



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA MECCANICA**

---

Corso di Laurea triennale

**Raccolta ed elaborazione dei dati necessari alla preparazione del PAESC (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima) per l'adesione al "Patto dei Sindaci dell'Unione Europea" da parte del Comune di Fermignano (PU)**

**Data Collection and Elaboration for the Preparation of SECAP (Sustainable Energy and Climate Action Plan) of Fermignano (PU) Municipality to join the "Covenants of Mayors of European Union"**

Relatore: Chiar.mo  
Prof. **Fabio Polonara**

Tesi di Laurea di:  
**Gianmarco Urbinati**

**A.A. 2019 / 2020**



# INDICE

INDICE .....	2
1 INTRODUZIONE .....	4
2 STEP DI ATTUAZIONE DEL PIANO .....	6
3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	8
4 INQUADRAMENTO DEMOGRAFICO .....	10
5 INQUADRAMENTO ECONOMICO .....	11
6 CALCOLO DELLE EMISSIONI DI CO2.....	12
7 AMBITO RESIDENZIALE.....	13
7.1 METODOLOGIA PER LA STIMA DEL CONSUMO DI GAS METANO NELL'AMBITO RESIDENZIALE.....	15
7.2 EMISSIONI IN AMBITO RESIDENZIALE.....	17
7.3 ENERGIE RINNOVABILI NEL SETTORE RESIDENZIALE.....	21
8 AMBITO COMUNALE .....	22
8.1 IMMOBILI COMUNALI.....	22
8.2 ILLUMINAZIONE PUBBLICA .....	24
8.3 MEZZI A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE.....	25
8.4 RIEPILOGO CONSUMI ENERGETICI ED EMISSIONI COMUNALI.....	28
8.5 ENERGIE RINNOVABILI NELL'AMBITO COMUNALE .....	30
9 TRASPORTI URBANI .....	31
9.1 CALCOLO EMISSIONI PER I TRASPORTI URBANI ANNO 2018 .....	34
9.1.1 AUTOVETTURE.....	38
9.1.2 VEICOLI INDUSTRIALI .....	39
9.1.3 MOTOCICLI, MOTOVEICOLI E MOTOCARRI .....	42
9.1.4 TRATTORI STRADALI .....	44
9.2 CALCOLO EMISSIONI PER I TRASPORTI URBANI ANNO 2012 .....	44
9.2.1 AUTOVETTURE.....	46
9.2.2 VEICOLI INDUSTRIALI .....	47
9.2.3 MOTOCICLI, MOTOVEICOLI E MOTOCARRI .....	48
9.2.4 TRATTORI STRADALI .....	48
9.2.5 AUTOBUS .....	49
9.3 RIEPILOGO FINALE TRASPORTI URBANI.....	49

10	AMBITO TERZIARIO.....	51
10.1	STIMA DEL CONSUMO DI GAS METANO .....	52
11	SETTORE INDUSTRIALE ED AGRICOLTURA.....	53
11.1	AGRICOLTURA .....	53
11.2	INDUSTRIA.....	54
11.3	STIMA DEL CONSUMO DI GAS METANO .....	55
12	QUADRO DI ANALISI GENERALE DELL'ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI CO2 .	57
13	CONCLUSIONI .....	60
	BIBLOGRAFIA .....	62

# 1 INTRODUZIONE

Il cambiamento climatico, l'aumento di temperatura del nostro ecosistema ed il buco dell'ozono sono stati per tanto tempo al centro dell'attenzione globale e lo sono tuttora, come dimostrano i recenti fenomeni accaduti in tutto il mondo, quali gli scioperi generali degli studenti e molteplici manifestazioni in tutte le città d'Europa. Il grande consenso di questi scioperi potrebbe far suscitare la domanda "ma davvero non facciamo niente per salvaguardare il nostro pianeta?" ed è proprio la risposta a questa domanda che permette di andare ad introdurre questo lavoro. Il contributo che ciascuna persona può dare a questa Green-Economy è davvero molto piccolo, quasi nullo, motivo per cui è stato analizzato il problema in maniera collettiva. Si è partiti dalla predisposizione di un obiettivo, quello di ridurre i gas di CO2 del 40% entro l'anno 2030 e coloro che ne risponderanno sono i singoli comuni che hanno aderito al PAESC, come fossero piccoli ingranaggi di una macchina che si sta modellando.

Il PAESC (ex PAES - Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) è un documento redatto dai comuni che sottoscrivono il Patto dei Sindaci per dimostrare in che modo l'Amministrazione comunale intende raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni CO2. Il Patto dei Sindaci è un'iniziativa sottoscritta dalle città europee che si impegnano a perseguire gli obiettivi della politica energetica comunitaria in termini di riduzione delle emissioni di CO2.

Il nuovo Patto dei Sindaci integrato per l'energia e il clima è stato presentato dalla Commissione europea il 15 ottobre 2015 e i firmatari si impegnano ad agire per raggiungere, entro il 2030, l'obiettivo di ridurre del 40% le emissioni di gas serra e adottare un approccio congiunto volto alla mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

L'adesione al Patto rappresenta per gli Enti Locali un'opportunità non solo per ridurre le emissioni nel proprio territorio ma anche come uno sviluppo dell'offerta locale, con creazione di posti di lavoro in tutti quegli ambiti sulla sostenibilità.

Il PAESC non è un documento fine a se stesso ma un atto in divenire, è la base per poter comprendere lo sviluppo di un territorio che si impegna nel risparmio energetico. Nella

fase di controllo sono previsti dei report periodici dove si analizzano i nuovi dati di consumo (creando così uno storico di informazioni), lo stato di avanzamento lavori degli interventi ed il rispetto dei tempi e degli investimenti.

Il mio ruolo è associato alla Fase di monitoraggio del PAESC per il Comune di Fermignano (PU), dove grazie alla collaborazione con l'ufficio tecnico comunale mi sono stati forniti i dati necessari alla redazione di questo elaborato.

La mia mansione è stata quella di analizzare e distinguere i vari valori di energia suddivisi per vettore energetico e per settore, ad esempio energia elettrica spesa per la pubblica illuminazione o quella residenziale, andando in seguito a calcolare o stimare, grazie a metodi riportati successivamente, il quantitativo di CO<sub>2</sub> emesso in atmosfera.

Analizzando, raggruppando e convertendo questi valori di consumo energetico in emissioni di CO<sub>2</sub> nei due anni di riferimento, nello specifico 2012 (BEI) e 2018 (MEI), si è potuto comprendere l'andamento dei consumi e valutare quali sono gli ambienti e come investire per la riduzione di CO<sub>2</sub>.

## 2 STEP DI ATTUAZIONE DEL PIANO

Le azioni e le scelte che i Comuni devono effettuare per redigere il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) possono essere raggruppate in quattro fasi, di seguito elencate:

1. Fase iniziale, che comprende:
  - Colloqui preliminari tra le istituzioni;
  - Accordi per iniziare il progetto.
2. Fase di Pianificazione, che comprende:
  - Valutazione dello scenario attuale;
  - Definizione dell'obiettivo;
  - Quantificazione delle misure di intervento.
3. Fase di implementazione, che comprende:
  - Pianificazione degli investimenti;
  - Definizione delle scadenze;
  - Attuazione del piano.
4. Fase di controllo, che comprende:
  - Misura della riduzione delle emissioni;
  - Report periodici.

Tra le suddette fasi è bene focalizzarsi su quella di controllo. Per riuscire ad avere un feedback sulle azioni intraprese occorre dapprima capire il settore di maggior influenza sulle emissioni di CO<sub>2</sub> e, una volta applicate le azioni, eseguire monitoraggi sugli andamenti di CO<sub>2</sub> prodotta.

Facendo riferimento alla tesi di laurea di Luca Dellasanta, mio collega in questo progetto, *“Linee guida per la compilazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima da*

*parte dei Comuni aderenti al Patto dei Sindaci*” è possibile individuare i seguenti ambiti su cui concentrare l’analisi:

- a) Edifici e attrezzature/impianti comunali;
- b) Illuminazione pubblica;
- c) Altri edifici ed impianti,

in particolare:

- Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali);
- Edifici residenziali;
- Industrie.

- d) Trasporti,

in particolare:

- Parco veicolare Urbano;
- Parco veicolare Comunale.

Non tutti i dati necessari alla redazione del PAESC sono disponibili a livello comunale, soprattutto se il progetto viene schedato in un ridotto lasso temporale. Spesso infatti le banche dati fanno riferimento a statistiche e ad archivi a scala diversa da quella del Comune interessato (in questo caso Fermignano). Le informazioni possono inoltre non essere riferite all’anno di interesse, motivo per cui è necessario compiere delle stime sulla base degli elementi che si hanno a disposizione.



### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Fermignano è situato nell'entroterra marchigiano, attraversato dal fiume Metauro, ed ha un'altezza sul livello del mare di circa 200 metri (altezza minima 119 metri ed altezza massima 850 metri). Il territorio confina con i Comuni di Acqualagna, Cagli, Fossombrone, Urbania e Urbino. La città presenta una forte espansione edilizia nella sua parte periferica.

Dati caratteristici della città:

Tabella 1 - Dati generali del Comune di Fermignano (PU)

Posizione geografica	Provincia	Km2	Densità [ab/km2]	Zona climatica	Classif. sismica	Altitudine [m]	Gradi giorno [°C]
Entroterra marchigiano	Pesaro e Urbino	43.7	192,38	Zona E	Zona 2	200	2233

Nella raccolta dei valori per redigere il PAESC i dati di maggior importanza risultano essere la "Zona climatica" e i "Gradi giorno". Come riportato su <https://italbacolor.it/zone-climatiche-italia-scelta-infissi/>, la classificazione delle zone climatiche italiane è stata introdotta per la prima volta dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Si tratta di una normativa volta a ottimizzare le prestazioni energetiche degli edifici, attraverso la suddivisione del territorio nazionale italiano in sei zone climatiche. L'obiettivo è quello di ridurre le perdite di energia impiegate per il riscaldamento degli edifici imputabili ai vecchi cappotti termici in dotazione nella maggior parte degli immobili, con il fine di limitare le emissioni di CO<sub>2</sub> (ed altri inquinanti). Pertanto, sono state individuate sei zone climatiche dalla A alla F.

I "Gradi giorno", come definito dall'art. 1 del D.P.R. 412/'93, sono «*la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera*»<sup>1</sup>. Questo parametro viene utilizzato per

<sup>1</sup> D.P.R. 26 Agosto 1993, n. 412

<https://www.cliclavoro.gov.it/Normative/D.P.R. 26 agosto 1993 n.412.pdf>

stimare quanta energia necessita un edificio per il riscaldamento. Tali gradi giorno si possono calcolare utilizzando la seguente equazione:

**Equazione 1**

$$GG = \sum_{e=1}^n (20 - T_e)$$

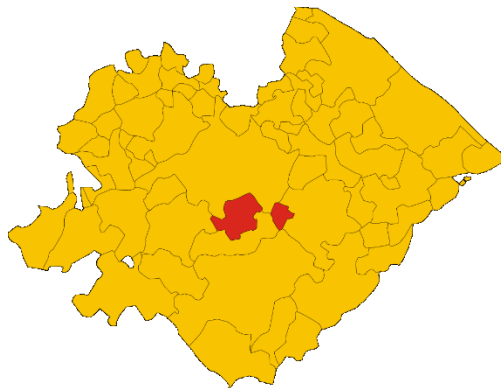
Con:

n = Numero di giorni stabiliti convenzionalmente per il riscaldamento.

T<sub>e</sub> = Temperatura esterna del singolo giorno [°C].

20 = Temperatura media interna da mantenere [°C].

Conoscere la zona climatica e il grado giorno della città della quale va eseguita la raccolta dei dati permette, in caso di mancanza di alcuni di essi (relativi al consumo energetico in strutture edilizie), di poterli stimare o ipotizzare simili ad altri comuni con zone climatiche uguali o di grado giorno simile. Ciò consentirà di avere una stima approssimata del dato mancante.



*Figura 1 - Posizione del Comune di Fermignano nella Provincia di Pesaro e Urbino*

## 4 INQUADRAMENTO DEMOGRAFICO

I dati riguardanti la situazione demografica evidenziano una diminuzione della popolazione, eccetto un lieve incremento nel 2011. Il numero di abitanti è diminuito di 287 unità, corrispondente ad una diminuzione percentuale del -3.3%.

Questi dati sono un vertice fondamentale per la compilazione poiché vengono utilizzati per stimare un valore di consumo medio (ad esempio m<sup>3</sup> di gas metano per abitante), permettendo di colmare la mancanza di alcuni valori.

Tabella 2 - Dati sull'andamento demografico della città di Fermignano

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Abitanti	8669	8698	8687	8677	8677	8592	8573	8488	8467	8426

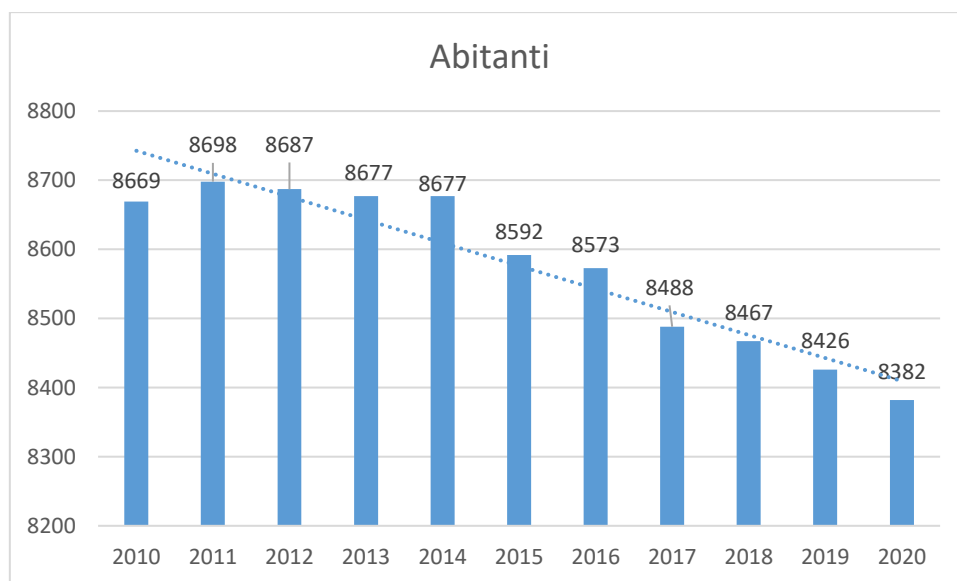


Figura 2 - Andamento demografico nell'ultimo decennio della città di Fermignano (PU)

## 5 INQUADRAMENTO ECONOMICO

*«Nel panorama delle attività economiche locali di Fermignano, un tempo a carattere eminentemente rurale (zootecnia e coltivazione di frumento e foraggi), è oggi proiettata con slancio verso i settori secondario e terziario: il primo si compone di un certo numero di imprese di varie dimensioni, attive soprattutto nei comparti dell'abbigliamento, del legno, dei mobili, della lavorazione dei metalli e della meccanica, mentre il secondo si articola in una ricca rete commerciale e in numerosi servizi privati qualificati. Sede degli ordinari uffici municipali e postali e di una stazione dei carabinieri, il comune possiede scuole per l'istruzione primaria e secondaria di primo grado e un istituto professionale per l'industria; tra le strutture preposte alla conservazione e alla divulgazione del patrimonio culturale figura invece una biblioteca comunale. L'assistenza sanitaria è fornita dalla farmacia e dalla sede del distretto sanitario; l'apparato ricettivo offre possibilità di ristorazione e di soggiorno»<sup>2</sup>.*

Nel territorio comunale si possono contare 254 imprese industriali di varia occupazione che danno lavoro a 2213 addetti, 179 imprese di servizi che forniscono lavoro a 404 addetti, 41 imprese di amministrazione con un'occupazione di 225 addetti e 182 imprese non specificate in cui sono impiegati 494 addetti. I livelli occupazionali e di forza lavoro nel Comune di Fermignano vedono 3512 residenti di età maggiore di 15 anni dei quali 3212 sono occupati. I dati sopra riportati sono consultabili sul sito: <http://italia.indettaglio.it/ita/marche/fermignano.html>.

