettaglio delle province per zona climatica.

1.2 Consumi energetici

1.2.1 Consumi di gas naturale

Ai fini dello studio, sono stati elaborati i dati di consumo di gas forniti da SNAM.

Tali dati sono relativi alla serie storica dei prelievi mensili delle reti di distribuzione per il periodo 01/2001-05/2016 con aggregazione provinciale, considerando la suddivisione del territorio in 107 province; non sono presenti le province sarde in quanto non metanizzate.

I consumi suddetti si riferiscono ai volumi, espressi in milioni di metri cubi a PCS 38,1 MJ/m³, riconsegnati alle reti di distribuzione, e comprendono pertanto, oltre ai consumi di gas per "usi civili", anche i prelievi degli stabilimenti produttivi allacciati alle reti di distribuzione.

Per il calcolo del consumo per il solo "riscaldamento", il volume totale è stato depurato dalla componente di base, costituita da consumi di gas naturale non sensibili alla variazione climatica, destinati quindi principalmente alla produzione di acqua calda, cucina e usi industriali.

Si è ipotizzato, in accordo con il gruppo di lavoro, che la componente di base corrisponda alla media dei consumi di giugno e settembre, assumendo che in questi mesi la componente di riscaldamento sia nulla.

1.2.2 Analisi dei dati SNAM

Per completezza di informazione, si evidenzia che alcune province sono servite sia da SNAM che da altri gestori: i risultati riferiti a tali province, quindi, sono parziali in quanto riferiti unicamente ai prelievi dai punti di riconsegna direttamente serviti da SNAM.

A fini di completezza dell'analisi sono stati individuati i consumi totali per alcuni anni (cfr. Tabella 1). Utilizzando il quadro complessivo dei consumi in ambito "uso civile", a partire dai dati Eurostat, dai dati SNAM e di alcune valutazioni di fonte ENEA, per il periodo 2010-2013, si ottengono a livello nazionale i seguenti risultati:

Tabella 1 – Consumi di gas per riscaldamento settore civile (PJ)

	Riscaldamento (*) (residenziale + servizi)	Eurostat (residenziale + servizi)	Acqua calda, cucina ed altri usi (servizi)
2010	908.59	1143475	234.88
2011	860.32	1081921	221.60
2012	868.78	1090154	221.38
2013	857.00	1077603	220.60

(*) dati SNAM integrati con i consumi MISE (reti di distribuzione) per quelle province servite sia da SNAM che da altre reti. Non è stato possibile depurare i dati di fonte MISE della componente di base per mancanza di dati, l'errore è comunque contenuto visto che si applica al solo 10% dei consumi.

Sulla base dei consumi complessivi si noti che i dati SNAM (cfr. Tabella 3) coprono circa il 90% dei consumi a livello nazionale e pertanto sono largamente rappresentativi ed affidabili ai fini di uno studio sulle correlazioni tra consumi e gradi giorno.

1.2.3 Consumi di GPL, gasolio, biomassa ed elettricità

Per un'analisi più completa, sono stati considerati, oltre ai consumi di gas naturale, anche quelli di GPL e gasolio, che sono tra i combustibili più utilizzati ai fini del riscaldamento oltre alla biomassa. Con riferimento a quest'ultima fonte energetica, si evidenzia che per un quadro maggiormente esaustivo si dovrebbe considerare anche il contributo della biomassa al riscaldamento negli usi civili; tuttavia una disaggregazione a livello provinciale di tali consumi non è al momento disponibile e pertanto non è stato possibile completare l'analisi.

Sempre a causa di una non disponibilità di stime sui consumi di elettricità per riscaldamento a livello provinciale, non è stato possibile considerare il contributo dell'elettricità e delle pompe di calore, queste ultime abbastanza diffuse soprattutto nel settore commerciale.

Per quanto riguarda le stime riferite agli altri combustibili citati, sono state utilizzate le vendite provinciali estratte dai Bollettini Petroliferi, espresse in tonnellate, disponibili sul sito del MISE per gli anni 2005-2015, sommando questi consumi ai dati SNAM in base al contenuto energetico.

2 RELAZIONE TRA GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO E CONSUMI ENERGETICI

2.1 Elaborazione dei dati

2.1.1 Aggregazione dei gradi giorno di riscaldamento nelle tre zone climatiche

Ai fini del confronto con i consumi energetici, i dati di HDD, mensili e provinciali, sono stati aggregati secondo le tre definite zone climatiche per ciascun anno d'interesse.

Questo ha comportato la necessità, per ogni zona climatica, di mediare gli HDD pesandoli con la popolazione residente sul periodo medio di riscaldamento annuale. Il periodo è uguale per ognuna delle tre zone.

Per la popolazione si è fatto riferimento alle statistiche demografiche ISTAT.

Si segnala però che non si registrano grandi differenze tra la media pesata con la popolazione degli HDD per ciascuna zona rispetto al dato medio di ogni zona climatica ottenuto come semplice media dei valori provinciali degli HDD stessi. Internamente alla provincia, invece, le differenze tra una media geografica delle temperature e una media pesata con la popolazione delle temperature stesse sono significative ai fini dell'analisi, soprattutto in alcune province a orografia e distribuzione della popolazione molto varia. Nelle province prevalentemente pianeggianti le differenze sono ridotte. Il lavoro di pesatura dei gradi giorno è stato eseguito con un grigliato di 1x1 km, considerando la popolazione residente e le temperature riportate nella Banca dati SCIA sopracitata.

In aggiunta, si è scelto di limitare il periodo temporale al 2003-2015, in base alla disponibilità dei dati di censimento della popolazione.

Di seguito si riportano le medie annuali degli HDD per ciascun anno d'interesse e zona climatica.

Tabella 2 – HDD medi per zona climatica (°C)

	Zona B	Zona D	Zona E
2003	1,084.75	1,580.12	2,198.45
2004	976.57	1,481.72	2,112.54
2005	1,219.43	1,701.77	2,332.89
2006	1,084.99	1,500.47	2,081.54
2007	1,047.03	1,418.72	1,891.14
2008	1,053.70	1,413.65	1,963.98
2009	986.68	1,493.73	2,139.66
2010	898.57	1,524.70	2,316.35
2011	922.64	1,394.32	2,041.09
2012	997.22	1,437.94	2,134.32
2013	1,014.50	1,380.97	2,042.67
2014	810.81	1,114.23	1,707.43
2015	958.11	1,300.82	1,859.42

2.1.2 *Aggregazione dei consumi energetici nelle tre zone climatiche*

In analogia a quanto fatto per i gradi giorno di riscaldamento, i dati di consumo di gas naturale, GPL e gasolio sono stati anch'essi aggregati secondo le tre zone climatiche.

Tabella 3 – Consumi di gas naturale per zona climatica (PJ)

	Zona B	Zona D	Zona E
2003	19.39	175.79	547.53
2004	19.47	171.75	539.01
2005	23.44	198.18	598.21
2006	21.15	172.47	539.47
2007	20.72	162.19	480.18
2008	20.62	166.67	505.93
2009	23.86	178.60	551.74
2010	22.54	187.19	600.92
2011	23.69	173.13	530.52
2012	25.27	178.12	544.92
2013	24.12	175.58	538.95
2014	20.44	138.70	403.87
2015	25.27	164.90	477.80

Tabella 4 – Consumi di GPL per zona climatica (PJ)

	Zona B	Zona D	Zona E
2005	20.82	46.85	47.60
2006	18.58	44.09	43.93
2007	19.60	41.40	40.32
2008	20.02	39.88	41.04
2009	17.06	38.83	41.97
2010	14.09	41.77	44.07
2011	15.34	36.05	37.66
2012	12.34	34.83	34.78
2013	11.15	28.71	34.45
2014	11.15	30.54	27.76
2015	12.02	33.13	28.37

Tabella 5 – Consumi di gasolio per zona climatica (PJ)

	Zona B	Zona D	Zona E
2005	9.23	24.86	87.60
2006	8.53	21.98	76.28
2007	6.97	17.84	59.77
2008	6.87	19.32	59.05
2009	6.17	20.03	56.53
2010	5.34	18.40	55.06
2011	5.59	16.69	44.49
2012	4.59	16.34	40.06
2013	4.54	13.80	40.68
2014	4.35	10.69	33.42
2015	6.37	13.29	30.38

2.2 Relazione tra gradi giorno di riscaldamento e consumi energetici

Ai fini di una validazione della metodologia scelta per il calcolo dei gradi giorno, è stata realizzata per ogni zona climatica un'analisi di correlazione tra i consumi di gas, gpl, gasolio ed i gradi giorni medi per ciascun anno d'interesse.

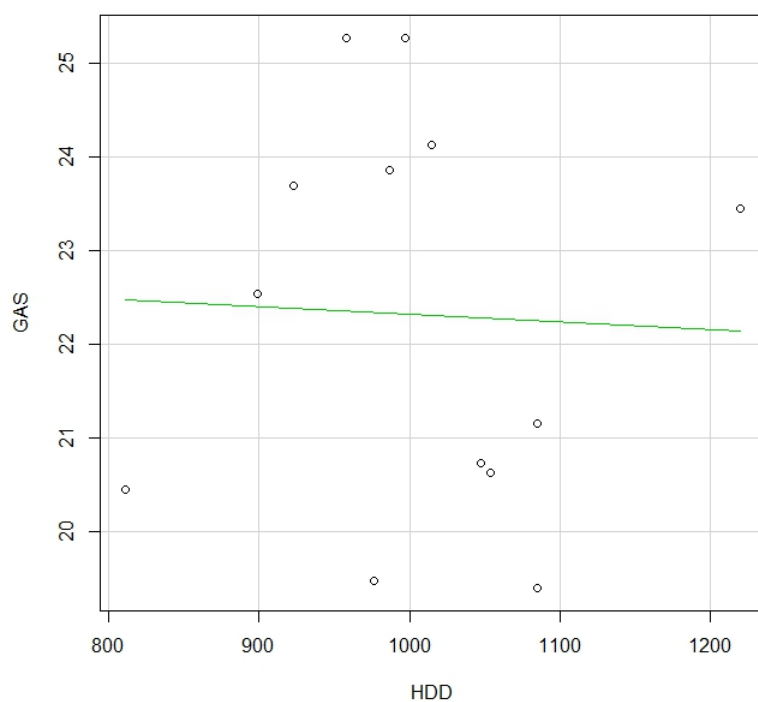
In una fase iniziale è stata analizzata la correlazione rispetto al gas naturale, per poi estendere l'elaborazione anche agli altri due combustibili considerati.