---

<sup>2</sup> <http://www.italiapedia.it/comune-di-fermignano> Struttura-041-014

## **6 CALCOLO DELLE EMISSIONI DI CO2**

Il calcolo delle emissioni di CO2 viene suddiviso in funzione delle aree di studio scelte dal Comune: Ambito residenziale; Ambito comunale; Trasporti urbani; Ambito industriale e agricolo. Per ogni area si riporterà il valore di consumo dei vari vettori energetici presi in considerazione, dati che possono essere forniti dall'ufficio tecnico comunale o, nel caso di non reperibilità, essere stimati mediante metodologie accuratamente descritte in seguito. Sulla base di questi dati, mediante l'ausilio di metodi di calcolo forniti da enti pubblici di ricerca come ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), si calcherà il quantitativo di CO2 emessa in atmosfera per ogni tipologia di ambito preso in considerazione.

## 7 AMBITO RESIDENZIALE

La valutazione delle emissioni di CO2 nell'ambito residenziale riguarda tutti i consumi che fanno capo a edifici abitativi. Secondo una stima riportata su <http://italia.indettaglio.it/ita/marche/fermignano.html>, nel territorio comunale di Fermignano sono presenti complessivamente 1185 edifici dei quali solo 1154 utilizzati. Di questi ultimi 1040 sono adibiti a edilizia residenziale.

Le fonti energetiche considerate sono l'energia elettrica, il gas metano, il gasolio ed il GPL. L'energia elettrica viene utilizzata per l'illuminazione degli ambienti, per il funzionamento di elettrodomestici e per il raffrescamento; il gas metano per gli impianti di riscaldamento invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e per la cottura dei cibi; il gasolio ed il GPL per gli impianti di riscaldamento invernale in edifici anziani o strutture edilizie in cui non vi è ancora la rete di distribuzione di gas naturale.

*Tabella 3 - Consumi per vettore energetico in ambito residenziale*

<b>Vettore energetico</b>	<b>Anno 2012</b>	<b>Anno 2018</b>
<b>Energia elettrica [kWh]</b>	8288670	7448267
<b>Gas metano [m3]</b>	5159887	4972492
<b>Gasolio [l]</b>	Non significativi	Non significativi
<b>GPL [l]</b>	Non significativi	Non significativi

I consumi di energia elettrica sopra riportati sono stati reperiti dall'ufficio tecnico comunale mediante espressa richiesta all'ente di distribuzione di energia elettrica nazionale ENEL. Dall'osservazione della tabella si nota che nei due anni considerati l'utilizzo di energia elettrica è diminuito, probabilmente a causa di una progressiva sensibilizzazione di questa materia anche in ambito civile e non solo industriale.

L'ente comunale ha fornito un andamento mensile del consumo di energia elettrica aggiornato al 2018, come da grafico sotto riportato.

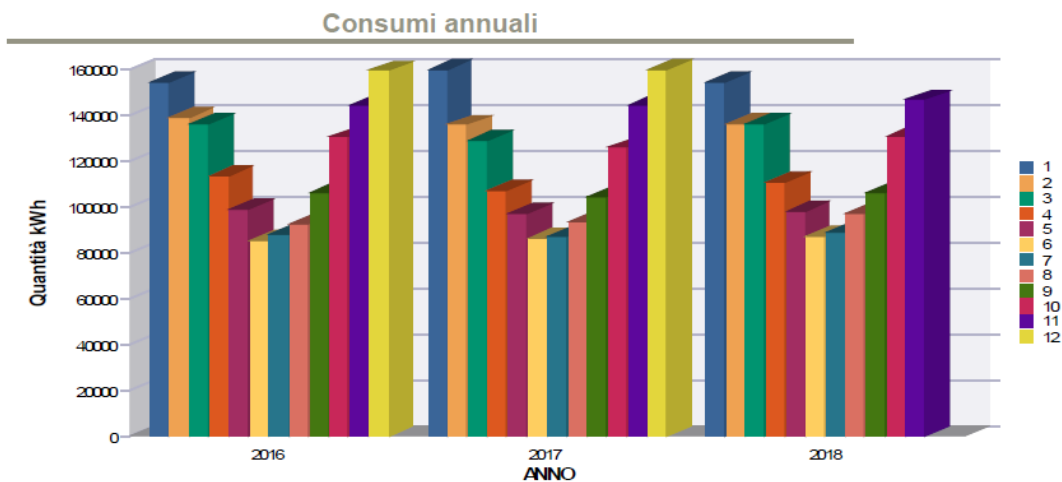


Figura 3 - Andamento mensile del consumo di energia elettrica

Si può notare la discrepanza che si interpone tra il consumo in un mese invernale e uno estivo. È ipotizzabile che questo non solo dipenda dalla volontà di un individuo di rimanere nella propria abitazione nei mesi invernali rispetto a quelli estivi ma anche attribuibile al consumo per l'illuminazione, poiché nei mesi invernali il range orario di luce è maggiore. Negli ultimi anni si potrebbe assegnare una buona percentuale di questa discrepanza anche al riscaldamento, in quanto è sempre più comune la conversione ad impianti elettrici.

I valori di consumo di Gasolio e GPL vengono presunti come non significativi data la piccola quantità di impianti con questa tipologia di combustibile nel territorio, anche dovuto ad una maggiore predisposizione nel tempo di andare a sostituire tipologie di abitazione come villette a schiera o case indipendenti in appartamenti con teleriscaldamento a combustibile di gas naturale.

## 7.1 METODOLOGIA PER LA STIMA DEL CONSUMO DI GAS METANO NELL'AMBITO RESIDENZIALE

Il consumo di gas metano è un dato di grande importanza nell'ambito residenziale per la compilazione del PAESC e, come noto, questi valori spesso non sono disponibili a livello comunale, motivo per cui ci si basa su una metodologia che utilizza i gradi giorno per calcolare il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento.

La metodologia utilizzata è in linea con le note metodologiche per la compilazione del PAESC, in quanto i dati del consumo di gas vengono forniti da SNAM (Società Nazionale Metanodotti) mentre i gradi giorno utilizzati sono quelli elaborati da ISPRA, secondo la metodologia JRC (Joint Research Centre).

In base al D.P.R. del 16 aprile 2013, n.74<sup>3</sup>, il territorio nazionale è suddiviso in 6 zone climatiche, dalla A alla F, che si differenziano per il range di gradi giorno. Al fine di determinare il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento per variazione unitaria di gradi giorno è stato introdotto il “*gradiente annuale per zona climatica*”<sup>4</sup>:

### Equazione 2

$$\nabla Risc_{zn,a} = \frac{CONSUMI_{zn,a}}{GG_{zn,a}} \cdot 102$$

Con:

zn = Zona climatica;

a = Anno di riferimento;

102 = Numero di provincie escludendo quelle della regione Sardegna;

GG = Gradi giorno [°C];

---

<sup>3</sup> D.P.R. del 16 aprile 2013, n.74

[https://www.edilclima.it/assets/repository/normativa/gazzette\\_ufficiali/DPR-2013.04.16-n.74.pdf](https://www.edilclima.it/assets/repository/normativa/gazzette_ufficiali/DPR-2013.04.16-n.74.pdf)

<sup>4</sup> Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari climatici

[https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R\\_277\\_17\\_Consumienergetici\\_HDD.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Consumienergetici_HDD.pdf)



$\text{Consumi}_{zn,a}$  = Consumi di gas naturale in quella zona climatica [m3].

Essendo il Comune di Fermignano collocato nella zona climatica di tipo "E" si possono trovare i valori del "gradiente annuale per zona climatica", nei due anni di riferimento, in Figura 4.

	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

Figura 4 - Zona E - gradiente annuale

In Figura 4 viene definito un gradiente annuale per zona climatica. Per arrivare ad un dato utilizzabile per stime nazionali si calcola il "gradiente pro-capite"<sup>5</sup> dei due anni di riferimento, dividendo il consumo totale di gas naturale in quella zona climatica per il numero della popolazione che si trova in quell'area moltiplicato per i gradi giorno medi, tutto valutato in un anno.

Per l'anno 2012, come riportato nella Tabella 10, è stato consumato 15900,8 [Mm3] di gas naturale e si è stimato 2140,6°C gradi giorno medi. Per stimare la popolazione residente nella zona climatica "E" si parte da un dato base del 2010 pari a 28319137

<sup>5</sup> Consumi energetici e heating degree days (HDD) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari climatici  
[https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R\\_277\\_17\\_Consumienergetici\\_HDD.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Consumienergetici_HDD.pdf)

abitanti e si modifica il dato in base alle variazioni percentuali totali nazionali che si sono registrate fino al 2012, ottenendo 27894350 abitanti nella zona climatica "E" nel 2012. Per l'anno 2018 è stato consumato 13944,1 [Mm3] di gas naturale e si è stimato 1879°C gradi giorno medi con una popolazione di 28205861 abitanti nella zona climatica "E".

Si calcola un "gradiente pro-capite":

- Per il 2012 si ottiene 0,266 [m3/°C];
- Per il 2018, assumendo i valori del 2015 (poiché non si hanno storici dopo il 2015 del consumo totale nazionale di gas metano), si ottiene 0,263 [m3/°C].

Moltiplicando il valore del "gradiente pro-capite" per il grado giorno della città di Fermignano (2233 °C<sup>6</sup>), si determina la stima di m3 di gas naturale consumati da un individuo nell'anno considerato. Dopodiché si moltiplica il termine calcolato precedentemente con il numero di abitanti per l'anno considerato, riuscendo così ad ottenere:

- Per il 2012 un quantitativo di 5159887 [m3] di gas naturale;
- Per il 2018 un quantitativo di 4972492 [m3] di gas naturale.

I due valori sopra riportati per il consumo di gas naturale sono stime basate su una metodologia di calcolo appropriata, poiché presa da pubblicazioni ISPRA. Il dato accurato dovrà essere fornito dagli operatori comunali sotto richiesta a siti come SNAM o al proprio ente di distribuzione.

## 7.2 EMISSIONI IN AMBITO RESIDENZIALE

Una volta stimato il consumo annuo si deve convertire il vettore energetico in emissione di CO2 e ciò è possibile attraverso due metodi<sup>7</sup>:

- Utilizzando fattori di emissione "standard" in linea con i principi IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), che comprendono tutte le emissioni di CO2 derivanti dall'energia consumata nel territorio municipale, sia

---

<sup>6</sup> <https://www.tuttitalia.it/marche/49-fermignano/classificazione-climatica/>

<sup>7</sup> Linee guida "Come sviluppare un Piano di Azione per l'Energia Sostenibile – PAES"  
[https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap\\_guidelines\\_it-2.pdf](https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf)

direttamente, tramite la combustione di carburanti all'interno del Comune, che indirettamente, attraverso la combustione di carburanti associata all'uso dell'elettricità e del riscaldamento/raffreddamento.

- Utilizzando fattori LCA (valutazione del ciclo di vita), che prendono in considerazione l'intero ciclo di vita del vettore energetico.

Scegliendo il primo approccio, per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> sono stati utilizzati i seguenti fattori IPCC<sup>8</sup>:

Tabella 4 - Fattori di emissione standard IPCC

Combustibile	Fattore emissione (t CO <sub>2</sub> /MWh)
Gas naturale	0,202
Gasolio	0,268
GPL	0,227
Energia Elettrica	0,483
Benzina	0,25
Biomasse	0

Mediante tale Tabella è dunque possibile ottenere due metodi per effettuare il calcolo delle emissioni.

#### **Metodo 1**

Per l'energia elettrica si moltiplica il quantitativo di MWh (riportato in Tabella 3) con il fattore di emissione (riportato in Tabella 4).

#### **Metodo 2**

Per il gas naturale si moltiplica il valore di consumo in m<sup>3</sup> (riportato in Tabella 3) per il suo potere calorifico inferiore (riportato in Figura 5) con il fattore di emissione (riportato in Tabella 4) e la sua densità (0,7174 [kg/m<sup>3</sup>]<sup>9</sup>).

Se si esegue un'analisi dimensionale:

---

<sup>8</sup> Linee guida "Come sviluppare un Piano di Azione per l'Energia Sostenibile – PAES"  
[https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap\\_guidelines\\_it-2.pdf](https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf)

<sup>9</sup> Si è utilizzato un valore per la densità del gas metano preso su <https://www.chimica-online.it/download/densita-del-metano.htm>

### Equazione 3

$$\frac{[m^3][MWh] [tCO_2] [kg]}{[t] [MWh] [m^3]}$$

si ottiene un risultato con unità di misura kg di CO2.

**Tabella B. Conversione della massa in unità di energia per vari combustibili (IPCC, 2006)**

Tipo di combustibile	Potere calorifico inferiore [TJ/Gg]	Potere calorifico inferiore [MWh/t]
Petrolio greggio	42,3	11,8
Orimulsion	27,5	7,6
Liquidi da gas naturale	44,2	12,3
Benzina per motori	44,3	12,3
Benzina avio	44,3	12,3
Benzina per aeromobili	44,3	12,3
Kerosene per aeromobili	44,1	12,3
Altro kerosene	43,8	12,2
Olio di scisto	38,1	10,6
Gasolio/Olio Diesel	43,0	11,9
Olio combustibile residuo	40,4	11,2
Gas di petrolio liquefatti	47,3	13,1
Etano	46,4	12,9
Nafta	44,5	12,4
Bitume	40,2	11,2
Lubrificanti	40,2	11,2
Coke di petrolio	32,5	9,0
Prodotti base di raffineria	43,0	11,9
Gas di raffineria 2	49,5	13,8
Cere paraffiniche	40,2	11,2
Acqua ragia e benzine speciali	40,2	11,2
Altri prodotti petroliferi	40,2	11,2
Antracite	26,7	7,4
Carbone da coke	28,2	7,8
Altro carbone bituminoso	25,8	7,2
Carbone sub-bituminoso	18,9	5,3
Lignite	11,9	3,3
Scisti e sabbie bituminose	8,9	2,5
Mattonelle di lignite	20,7	5,8
Agglomerati	20,7	5,8
Coke da cokeria e coke di lignite	28,2	7,8
Coke da gas	28,2	7,8
Catrame di carbone	28,0	7,8
Gas di officina	38,7	10,8
Gas di cokeria	38,7	10,8
Gas di altoforno	2,47	0,7
Gas da convertitore	7,06	2,0
Gas naturale	48,0	13,3
Rifiuti urbani (frazione non biomassa)	10	2,8
Oli usati	40,2	11,2
Torba	9,76	2,7

Figura 5 - Tabella B

Si ricorda che nel caso si dispongano anche i dati del consumo del combustibile GPL o del gasolio il procedimento per il calcolo delle emissioni è il “Metodo 2”, sopra riportato.

Si ottiene:

Tabella 5 - Emissione per vettore energetico nei due anni di riferimento 2012 e 2018

<b>Emissione per Vettore</b>	<b>Anno 2012</b>	<b>Anno 2018</b>
<b>Energia elettrica [t CO2]</b>	4004	3598
<b>Gas metano [t CO2]</b>	9945	9584
<b>Gasolio [t CO2]</b>	Non significativi	Non significativi
<b>GPL [t CO2]</b>	Non significativi	Non significativi
<b>Totale</b>	<b>13949</b>	<b>13182</b>

Come riportato in Tabella 5 dall'anno 2012 all'anno 2018 c'è stata una diminuzione di 767 tonnellate di CO2 emessa in atmosfera da parte dell'ambito residenziale del Comune di Fermignano.