Inoltre, è stata analizzata la relazione di correlazione per i mesi "più freddi" (gennaio e febbraio). Tale approfondimento è stato limitato al gas naturale, disponibile anche a dettaglio mensile, a differenza degli altri combustibili per i quali si hanno solo dati annuali.

Il risultato dell'analisi è riportato nei seguenti paragrafi.

2.2.1 Zona B

Nel grafico seguente (Figura 2.1) si riporta la dispersione dei valori con la retta dei minimi quadrati considerando l'intero periodo di riscaldamento.

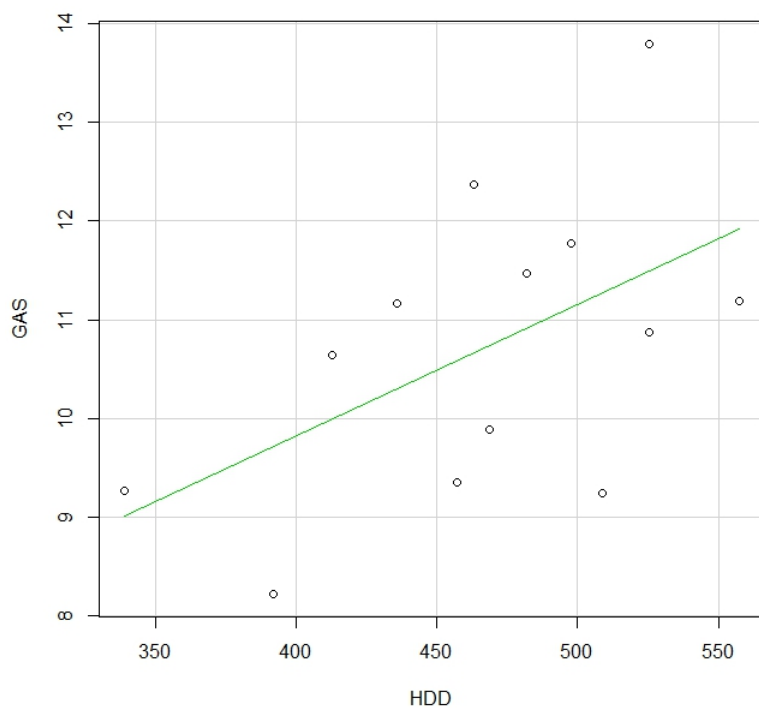


$R^2 = -0.08924$; Indice di correlazione di Pearson $r = -0.039$

Figura 2.1 - Zona B – grafico di dispersione HDD – consumi di gas

Come si evince dal grafico in Figura 2.1, per la zona B, comprendente le province caratterizzate da un clima più mite, i gradi giorno ed il consumo di gas risultano inversamente correlate ($r = -0.04$).

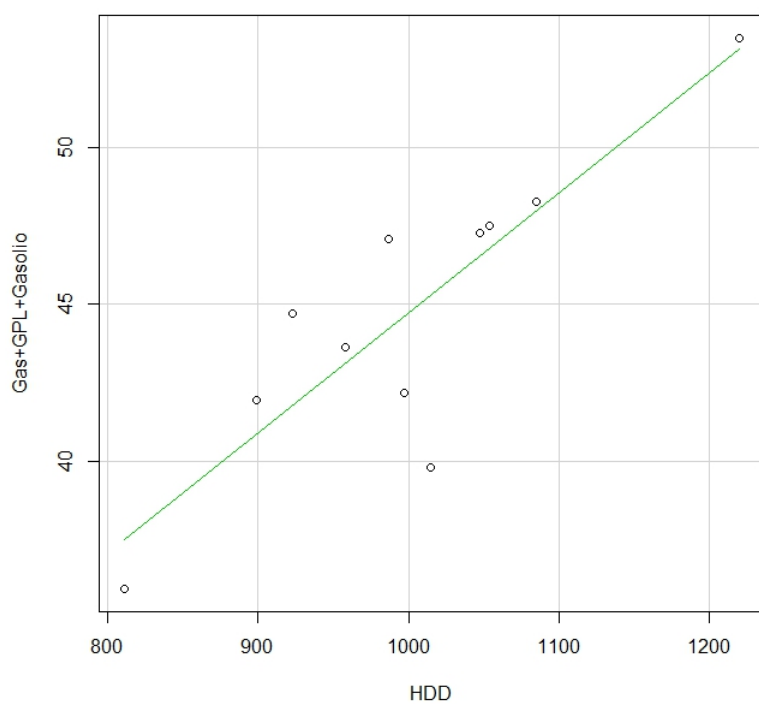
Al contrario, analizzando solo i mesi di gennaio e febbraio, il coefficiente di correlazione aumenta ($r = 0.53$); tale risultato potrebbe far ipotizzare un utilizzo di gas naturale prettamente nei mesi più freddi, mentre il ricorso agli altri combustibili è distribuito nel restante periodo dell'anno .



$R^2=0.2172$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.5314035$

Figura 2.2 - Zona B – grafico di dispersione HDD – consumi di gas: gennaio e febbraio

Prendendo infatti in considerazione tutti e tre i combustibili e l'intero periodo di riscaldamento (Figura 2.3) si ottiene una discreta correlazione ($r = 0.86$).



$R^2=0.7151$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.8622948$

Figura 2.3 - Zona B – grafico di dispersione HDD – consumi di gas+gpl+gasolio

Nella Figura 2.4, è rappresentato l'andamento nel periodo 2005 – 2015 dei gradi giorno e dei consumi totali relativi a gas, gpl e gasolio. L'andamento di HDD e consumi di combustibili conferma quanto emerso nella matrice di correlazione: si evidenzia infatti un buon accordo tra i due set di dati, ad eccezione di un'inversione di tendenza tra il 2012 ed il 2014.

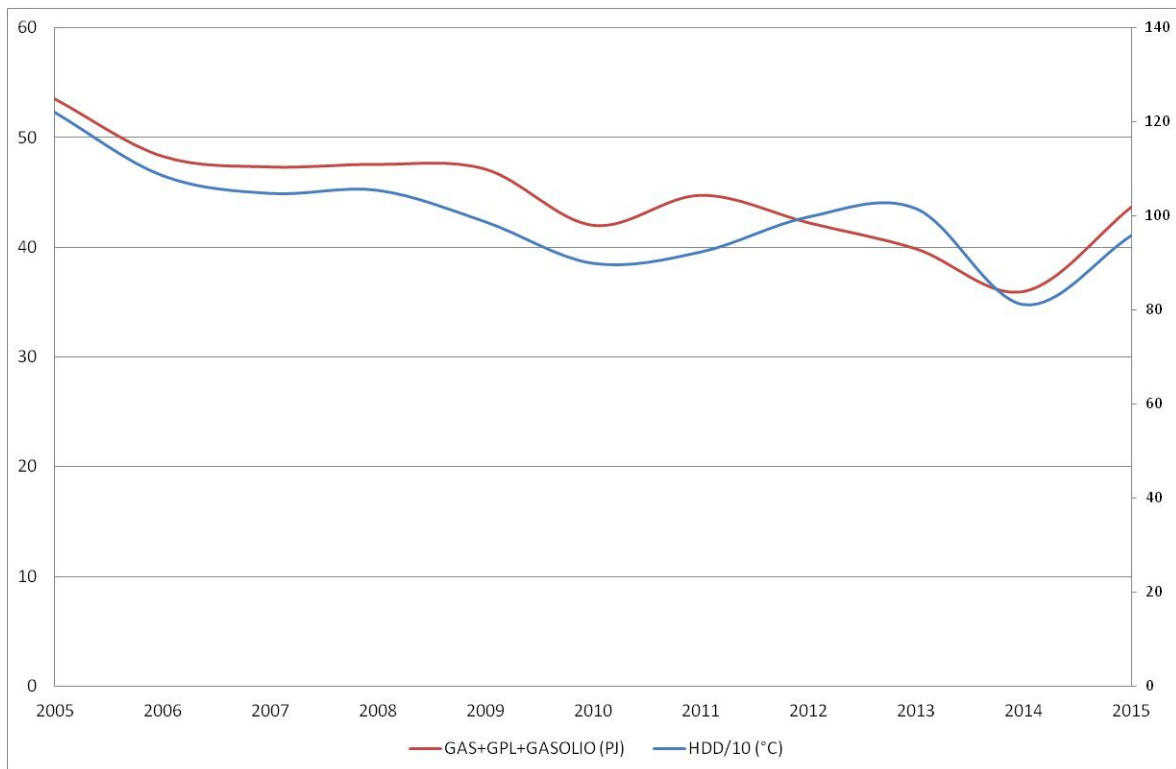
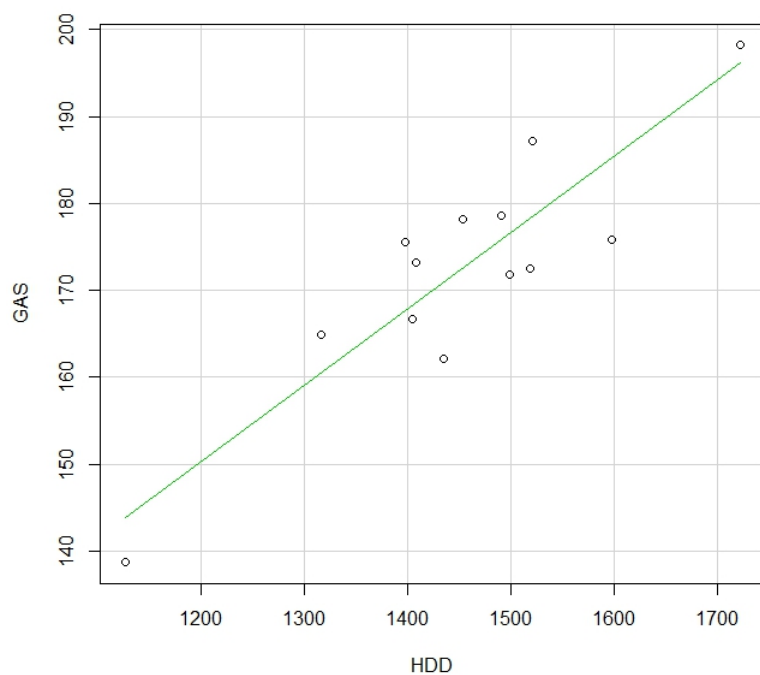


Figura 2.4 - Zona B – Andamento HDD e consumi di combustibili

2.2.2 Zona D

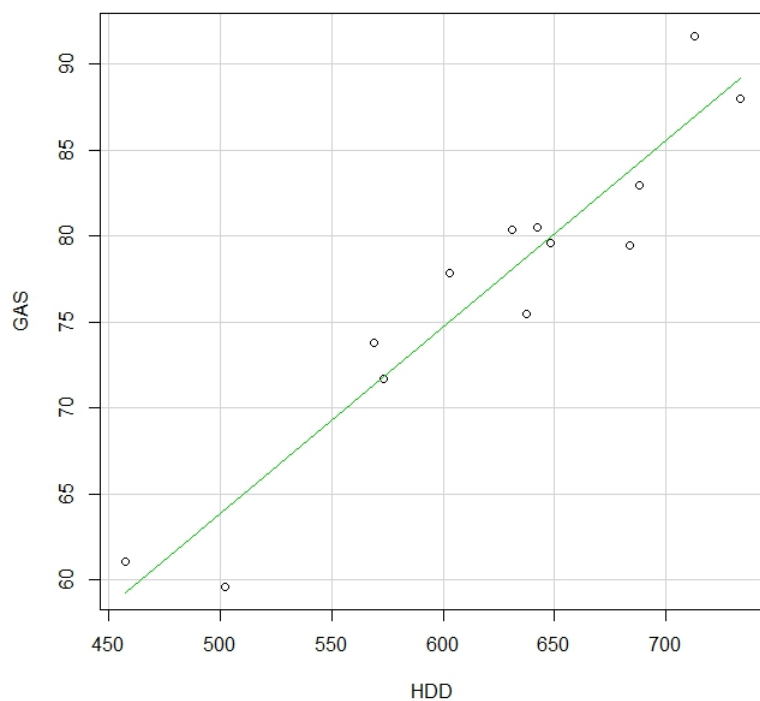
Per la zona D, tale andamento risulta ancora più evidente.

Infatti, pur ottenendo già un'alta correlazione tra gradi giorno e consumi di gas nell'intero periodo di riscaldamento ($r = 0.89$), il coefficiente di correlazione aumenta ulteriormente considerando i soli mesi di gennaio e febbraio ($r = 0.95$) fino ad arrivare a circa 0.99 aggiungendo il contributo degli altri combustibili (Figure 2.5, 2.6 e 2.7)



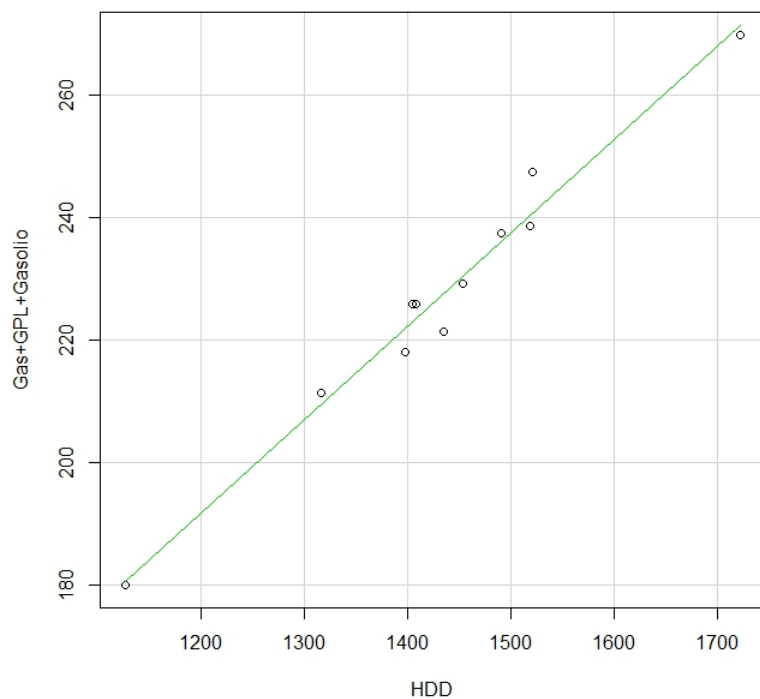
$R^2 = 0.7763$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.8915855$

Figura 2.5 - Zona D - grafico di dispersione HDD – consumi di gas



$R^2 = 0.8926$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.9495211$

Figura 2.6 - Zona D - grafico di dispersione HDD – consumi di gas: gennaio e febbraio



$R^2 = 0.9728$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.9876889$

Figura 2.7 - Zona D - grafico di dispersione HDD – consumi di gas+gpl+gasolio

L'ottima correlazione viene confermata nell'evoluzione nel corso degli anni rappresentata nel successivo grafico a linee (Figura 2.8).

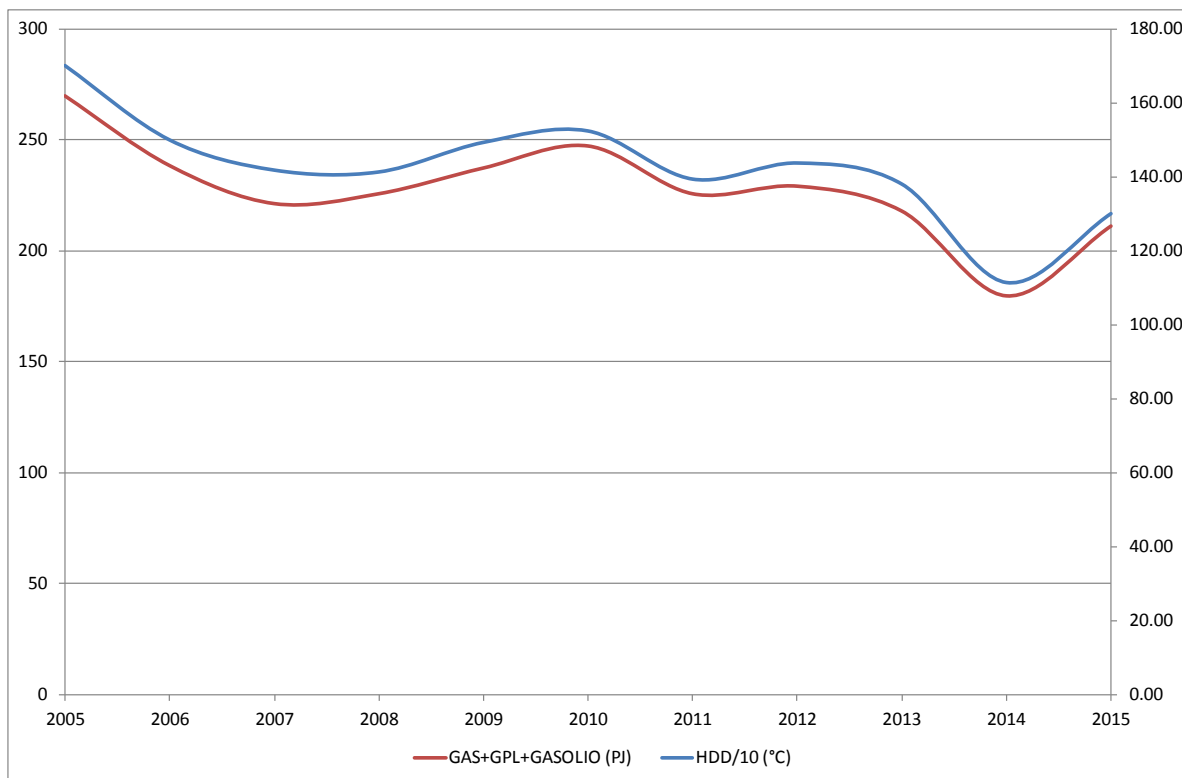


Figura 2.8 - Zona D– Andamento HDD e consumi di combustibili

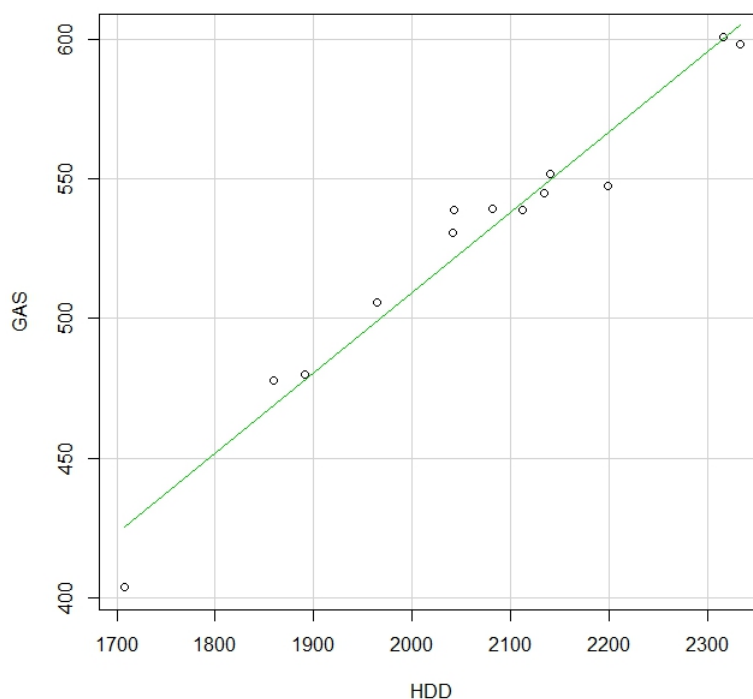
2.2.3 Zona E

Ripetendo la stessa analisi anche per la zona E, emerge però una tendenza diversa (Figure 2.9, 2.10, 2.11).