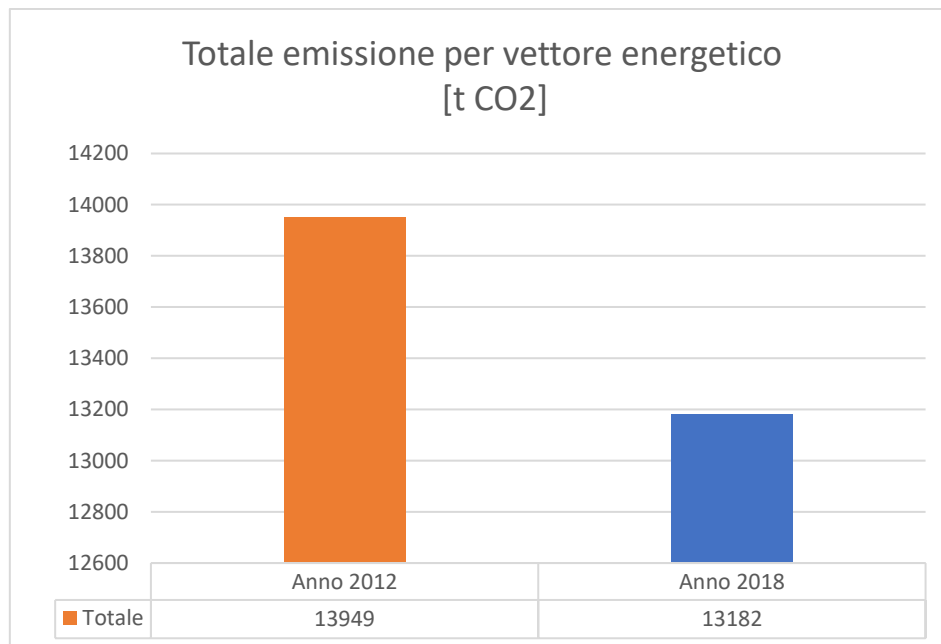


Figura 6 - Confronto delle emissioni nei due anni di riferimento 2012 e 2018

### **7.3 ENERGIE RINNOVABILI NEL SETTORE RESIDENZIALE**

Dall'elenco fornito dall'ufficio tecnico comunale a fine 2018 risultano installati nel settore residenziale poco meno di 200 impianti fotovoltaici. Come riportato su <https://www.stonepine.it/impianti-fotovoltaici-requisiti-linstallazione/>, in generale un impianto fotovoltaico domestico può arrivare a generare 1500 [kWh] per kWp ed avere circa 3 [kWp]. Per ottenere il valore di energia elettrica [kWh] generata da impianti fotovoltaici l'ufficio tecnico comunale deve espressamente richiederlo ai servizi di GSE (Gestore dei Servizi Energetici).

Usufruento dei dati forniti dall'ufficio tecnico comunale si è potuto conteggiare un quantitativo pari a 787,49 [KWp], trascurando l'impianto fotovoltaico installato nella parrocchia di Santa Veneranda di 15 [KWp].

## **8 AMBITO COMUNALE**

Nel settore comunale vengono calcolate le emissioni strettamente attribuibili all'utilizzo dei seguenti vettori energetici: gas naturale, elettricità, gasolio e GPL. I consumi comunali vengono così suddivisi nei seguenti sub-settori: immobili, illuminazione pubblica, trasporti ed energie rinnovabili. I dati sono stati forniti dall'Amministrazione Comunale di Fermignano e quando non è stato possibile per l'Amministrazione reperire alcuni di essi, sono stati opportunamente stimati sulla base di quanto disponibile.

### **8.1 IMMOBILI COMUNALI**

I vettori energetici utilizzati sono principalmente l'energia elettrica e il gas metano; il consumo di gasolio e GPL non viene conteggiato in quanto non sono riportati impianti con queste tipologie di combustibile (se ce ne fossero sarebbero di una esigua quantità). L'energia elettrica è sfruttata principalmente per l'illuminazione degli ambienti, per il raffrescamento durante l'estate e per il funzionamento delle apparecchiature elettroniche; il gas metano è utilizzato per il riscaldamento, per la cottura di cibi e per la produzione di acqua calda sanitaria.

I consumi degli edifici di proprietà comunale sono riportati nelle tabelle sottostanti e derivano dall'analisi dei dati forniti dall'ufficio tecnico dell'ente. Si sottolinea che nel caso in cui per una annualità non si disponga delle informazioni necessarie a redigere i valori sui consumi (sia di energia elettrica e gas metano) si può stimare un incremento o decremento avvenuto nel corso degli anni. Tale stima nel caso del consumo di energia elettrica dipenderà dall'innovazione tecnologica (sostituzione di apparecchiature con consumi minori) e da modifiche dell'orario sull'utilizzo degli immobili. Per quanto riguarda il gas metano invece, se agli edifici in questione vengono effettuati interventi di efficientamento energetico occorre ridurre i m<sup>3</sup> utilizzati altrimenti si possono lasciare invariati.

In merito all'energia elettrica i dati forniti permettono di eseguire una distinzione dei consumi per ogni tipologia di immobile solo per l'anno 2018, data la totalità dell'informazione. Per l'anno 2012 si dispone invece del solo consumo totale, quindi per

avere una ripartizione dei consumi come quella del 2018 si ipotizza che i valori percentuale permangano per entrambi gli anni.

*Tabella 6 – Consumi di Energia elettrica per immobili comunali nei due anni di riferimento, 2012 e 2018*

<b>Utenza</b>	<b>Energia elettrica [kWh] 2012</b>	<b>Energia elettrica [kWh] 2018</b>
<b>Sedi comunali</b>	55612	54463
<b>Patrimonio</b>	145449	145690
<b>Cimiteri</b>	55612	55245
<b>Coser (casa del sole)</b>	21389	22152
<b>Biblioteca</b>	18537	18527
<b>Scuole</b>	124059	124256
<b>Illuminazione</b>	1029740	1005637
<b>Totale</b>	1450398	1425970

In accordo con le linee guida per la compilazione del PAESC pubblicate da JRC, il calcolo delle emissioni di CO2 viene eseguito utilizzando dei fattori di emissione standard in linea con i principi di IPCC. I fattori sono riportati in Tabella 4.

Mediante l'applicazione del "Metodo 1", ovvero moltiplicando il valore totale di kWh (energia elettrica consumata) per il fattore di conversione, predisponendo le apposite conversioni sulle unità di misura, si trova l'emissione totale. Per l'anno 2012 si ottiene un quantitativo di 700,5 [t] di CO2 e per il 2018 si ottengono 688,7 [t] di CO2 attribuibili al consumo di energia elettrica in ambito comunale.

I dati relativi al consumo di gas metano per l'ambito comunale sono stati forniti senza una distinzione riguardante gli immobili, come riportato precedentemente per il consumo di energia elettrica.

*Tabella 7 - Consumi di Gas metano per immobili comunali nei due anni di riferimento, 2012 e 2018*

<b>Utenza</b>	<b>Gas metano [m3] 2012</b>	<b>Gas metano [m3] 2018</b>
<b>Totale</b>	130588	115676

Si nota come sia avvenuta una diminuzione di m3 di gas metano utilizzato, imputabile forse ad una maggiore sensibilità delle persone su questo ambito (produzione di CO2).



Per calcolare le emissioni prodotte dall'uso di gas metano si applica il "Metodo 2", ovvero si moltiplica il valore di consumo in m<sup>3</sup> (riportato in Tabella 7) per il suo potere calorifico inferiore (riportato in Figura 5) con il fattore di emissione (riportato in Tabella 4) e la sua densità (0,7174 [kg/m<sup>3</sup>]<sup>10</sup>). Si ottiene:

- Per l'anno 2012 sono state emesse in atmosfera 250,73 [t] di CO<sub>2</sub> imputabili al consumo di gas naturale in ambito comunale;
- Per l'anno 2018 sono state emesse in atmosfera 222,1 [t] di CO<sub>2</sub> imputabili al consumo di gas naturale in ambito comunale.

## 8.2 ILLUMINAZIONE PUBBLICA

L'impianto di pubblica illuminazione di Fermignano è composto principalmente da lampade a mercurio, a sodio ad alta pressione ed in alcuni casi a LED. Il calcolo dell'energia utilizzata, se non fornito dagli uffici tecnici comunali, deve essere eseguito moltiplicando la potenza totale delle lampade installate nel suolo comunale per le ore di funzionamento dell'illuminazione. È bene prestare molta importanza al calcolo di queste ore poiché si dovrà fare riferimento all'ora convenzionale di accensione ed a quella di spegnimento.

*Tabella 8 - Consumo di Energia elettrica per l'illuminazione pubblica nei due anni di riferimento, 2012 e 2018*

Anno	2012	2018
Energia elettrica [kWh]	1104121	1014635

Dalla Tabella 8 si nota come il consumo di energia elettrica per la pubblica illuminazione sia diminuita e questo potrebbe essere attribuibile ad una sostituzione di lampade di vecchia generazione con quelle a LED.

Per il calcolo delle emissioni si utilizza il metodo eseguito negli immobili comunali. Si ottiene:

---

<sup>10</sup> Si è utilizzato un valore per la densità del gas metano preso su <https://www.chimica-online.it/download/densita-del-metano.htm>

- Per l'anno 2012 sono state emesse in atmosfera 533,29 [t] di CO2 imputabili al consumo di energia elettrica nell'ambito della pubblica illuminazione;
- Per l'anno 2018 sono state emesse in atmosfera 490,07 [t] di CO2 imputabili al consumo di energia elettrica nell'ambito della pubblica illuminazione.

### 8.3 MEZZI A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE

È stato fornito dall'ufficio tecnico comunale l'elenco degli automezzi attualmente (anno 2019) in dotazione all'Amministrazione Comunale, alla quale fanno capo anche la protezione civile, i servizi sociali, il settore tecnico e quello istituzionale, nonché il relativo consumo di carburante per gli anni 2017 e 2018.

Tabella 9 - Parco veicolare comunale, Protezione Civile

Prot. Civile	cap.2280	Marca	carburante
AB 80275	Rimorchio	Pima TB 500	
EC 104 SB	Autovettura	Fiat Campagnola	Benzina
EC 105 SB	Autovettura	Fiat Fiorino	Gasolio
EC 106 SB	Autocarro	Fiat Iveco	Gasolio
EC 107 SB	Autocarro	Fiat Iveco	Gasolio
EG 725 LW	Autovettura	Fiat Ducato	Gasolio
AE 29030	Rimorchio	Umbra Rimorchi	
AE 80052	Motociclo	Quadriciclo PO	Benzina
AF 72844	Rimorchio	Bartoletti	
AG 813 ME	Autovettura	Fiat Lancia Y10	Benzina
AG C 798	Macch.op.sem.	AKTIV FISHE	
AH 03723	Rimorchio	Mazzocchia	
AJ B 660	Macch.op.sem.	BV 206	Benzina
AJ B 661	Macch.op.sem.	BV 206	Gasolio
X76VV9	Quadriciclo	Casalini	Gasolio
XA 174 ES	Rimorchio	Ellebi	
XA 699 BP	Rimorchio	Ellebi	
ZA 498 YY	Autocarro	Fiat Iveco	Gasolio
ZA 499 YY	Autocarro	Fiat Iveco	Gasolio
ZA 500 YY	Autocarro	Fiat Iveco	Gasolio
ZA 577 YY	Autovettura	Land Rover	Gasolio
ZA 959 RE	Autocarro	Land Rover	Gasolio
170781090	Motore marino	Selva	Benzina
XA 767FH	Rimorchio	Ellebi	
DM990RT	Autovettura	FIAT-CROMA	Gasolio
FA 968 JN	Autovettura	Fiat Ducato	Gasolio
PS 463650	Autovettura	Fiat Panda	Benzina

Tabella 10 - Parco veicolare comunale, Viabilità

Viabilità	cap. 2101	Marca	
ACV 081	Macch.op.sem.	Bobcat	Gasolio
PS 091461	Motocarro	Ape Piaggio	Gasolio
PS 232538	Autoveic.spec.	Fiat Om 650 - Autob.	Gasolio
BP 747VN	Autocarro	Fiat Panda 4x4	Benzina
CY 777 PA	Autocarro	Ford	Gasolio
PS 415021	Autocarro	Fiat Fiorino	Gasolio
PS 64073	Motocarro	Ape Piaggio	Benzina
CV872EN	CAMION-GRU	MERCEDES	Gasolio
ER073LS	AUTOCARRO	NUOVO	Gasolio
PS AA797	Macch.op.sem.	Motogreder	Gasolio
AES048	Macch.op.sem.	Nuova Terna	Gasolio

Tabella 11 - Parco veicolare comunale, Servizi Sociali

Serv. Sociali	cap. 2930	Marca	
PS 389157	Autopromiscuo	Fiat Caravan	Benzina
EX 157 HD	Autovettura	Fiat 250	Gasolio
BR 638 DC	Autovettura	Renault Kangoo	Gasolio
DB 574 PY	Autobus	Fiat Iveco A45	Gasolio

Tabella 12 - Parco veicolare comunale, Servizi Istituzionali

Serv. Ist.	cap. 72	Marca	
BP 494 VS	Autovettura	Alfa 156	Benzina
Org. Ist.	cap. 332	Marca	
CS 041 EF	Autovettura	Fiat Punto	Benzina
Serv. Ist.	cap. 811	Marca	
PS 415022	Autovettura	Fiat Panda	Benzina
Serv. Vigili	cap. 670	Marca	
X5MTZ3	Ciclomotore	Malaguti - VIGILI	Benzina

Ai fini del calcolo delle emissioni, l'ufficio tecnico comunale non deve inoltrare solo il parco veicolare ma anche la quantità, distinta per vettore energetico, di combustibile utilizzato per l'alimentazione dei veicoli sopra riportati. In questo caso, non possedendo i dati dei consumi relativi all'anno 2012 (anno di riferimento scelto per la redazione del PAESC), si presuppone che questi siano uguali all'anno 2017.

Tabella 13 - Consumi totali di combustibile per i mezzi a disposizione dell'Amministrazione nei due anni di riferimento, 2012 e 2018

Vettore Energetico	Anno 2017 (2012)	Anno 2018
Benzina [l]	4805	5310
Diesel [l]	8925	9866
GPL [l]	0	0

Per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> relative al trasporto comunale il metodo utilizzato è il "Metodo 2", cambiando però il tipo di combustibile ed eseguendo le opportune considerazioni, in quanto precedentemente si utilizzava il gas metano, misurato in m<sup>3</sup> (essendo un gas), mentre ora la benzina e il diesel, misurati in litri (essendo in forma liquida).

I valori di densità<sup>11</sup> utilizzati per la benzina ed il gasolio sono:

- Benzina 0.68 [kg/dm<sup>3</sup>];
- Diesel 0.835 [kg/dm<sup>3</sup>].