Infatti, in questo caso, sia considerando i soli mesi freddi che estendendo l'elaborazione anche agli altri due combustibili per l'intero periodo di riscaldamento, il coefficiente di correlazione, pur rimanendo abbastanza alto, diminuisce, al contrario di ciò che accadeva per le altre due zone.

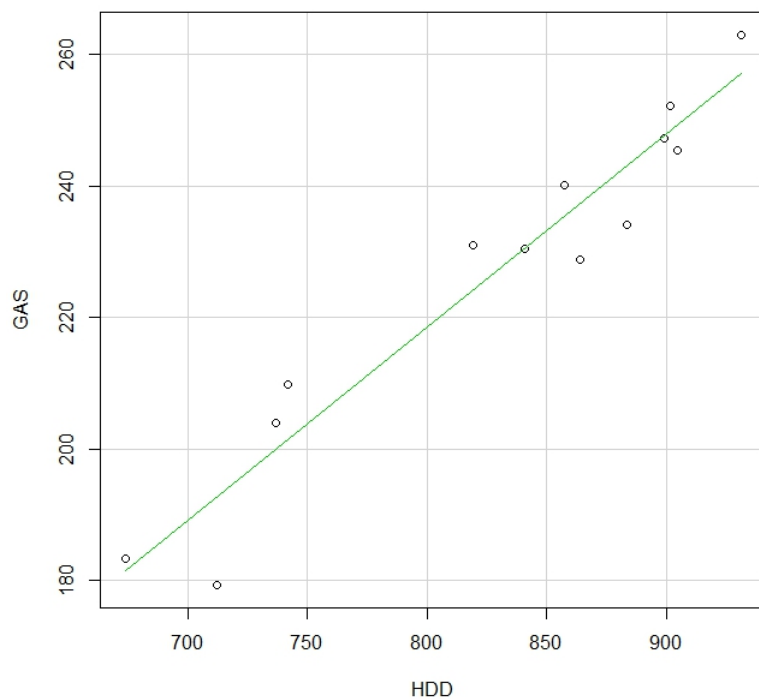
Probabilmente questo risultato potrebbe indicare che per le province "più fredde" il contributo della biomassa ai consumi è più rilevante rispetto alle altre caratterizzate da un clima meno rigido.

Si ottiene, infatti, un coefficiente di correlazione pari a 0.97, mettendo in relazione i gradi giorno con i consumi di gas, che diminuisce appunto a 0.96 sia nel confronto con il gas per i mesi di gennaio e febbraio che per quello con gas, gpl e gasolio relativo all'intero periodo di riscaldamento.



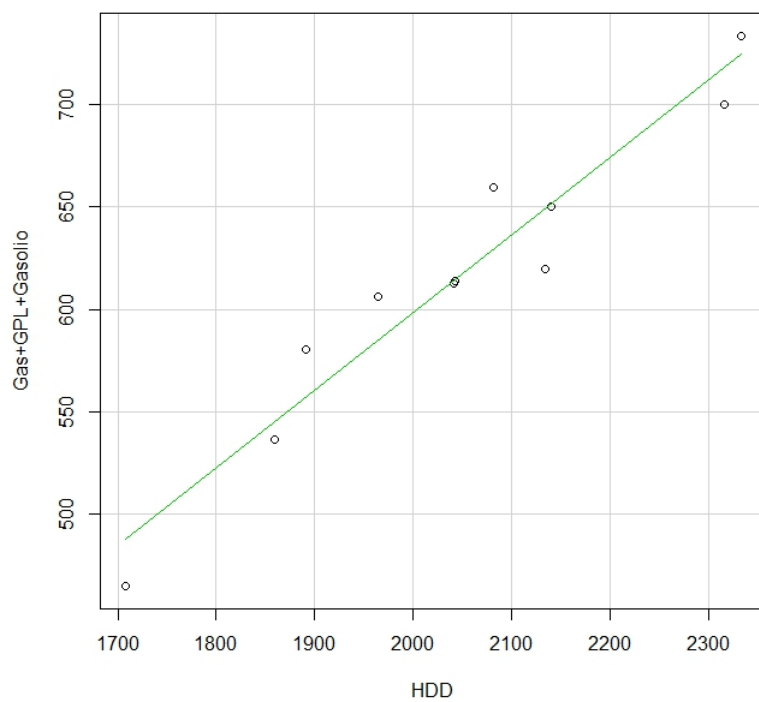
$R^2=0.95$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.9775537$

Figura 2.9 - Zona E- grafico di dispersione HDD – consumi di gas



$R^2=0.9232$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.9641708$

Figura 2.10 - Zona E- grafico di dispersione HDD – consumi di gas: gennaio e febbraio



$R^2= 0.9229$; Indice di correlazione di Pearson $r = 0.9647002$

Figura 2.11 - Zona E- grafico di dispersione HDD – consumi di gas+gpl+gasolio

L'andamento temporale che si ottiene, riportato nel grafico in Figura 2.12, conferma la relazione di correlazione riscontrata nei grafici di dispersione. L'evidente aumento progressivo della distanza delle due linee nel tempo fa ipotizzare l'uso di un diverso combustibile per riscaldamento e/o di un significativo aumento dell'efficienza d'uso del gas naturale. Non si dispone di dati che consentono di quantificare i diversi contributi: sicuramente il contributo della biomassa è rilevante, considerato il notevole aumento dei consumi negli ultimi anni. Un contributo potrebbe provenire anche dalle pompe di calore.

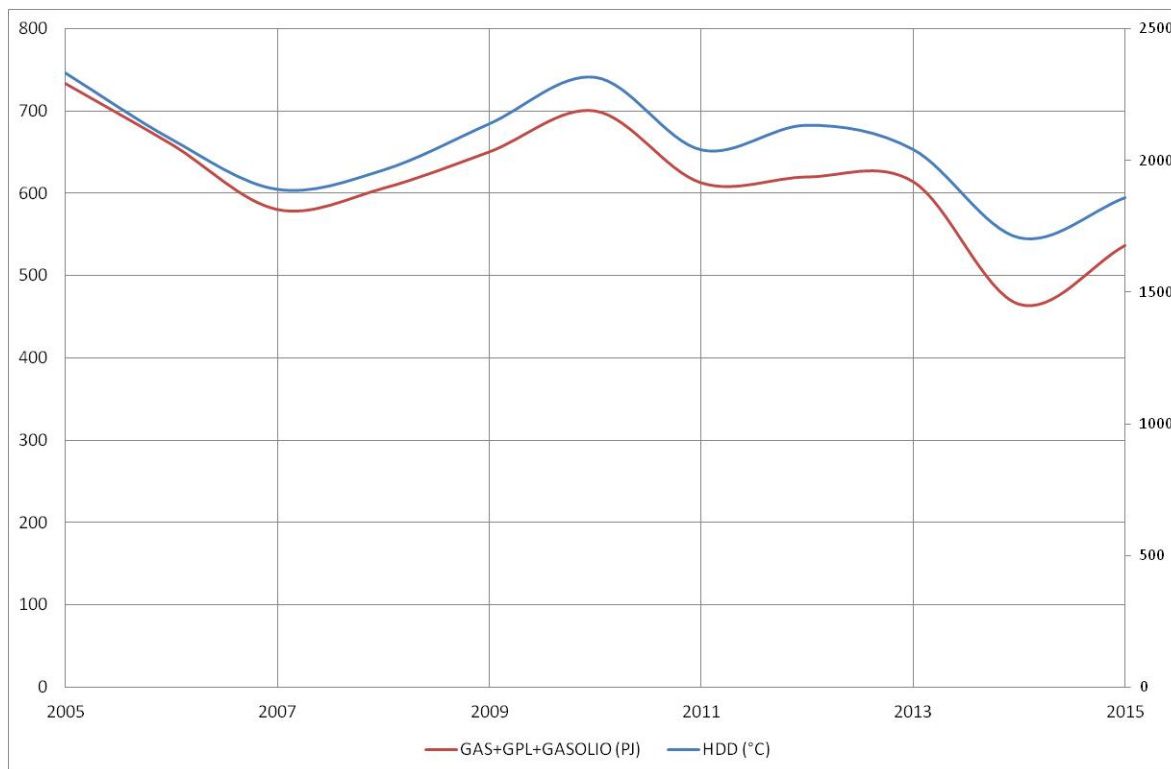


Figura 2.12 - Zona E – Andamento HDD e consumi di combustibili

2.3 Gradiente annuale per zona climatica

Al fine di determinare il fabbisogno di riscaldamento per variazione unitaria dei gradi giorno, è stato stimato il gradiente annuale per zona climatica, equivalente al rapporto tra il totale dei consumi di riscaldamento e dei gradi giorno di quella zona per l'anno considerato moltiplicato per il numero delle province, pari a 102 escludendo quelle della regione Sardegna ($m^3/°C$).

$$\nabla_{risc_{zn,a}} = \frac{Consumi_{risc_{zn,a}}}{HDD_{zn,a}} * 102$$

dove:

Zn = zona climatica

a = anno di riferimento

Il dato del gradiente a livello di zona è calcolato come se tutto il territorio nazionale avesse il clima di quella zona; in questo modo si ottengono valori confrontabili tra di loro e con il dato nazionale (Tabelle 6, 7, 8, 9, 10, 11).

In particolare per ciascuna zona, come già evidenziato nel paragrafo precedente, è stato considerato ai fini del riscaldamento sia il solo consumo di gas (disponibilità di dati 2003-2015) che il consumo totale di gas, gpl e gasolio (disponibilità di dati 2005-2015).

Tabella 6 – Zona B - gradiente annuale consumi di gas

	anno	HDD totale	GAS CIVILE totale (Mm3)	Mm3/°C
ZONA B	2003	13239.2	565.9	4.4
ZONA B	2004	11861.7	568.2	4.9
ZONA B	2005	14735.4	684.0	4.7
ZONA B	2006	13177.4	617.2	4.8
ZONA B	2007	12648.7	604.5	4.9
ZONA B	2008	12695.0	601.6	4.8
ZONA B	2009	12119.4	696.1	5.9
ZONA B	2010	11080.7	657.6	6.1
ZONA B	2011	11413.4	691.4	6.2
ZONA B	2012	12165.9	737.4	6.2
ZONA B	2013	12135.8	703.9	5.9
ZONA B	2014	9853.6	596.5	6.2
ZONA B	2015	11656.2	737.3	6.5

Tabella 7 – Zona B - gradiente annuale consumi di gas, gpl e gasolio

	anno	HDD totale	Consumi riscaldamento (Mm3)	Mm3/°C
ZONA B	2001	11073.6		
ZONA B	2002	10433.6		
ZONA B	2003	13239.2		
ZONA B	2004	11861.7		
ZONA B	2005	14735.4	1560.8	10.8
ZONA B	2006	13177.4	1408.3	10.9
ZONA B	2007	12648.7	1379.7	11.1
ZONA B	2008	12695.0	1386.6	11.1
ZONA B	2009	12119.4	1373.9	11.6
ZONA B	2010	11080.7	1224.7	11.3
ZONA B	2011	11413.4	1304.5	11.7
ZONA B	2012	12165.9	1231.3	10.3

ZONA B	2013	12135.8	1161.9	9.8
ZONA B	2014	9853.6	1048.9	10.9
ZONA B	2015	11656.2	1273.9	11.1

Tabella 8 – Zona D - *gradiente annuale consumi di gas*

	anno	HDD totale	GAS CIVILE totale (Mm3)	Mm3/°C
ZONA D	2003	70205.8	5129.5	7.5
ZONA D	2004	65749.3	5011.7	7.8
ZONA D	2005	75174.8	5782.9	7.8
ZONA D	2006	65997.1	5032.8	7.8
ZONA D	2007	62340.3	4732.8	7.7
ZONA D	2008	63288.2	4863.6	7.8
ZONA D	2009	66294.4	5211.5	8.0
ZONA D	2010	68213.1	5462.3	8.2
ZONA D	2011	62555.9	5052.1	8.2
ZONA D	2012	64076.2	5197.4	8.3
ZONA D	2013	61540.0	5123.3	8.5
ZONA D	2014	50891.7	4047.3	8.1
ZONA D	2015	58364.9	4811.8	8.4

Tabella 9 – Zona D - *gradiente annuale consumi di gas, gpl e gasolio*

	anno	HDD totale	Consumi riscaldamento (Mm3)	Mm3/°C
ZONA D	2001	61003.7		
ZONA D	2002	56887.9		
ZONA D	2003	70205.8		
ZONA D	2004	65749.3		
ZONA D	2005	75174.8	7875.6	10.7
ZONA D	2006	65997.1	6960.7	10.8
ZONA D	2007	62340.3	6461.6	10.6
ZONA D	2008	63288.2	6591.0	10.6
ZONA D	2009	66294.4	6928.8	10.7
ZONA D	2010	68213.1	7218.2	10.8
ZONA D	2011	62555.9	6590.9	10.7
ZONA D	2012	64076.2	6690.5	10.7
ZONA D	2013	61540.0	6364.0	10.5
ZONA D	2014	50891.7	5250.4	10.5

ZONA D	2015	58364.9	6166.4	10.8
--------	------	---------	--------	------

Tabella 10 – Zona E - *gradiente annuale consumi di gas*

	anno	HDD totale	GAS CIVILE totale (Mm3)	Mm3/°C
ZONA E	2003	108434.0	15977.0	15.0
ZONA E	2004	103967.1	15728.2	15.4
ZONA E	2005	114926.1	17455.9	15.5
ZONA E	2006	102655.5	15741.8	15.6
ZONA E	2007	93578.8	14011.6	15.3
ZONA E	2008	99691.8	14763.2	15.1
ZONA E	2009	105030.5	16099.8	15.6
ZONA E	2010	113333.7	17535.0	15.8
ZONA E	2011	100512.8	15480.7	15.7
ZONA E	2012	104887.4	15900.8	15.5
ZONA E	2013	100646.1	15726.5	15.9
ZONA E	2014	84228.8	11784.8	14.3
ZONA E	2015	92070.3	13942.1	15.4

Tabella 11 – Zona E - *gradiente annuale consumi di gas, gpl e gasolio*

	anno	HDD	Consumi riscaldamento (Mm3)	Mm3/°C
ZONA E	2001	101352.1		
ZONA E	2002	94581.2		
ZONA E	2003	108434.0		
ZONA E	2004	103967.1		
ZONA E	2005	114926.1	21401.1	19.0
ZONA E	2006	102655.5	19249.4	19.1
ZONA E	2007	93578.8	16932.3	18.5
ZONA E	2008	99691.8	17683.6	18.1
ZONA E	2009	105030.5	18974.2	18.4
ZONA E	2010	113333.7	20427.6	18.4
ZONA E	2011	100512.8	17877.8	18.1
ZONA E	2012	104887.4	18084.6	17.6
ZONA E	2013	100646.1	17919.0	18.2
ZONA E	2014	84228.8	13570.0	16.4
ZONA E	2015	92070.3	15656.5	17.3

In definitiva, si riporta nelle in Tabella 12 e Tabella 13 il gradiente medio per ciascuna delle tre zone nei due casi considerati.

Tabella 12 – *Gradiente medio consumo di gas*

Zona	Mm3/°C
ZONA B	5.5
ZONA D	8.0
ZONA E	15.4

Tabella 13 – *Gradiente medio consumo di gas, gpl e gasolio*

Zona	Mm3/°C
ZONA B	11.0
ZONA D	10.7
ZONA E	18.1

Dalle tabelle precedenti emerge che il gradiente dei consumi non è uniforme a livello nazionale. I consumi energetici considerati non tengono conto dei contributi della biomassa, per cui non è disponibile un dato di consumo disaggregato a livello territoriale. Questo dato verosimilmente incorpora l'effetto di altri parametri, tra cui la diversa quantità di radiazione solare diretta disponibile e la possibilità di riscaldare solo una parte degli edifici e per un tempo inferiore per via delle temperature più miti. Tale risultato rende ancora più evidente quanto sia necessario, ai fini della stima dei consumi in ambito uso civile, una valutazione specifica a livello di zona climatica. Il disaccordo è più contenuto considerando la totalità dei combustibili di interesse: in questo caso infatti si ottiene un allineamento tra la zona B e D.

A tal proposito, si è stimato il gradiente annuale del consumo di gas naturale a livello nazionale (Tabella 14). Da sottolineare che, in questo caso, per semplificare il calcolo, la media degli HDD non è stata pesata con la popolazione residente in quanto, come già accennato precedentemente, si registra una differenza minima, pari ad un decremento medio del 3%, tra la media pesata con la popolazione degli HDD provinciali rispetto al dato medio ottenuto come semplice media degli HDD stessi per ciascuna zona climatica.

Tabella 14 – *Gradiente annuale consumo di gas a livello nazionale*

	anno	HDD medi nazionali	GAS CIVILE (Mm3)	Mm3/°C
Italia	2001	1700.3	18857.1	11.1
Italia	2002	1587.3	18153.4	11.4
Italia	2003	1881.2	21672.5	11.5
Italia	2004	1780.2	21308.2	12.0
Italia	2005	2008.2	23922.7	11.9
Italia	2006	1782.6	21391.8	12.0
Italia	2007	1652.6	19349.0	11.7
Italia	2008	1722.3	20228.4	11.7
Italia	2009	1798.5	22007.3	12.2
Italia	2010	1888.5	23654.8	12.5

Italia	2011	1710.6	21224.2	12.4
Italia	2012	1775.8	21835.6	12.3
Italia	2013	1709.0	21553.8	12.6
Italia	2014	1421.3	16428.6	11.6
Italia	2015	1589.1	19491.2	12.3
Media				12.0

Il gradiente annuale del consumo di gas naturale a livello nazionale differisce sensibilmente da quelli medi per zona, con un valore medio pari a 12.0 Mm³/°C. In aggiunta, a titolo d'esempio, si è stimato per l'anno 2010 il valore del gradiente a livello nazionale a partire dal dato SNAM integrato con quello del MISE, comprendente tutte le maggiori reti di distribuzione, ottenendo i seguenti risultati:

- Consumi SNAM = 12.53 Mm³/°C
- Consumi SNAM+MISE = 14.04 Mm³/°C

In analogia a quanto fatto a livello di zona climatica, anche a livello nazionale è stato calcolato il gradiente annuale considerando la totalità dei combustibili di interesse (Tabella 15). In questo caso il gradiente medio nazionale si avvicina ai valori delle singole zone pur non raggiungendo l'allineamento con gli stessi.

Tabella 15 – *Gradiente annuale consumo di gas+gpl+gasolio a livello nazionale*

	anno	HDD medi nazionali	Consumi riscaldamento (Mm3)	Mm3/°C
Italia	2001	1700.3		
Italia	2002	1587.3		
Italia	2003	1881.2		
Italia	2004	1780.2		
Italia	2005	2008.2	30837.5	15.4
Italia	2006	1782.6	27618.4	15.5
Italia	2007	1652.6	24773.7	15.0
Italia	2008	1722.3	25661.2	14.9
Italia	2009	1798.5	27276.8	15.2
Italia	2010	1888.5	28870.5	15.3
Italia	2011	1710.6	25773.2	15.1
Italia	2012	1775.8	26006.4	14.6
Italia	2013	1709.0	25444.8	14.9
Italia	2014	1421.3	19869.3	14.0
Italia	2015	1589.1	23096.8	14.5
media				15.0

2.4 Gradiente procapite – Anno 2010

Per arrivare ad un parametro utilizzabile a livello modellistico e territoriale, è stato stimato un gradiente procapite. A titolo di esempio è stato scelto come anno di riferimento il 2010 (Tabella 16).

Ai fini del calcolo sono stati considerati i consumi di gas naturale della rete SNAM integrati con i consumi del MISE (reti di distribuzione) per poter includere anche le province servite sia da SNAM che da altre reti (vedi §2.1) e la media degli HDD (non pesati con la popolazione provinciale) per l'anno 2010 a livello di zona climatica, escludendo le province della Sardegna.