Si ottengono delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari a:

Tabella 14 - Emissioni di CO<sub>2</sub> imputabili ai mezzi a disposizione dell'Amministrazione dei due anni di riferimento, 2012 e 2018

Vettore Energetico	Anno 2017 (2012)	Anno 2018
[t] di CO <sub>2</sub> benzina	10,05	11,10
[t] di CO <sub>2</sub> diesel	23,77	26,3
[t] di CO <sub>2</sub> GPL	0	0

<sup>11</sup> Si è utilizzato un valore per la densità del gasolio preso su <https://www.chimica-online.it/download/densita-del-gasolio.htm>

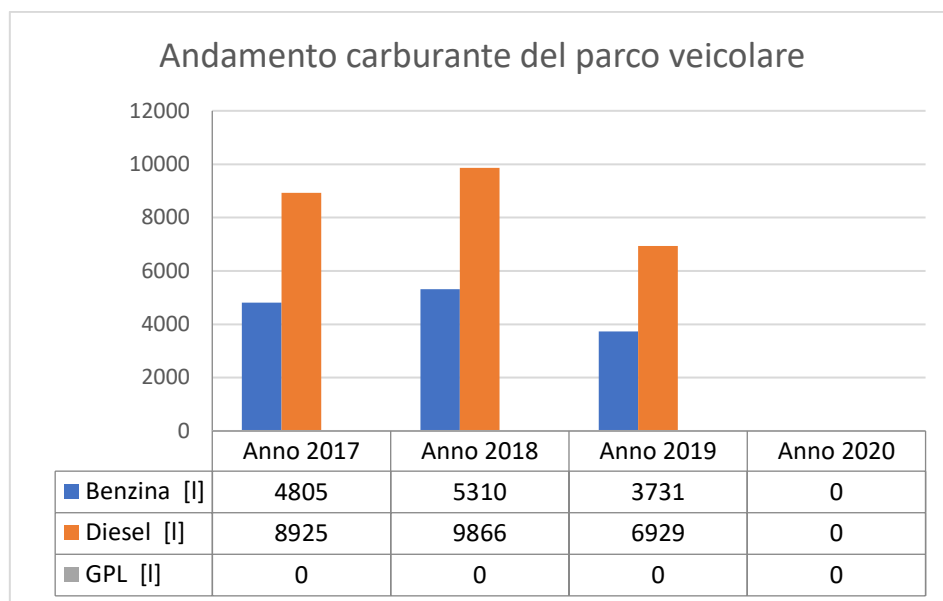


Figura 7 - Andamento carburante del parco veicolare a disposizione dell'Amministrazione Comunale

## 8.4 RIEPILOGO CONSUMI ENERGETICI ED EMISSIONI COMUNALI

Tabella 15 - Riepilogo dei consumi nell'ambito comunale nei due anni di riferimento, 2012 e 2018

Vettore energetico	Anno 2012	Anno 2018
Energia elettrica [kWh]	2554519	2440605
Gas metano [m3]	130588	115676
Benzina [l]	4805	5310
Diesel [l]	8925	9866
GPL [l]	0	0

Di seguito vengono riassunte le emissioni comunali per gli anni 2012 e 2018. I valori sono espressi in un'unica unità di misura, tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Tabella 16 - Riepilogo emissioni di CO<sub>2</sub> nell'ambito comunale

Vettore energetico	Anno 2012	Anno 2018
[t] di CO <sub>2</sub> Energia elettrica	1233,79	1178,77
[t] di Gas metano	250,73	222,1
[t] di CO <sub>2</sub> Benzina	10,05	11,10
[t] di CO <sub>2</sub> Diesel	23,77	26,3
[t] di CO <sub>2</sub> GPL	0	0
<b>Totale</b>	<b>1518,34</b>	<b>1438,27</b>

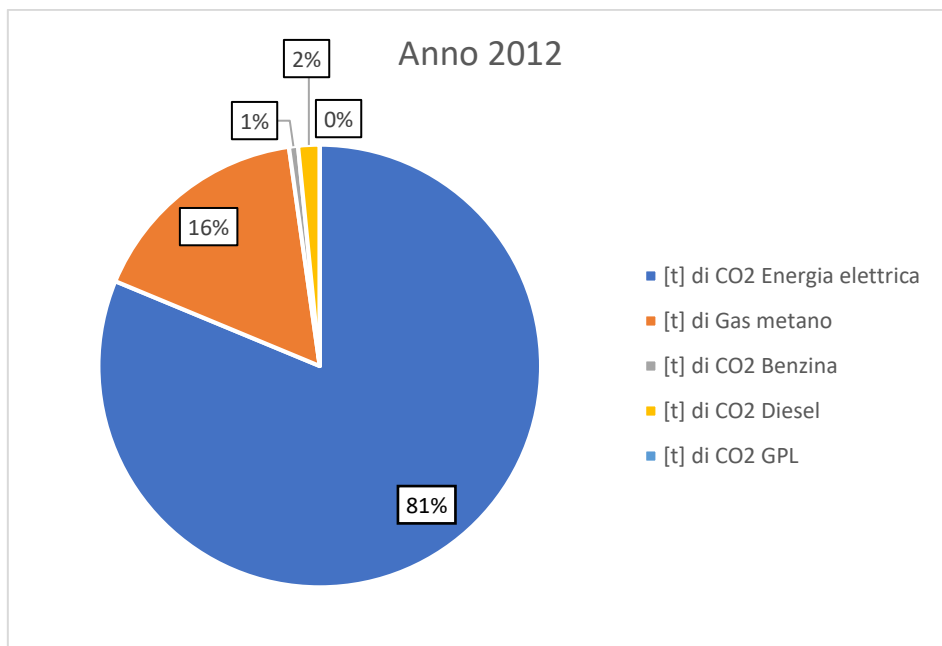


Figura 8 - Diagramma a torta, suddivisione delle emissioni per diverso vettore energetico nell'ambito comunale per l'anno 2012

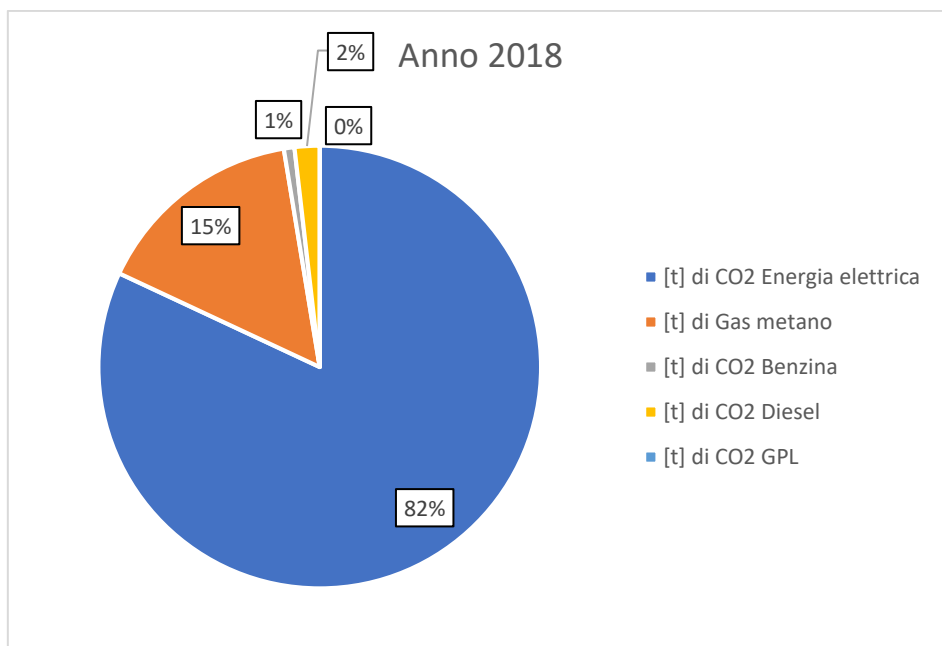


Figura 9 - Diagramma a torta, suddivisione delle emissioni per diverso vettore energetico nell'ambito comunale per l'anno 2018

Le emissioni del settore comunale risultano essere tra le più basse degli ambiti presi in esame in quanto ad esso sono riconducibili meno componenti (immobili, autoveicoli e componenti elettrici) rispetto agli altri settori. Tuttavia, l'ambito comunale, assume un'importanza fondamentale in quanto, oltre ad avere le maggiori possibilità di intervento, può rappresentare una guida per il settore residenziale.

L'ambito comunale costituisce, quindi, il primo settore su cui far leva per una corretta politica energetica sul territorio.

## **8.5 ENERGIE RINNOVABILI NELL'AMBITO COMUNALE**

Dall'elenco fornito dall'ufficio tecnico comunale a fine 2018 risultano installati tre impianti fotovoltaici di proprietà del Comune di Fermignano, due sulle coperture delle scuole (Scuola Media e Scuola dell'Infanzia) e uno sulla copertura dello spogliatoio dello stadio comunale di Via A. Costa. Infine, sono presenti due impianti installati a terra, uno di potenza 910,80 [kWp] e uno di potenza 999,60 [kWp]. Come riportato su <https://www.stonepine.it/impianti-fotovoltaici-requisiti-linstallazione/>, in generale un impianto fotovoltaico domestico può arrivare a generare 1500 [kWh] per kWp, ed avere 3 [kWp]. Il "kWp" come riportato è *«l'unità di misura della potenza massima che può essere prodotta, in linea teorica, da un generatore elettrico la cui potenza varia nel tempo, com'è il caso tipico di un impianto fotovoltaico. La potenza di un impianto fotovoltaico è estremamente dipendente dalla luce solare che riceve, il numero di kWp indica infatti la potenza massima teorica di un modulo fotovoltaico, ossia la potenza che tale modulo potrebbe produrre se sottoposto a specifiche condizioni ottimali»*<sup>12</sup>.

Ai fini pratici, per la costruzione del PAESC, se per il calcolo delle emissioni si segue un approccio basato sui fattori di emissione standard, l'elettricità prodotta (e poi consumata o venduta) da un qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, fotovoltaico, eolico o idroelettrico non ha alcuna influenza sulla produzione di CO<sub>2</sub> (il fattore di emissione è pari a zero).

---

<sup>12</sup> <http://www.fotovoltaicoenergiasolare.it/fotovoltaico/produzione-kwh-per-kw-picco-in-italia>

## 9 TRASPORTI URBANI

Per calcolare il consumo dei carburanti utilizzati per la trazione dei veicoli si è ricorso ai dati forniti da ACI (Automobile Club d'Italia). Ogni anno ACI pubblica l'“autoritratto del parco veicolare”, un documento in cui viene descritto l'insieme dei mezzi circolanti in Italia. All'interno dell'autoritratto è riportato, per ogni Comune, il numero di veicoli suddiviso per categoria. La distinzione per tipologia di alimentazione viene invece presentata su scala provinciale. Si ipotizza che le percentuali rimangano invariate all'interno del territorio comunale.

### 1. Anno 2018:

- Il 41% del parco autovetture totale ha un'alimentazione a benzina, il 42% a diesel ed il restante 17% a metano/GPL;
- Il 97% del parco autocarri trasporto merci e autoveicoli speciali/specifici ha una alimentazione a diesel mentre il restante 3% a benzina.

### 2. Anno 2012:

- Il 49% del parco autovetture totale ha una alimentazione a benzina, il 38% a diesel ed il restante 13% a metano/GPL;
- Il 96% del parco autocarri trasporto merci ed autoveicoli speciali/specifici ha una alimentazione a diesel mentre il restante 4% a benzina.

Di seguito sono riportati i dati provenienti dai rapporti ACI 2012 e 2018, anni di riferimento per la compilazione del PAESC, consultabili su:

- <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2018.html>
- <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2012.html>



Tabella 17 - Parco veicolare Comune di Fermignano anno 2018

<b>Categoria veicoli</b>	<b>Totali veicoli</b>	<b>Combustibile</b>	<b>Veicoli per combustibile</b>
Autobus	0	diesel	0
Autocarri trasporto merci	745	diesel	722
Autoveicoli speciali/specifici		benzina	23
Autovetture	5724	diesel	2407
		benzina	2339
		metano/GPL	978
Motocarri e quadricicli trasporto	43	benzina	907
Motocicli	856		
Motoveicoli e quadricicli	8		
Rimorchi e semirimorchi speciali	2	non hanno motrice	0
Rimorchi e semirimorchi trasporto	20	non hanno motrice	0
Trattori stradali o motrici	15	diesel	15
Non definito	0		0
<b>Totale</b>	<b>7413</b>		<b>7391</b>

Tabella 18 - Parco veicolare Comune di Fermignano, anno 2012

<b>Categoria veicoli</b>	<b>Totali veicoli</b>	<b>Combustibile</b>	<b>Veicoli per combustibile</b>
Autobus	3	diesel	3
Autocarri trasporto merci	802	diesel	769
Autoveicoli speciali/specifici		benzina	33
Autovetture	5430	diesel	2052
		benzina	2668
		metano/GPL	710
Motocarri e quadricicli trasporto	56	benzina	877
Motocicli	813		
Motoveicoli e quadricicli	8		
Rimorchi e semirimorchi speciali	2	non hanno motrice	0
Rimorchi e semirimorchi trasporto	32	non hanno motrice	0
Trattori stradali o motrici	17	diesel	17
Non definito	0		0
<b>Totale</b>	<b>7163</b>		<b>7129</b>

Il numero complessivo di autovetture è aumentato (da 5430 a 5724), la percentuale di veicoli alimentati a benzina è diminuita (da 49% a 41%) mentre quella relativa ai diesel (da 42% a 38%) e metano/GPL (da 13% a 17%) è aumentata.

Una volta definito il parco veicolare comunale nei due anni di riferimento si devono associare questi dati con quelli del chilometraggio percorso all'interno del territorio dell'ente locale [km] e del consumo medio di combustibile per ogni tipo di veicolo [litri di combustibile/km]. Questi dati sono reperibili, come riportato nella Tesi di laurea *“Linee guida per la compilazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima da parte dei Comuni aderenti al Patto dei Sindaci”* di Luca Dellasanta (mio collaboratore), nel seguente modo: *«Il chilometraggio percorso viene ottenuto dall'autorità locale dal dipartimento dei trasporti dell'autorità locale, dall'amministrazione stradale locale o nazionale o da una indagine sui trasporti delle famiglie (su provenienza e destinazione). Il consumo medio di combustibile può essere ottenuto da dati nazionali (si ricordi di cercare il consumo medio di combustibile per il ciclo urbano), tuttavia potrebbero essere richieste stime più accurate nel caso in cui nel PAESC sia prevista la diminuzione del consumo medio».*

In possesso di questi valori basterà distinguere il consumo di carburanti nei due anni (in questo caso 2012 e 2018) e, attraverso i fattori di conversione forniti dalle IPCC (Tabella 4), calcolare il quantitativo di CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera.

Il metodo sopra citato permette di eseguire una valutazione precisa delle emissioni, mediante l'ausilio di:

- Tabella 17 e Tabella 18;
- Percorrenza urbana nella città di Fermignano [km];
- Consumo medio di combustibile per ogni tipo di veicolo [litri di combustibile/km].

Solo conoscendo tutti i dati sopra riportati si può eseguire un calcolo accurato delle emissioni. Non sempre si hanno queste condizioni, quindi per eseguirne una stima è necessario o sostituire il dato mancante con uno preso da stime nazionali o utilizzare metodi differenti di calcolo (ammettendo stime imprecise).

## 9.1 CALCOLO EMISSIONI PER I TRASPORTI URBANI ANNO 2018

La stima dell'emissione di CO<sub>2</sub> si realizza con metodologie approvate da organismi scientifici quali IPCC ed EEA (European Environment Agency). A livello europeo le stime delle emissioni da trasporti sono realizzate mediante su una metodologia comune, la CORINAIR (CORE INventory AIR emission), introdotta dall'Agenzia Europea per l'Ambiente. La CORINAIR permette di usufruire di fattori di emissione standard che derivano da un modello di calcolo COPERT (COMputer Program to calculate Emission from Road Transport). Per il calcolo delle emissioni dell'anno 2018 il procedimento viene eseguito mediante il metodo utilizzato da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), il quale si basa sulla percorrenza dei veicoli e sul loro numero in base alla formula seguente:

### Equazione 4

$$E_{ijk} = FE_{ijk} [P_j \times PERC_{jk}]$$

Con:

$FE_{ijk}$  è il fattore di emissione dell'inquinante i, per la categoria veicolare j sul percorso k (espresso in grammi per veicolo/chilometro);

$E_{ijk}$  è l'emissione totale dell'inquinante i, per la categoria veicolare j sul percorso k (espressa in tonnellate/anno);

$P_j$  è il numero di veicoli appartenenti alla categoria veicolare j;

$PERC_{jk}$  è la percorrenza media annua di un veicolo appartenente alla categoria j, effettuata sul percorso k (espressa in km/anno).