Tabella 16 – Gradiente procapite a livello di zona climatica per l'anno 2010 – Gas naturale

Zona	Consumi Gas (Mm3)	Popolazione	Consumo procapite (m3)	HDD medi	m3/°C
ZONA B	657.6	7186782	91.5	923.4	0.10
ZONA D	6891.2	23149935	297.7	1663.7	0.18
ZONA E	18963.9	28319137	669.7	2312.9	0.29

Viste le grandi differenze nel gradiente procapite a livello di zona climatica, si è deciso di includere anche il contenuto energetico degli altri combustibili utilizzati per il riscaldamento, in modo da ridurre le differenze tra le varie zone.

Tabella 17 – Gradiente procapite a livello di di zona climatica per l'anno 2010 – Gas+GPL+Gasolio

Zona	Consumo procapite (m3)	m3/°C
ZONA B	170.4	0.19
ZONA D	373.5	0.22
ZONA E	771.8	0.33

Infatti, come emerge dai valori riportati nella Tabella 17, con la valutazione complessiva di tutti e tre i combustibili, si è raggiunto un risultato più uniforme per le zone B e D. In particolare, si è stimato un aumento percentuale del consumo procapite pari a 86%, 25% e 15% rispettivamente per le zone B, D ed E.

Tale risultato conferma quanto ottenuto evidenziato nell'analisi di correlazione riportata nel paragrafo 2.2, ovvero che nella zona B il livello di correlazione tra gradi giorno di riscaldamento e consumi di combustibili aumenta nettamente considerando gas, gpl e gasolio piuttosto che il solo gas naturale.

L'accuratezza della stima potrebbe essere ulteriormente migliorata valutando il contributo della biomassa, rilevante soprattutto nelle zone di montagna, di cui purtroppo non è disponibile il dato riferito alla singola zona climatica. A livello nazionale, invece, essendo noto il dato del consumo di biomassa nel residenziale³, è stato possibile valutare anche tale contributo.

Nella Tabella 18 si riportano nel dettaglio le stime del gradiente procapite per l'anno 2010, considerando in successione i consumi dei diversi combustibili: Il dato sembra evidenziare la possibilità di un maggiore accordo con quanto ottenuto a livello nazionale, considerando anche il contributo della biomassa a livello di zona climatica.

³ Fonte EUROSTAT

Tabella 18 – *Gradiente procapite a livello nazionale per l'anno 2010 – Gas naturale*

ITALIA	Consumi riscaldamento (Mm3)	Popolazione	Consumo procapite (m3)	HDD medi	m3/°C
Consumi SNAM	23654.8	58655854	403.3	1888.5	0.21
Consumi SNAM+MISE	26512.7	58655854	452.0	1888.5	0.24
Consumi gas ⁴ +gpl +gasolio	31728.4	58655854	540.9	1888.5	0.29
Consumi gas ² +gpl+gasolio + biomassa	41965.8	58655854	715.5	1888.5	0.38

2.5 Anomalia degli HDD medi annuali

Ordinando i valori degli HDD in modo decrescente, dall'anno più freddo a quello più caldo, è stata calcolata l'anomalia dei gradi giorno medi rispetto al valore medio del periodo considerato (Tabelle 19, 20, 21).

L'intervallo di variabilità che si ottiene (1.2 – 0.8) risulta abbastanza omogeneo nelle tre zone climatiche, con valori medi degli HDD pari a 1001.6°C per la zona B, 1548.9 per la zona D e di 2067.9°C per la zona E.

Tabella 19 – *Zona B – anomalia HDD medi annuali*

Zona	Anno	HDD	Indice
ZONA B	2005	1228.0	1.2
ZONA B	2003	1103.3	1.1
ZONA B	2006	1098.1	1.1
ZONA B	2008	1057.9	1.1
ZONA B	2007	1054.1	1.1
ZONA B	2012	1013.8	1.0
ZONA B	2013	1011.3	1.0
ZONA B	2009	1010.0	1.0
ZONA B	2004	988.5	1.0
ZONA B	2015	971.4	1.0
ZONA B	2011	951.1	0.9
ZONA B	2010	923.4	0.9
ZONA B	2001	922.8	0.9

⁴ SNAM+MISE

ZONA B	2002	869.5	0.9
ZONA B	2014	821.1	0.8

Tabella 20 – Zona D - anomalia HDD medi annuali

Zona	Anno	HDD	Indice
ZONA D	2005	1833.5	1.2
ZONA D	2003	1712.3	1.1
ZONA D	2010	1663.7	1.1
ZONA D	2009	1616.9	1.0
ZONA D	2006	1609.7	1.0
ZONA D	2004	1603.6	1.0
ZONA D	2012	1562.8	1.0
ZONA D	2008	1543.6	1.0
ZONA D	2011	1525.8	1.0
ZONA D	2007	1520.5	1.0
ZONA D	2013	1501.0	1.0
ZONA D	2001	1487.9	1.0
ZONA D	2015	1423.5	0.9
ZONA D	2002	1387.5	0.9
ZONA D	2014	1241.3	0.8

Tabella 21 – Zona E - anomalia HDD medi annuali

Zona	Anno	HDD	Indice
ZONA E	2005	2345.4	1.1
ZONA E	2010	2312.9	1.1
ZONA E	2003	2212.9	1.1
ZONA E	2009	2143.5	1.0
ZONA E	2012	2140.6	1.0
ZONA E	2004	2121.8	1.0
ZONA E	2006	2095.0	1.0
ZONA E	2001	2068.4	1.0
ZONA E	2013	2054.0	1.0
ZONA E	2011	2051.3	1.0
ZONA E	2008	2034.5	1.0
ZONA E	2002	1930.2	0.9
ZONA E	2007	1909.8	0.9
ZONA E	2015	1879.0	0.9
ZONA E	2014	1719.0	0.8

3 PROIEZIONI AL 2050 DEI GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO

Il presente capitolo si pone come obiettivo la valutazione delle proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento al 2050, in due differenti scenari climatici, sia a livello nazionale che per ciascuna delle tre zone climatiche di riferimento.

Tali stime sono state elaborate a partire dalle anomalie climatiche fornite dal Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC) nell'ambito dei lavori del Gruppo I.

3.1 Anomalia climatica mensile per gradi giorno di riscaldamento

Nell'ambito dei lavori del Gruppo I, CMCC ha fornito⁵ le stime delle variazioni future dei gradi giorno di riscaldamento, sulla base di differenti scenari climatici, studiando le anomalie per i seguenti periodi di riferimento:

- cinque trentenni futuri di interesse, centrati sugli anni 2030, 2035, 2040, 2045, 2050
- cinque quindicenni futuri rispetto al periodo di riferimento 2001-2015.

In particolare, le anomalie degli indici HDD sono state calcolate considerando due diversi scenari IPCC rispetto ai quattro disponibili (cfr. paragrafo 3.1.1), RCP4.5 e RCP8.5, a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM, nella configurazione ottimizzata dal CMCC sull'Italia, alla risoluzione di circa 8 km, forzato dal modello globale CMCC-CM (risoluzione orizzontale 80km).

Ai fini della stima delle proiezioni, si è scelto di considerare solo le anomalie relative ai cinque trentenni futuri di interesse.

3.1.1 Scenari RCP

Gli scenari utilizzati dal CMCC sono quelli alla base delle proiezioni dell'AR5 (*"Cambiamenti climatici: Interventi, tendenze e implicazioni per le attività economiche - Il Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC, Working Group I"*) noti come RCP (Representative Concentration Pathways – Percorsi Rappresentativi di Concentrazione), in quanto espressi in termini di concentrazioni di gas serra piuttosto che in termini di livelli di emissioni.

Il numero associato a ciascun RCP indica il *Forzante Radiativo (Radiative Forcing - RF)* espresso in unità di watt per metro quadrato (W/m^2) ed indica la forza dei cambiamenti climatici antropogenici entro il 2100 rispetto al periodo pre-industriale.

Ogni scenario implica una diversa entità di cambiamento climatico prodotto dalle attività umane: ad esempio, ciascun RCP mostra una diversa quantità di calore addizionale immagazzinato nel sistema Terra quale risultato delle emissioni di gas serra. Gli scenari rispecchiano un'ampia gamma di possibili azioni di mitigazione:

- **RCP8.5** (*"Business-as-usual"*) - crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Assume entro il 2100 concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).
- **RCP6.0** (*"Poca mitigazione"*) e **RCP4.5** (*"Forte mitigazione"*) - assumono che si intraprendano alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali (400 ppm) e la concentrazione atmosferica si stabilizza entro la fine del secolo a circa il doppio dei livelli pre-industriali. In

⁵Paola Mercogliano, Giuliana Barbato *"Anomalia climatica mensile per indicatori HDD e CDD"* – CMCC ottobre 2016

RCP6.0, le emissioni di CO₂ continuano a crescere fino a circa il 2080; le concentrazioni impiegano più tempo a stabilizzarsi e sono circa il 25% superiori rispetto ai valori di RCP4.5.

- **RCP2.6** (“*Mitigazione aggressiva*”) - emissioni dimezzate entro il 2050. Assume strategie di mitigazione ‘aggressive’ per cui le emissioni di gas serra iniziano a diminuire dopo circa un decennio e si avvicinano allo zero più o meno in 60 anni a partire da oggi. Secondo questo scenario è improbabile che si superino i 2°C di aumento della temperatura media globale rispetto ai livelli pre-industriali

In particolare, dalle proiezioni prodotte emerge, entro a fine del XXI secolo, un innalzamento della temperatura media globale alla superficie del suolo e degli oceani compreso negli intervalli 2,6–4,8°C (RCP8.5), 1,4–3,1°C (RCP6.0), 1,1–2,6°C (RCP4.5), e 0,3–1,7°C (RCP2.6).

3.2 Proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento negli scenari RCP4.5 e RCP8.5 – Zone climatiche

In analogia con quanto fatto per la stima delle correlazioni tra gradi giorno e consumi energetici, descritte nel capitolo precedente, è stato esaminato prima il dettaglio per zona climatica per poi descrivere (cfr. paragrafo 3.3) la stima complessiva a livello nazionale.

Come base di calcolo, sono state eseguite le seguenti elaborazioni:

- medie mensili a livello provinciale degli HDD (calcolati con la metodologia descritta nel paragrafo 1.1) relative al periodo 2001-2015⁶, considerando solo il periodo di riscaldamento
- aggregazione delle anomalie climatiche mensili dei gradi giorno di riscaldamento nelle tre zone climatiche di riferimento C, D, ed E.
- media dei valori provinciali degli HDD a livello di zona climatica sul periodo 2001-2015 (media di riferimento).

Ai fini dell’analisi, sono stati sommati i valori medi mensili relativi al periodo di 15 anni riferito agli HDD, ai corrispondenti valori di anomalia mensile per ciascuna provincia e zona climatica per gli anni 2030, 2035, 2040, 2045 e 2050. Integrando le proiezioni così ottenute a livello annuale, sono state elaborate le proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento per i 5 anni di riferimento per ciascuna zona climatica.

Si riportano nelle tabelle seguenti i risultati ottenuti (Tabelle 22, 23).

Tabella 22 - Proiezioni gradi giorno di riscaldamento, medie annuali – scenario RCP4.5

anno	ZONA B	ZONAD	ZONA E
Media 2001-2015	1010.4	1534.3	2067.9
2030	901.3	1420.2	1950.3
2035	858.9	1378.3	1914.6
2040	857.2	1375.9	1909.0

⁶ La scelta della lunghezza del periodo su cui effettuare analisi climatiche è solitamente 30 anni, come indicato da IPCC (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=144>). Si tratta di un periodo ritenuto adeguato per la caratterizzazione sia dei valori medi che dei valori estremi della variabile di interesse. Nella presente analisi è stato valutato anche un periodo di riferimento più breve, di 15 anni, pari alla lunghezza del periodo di riferimento selezionato per l’analisi relativa ai dati osservati. Al fine di valutare l’approssimazione effettuata calcolando le anomalie climatiche tra periodi della lunghezza di 15 anni, invece di 30, nel documento di dettaglio (Paola Mercogliano, Giuliana Barbato “Anomalia climatica mensile per indicatori HDD e CDD” – CMCC ottobre 2016) sono effettuate sia analisi su 30 anni che su 15 anni.

2045	814.6	1320.7	1843.3
2050	779.4	1281.4	1799.2

Tabella 23 - *Proiezioni gradi giorno di riscaldamento, medie annuali – scenario RCP8.5*

anno	ZONA B	ZONAD	ZONA E
Media 2001-2015	1010.42	1534.30	2067.89
2030	811.2	1317.9	1850.3
2035	791.8	1296.5	1826.1
2040	736.6	1235.6	1767.4
2045	702.4	1198.7	1728.6
2050	681.8	1174.1	1699.2

Per le finalità dello studio, sono state calcolate le variazioni percentuali delle proiezioni degli HDD rispetto al corrispettivo valore medio calcolato sui 15 anni di interesse (2001-2015) per ciascuna delle tre zone e per entrambi gli scenari RCP considerati.

Le variazioni percentuali sono riportate nelle seguenti Tabelle 24, 25):

Tabella 24 - *Variazioni percentuali delle proiezioni rispetto al valor medio per ciascuna zona climatica – scenario RCP4.5*

anno	ZONA B	ZONAD	ZONA E
2030	-11%	-7%	-6%
2035	-15%	-10%	-7%
2040	-15%	-10%	-8%
2045	-19%	-14%	-11%
2050	-23%	-16%	-13%

Tabella 25 - *Variazioni percentuali delle proiezioni rispetto al valor medio per ciascuna zona climatica – scenario RCP8.5*

anno	ZONA B	ZONAD	ZONA E
2030	-20%	-14%	-11%
2035	-22%	-15%	-12%
2040	-27%	-19%	-15%
2045	-30%	-22%	-16%
2050	-33%	-23%	-18%

Come si può notare, i due scenari di cambiamento climatico, relativamente al parametro considerato, mostrano una maggiore variazione sulla zona B. Questo risultato è l'effetto combinato di una variazione non omogenea della temperatura sul territorio nazionale⁷, combinata con l'effetto del valore di soglia utilizzato nel calcolo degli HDD. In particolare, quest'ultimo fattore esclude i giorni in cui la temperatura media supera i 15°, e pertanto riduce il numero di giorni in cui sarà necessario riscaldare proprio nelle zone caratterizzate dal clima più mite.

Dal confronto delle variazioni dei gradi giorno nel 2050 rispetto alle variazioni massime degli HDD osservate nel periodo 2001-2015 per ciascuna zona (Tabella 1 – Appendice) si nota che lo scenario RCP 4.5 si mantiene entro i limiti delle variazioni massime osservate, con la zona B che le supera di poco, mentre lo scenario RCP 8.5 già nel 2040 è oltre le variazioni registrate nel periodo di riferimento.

Per contro si sottolinea che, anche nello scenario RCP4.5 dopo il 2050, ci si situa in una situazione media pari agli inverni più caldi registrati negli ultimi anni.

3.3 Proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento negli scenari RCP4.5 e RCP8.5 – Italia

Similmente a quanto elaborato a livello di zona climatica, sono stati stimati i gradi giorno nei cinque anni di proiezioni a livello nazionale (Tabella 26).

Tabella 26 - Proiezioni gradi giorno di riscaldamento – Italia, scenari RCP4.5 e RCP8.5

anno	RCP4.5	RCP8.5
Media Italia (2001-2015)	1683.6	1683.6
2030	1571.5	1472.1
2035	1532.2	1449.8
2040	1528.5	1390.9
2045	1470.7	1353.6
2050	1429.9	1327.4

A livello nazionale il decremento al 2050 rispetto al 2030 risulta pari a -9.9% e -10.9%, rispettivamente per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 (Tabelle 26,27), con una differenza percentuale mediamente in linea rispetto a quanto emerso a livello di singola zona climatica:

Tabella 27 - Differenza percentuale gradi giorno di riscaldamento 2050-2030 – Scenario RCP4.5

anno	ZONA B	ZONAD	ZONA E
delta 2050-2030	-13.5%	-9.8%	-7.7%

Tabella 28 - Differenza percentuale gradi giorno di riscaldamento 2050-2030 – Scenario RCP8.5

anno	ZONA B	ZONAD	ZONA E
------	--------	-------	--------

⁷ Bucchignani E., Montesarchio M., Zollo A.L., MERCOGLIANO P. (2015). High-resolution climate simulations with COSMOCLM over Italy: performance evaluation and climate projections for the XXI century. International Journal of Climatology DOI: 10.1002/joc.4379; Zollo A.L., Rillo V., Bucchignani E., Montesarchio M., MERCOGLIANO P. (2015). Extreme temperature and precipitation events over Italy: assessment of high resolution simulations with COSMO-CLM and future scenarios. International Journal of Climatology DOI: 10.1002.

delta 2050-2030	-16.0%	-10.9%	-8.2%
-----------------	--------	--------	-------

A partire dal valor medio dei gradi giorno stimato a livello nazionale per il periodo di interesse si ottengono, in analogia a quanto ottenuto a livello zonale, le variazioni percentuali delle proiezioni degli HDD nei cinque anni di riferimento rispetto alla media stessa, come riportato nella Tabella 29:

Tabella 29 - *Variazioni percentuali delle proiezioni rispetto al valor medio a livello nazionale – scenari RCP4.5 e RCP8.5*

anno	RCP4.5	RCP8.5
2030	-7%	-13%
2035	-9%	-14%
2040	-9%	-18%
2045	-13%	-20%
2050	-15%	-21%

Si sottolinea come in entrambi gli scenari si ottengono delle variazioni percentuali in linea con la zona climatica D, cosiddetta “intermedia”. Ciò comporta quindi che, limitandosi a ragionare a livello nazionale, si rischia di ottenere dei risultati non rappresentativi in termini di gradi giorno e di consumi energetici riferiti alle singole zone. Questo vale in particolare per la zona E, che a livello di consumi energetici pesa maggiormente rispetto alle altre due zone, come si evince dalle Tabelle 7, 9 e 11 del Capitolo 2.

Una serie di calcoli dettagliati, che non riportiamo in questa sede, evidenziano che la differenza dei consumi totali nazionali risulta pari a circa l'1%, applicando la percentuale valida per l'Italia e le tre percentuali di riduzione delle singole zone (Tabella 21) La differenza a livello delle singole zone è invece più consistente, fino ad una sovrastima dei consumi del 20% in zona B.

CONCLUSIONI

Lo studio ha verificato l'alta correlazione esistente tra gradi giorno e consumi energetici per riscaldamento, in particolare di gas naturale. La correlazione è molto buona nelle zone climatiche E ($r=0,92$) e D ($r=0,97$) ed abbastanza buona in zona B ($r=0,71$). I dati sui consumi energetici che sono stati utilizzati non considerano il contributo della biomassa, per cui non è disponibile un dato di consumo disaggregato che consideri tutte le fonti energetiche a livello territoriale.

Il rapporto tra consumi energetici e gradi giorno (gradiente) varia molto tra le diverse zone climatiche, fino ad un massimo di 10 tra la zona B e la zona E. Questo dato verosimilmente incorpora l'effetto di altri parametri, tra cui la diversa quantità di radiazione solare diretta disponibile e la possibilità di riscaldare solo una parte degli edifici e per un tempo inferiore, per via delle temperature più miti. Per contro, le variazioni all'interno della singola zona sono abbastanza contenute, circa il 10%, permettendo di ipotizzare un rapporto abbastanza stabile tra gli HDD e le necessità di riscaldamento all'interno di ogni zona.

Per arrivare ad un parametro utilizzabile a livello modellistico e territoriale, è stato stimato un gradiente procapite, scegliendo come anno di riferimento il 2010. Tale stima è stata effettuata sia a livello di zona climatica che a livello nazionale, valutando il contributo dei singoli combustibili. In particolare, a livello nazionale è stato possibile calcolare il gradiente procapite dei consumi, includendo anche la quota di biomassa nel residenziale. In questo caso si è ottenuto un valore medio nazionale in sovrastima rispetto al valore medio dei risultati ottenuti per ciascuna zona. Si potrebbe raggiungere un maggiore accordo rispetto a tali risultati, ripetendo la stima includendo i dati provinciali di consumo di biomassa, pur forse senza poter raggiungere un allineamento perfetto per i motivi già esposti.