Il numero di veicoli si sceglie dai dati ACI, ottenibili consultando <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto.html>, mentre le percorrenze (distanza percorsa) in funzione al tipo di veicolo, classe di inquinamento e tipologia di alimentazione, sono ottenibili da "Stima delle percorrenze di automobili, mezzi leggeri, mezzi pesanti e motocicli in funzione dell'età".

		2010		2015		2020	
		Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	Benzina	Diesel
Autovetture	euro 0	733	1.004	454	616	458	
	euro I	2.599	3.751	952	1.282	441	
	euro II	4.710	7.203	2.142	3.244	745	1.060
	euro III	7.543	11.472	4.056	6.142	1.741	2.586
	euro IV	11.420	16.982	6.942	10.243	3.635	5.279
	euro V	15.072	22.325	11.519	16.835	7.019	10.133
	euro VI			15.079	22.325	12.293	17.184

*Figura 10 - Percorrenze per classe euro delle autovetture*

Ad esempio:

- Un'autovettura alimentata a benzina con classe di inquinamento Euro 5 nell'anno 2018 ha una percorrenza stimata di 9269 [km/anno].
- Un'autovettura alimentata a diesel con classe di inquinamento Euro 5 nell'anno 2018 ha una percorrenza stimata di 13484 [km/anno].
- Un motociclo alimentato a benzina con classe di inquinamento Euro 5 nell'anno 2018 ha una percorrenza stimata di 2673 [km/anno].
- Un ciclomotore alimentato a benzina con classe di inquinamento Euro 4 nell'anno 2018 ha una percorrenza stimata di 1575 [km/anno].
- Un autobus alimentato a diesel ha una percorrenza stimata di 42500 [km/anno].
- Un autocarro trasporto merci (< 3,5 [t]) o un autoveicolo speciale/specifico alimentato a diesel con classe di inquinamento Euro 5 nell'anno 2018 ha una percorrenza stimata di 14945 [km/anno].

Per avere una stima dell'anno 2018 si esegue una media tra i valori riportati nell'anno 2020 e anno 2015.

Una volta scelte le percorrenze si suddivide il parco veicolare comunale in base a:

- Tipologia di veicolo;
- Classe d'inquinamento.

Si riporta di seguito la suddivisione.

Tabella 19 – Distinzione delle autovetture per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	TOTALE
FERMIGNANO	423	149	577	816	1.783	1.073	902	1	5.724

Tabella 20 – Distinzione dei veicoli industriali (autocarri trasporto merci e autoveicoli speciali/specifici) per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	TOTALE
FERMIGNANO	117	64	109	189	150	66	49	1	745

Tabella 21 - Distinzione dei trattori stradali per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
FERMIGNANO	2		6	2	2	1	2	15

Tabella 22 - Distinzione dei motocicli per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	TOTALE
FERMIGNANO	311	153	113	237	42	856

Eseguita la suddivisione non è ancora possibile calcolare le emissioni poiché non si conosce il quantitativo di autovetture (ad Euro 0, Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5 ed Euro 6) distinte per alimentazione (diesel o benzina o bifuel CNG/GPL), pertanto per eseguire tale classificazione ci si basa su percentuali provinciali, ipotizzandole invariate per il Comune.

Mediante l'ausilio di una banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale, accessibile su "<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>", in cui la metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è coerente con le "Guidelines IPCC 2006", si possono trovare tali fattori sia

rispetto ai veic\*km che rispetto ai consumi; un esempio è riportato nella figura seguente.

	A	B	C	D	CW	CX	CY	CZ	DA
1	Category	Fuel	Segment	Euro Standard	CO2 2018 g/km U	SO2 2018 g	Pb 2018 mg	Pb_NE 201	Cadmium 2
2	Passenger	Petrol	Mini	Euro 4	233,7666	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008
3	Passenger	Petrol	Mini	Euro 5	235,3138	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008
4	Passenger	Petrol	Mini	Euro 6 up to 2016	231,6124	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008
5	Passenger	Petrol	Mini	Euro 6 2017-2019	231,0950	0,0008	0,0308	0,0308	0,0007
6	Passenger	Petrol	Small	PRE ECE	331,6440	0,0012	0,0308	0,0308	0,0008
7	Passenger	Petrol	Small	ECE 15/00-01	309,8569	0,0011	0,0308	0,0308	0,0008
8	Passenger	Petrol	Small	ECE 15/02	277,1748	0,0010	0,0308	0,0308	0,0008
9	Passenger	Petrol	Small	ECE 15/03	277,1748	0,0010	0,0308	0,0308	0,0008
10	Passenger	Petrol	Small	ECE 15/04	229,5875	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008
11	Passenger	Petrol	Small	Euro 1	234,7008	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008
12	Passenger	Petrol	Small	Euro 2	250,4279	0,0009	0,0308	0,0308	0,0008
13	Passenger	Petrol	Small	Euro 3	258,8250	0,0009	0,0308	0,0308	0,0008
14	Passenger	Petrol	Small	Euro 4	238,0303	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008
15	Passenger	Petrol	Small	Euro 5	233,3127	0,0008	0,0308	0,0308	0,0008

Figura 11 - Fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale per l'anno 2018

Dalla Figura 11 si nota la distinzione delle tipologie di autovetture, sotto il nome di "Passengers Cars", per classe d'inquinamento (Euro 1; Euro 2; Euro 3; Euro 4; Euro 5; Euro 6) e per ogni inquinante è presente una sigla associabile al tipo di guida, come:

- U (urban): ambito urbano;
- R (rural): ambito extraurbano;
- H (highway): ambito autostradale;
- T (total): ambito totale.

Scegliendo la tipologia "U" si trovano dei consumi di CO2 per una guida urbana.

In questo caso, per la città di Fermignano, nell'anno 2018 per un contesto urbano il tasso di emissione di CO2 per un'autovettura Euro 4 è di 238,0303 [g/km].

### 9.1.1 AUTOVETTURE

Si riporta di seguito il conteggio delle emissioni per le autovetture (moltiplicare il numero di veicoli per il fattore di emissione e la percorrenza).

Tabella 23 - Tabella di calcolo delle emissioni di CO2 per le autovetture, anno 2018

Tipo di combustibile	Classe d'inquinamento	Percentuale provinciale di veicoli	Numero di veicoli	CO2 2018 [g/km] U	Percorrenza [km/anno*veic]	Emissioni di CO2 [g] anno 2018
Petrol	euro 0	75,00%	317	304,13	456	43962313,26
	Euro 1	72,00%	108	293,07	696	22029480,76
	Euro 2	66,00%	381	298,33	1443	164014043,09
	Euro 3	43,00%	351	317,45	2898	322912944,64
	Euro 4	37,00%	660	313,12	5288	1092806000,48
	Euro 5	25,00%	268	301,68	9269	749400931,40
	Euro 6	28,00%	254	299,39	13686	1040753547,08
Diesel	Euro 0	12,00%	51	278,04	308	4367494,44
	Euro 1	15,00%	22	219,87	641	3100578,44
	Euro 2	23,00%	133	238,00	2152	68118707,86
	Euro 3	51,00%	416	226,84	4364	411803206,23
	Euro 4	43,00%	767	227,93	7761	1356825067,42
	Euro 5	52,00%	558	221,14	13484	1663860458,16
	Euro 6	51,00%	460	214,41	19754	1948349334,87
CNG Bifuel	euro 0	4,80%	20	256,96	456	2343480,64
	Euro 1	6,30%	9	256,96	696	1609601,18
	Euro 2	7,00%	40	256,96	1443	14831765,63
	Euro 3	5,00%	41	256,96	2898	30531544,15
	Euro 4	11,00%	196	256,96	5288	266326296,28
	Euro 5	15,00%	161	259,12	9269	386681003,96
	Euro 6	12,00%	108	259,09	13686	382956922,02
LPG Bifuel	euro 0	8,20%	35	234,95	456	3749781,24
	Euro 1	6,70%	10	220,85	696	1537131,74
	Euro 2	4,00%	23	228,86	1443	7595605,43
	Euro 3	1,00%	8	239,24	2898	5546537,01
	Euro 4	9,00%	160	241,24	5288	204109675,60
	Euro 5	8,00%	86	228,12	9269	181840330,60
	Euro 6	9,00%	81	202,31	13686	224268705,71
Totale			5724			9977584721,97

Si ottiene un quantitativo di 9977,58 [t] di CO2 emessa in atmosfera da parte delle autovetture nell'anno 2018.

### 9.1.2 VEICOLI INDUSTRIALI

Per il calcolo delle immissioni di CO<sub>2</sub> relative a veicoli industriali (autocarri trasporto merci e autoveicoli speciali/specifici) si procede nel seguente modo.

Si ricorda che tutti i valori percentuali riportati di seguito sono scaturiti dai dati forniti da ACI sul parco veicolare provinciale, ipotizzando che le percentuali rimangano invariate all'interno del territorio comunale.

1. Il numero di partenza dei veicoli è di 745, suddivisi in due categorie:
  - Veicoli industriali leggeri (633), che compongono l'85% del parco veicolare totale;
  - Veicoli industriali pesanti (112), che compongono il 15% del parco veicolare totale.
2. I veicoli industriali leggeri si suddividono a loro volta in due categorie, in funzione alla tipologia di combustibile:
  - Veicoli a benzina (22), che compongono il 3,5%;
  - Veicoli a diesel (611), che compongono il 96,5%.
3. Sia i veicoli industriali leggeri a benzina che quelli a diesel possono essere suddivisi in base alla classe d'inquinamento:
  - Euro 0 (5 a benzina; 72 a diesel) compongono il 23,3% dei veicoli industriali leggeri a benzina e l'11,8% a diesel;
  - Euro 1 (3 a benzina; 44 a diesel) compongono il 12,9% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 7,2% a diesel;
  - Euro 2 (4 a benzina; 98 a diesel) compongono il 21% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 15,8% a diesel;
  - Euro 3 (4 a benzina; 148 a diesel) compongono il 17,5% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 24,3% a diesel;
  - Euro 4 (4 a benzina; 128 a diesel) compongono il 15,7% dei veicoli industriali leggeri benzina ed il 21% a diesel;
  - Euro 5 (1 a benzina; 67 a diesel) compongono il 5,2% dei veicoli industriali leggeri a benzina e l'11% a diesel;



- Euro 6 (1 a benzina; 54 a diesel) compongono il 4,4% dei veicoli industriali leggeri a benzina e l'8,9% a diesel.
4. I veicoli industriali pesanti si suddividono in due categorie in funzione alla tipologia di combustibile:
- Veicoli a benzina (1), che compongono lo 0,35%;
  - Veicoli a diesel (111), che compongono il 99,65%.
5. Sia i veicoli industriali pesanti a benzina che quelli a diesel possono essere suddivisi in base alla classe d'inquinamento:
- Euro 0 (1 a benzina; 32 a diesel) compongono il 100% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 28,5% a diesel;
  - Euro 1 (0 a benzina; 9 a diesel) compongono lo 0% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 7,75% a diesel;
  - Euro 2 (0 a benzina; 18 a diesel) compongono lo 0% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 16,3% a diesel;
  - Euro 3 (0 a benzina; 20 a diesel) compongono lo 0% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 18,6% a diesel;
  - Euro 4 (0 a benzina; 12 a diesel) compongono lo 0% dei veicoli industriali leggeri a benzina e l'11,1% a diesel;
  - Euro 5 (0 a benzina; 11 a diesel) compongono lo 0% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 10% a diesel;
  - Euro 6 (0 a benzina; 9 a diesel) compongono lo 0% dei veicoli industriali leggeri a benzina ed il 7,75% a diesel.
6. Per ogni classe d'inquinamento i veicoli industriali pesanti si suddividono in base alla portata, è di seguito riportata la tabella.

Tabella 24 – Suddivisione dei veicoli industriali pesanti in base alla portata

Classe d'inquinamento	Numero di veicoli nella provincia	Percentuale di veicoli nella provincia	Numero di veicoli nel Comune di Fermignano	Portata [t]	Numero di veicoli nel Comune di Fermignano per portata
Euro 0	1318	28,5 %	32	3,6 - 7,5	10
			32	7,6 - 12	8
			32	12,1 - 14	2
			32	14,1 - 20	4
			32	20,1 - 26	8
			32	26,1 - 28	0
			32	28,1 - 32	0
Euro 1	358	7,75 %	9	3,6 - 7,5	2
			9	7,6 - 12	3
			9	12,1 - 14	0
			9	14,1 - 20	1
			9	20,1 - 26	2
			9	26,1 - 28	0
			9	28,1 - 32	1
Euro 2	751	16,3 %	18	3,6 - 7,5	4
			18	7,6 - 12	3
			18	12,1 - 14	0
			18	14,1 - 20	3
			18	20,1 - 26	6
			18	26,1 - 28	1
			18	28,1 - 32	1
Euro 3	857	18,6 %	20	3,6 - 7,5	5
			20	7,6 - 12	3
			20	12,1 - 14	0
			20	14,1 - 20	3
			20	20,1 - 26	7
			20	26,1 - 28	0
			20	28,1 - 32	2
Euro 4	514	11,1 %	12	3,6 - 7,5	3
			12	7,6 - 12	2
			12	12,1 - 14	0
			12	14,1 - 20	2
			12	20,1 - 26	4
			12	26,1 - 28	0
			12	28,1 - 32	1
Euro 5	463	10 %	11	3,6 - 7,5	2
			11	7,6 - 12	1
			11	12,1 - 14	0
			11	14,1 - 20	1
			11	20,1 - 26	6
			11	26,1 - 28	0
			11	28,1 - 32	1
Euro 6	353	7,75 %	9	3,6 - 7,5	1
			9	7,6 - 12	1
			9	12,1 - 14	0
			9	14,1 - 20	1
			9	20,1 - 26	6
			9	26,1 - 28	0
			9	28,1 - 32	0
			9	Oltre 32	0

Mediante l'ausilio di una banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale redatta da ISPRA<sup>13</sup>, applicando lo stesso metodo di calcolo eseguito per trovare le emissioni per le autovetture, si calcola il quantitativo di CO2 prodotto e rilasciato in atmosfera, predisponendo però alcuni accorgimenti:

- Per i veicoli industriali leggeri a benzina le percorrenze sono quelle calcolate precedentemente per gli autoveicoli, mentre per i diesel le percorrenze che si utilizzano sono quelle riportate nel documento<sup>14</sup> che contiene Figura 10 (eseguendo una media tra i valori di anno 2015 e 2020);
- Per i veicoli industriali pesanti, «Percorrenza media costante, pari a 35.000 km/anno, non dipendente dall'anzianità dei veicoli»<sup>15</sup>, si possono utilizzare le percorrenze in Tabella 3.22 dello stesso documento.

Moltiplicando la stima della percorrenza per veicoli industriali, i g/km di CO2 prodotta con stile di guida urbana (per classe d'inquinamento e portata) ed il relativo numero di veicoli, si ottiene 5770,62 [t] di CO2 emessa in atmosfera solo da veicoli industriali. Tale valore sopra riportato è stato ottenuto partendo dal numero iniziale di veicoli industriali e in seguito suddividendoli per alimentazione, classe di inquinamento e portata, grazie a stime provinciali, non essendo tali distinzioni presenti a livello comunale. Si ammette così una discrepanza tra i valori comunali e provinciali.

### **9.1.3 MOTOCICLI, MOTOVEICOLI E MOTOCARRI**

Il metodo utilizzato per il conteggio delle emissioni da autoveicoli può essere efficacemente utilizzato anche per quanto riguarda motocicli, motoveicoli e motocarri, effettuando però alcuni accorgimenti, quali:

- La suddivisione, sia a livello provinciale che comunale, basata sulla classe d'inquinamento dei motocarri e dei motoveicoli non viene riportata dai

---

<sup>13</sup> <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>

<sup>14</sup> Stima delle percorrenze di automobili, mezzi leggeri, mezzi pesanti e motocicli in funzione dell'età [http://groupware.sinanet.isprambiente.it/expert\\_panel/library/ept16/caserini\\_percorrenze](http://groupware.sinanet.isprambiente.it/expert_panel/library/ept16/caserini_percorrenze)

<sup>15</sup> Vedi nota 14.

documenti ACI, per questo si utilizza un fattore di emissione di CO2 convenzionale.

- Per motociclo si intende un veicolo a due ruote con cilindrata superiore a 50 cm<sup>3</sup>, destinato al trasporto di una o due persone. Per tenere in considerazione tutte le tipologie esistenti di motocicli i fattori di emissione scelti riguardano motocicli con alimentazione a benzina (esclusivamente) e cilindrata compresa tra 250 cm<sup>3</sup> e 750 cm<sup>3</sup>.
- I valori di percorrenza sono estrapolati, come nei metodi precedentemente trattati, da *“Stima delle percorrenze di automobili, mezzi leggeri, mezzi pesanti e motocicli in funzione dell'età”*;
- Per i motocarri si sceglie il valore di percorrenza relativo a veicoli Euro 3 (più diffusi) e il fattore di emissione imputabile a ciclomotori, poiché per motocarri si intendono anche veicoli con cilindrata di 50 cm<sup>3</sup>.
- Per i motoveicoli si sceglie una categoria *“Motorcycles 4-stroke < 250 cm<sup>3</sup>”* assumendo un valore per una classe d'inquinamento Euro 3 (più diffusi).

Tabella 25 - Emissioni di CO2 imputabili a motocicli, motoveicoli e motocarri

Tipologia veicolo	Quantità di veicolo	Classe d'inquinamento	Percorrenza [km/anno *veic]	CO2 2018 [g/km] U	Totale emissioni [g]
Motocicli	311	Euro 0	326	128,5937	13037600,87
	153	Euro 1	987	117,5211	17746978,83
	113	Euro 2	1317	106,3457	15826473,42
	237	Euro 3	1712	106,3457	43149129,7
	42	Euro 4	2673	106,3457	11939006,36
Motocarri e quadricicli trasporto	43	Non Definito	869	41,1477081	1.537.566,41
Motoveicoli	8	Non Definito	1422	64,5415878	734.225,10
<b>Totale</b>					<b>103970980,7</b>

Si ottiene 103,97 [t] di CO2 emessa in atmosfera.

#### 9.1.4 TRATTORI STRADALI

In merito all'ultima categoria di veicoli che appare nel parco comunale, trattori stradali o motrici, il metodo utilizzato per il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> è il medesimo della categoria dei motocicli, apportando però alcuni accorgimenti:

- Il fattore di emissione di CO<sub>2</sub> utilizzato è quello per i trattori stradali a portata media 40 - 50 [t], in tabella "heavy duty track articulated 40 – 50 [t]".
- La percorrenza utilizzata è di 58000 [km/anno].

Tabella 26 - Emissioni di CO<sub>2</sub> imputabili a trattori stradali

Tipologia veicolo	Quantità di veicolo	Classe d'inquinamento	Percorrenza [km/anno*veic]	CO <sub>2</sub> 2018 [g/km] U	Totale emissioni [g]
Trattori stradali o motrici	2	Euro 0	58000	1789,49	207.580.281,17
	0	Euro 1	58000	1557,46	0,00
	6	Euro 2	58000	1565,42	544.766.535,67
	2	Euro 3	58000	1566,89	181.758.693,21
	2	Euro 4	58000	1481,37	171.839.451,31
	1	Euro 5	58000	1496,10	86.773.876,15
	2	Euro 6	58000	1500,07	174.008.382,55
Totale					1.366.727.220,06

Si ottiene 1366,73 [t] di CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera.

#### 9.2 CALCOLO EMISSIONI PER I TRASPORTI URBANI ANNO 2012

La metodologia di calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> per l'anno 2012 per ogni categoria di veicolo potrebbe essere la medesima utilizzata per il 2018, utilizzando l'"Equazione 4" e partendo da un parco veicolare estrapolato da ACI. Si riporta in seguito il parco veicolare.

Tabella 27 – Distinzione autovetture per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
FERMIGNANO	521	263	1.055	1.226	1.888	475	2	5.430

Tabella 28 – Distinzione veicoli industriali (autocarri trasporto merci e autoveicoli speciali/specifici) per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	TOTALE
FERMIGNANO	140	76	144	264	148	28	0	2	802

Tabella 29 – Distinzione trattori stradali per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
FERMIGNANO	2	1	9	2	1	2	0	17

Tabella 30 – Distinzione motocicli per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	TOTALE
FERMIGNANO	375	138	117	183	0	813

Tabella 31 – Distinzione autobus per il Comune di Fermignano

COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
FERMIGNANO	0	2	0	1	0	0	0	3

Non sempre il fattore di emissione può essere trovato in rete ed in tal caso il sito dell'ISPRA mette a disposizione degli utenti una serie di dati relativi all'emissione dei vari inquinanti, derivanti dal trasporto stradale e stimati con la metodologia COPERT, per ogni anno dal 1990 al 2018 ottenibili su <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/dati-trasporto-stradale/view>.

Eseguendo un semplice cambio dell'“Equazione 4” si calcola il fattore di emissione di CO<sub>2</sub> espresso in [g/km] mediante l'“Equazione 2”, dopodiché si applica l'“Equazione 4” al parco veicolare comunale.

## Equazione 5

$$F_{E_{ijk}} = \frac{E_{ijk}}{P_j \times PERC_{jk}}$$

Nell'Equazione 5 per questo caso è stata presa un'emissione totale  $E_{ijk}$ , pari alla somma delle emissioni a caldo, a freddo ed evaporative, per uno stile di guida generale in quanto i valori utilizzati dalla percorrenza sono sommari. Si precisa che " $P_j \times PERC_{jk}$ " consiste nel veic\*km<sup>16</sup> riportato nel file Excel dei dati COPERT.

### 9.2.1 AUTOVETTURE

Autovetture	Tipo di combustibile	classe d'inquinamento	Percentuale provinciale di veicoli	Numero di veicoli	[t/anno] di CO2 emessa Totali	veic*km	Percorrenza media annuale	Fattore di emissione CO2 2012 [g/km] T	Emissioni di CO2 [t]
Passenger Cars	Petrol	Euro 0	77,00%	401	271.431,00	969.958.207	594	279,84	66599584,61
		Euro 1	75,00%	197	247.422,00	1.234.126.194	1.776	200,48	70123832,82
		Euro 2	66,00%	696	799.820,53	3.989.959.237	3.426	200,46	478198093,17
		Euro 3	41,00%	503	798.404,77	3.867.306.522	7.242	206,45	752040159,57
		Euro 4	38,00%	718	2.215.179,04	10.895.313.251	9.181	203,31	1340242985,78
		Euro 5	32,00%	152	531.684,64	2.709.739.751	13.295	196,21	396513941,99
		Euro 6	36,00%	1	1.809,00	8.468.817	7.540	213,61	1610489,36
Passenger Cars	Diesel	Euro 0	10,70%	56	112.269,90	635.933.163	810	176,54	8008015,87
		Euro 1	12,50%	33	105.691,57	659.630.899	2.516	160,23	13303438,99
		Euro 2	23,00%	242	705.259,35	4.154.960.840	5.223	169,74	214544462,89
		Euro 3	51,60%	632	4.174.332,39	25.615.599.925	8.807	162,96	907042363,19
		Euro 4	45,00%	850	8.724.194,63	54.185.392.994	13.612	161,01	1862876156,73
		Euro 5	50,00%	238	4.834.082,26	30.621.695.521	19.580	157,86	735655433,19
		Euro 6	64,00%	1	1.844,32	11.172.076	11.162	165,08	1842658,90
Passengers Cars	LPG Bifuel	Euro 0	5,00%	26	47.079,77	261.323.202	594	180,16	2780035,89
		Euro 1	6,80%	18	46.075,27	162.050.981	1.776	284,33	9086766,46
		Euro 2	7,00%	73	166.555,07	931.941.303	3.426	178,72	44697117,06
		Euro 3	4,00%	49	117.838,11	942.734.636	7.242	125,00	44355848,04
		Euro 4	8,70%	164	519.445,49	11.127.312.510	9.181	46,68	70288379,32
		Euro 5	13,00%	62	123.775,54	4.063.284.371	13.295	30,46	25109476,42
		Euro 6	0,00%	0	-	-	1.642.384	7.540	0,00
Passengers cars	CNG Bifuel	Euro 0	7,30%	38	499.869,11	2.795.724.408	594	178,80	4032424,67
		Euro 1	5,70%	15	499.869,11	2.795.724.408	1.776	178,80	4761829,91
		Euro 2	4,00%	44	499.869,11	2.795.724.408	3.426	178,80	26952681,45
		Euro 3	3,40%	42	499.869,11	2.795.724.408	7.242	178,80	54383825,55
		Euro 4	8,30%	156	499.869,11	2.795.724.408	9.181	178,80	256080511,75
		Euro 5	5,00%	23	18.071,61	103.724.801	13.295	174,23	53275840,54
		Euro 6	0,00%	0	-	-	-	7.540	0,00
Totale				5430				7444406354,14	

Figura 12 - Calcolo delle emissioni per le autovetture, anno 2012

Il calcolo è stato eseguito ipotizzando che tutte le autovetture non siano distinte per grandezza (cilindrata) ma che siano tutte medie (cilindrata compresa tra 1401 e 2000 cm<sup>3</sup>), quindi tutti i dati ( $E_{ijk}$ , totale numero di veicoli sul suolo nazionale,  $PERC_{jk}$ ,  $F_{E_{ijk}}$ ) utilizzati in Figura 11 sono relativi a una grandezza dell'autovettura media. Si ottiene un quantitativo di 7444,41 [t] di CO2 emessa in atmosfera da parte delle autovetture.

<sup>16</sup> Il valore "veic\*km" si trova nel file Excel consultabile su:

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/dati-trasporto-stradale/view>

## 9.2.2 VEICOLI INDUSTRIALI

Il procedimento è analogo a quello riportato per l'anno 2018 ma vengono utilizzati fattori di emissione di CO<sub>2</sub> calcolati come nel metodo delle autovetture per l'anno 2012.

Tabella 32 - Calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> per veicoli industriali

Numero veicoli industriali (leggeri o pesanti)	Tipo combustibile	Numero veicoli	Classe d'inquinamento	Portata	Numero di veicoli	Percorrenza media annuale veicolo [km]	Fattore di emissione CO <sub>2</sub> 2012 [g/km] T	Emissioni totali [g] di CO <sub>2</sub>
			Euro 5	3,6-7,5	1	33000	327,08	10.793.640,00
				7,6-12	1	34000	457,04	15.539.360,00
				12,1-14	0	34000	451,30	-
				14,1-20	2	34000	528,46	35.935.280,00
				20,1-26	6	58000	652,56	227.090.880,00
				26,1-28	0	58000	665,18	-
				28,1-32	1	58000	771,68	44.757.440,00
				Oltre 32	0	61000	752,06	-
			Euro 6	3,6-7,5	0	33000		-
				7,6-12	0	34000		-
				12,1-14	0	34000		-
				14,1-20	0	34000		-
				20,1-26	0	58000		-
				26,1-28	0	58000		-
				28,1-32	0	58000		-
				Oltre 32	0	61000		-
<b>TOTALE</b>								<b>4.891.824.905,2</b>

Si ottiene un quantitativo di 4891,83 [t] di CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera da parte dei veicoli industriali. In Tabella 32 viene riportata solo una parte dei dati.



### 9.2.3 MOTOCICLI, MOTOVEICOLI E MOTOCARRI

Tabella 33 - Emissioni di CO2 imputabili a motocicli nel 2012

Tipologia veicolo	Quantità di veicolo	Classe d'inquinamento	Perc. [km/anno*veic]	[t/anno] di CO2 emessa Totali	Veic*km	Fattore di emissione CO2 2012 [g/km] T	Totale emissioni [g]
Motocicli	375	Euro 0	526	126079,16	1018255573,86	123,82	24423254,39
	138	Euro1	1594	108755,63	944700918,32	115,12	25323563,42
	117	Euro 2	2030	321657,01	3068351895,36	104,83	24898303,50
	183	Euro 3	2554	503880,22	4806616276,78	104,83	48995911,28
	0	Euro 4	1591	0,00	0,00	0,00	0,00
Motocarri e quadricicli trasporto	56	Non definito	506	201065,04	2455806913,42	81,87	2319962,10
Motoveicoli	8	Non definito	506	20496,14	219730532,18	93,28	377591,45
Totale							126338586,1

Il calcolo viene eseguito assumendo tutte le considerazioni elencate per l'anno 2018 ma ricordando che il fattore di emissione di CO2 viene calcolato mediante l'applicazione dell' "Equazione 5". Si ottiene un quantitativo di 126,34 [t] di CO2 emessa in atmosfera da parte dei motocicli, motoveicoli e motocarri.

### 9.2.4 TRATTORI STRADALI

Tabella 34 - Emissioni di CO2 imputabili a trattori stradali nel 2012

Tipologia veicolo	Quantità di veicolo	Classe d'inquinamento	Perc. [km/anno*veic]	[t/anno] di CO2 emessa Totali	Veic*km	CO2 2018 [g/km] U	Totale emissioni [g]
Trattori stradali o motrici	2	Euro 0	58000	220065,91	215639536,72	1020,53	118381101,55
	0	Euro 1	58000	83393,09	92180556,47	904,67	0,00
	6	Euro 2	58000	634122,55	701143401,81	904,41	314735399,14
	2	Euro 3	58000	3094733,17	3410766048,82	907,34	105251736,11
	2	Euro 4	58000	457565,63	532840012,95	858,73	99612664,14
	1	Euro 5	58000	2935760,74	3482112795,73	843,10	48899657,40
	2	Euro 6	58000	397,73	469234,74	847,62	98324376,57
Totale							785204934,91

Si ricorda che il calcolo viene eseguito assumendo tutte le considerazioni elencate per l'anno 2018 ma utilizzando l'“Equazione 5” per il calcolo del fattore di emissione di CO<sub>2</sub>. Si ottiene un quantitativo di 785,21 [t] di CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera da parte dei trattori stradali.

### 9.2.5 AUTOBUS

Tabella 35 – Emissioni di CO<sub>2</sub> imputabili ad autobus nel 2012

Tipo veicolo	Quantità di veicolo	Classe d'inquinamento	Perc. [km/anno* veic]	[t/anno] di CO <sub>2</sub> emessa Totali	Veic*km	CO <sub>2</sub> 2018 [g/km] U	Totale emissioni [g]
Autobus	0	Euro 0	42500	204489,81	288068187,11	709,87	0,00
	2	Euro 1	42500	61898,67	96004581,53	644,75	54803495,00
	0	Euro 2	42500	472493,26	733417161,74	644,24	0,00
	1	Euro 3	42500	681318,73	986032547,95	690,97	29366217,20
	0	Euro 4	42500	268439,41	412843319,40	650,22	0,00
	0	Euro 5	42500	349381,21	534686678,69	653,43	0,00
	0	Euro 6	42500	49,12	76944,41	638,38	0,00
Totale							84169712,20

Si assume un valore di percorrenza che rimane costante nel corso degli anni e fattori di emissione relativi ad una categoria media quale “Coaches Standard <=18 t”. Si ottiene un quantitativo di 84,17 [t] di CO<sub>2</sub> emessi in atmosfera da parte degli autobus.