Per contro, a seguito della stabilità dei risultati ottenuti nella stima del gradiente annuale nell'arco dei 15 anni di interesse entro ciascuna zona, è ipotizzabile la valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici sui fabbisogni di riscaldamento invernale, sulla base della disponibilità di una stima a livello provinciale delle variazioni attese delle temperature, che permetta la stima degli HDD attesi negli anni futuri.

Sono quindi state valutate le anomalie mensili degli indici HDD calcolate dal CMCC rispetto alla media 2001-2015, per due diversi scenari climatici, RCP4.5 e RCP8.5, a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM, nella configurazione ottimizzata dal CMCC sull'Italia, forzato dal modello globale CMCC-CM (risoluzione orizzontale 80km). I dati sono stati calcolati per cinque trentenni futuri di interesse, centrati sugli anni 2030, 2035, 2040, 2045, 2050.

In particolare, per ottenere le proiezioni degli HDD, sono state prima elaborate le proiezioni a livello mensile e provinciale negli anni di scenario, come risultato della somma dei valori medi mensili sui 15 anni di interesse degli HDD e dei corrispondenti valori di anomalia mensile per ciascuna provincia, ed aggregati a livello di zona climatica. Integrando le proiezioni così ottenute a livello annuale, si sono ottenute le proiezioni dei gradi giorno di riscaldamento per i 5 anni di riferimento per ciascuna zona climatica.

Si sottolineano prima di tutto delle differenze nelle anomalie tra i due scenari RCP4.5 e RCP8.5: nello scenario RCP4.5 di forte mitigazione, i gradi giorno al 2050 rispetto alla media di riferimento 2001-2015 sono inferiori del -23% per la zona B, del -16% per la zona D e del -13% per la zona E; nello scenario RCP 8.5, si ottiene una maggiore riduzione, specificatamente con valori di variazione percentuale degli HDD pari al -33% (zona B), -23% (zona D) e -18% (zona E) rispetto alla media.

Dal confronto delle variazioni dei gradi giorno nel 2050, rispetto alle variazioni massime osservate degli HDD nel periodo 2001-2015 per ciascuna zona, si nota che lo scenario RCP 4.5 si mantiene entro i limiti delle variazioni massime osservate, con la zona B che le supera di poco, mentre lo scenario RCP 8.5 già nel 2040 è oltre le variazioni registrate nel periodo di riferimento.

Ai fini di un'analisi più esaustiva, come si è già accennato, si dovrebbe considerare l'utilizzo della biomassa ai fini del riscaldamento per usi civili a livello di zona climatica ed in aggiunta valutare l'influenza dell'efficienza degli impianti di riscaldamento.

Infine, disponendo di dati di consumo specifici per il settore residenziale, si riuscirebbe ad ottenere una stima del fabbisogno di riscaldamento al metro quadro e per unità familiare, utile ai fini di una più precisa modellizzazione dei consumi.

APPENDICE

Tabella 1 - Variazioni percentuali degli HDD rispetto al valor medio corrispettivo per ciascuna zona climatica.

ZONA E		
anno	HDD	%
2001	2068.4	0%
2002	1930.2	-7%
2003	2212.9	7%
2004	2121.8	3%
2005	2345.4	13%
2006	2095.0	1%
2007	1909.8	-8%
2008	2034.5	-2%
2009	2143.5	4%
2010	2312.9	12%
2011	2051.3	-1%
2012	2140.6	4%
2013	2054.0	-1%
2014	1719.0	-17%
2015	1879.0	-9%
Media	2067.9	

ZONA D		
anno	HDD	%
2001	1468.4	-4%
2002	1372.5	-11%
2003	1697.7	11%
2004	1591.0	4%
2005	1822.9	19%
2006	1600.6	4%
2007	1511.0	-2%
2008	1535.5	0%
2009	1599.0	4%
2010	1643.9	7%
2011	1501.7	-2%
2012	1543.3	1%

2013	1490.2	-3%
2014	1225.4	-20%
2015	1411.3	-8%
Media	1534.3	

ZONA B		
anno	HDD	%
2001	916.7	-9%
2002	889.9	-12%
2003	1113.4	10%
2004	1020.4	1%
2005	1258.4	25%
2006	1099.4	9%
2007	1054.3	4%
2008	1074.3	6%
2009	1000.2	-1%
2010	939.1	-7%
2011	915.2	-9%
2012	1006.2	0%
2013	1100.7	9%
2014	809.0	-20%
2015	959.2	-5%
Media	1010.4	

Tabella 2 - Elenco delle Province per zona climatica

Zona	Codice Provincia	Codice NUTS3 2006	Nome Provincia
ZONA B	73	ITF43	Taranto
ZONA B	74	ITF44	Brindisi
ZONA B	75	ITF45	Lecce
ZONA B	79	ITF63	Catanzaro
ZONA B	80	ITF65	Reggio Calabria
ZONA B	81	ITG11	Trapani
ZONA B	82	ITG12	Palermo
ZONA B	83	ITG13	Messina
ZONA B	84	ITG14	Agrigento
ZONA B	87	ITG17	Catania
ZONA B	89	ITG19	Siracusa

ZONA B	90	ITG25	Sassari
ZONA B	92	ITG27	Cagliari
ZONA B	95	ITG28	Oristano
ZONA B	101	ITF62	Crotone
ZONA B	105	<i>ITG2A</i>	<i>Ogliastra</i>
ZONA B	106	ITG2B	Medio-Campidano
ZONA B	107	ITG2C	Carbonia-Iglesias

Zona	Codice Provincia	Codice NUTS3 2006	Nome Provincia
ZONA D	8	ITC31	Imperia
ZONA D	9	ITC32	Savona
ZONA D	10	ITC33	Genova
ZONA D	11	ITC34	La Spezia
ZONA D	32	ITD44	Trieste
ZONA D	43	ITE33	Macerata
ZONA D	44	ITE34	Ascoli Piceno
ZONA D	45	ITE11	Massa Carrara
ZONA D	46.0	ITE12	Lucca
ZONA D	47.0	ITE13	Pistoia
ZONA D	48.0	ITE14	Firenze
ZONA D	49	ITE16	Livorno
ZONA D	50.0	ITE17	Pisa
ZONA D	51	ITE18	Arezzo
ZONA D	52	ITE19	Siena
ZONA D	53	ITE1A	<i>Grosseto</i>
ZONA D	55	ITE22	Terni
ZONA D	56	ITE41	Viterbo
ZONA D	58	ITE43	<i>Roma</i>
ZONA D	59	ITE44	Latina
ZONA D	60	ITE45	Frosinone
ZONA D	61	ITF31	Caserta
ZONA D	62	ITF32	Benevento
ZONA D	63	ITF33	Napoli
ZONA D	64	ITF34	Avellino
ZONA D	65	ITF35	Salerno
ZONA D	67	ITF12	Teramo
ZONA D	68.0	ITF13	Pescara

ZONA D	69.0	ITF14	Chieti
ZONA D	71.0	ITF41	Foggia
ZONA D	72	ITF42	Bari
ZONA D	77.0	ITF52	Matera
ZONA D	78	ITF61	Cosenza
ZONA D	85	ITG15	Caltanissetta
ZONA D	86	ITG16	Enna
ZONA D	88	ITG18	Ragusa
ZONA D	91	ITG26	Nuoro
ZONA D	94	ITF21	Isernia
ZONA D	100	ITE15	Prato
ZONA D	102	ITF64	Vibo Valentia
ZONA D	104	ITG29	Olbia Tempio
ZONA D	109	ITI35	Fermo
ZONA D	110	ITF48	Barletta/Andria/Trani

Zona	Codice Provincia	Codice NUTS3 2006	Nome Provincia
ZONA E	1	ITC11	Torino
ZONA E	2	ITC12	Vercelli
ZONA E	3	ITC15	Novara
ZONA E	4	ITC16	Cuneo
ZONA E	5	ITC17	Asti
ZONA E	6	ITC18	Alessandria
ZONA E	7	ITC20	Aosta
ZONA E	12	ITC41	Varese
ZONA E	13	ITC42	Como
ZONA E	14	ITC44	Sondrio
ZONA E	15	ITC45	Milano
ZONA E	16	ITC46	Bergamo
ZONA E	17	ITC47	Brescia
ZONA E	18	ITC48	Pavia
ZONA E	19	ITC4A	Cremona
ZONA E	20	ITC4B	Mantova
ZONA E	21	ITD10	Bolzano
ZONA E	22	ITD20	Trento
ZONA E	23	ITD31	Verona
ZONA E	24	ITD32	Vicenza

ZONA E	25	ITD33	Belluno
ZONA E	26	ITD34	Treviso
ZONA E	27	ITD35	Venezia
ZONA E	28	ITD36	Padova
ZONA E	29	ITD37	Rovigo
ZONA E	30	ITD42	Udine
ZONA E	31	ITD43	Gorizia
ZONA E	33	ITD51	Piacenza
ZONA E	34	ITD52	Parma
ZONA E	35	ITD53	Reggio Emilia
ZONA E	36	ITD54	Modena
ZONA E	37	ITD55	Bologna
ZONA E	38	ITD56	Ferrara
ZONA E	39	ITD57	Ravenna
ZONA E	40	ITD58	Forlì
ZONA E	41	ITE31	Pesaro e Urbino
ZONA E	42	ITE32	Ancona
ZONA E	54	ITE21	Perugia
ZONA E	57	ITE42	Rieti
ZONA E	66	ITF11	Aquila
ZONA E	70	ITF22	Campobasso
ZONA E	76	ITF51	Potenza
ZONA E	93	ITD41	Pordenone
ZONA E	96	ITC13	Biella
ZONA E	97	ITC43	Lecco
ZONA E	98	ITC49	Lodi
ZONA E	99	ITD59	Rimini
ZONA E	103	ITC14	Verbano-Cusio-Ossola
ZONA E	108	ITC4D	Monza e della Brianza