### 9.3 RIEPILOGO FINALE TRASPORTI URBANI

In merito alle emissioni di CO<sub>2</sub> totali relative al trasporto urbano si può notare, analizzando la tabella sottostante, come nel passaggio dal 2012 al 2018 sia avvenuto un incremento di queste ultime. Questo risultato si potrebbe imputare al fatto che dal 2012 al 2018 c'è stato non solo un incremento di tutte le tipologie di veicolo (aumento di 57 veicoli industriali; aumento di 294 autoveicoli) ma anche un invecchiamento di quelli già esistenti senza un importante ricambio generazionale con rispettivo aumento del fattore di emissione (per un veicolo industriale leggero a benzina nel 2012 il fattore di emissione è di 260,57 [g/km] mentre nel 2018 è aumentato fino a 451,0340 [g/km]).

Tabella 36 – Riepilogo emissioni di CO2 nell'ambito dei Trasporti Urbani

Tipo veicolo	Emissioni di CO2 anno 2012 [t/anno]	Emissioni di CO2 anno 2018 [t/anno]
Autovetture	7444,41	9977,58
Veicoli industriali	4891,83	5770,62
Trattori stradali	785,21	1366,73
Motocicli, motoveicoli e motocarri	126,34	106,76
Autobus	84,17	0,00
<b>Totale</b>	<b>13331,96</b>	<b>17221,69</b>

Tabella 37 – Emissioni per vettore energetico trasporti urbano anno 2018

Tipo veicolo	[t] di CO2 Benzina	[t] di CO2 Diesel	[t] di CO2 Metano/GPL
Autovetture	4090,8	4190,58	1696,2
Veicoli industriali	172,68	5597,94	0
Trattori stradali	0	1366,97	0
Motocicli, motoveicoli e motocarri	103,97	0	0
Autobus	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>4367,45</b>	<b>11139,15</b>	<b>1696,2</b>

Tabella 38 - Emissioni per vettore energetico trasporti urbano anno 2012

Tipo veicolo	[t] di CO2 Benzina	[t] di CO2 Diesel	[t] di CO2 Metano/GPL
Autovetture	3647,7	2828,8	967,91
Veicoli industriali	195,7	4696,13	0
Trattori stradali	0	785,21	0
Motocicli, motoveicoli e motocarri	126,34	0	0
Autobus	0	84,17	0
<b>Totale</b>	<b>3969,74</b>	<b>8394,31</b>	<b>967,91</b>

## 10 AMBITO TERZIARIO

Il settore terziario della città di Fermignano è articolato da una ricca rete commerciale e da numerosi servizi privati qualificati. Per il calcolo delle emissioni si devono annoverare tutti i consumi degli immobili e dei servizi annessi che fanno capo a questo settore. Le fonti energetiche considerate sono l'energia elettrica, il gas metano, il gasolio ed il GPL. L'energia elettrica viene utilizzata principalmente per l'illuminazione degli ambienti, per il funzionamento di attrezzature e per il condizionamento estivo. Il gas metano per gli impianti di riscaldamento invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e per la cottura dei cibi. Il gasolio ed il GPL, attualmente, sono principalmente utilizzati in impianti di riscaldamento portatile e la loro applicazione negli impianti fissi è ormai superata causa maggior costo e difficoltà di distribuzione dei due combustibili rispetto al metano.

Tabella 39 - Consumi per vettore energetico nell'ambito terziario nei due anni di riferimento

Vettore energetico	Anno 2012	Anno 2018
Energia elettrica [kWh]	5340397	7699769
Gas metano [m3]	239967	237261
Diesel [l]	Non significativi	Non significativi
GPL [l]	Non significativi	Non significativi

I dati riportati in tabella sono stati forniti da ENEL sotto espressa richiesta dell'ufficio tecnico comunale. Si può notare un grande incremento di energia elettrica nel periodo dei due anni di riferimento, attribuibile ad una forte tendenza all'elettrico ma anche ad un aumento delle attività commerciali.

Per determinare le emissioni di CO<sub>2</sub> attribuibili al settore terziario imputabili ad un consumo di energia elettrica si è fatto ricorso al "Metodo 1", trattato in precedenza nel capitolo dell'ambito residenziale, ovvero moltiplicare il quantitativo di MWh (riportato in Tabella 39) con il fattore di emissione (riportato in Tabella 4), si ottiene:

- Per il 2012 sono state emesse 2579,41 [t] di CO<sub>2</sub> imputabili al settore terziario;
- Per il 2018 sono state emesse 3719 [t] di CO<sub>2</sub> imputabili al settore terziario.

## 10.1 STIMA DEL CONSUMO DI GAS METANO

L'elaborazione di un valore che stimi i consumi di gas metano (gas naturale) del settore terziario è complessa in mancanza del dato puntuale, perché strettamente legato alla tipologia di attività produttiva. Tuttavia, è possibile formulare alcune considerazioni sottoelencate:

- Le attività del terziario sono fortemente legate alla dimensione del Comune ed al rapporto con le altre realtà comunali;
- Il consumo di gas naturale dipende dalle condizioni climatiche del Comune.

Come riportato nell'inquadramento economico le attività riconducibili al settore terziario sono 179 a cui fanno capo 404 addetti. Per stimare il consumo di gas metano si è pensato di utilizzare il "gradiente pro-capite", in quanto gli immobili nell'ambito terziario sono molti simili a quelli del residenziale. Moltiplicando il "gradiente pro-capite", calcolato in precedenza per gli anni 2012 e 2018, per il numero di addetti che si presuppone costante nei due anni di riferimento e per il grado giorno del Comune, si ottiene rispettivamente:

- 239967 [m3] di gas metano consumati nell'ambito terziario;
- 237261 [m3] di gas metano consumati nell'ambito terziario.

Per il calcolo delle emissioni di CO2 basterà utilizzare il "Metodo 2", ottenendo:

- Per il 2012 sono state emesse 462,5 [t] di CO2 imputabili al consumo di gas metano nel settore terziario;
- Per il 2018 sono state emesse 457,3 [t] di CO2 imputabili al consumo di gas metano nel settore terziario.

Tabella 40 - Riepilogo emissioni ambito terziario

Vettore energetico	Anno 2012	Anno 2018
Energia elettrica [t] di CO2	2579,41	3719
Gas metano [t] di CO2	462,5	457,3
Diesel [t] di CO2	Non significativi	Non significativi
GPL [t] di CO2	Non significativi	Non significativi

## 11 SETTORE INDUSTRIALE ED AGRICOLTURA

Il settore agricolo può essere associato ad una piccola branca di quello industriale e nella compilazione dell'inventario base delle emissioni "comunali" - BEI - (Baseline Emission Inventory), che rappresenta il quantitativo totale delle emissioni di CO<sub>2</sub> (espresso in tonnellate/anno), vengono incluse alcune ipotesi di lavoro, una delle quali specifica che: *“Sono state considerate solo le emissioni sulle quali il Comune ha la possibilità diretta o indiretta di intervento in termini di riduzione (diretta ad esempio sui consumi degli edifici di proprietà comunale; indiretta ad esempio sui consumi degli edifici privati attraverso l'azione sul Regolamento Edilizio)”*<sup>17</sup>.

Vengono pertanto escluse tutte le emissioni che fanno capo ad impianti industriali che rientrano nel sistema di “Emission Trading”, ovvero siti soggetti ad emissioni controllate per i quali è comunque prevista la possibilità di effettuare acquisti di quote emissive nel caso del superamento della soglia.

Proprio per quanto riportato in precedenza nella redazione del PAESC il settore industriale è facoltativo e va considerato solo qualora l'Amministrazione voglia eseguire azione rivolte alle PMI (Piccole e Medie Imprese) del territorio (azioni che tengono conto del processo produttivo).

Si reputa inoltre che per Comuni di piccole/medie dimensioni sia opportuno diminuire il campo di studio a causa delle scarse risorse tecniche ed economiche.

Ai soli fini accademici si riportano il consumo e le emissioni dei principali vettori energetici in queste due aree (agricoltura e industria) per riuscire a stimare l'incremento o il decremento in questi settori, riuscendo così ad avere una visione globale delle emissioni nel Comune.

### 11.1 AGRICOLTURA

Le fonti energetiche considerate sono energia elettrica, gas metano e gasolio. L'energia elettrica viene utilizzata per l'illuminazione, per il raffrescamento estivo e come forza

---

<sup>17</sup> Comune di Fontanella, Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima  
[https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity\\_id=20098](https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity_id=20098)

motrice; il gas metano per il riscaldamento; il gasolio anch'esso per il riscaldamento e per il funzionamento delle attrezzature.

Tabella 41 - Consumi per vettore energetico dell'agricoltura nei due anni di riferimento

Vettore energetico	Anno 2012	Anno 2018
Energia elettrica [kWh]	137065	152715
Gas metano [m3]	Non significativi	Non significativi
Diesel [l]	Non disponibili	Non disponibili
GPL [l]	Non significativi	Non significativi

I dati riportati in Tabella 41<sup>18</sup> sono stati forniti da ENEL sotto espressa richiesta dell'ufficio tecnico comunale. Si nota una crescita di energia elettrica utilizzata.

Per determinare le emissioni di CO2 attribuibili al settore agricolo imputabili ad un consumo di energia elettrica si è fatto ricorso al "Metodo 1", trattato in precedenza nel capitolo dell'ambito residenziale, ovvero moltiplicare il quantitativo di MWh (riportato in Tabella 41) con il fattore di emissione (riportato in Tabella 4), si ottiene:

- Per il 2012 sono state emesse 66,2 [t] di CO2 imputabili al settore agricolo;
- Per il 2018 sono state emesse 73,76 [t] di CO2 imputabili al settore agricolo;

## 11.2 INDUSTRIA

I vettori energetici esaminati sono l'energia elettrica, gas metano, gasolio e GPL.

L'energia elettrica viene utilizzata per il funzionamento delle macchine di produzione, per l'illuminazione degli ambienti e per gli impianti di raffrescamento estivo; il metano è utilizzato invece per gli impianti di riscaldamento invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e per il calore necessario ai processi di lavorazione. Il gasolio e il GPL per il funzionamento dei macchinari e dell'attrezzatura.

---

<sup>18</sup> I valori di gasolio non sono stati forniti. Ai fini della costruzione del PAESC non si ha bisogno di stimarli poiché non entrano a far parte del quadro generale delle emissioni. I valori di gas metano e GPL vengono presupposti non significativi poiché principalmente sono combustibili utilizzati per il riscaldamento, impiego che nel settore dell'agricoltura ha una valenza esigua.

Tabella 42 - Consumi per vettore energetico nell'ambito industriale nei due anni di riferimento

Vettore energetico	Anno 2012	Anno 2018
Energia elettrica [kWh]	30396528	28480387
Gas metano [MWh]	37296,5	34945,4
Diesel [l]	Non disponibili	Non disponibili
GPL [l]	Non significativi	Non significativi

I dati riportati in Tabella 42<sup>19</sup> sono stati forniti da ENEL sotto espressa richiesta dell'ufficio tecnico comunale. Si nota una diminuzione di energia elettrica utilizzata.

Per determinare le emissioni di CO2 attribuibili al settore agricolo imputabili ad un consumo di energia elettrica si è fatto ricorso al "Metodo 1", utilizzato in precedenza nell'ambito residenziale, si ottiene:

- Per il 2012 sono state emesse 14681,52 [t] di CO2 imputabili al settore industriale;
- Per il 2018 sono state emesse 13756,03 [t] di CO2 imputabili al settore industriale.

### 11.3 STIMA DEL CONSUMO DI GAS METANO

Riuscire a stimare i consumi di gas metano per il settore industriale è molto complesso perché strettamente legato alla tipologia di attività produttiva. Tuttavia, è possibile formulare alcune considerazioni sottoelencate:

- I consumi di gas metano sono generalmente proporzionali alla dimensione dell'azienda e sono legati quasi esclusivamente al riscaldamento degli uffici;
- Il consumo di energia elettrica è generalmente proporzionale a quello del gas metano.

Considerando che il consumo di gas metano è proporzionale a quello di energia elettrica si è pensato di stimare questo dato partendo dai valori forniti dal PAESC della città di

<sup>19</sup> I valori di gasolio non sono stati forniti ed ai fini della costruzione del PAESC non si ha bisogno di stimarli poiché non entrano a far parte del quadro generale delle emissioni.



Urbino<sup>20</sup>, essendo due Comuni industrialmente simili. Dividendo il consumo energetico dato dal gas metano e quello relativo all'energia elettrica, si trova un fattore pari a 1,227. Moltiplicando l'energia elettrica [MWh/anno] del settore industriale (Comune di Fermignano) per questo fattore si trovano i MWh/anno relativi al consumo di gas metano. Si ottiene:

- Per il 2012, 37296,5 [MWh];
- Per il 2018, 34945,4 [MWh].

Le emissioni di CO2 si calcolano moltiplicando i valori sopra riportati di energia per i fattori standard di Tabella 4. Si ottiene:

- Per il 2012 sono state emesse 7533,8 [t] di CO2 imputabili al consumo di gas metano nel settore industriale;
- Per il 2018 sono state emesse 7058,9 [t] di CO2 imputabili al consumo di gas metano nel settore industriale.

Tabella 43 - Riepilogo emissioni di CO2 ambito industriale

<b>Vettore energetico</b>	<b>Anno 2012</b>	<b>Anno 2018</b>
<b>Energia elettrica [t] di CO2</b>	14681,52	13756,03
<b>Gas metano [t] di CO2</b>	7533,8	7058,9
<b>Diesel [t] di CO2</b>	Non disponibili	Non disponibili
<b>GPL [t] di CO2</b>	Non significativi	Non significativi

<sup>20</sup> Piano d'Azione per il Clima e l'Energia Sostenibile del Comune di Urbino

[https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc\\_covenant/documents/8/3CggBS2S0LpxwNk9jc69Iy4IPEpKuyg\\_.pdf](https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc_covenant/documents/8/3CggBS2S0LpxwNk9jc69Iy4IPEpKuyg_.pdf)

## 12 QUADRO DI ANALISI GENERALE DELL'ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI CO2

Si esamina la progressione delle emissioni di CO2 suddividendo la domanda di energia del Comune di Fermignano per settori e per vettori energetici. I dati relativi all'anno 2012 vengono comparati a quelli del 2018, in modo da constatare la tendenza dei consumi e delle relative emissioni di CO2.

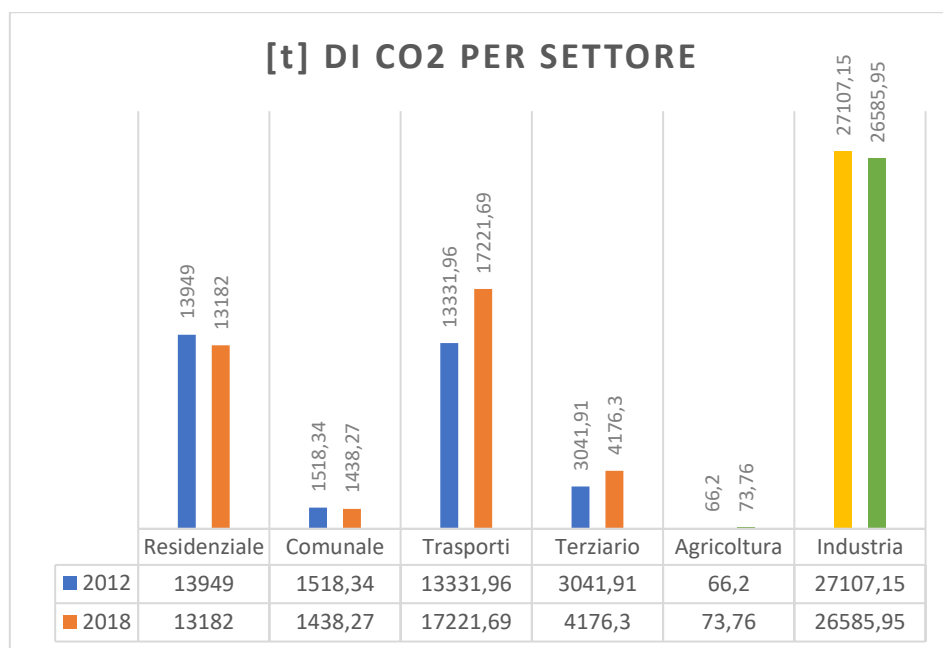


Figura 13 - Emissioni totali suddivise per settore nel Comune di Fermignano

I settori maggiormente emissivi, trascurando l'industriale e l'agricolo, risultano essere il residenziale, che ricopre il 43,8% delle emissioni totali nel 2012 e il 36,6% nel 2018, e i trasporti urbani, che ricoprono il 41,8% delle emissioni totali nel 2012 e il 47,8% nel 2018. Si nota come le emissioni abbiano risentito di un incremento in tutti i settori eccetto il residenziale e il comunale.

In Figura 13 l'ambito industriale e quello dell'agricoltura sono riportati con colori differenti dagli altri settori per evidenziare che non vengono tenuti conto nella costruzione finale del PAESC.

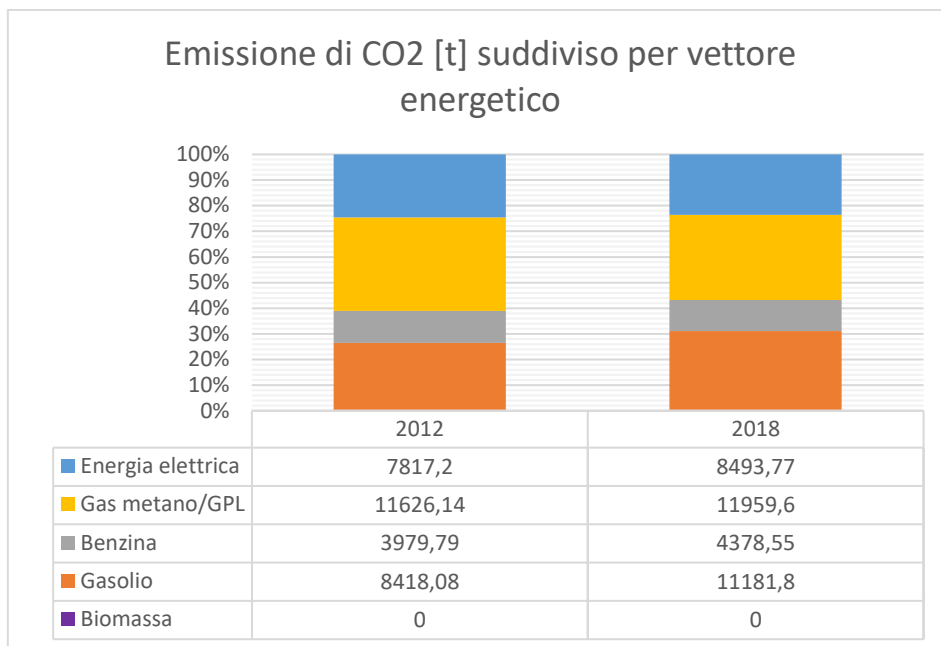


Figura 14 - Confronto emissioni di CO2 nei due anni di riferimento NO ETS

Da Figura 14 si evince come il maggior contributo di emissione sia dato dal consumo di gas metano/GPL. Qualora si tenga conto anche dei consumi relativi all'ambito industriale e agricolo si avrebbe quanto riportato nella figura sottostante:

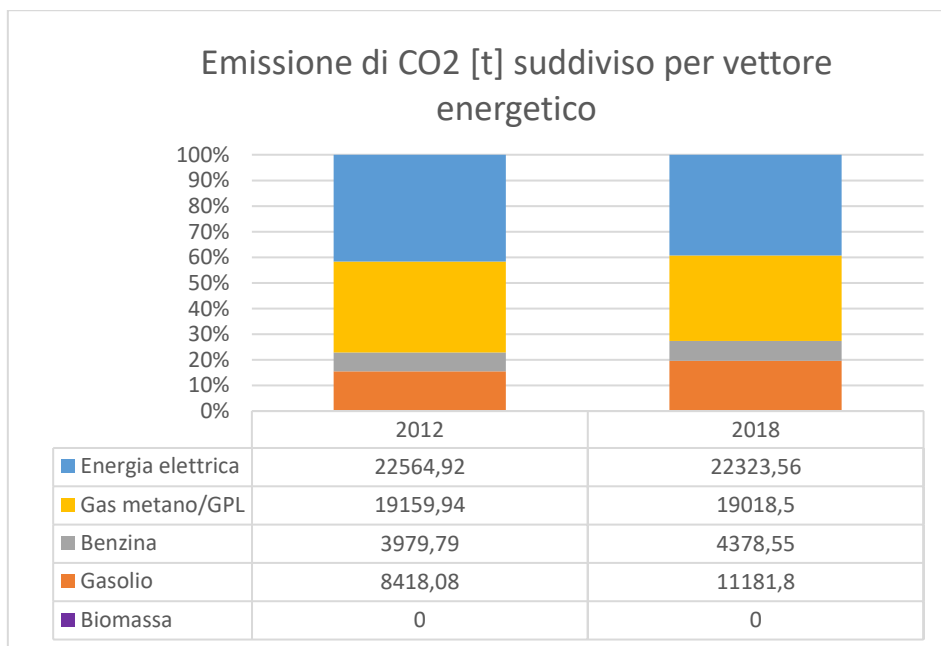


Figura 15 - Confronto emissioni di CO2 nei due anni di riferimento CON ETS

Da Figura 15 si nota come, nonostante siano considerati anche l'ambito industriale e quello agricolo, i vettori energetici di maggior impatto sull'emissione di CO2 siano l'energia elettrica e il gas metano.

Le emissioni globali di CO2 nel territorio comunale relative all'anno di riferimento 2012 sono pari a 31841,21 tonnellate di CO2. L'iniziativa Patto dei Sindaci si pone l'obiettivo minimo di riduzione del 40% di tale quantità che, per il Comune di Fermignano, corrisponde a 12736,5 tonnellate di CO2.

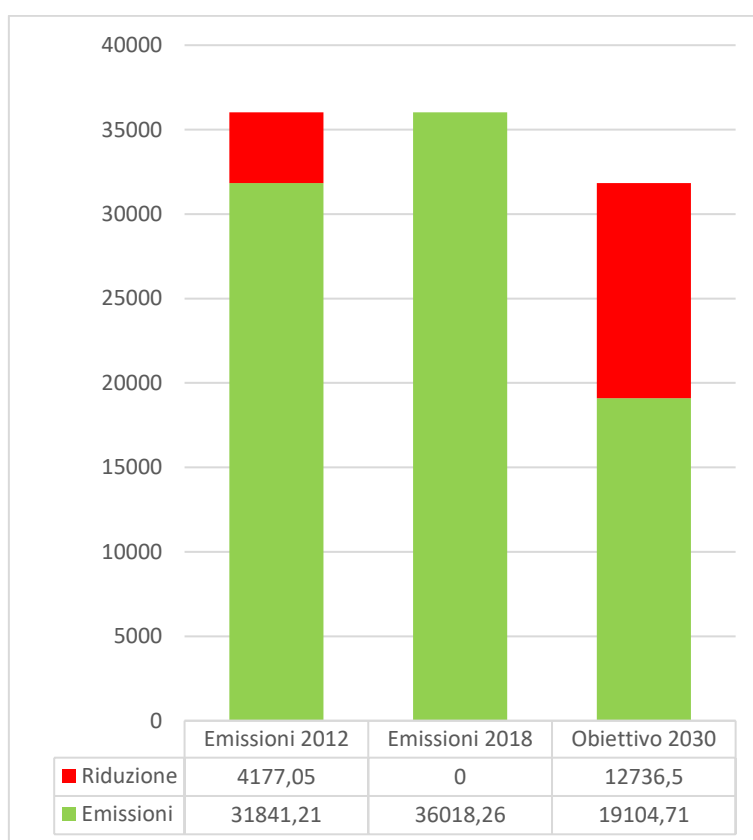


Figura 16 - Emissioni globali 2012 e obiettivo al 2030 [t] di CO2

## 13 CONCLUSIONI

Per l'attuazione del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) il Comune di Fermignano deve presentare un documento composto da tre parti fondamentali. Il primo argomento è l'inventario delle emissioni di base BEI (*Baseline Emission Inventory*) che costituisce lo storico di informazioni sulle emissioni di CO<sub>2</sub> di un anno di riferimento (2012). Questo anno viene scelto in base alla reperibilità e concretezza delle informazioni (dati).

Il secondo argomento fondamentale è presentare, su base biennale, un rapporto MEI (*Monitoring Emission Inventory*) sullo stato di attuazione degli interventi, dove si monitorano le scelte attuate. Nell'elaborato viene riportato un confronto delle emissioni tra il 2012 e 2018 con finalità di verificare se le azioni intraprese nell'arco di questo periodo siano convergenti con gli obiettivi prefissati.

Il terzo argomento fondamentale è presentare tutta la serie di azioni che l'Amministrazione intende attuare al fine di raggiungere gli obiettivi di riduzione di CO<sub>2</sub> definiti nel BEI.

L'analisi svolta permette di eseguire alcune considerazioni:

- Le emissioni nell'anno di riferimento (2012) sono state di 31841,21 tonnellate di CO<sub>2</sub> e per raggiungere gli obiettivi prefissati dal PAESC il Comune di Fermignano dovrebbe riuscire a ridurle fino ad arrivare a 19104,71 tonnellate di CO<sub>2</sub> nell'anno 2030;
- Nell'anno 2012 il settore residenziale e dei trasporti urbani sono stati gli ambiti con maggiore impronta di emissione nel quadro comunale generale;
- Nell'anno 2012 i principali vettori energetici sono stati l'energia elettrica ed il gas metano;
- Nell'anno 2018 si è riscontrata una diminuzione di emissione di CO<sub>2</sub> per tutti gli ambiti tranne per i trasporti urbani ed il settore terziario, ciò significa che le azioni attuate nel settore residenziale, comunale stanno soddisfacendo gli obiettivi imposti;

- Eseguendo un confronto tra l'anno 2012 e il 2018 si evidenzia un incremento delle emissioni di CO2 del 13,1%, completamente attribuibile ai trasporti urbani ed al settore terziario;
- Si riscontra un'emissione pro-capite di 3,6 tonnellate di CO2 nel 2012 e di 4,2 tonnellate di CO2 nel 2018.

Lo studio delle emissioni di CO2 o qualsiasi altro inquinante viene attuato non solo per riuscire ad applicare azioni d'intervento nei settori maggiormente emissivi con la finalità di ridurre l'inquinamento, ma anche come linee guida per il risparmio energetico.

Un esempio molto contemporaneo è l'applicazione delle politiche di efficientamento termico nel settore residenziale. Ad oggi si cerca sempre più di ridurre i consumi per il riscaldamento degli ambienti salvaguardando però il comfort generale dell'ambiente e preservando le IEQ (Indoor Environmental Quality)<sup>21</sup>.

Le azioni d'intervento che il Comune di Fermignano dovrà quindi attuare non saranno solo finalizzate alla riduzione di CO2 ma dovranno anche preservare il comfort per i loro utenti.

---

<sup>21</sup> <https://sftool.gov/learn/about/1/indoor-environmental-quality-ieq>

## BIBLOGRAFIA

Autore sconosciuto, 2017, Patto dei Sindaci, COMUNE DI CINGOLI, PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA

Disponibile su: [https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity\\_id=19537](https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity_id=19537)

Autore sconosciuto, 2017, Patto dei Sindaci, COMUNE DI FONTANELLA, PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA

Disponibile su: [https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity\\_id=20098](https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity_id=20098)

Autore sconosciuto, 2016, Patto dei Sindaci, COMUNE DI PAVONE DEL MELLA, PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA

Disponibile su: [https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity\\_id=19650](https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity_id=19650)

Autore sconosciuto, 2020, Patto dei Sindaci, COMUNE DI URBINO, PIANO D'AZIONE PER IL CLIMA E L'ENERGIA SOSTENIBILE DEL COMUNE DI URBINO

Disponibile su:

[https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc\\_covenant/documents/8/3CggBS2S0LpxwNk9jc69Iy4IPEpKuyg\\_.pdf](https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc_covenant/documents/8/3CggBS2S0LpxwNk9jc69Iy4IPEpKuyg_.pdf)

Caserini Stefano, 2011, Pietro Gaifami, Marco Moretti, STIMA DELLE PERCORRENZE DI AUTOMOBILI, MEZZI LEGGERI, MEZZI PESANTI E MOTOCICLI IN FUNZIONE DELL'ETÀ

Disponibile su:

[http://groupware.sinanet.isprambiente.it/expert\\_panel/library/ept16/caserini\\_percorrenze](http://groupware.sinanet.isprambiente.it/expert_panel/library/ept16/caserini_percorrenze)

Ciccarello Anna, Anno accademico 2010-2011, ANALISI DEI FATTORI DI EMISSIONE DI CO2 DA TRAFFICO STRADALE

Disponibile su:

[https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/26301/3/2011\\_10\\_CICCARELLO.pdf](https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/26301/3/2011_10_CICCARELLO.pdf)

Dellasanta Luca, Anno accademico 2019/2020, LINEE GUIDA PER LA COMPILAZIONE DEL PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA DA PARTE DEI COMUNI ADERENTI AL PATTO DEI SINDACI

ISPRA, Rapporti 124/2010, Antonella Bernetti, Riccardo De Lauretis, Gianluca Iarocci, Francesca Lena, Renato Marra Campanale, Ernesto Taurino, TRASPORTO SU STRADA, INVENTARIO NAZIONALE DELLE EMISSIONI E DISAGGREGAZIONE PROVINCIALE

Disponibile su: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00007500/7510-trasporto-strada-concopertina-xweb.pdf/>

ISPRA, rapporti 277/2017, Roberta Vigni, Marina Colaiezzi, Mario Contaldi, Franco Desiato, Walter Perconti, Paola Mercogliano, Giuliana Barbato, Umberto Berzero, Michela Lavelli, Maurizio Riva, Paola Faggian, Partecipanti al sottogruppo HDD/CDD, CONSUMI ENERGETICI E HEATING DEGREE DAYS (HDD) A CONFRONTO. PROIEZIONI AL 2050 DEGLI HDD IN DIFFERENTI SCENARI CLIMATICI

Disponibile su:

[https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R\\_277\\_17\\_Consumi\\_energetici\\_HDD.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/R_277_17_Consumi_energetici_HDD.pdf)

Unione Europea, 2010, Paolo Bertoldi, Damian Bornás Cayuela, Suvi Monni, Ronald Piers de Raveschoot LINEE GUIDA "COME SVILUPPARE UN PIANO DI AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE – PAES"

Disponibile su: [https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap\\_guidelines\\_it-2.pdf](https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf)