



EUROGEO s.n.c.

Via Giorgio e Guido Paglia, n° 21 – 24122 **BERGAMO** – e-mail: bergamo@eurogeo.net
Tel. +39 035 248689 – +39 035 271216 – Fax +39 035 271216

REL. LM02-PAES 17/02/2015

Comune di Cavernago

Via Papa Giovanni, XXIII n. 24 – 24050 Cavernago (BG)



PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE



Relazione tecnica

Bergamo, febbraio 2015



SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1	Normativa europea	5
2.2	Normativa nazionale	7
2.3	Normativa regionale.....	8
3	II PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE	9
3.1	Il PAES e le sue finalità.....	9
3.2	Le fasi del PAES.....	10
4	LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	12
4.1	Il Piano Territoriale Regionale	12
4.2	Piano Energetico Regionale (PER) e Piano d'Azione per l'Energia (PAE)	13
4.3	Il Piano d'Azione Ambientale Provinciale	15
4.4	Il Piano di Governo del Territorio.....	15
5	QUADRO CONOSCITIVO	17
5.1	Inquadramento territoriale	17
5.2	Popolazione e società.....	18
5.2.1	<i>Dinamiche demografiche</i>	18
5.2.2	<i>Caratterizzazione energetica dell'edificato</i>	19
5.2.3	<i>Parco veicolare</i>	20
6	QUALITA' DELL'ARIA	22
6.1	Inquinanti atmosferici.....	22
6.1.1	<i>Campagne di Monitoraggio dell'aria</i>	30
7	INVENTARIO DELLE EMISSIONI	35
7.1	Consumi energetici (anno 2005)	36
7.1.1	<i>Analisi per settore</i>	39
7.2	Quantificazione degli obiettivi del PAES.....	44
8	AZIONI INTRAPRESE NEL PERIODO 2005-2014	45
8.1	Produzione locale di energia elettrica.....	46
8.1.1	<i>Fotovoltaico</i>	46
8.1.2	<i>Impianto della Società Agricola Malpaga s.r.l.</i>	48
8.1.3	<i>Discarica rifiuti in località Biancinella</i>	49
9	SCENARI DI SVILUPPO	51



10 LE AZIONI.....	53
10.1 Settore informazione/divulgazione	54
10.2 Settore pubblico	59
10.3 Settore residenziale	64
10.4 Settore terziario	70
10.5 Settore mobilità	73
11 MONITORAGGIO DELLE AZIONI DI PIANO.....	75



1 PREMESSA

Con Delibera del Consiglio Comunale n. 18 del 26/06/2014 il Comune di Cavernago ha aderito al Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) per l'energia sostenibile. Si tratta di un'iniziativa promossa dalla Commissione Europea che ha come destinatari le autorità locali ed i loro cittadini per assumere la direzione della lotta contro il riscaldamento globale. Ogni firmatario del Patto dei Sindaci assume un impegno volontario ed unilaterale per andare oltre gli obiettivi dell'Unione europea (EU) in termini di riduzione in emissioni di CO₂ puntando a ridurre le loro emissioni di CO₂ più del 20% entro il 2020 attraverso azioni di energia efficiente e di energia rinnovabile.

A tal fine, le autorità locali si sono impegnate a:

- Predisporre un Inventario delle emissioni (BEI Baseline Emission Inventory);
- Predisporre, entro l'anno successivo all'adesione al Patto dei Sindaci, un Piano d'Azione dell'Energia Sostenibile (SEAP) approvato dal Consiglio Comunale che delinei le misure e le politiche che saranno sviluppate per realizzare i loro obiettivi;
- Pubblicare ogni due anni dopo la predisposizione del SEAP, un report di attuazione che riporti il grado di avanzamento della realizzazione dei programmi e i risultati provvisori;
- Promuovere le loro attività e coinvolgere i propri cittadini per la realizzazione di Giornate dell'energia locale;
- Diffondere il messaggio del Patto dei sindaci, incoraggiando altre autorità locali ad aderirvi e contribuendo alla realizzazione di eventi.

Su incarico del Comune di Cavernago si è provveduto alla redazione del Piano d'Azione dell'Energia Sostenibile (SEAP), il documento che analizza a livello comunale la tipologia e la quantità delle emissioni di CO₂, le strategie e gli interventi per la loro riduzione e valuta la possibilità di produzione di energia da fonti rinnovabili.



2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa europea

Nel marzo 2007 il Consiglio europeo ha approvato una strategia comune su energie rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra, intraprendendo un percorso comune per la lotta ai cambiamenti climatici e le politiche energetiche.

La *strategia "20-20-20"* ha individuato a livello europeo tre obiettivi da raggiungere entro il 2020:

- ✓ ridurre i gas ad effetto serra del 20% (o del 30% in caso di accordo internazionale);
- ✓ ridurre i consumi energetici del 20% aumentando l'efficienza energetica;
- ✓ soddisfare il 20% del fabbisogno energetico europeo con le energie rinnovabili.

Nel dicembre 2008 è stato approvato il *Pacchetto Clima ed Energia*, che comprende sei nuovi strumenti legislativi europei volti a tradurre in pratica gli obiettivi al 2020:

- ✓ Direttiva 2009/28/EC *Direttiva Fonti Energetiche Rinnovabili (ETS)*: mira ad istituire un quadro comune per la produzione e la promozione di energia a partire da fonti rinnovabili. Per ciascuno Stato membro è stato fissato un obiettivo per la quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia entro il 2020. Per quanto riguarda il settore dei trasporti, la quota di energia da fonti rinnovabili deve essere pari almeno al 10% del consumo finale di energia entro il 2020.
- ✓ Direttiva 2009/29/EC *Direttiva Emission Trading*: perfeziona il sistema di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra all'interno dell'Unione Europea delineato nella Direttiva 2009/87/EC.
- ✓ Direttiva 2009/30/EC: *Direttiva sulla qualità dei carburanti*: richiede ai fornitori di ridurre, entro il 31 dicembre 2020, fino al 10% le emissioni di gas serra in atmosfera per unità di energia prodotte durante il ciclo di vita dei carburanti e dell'energia fornita, rispetto alla quantità di gas serra prodotti nel medesimo ciclo di vita nel 2010.



- ✓ Direttiva 2009/31/EC: *Direttiva Carbon Capture and Storage – CCS*: regola a livello europeo la sperimentazione e lo sviluppo su scala industriale di progetti di cattura, trasporto e stoccaggio di biossido di carbonio.
- ✓ Decisione 2009/406/EC: *Decisione Effort Sharing*: stabilisce un obiettivo di riduzione delle emissioni nei settori trasporti, edifici, agricoltura e rifiuti, pari al 10% al 2020 sui livelli del 2005;
- ✓ Regolamento 2009/443/EC: *Regolamento CO₂ Auto*: definisce le norme che limitano le emissioni di CO₂ delle autovetture nuove. Il limite stabilito dal regolamento corrisponde a 130g di CO₂/km. A partire dal 2020 questo livello dovrà scendere a 95g di CO₂/km.

Nel marzo 2013 la Commissione Europea ha avviato il dibattito per la sua revisione al fine di riformulare il quadro normativo e di fornire uno scenario certo per gli investitori con un orizzonte temporale al 2030.

Il quadro normativo delineato dal *Pacchetto Clima ed Energia* è completato ed integrato da altri provvedimenti legislativi di settore:

- ✓ Direttiva 2003/87/CE: “istituisce” per le attività di combustione energetica, produzione e trasformazioni dei metalli ferrosi e lavorazioni di prodotti minerali, “un sistema di scambio di quote di emissioni dei gas effetto serra, all’interno dell’Unione Europea al fine di promuovere la riduzione di dette emissioni secondo criteri di efficacia dei costi ed efficienze energetica”. La finalità è quella di “rendere alla fine dell’anno un numero di quote d’emissione pari alle emissioni di gas serra rilasciate durante l’anno”.
- ✓ Direttiva 2006/32/CE: mira a “rafforzare il miglioramento dell’efficienza degli usi finali dell’energia sotto il profilo costi/benefici fornendo gli obiettivi indicativi, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico necessari ad eliminare le barriere che ostacolano un efficiente uso finale dell’energia, creando le condizioni per lo sviluppo e la promozione di altre misure di miglioramento dell’efficienza energetica degli utenti finali”. La norma definisce il ruolo pubblico nei confronti del privato: essa dovrebbe assicurare “misure per il miglioramento dell’efficienza energetica privilegiando quelle efficaci sotto il profilo costi/benefici che generano il maggiore risparmio energetico nel minore lasso di tempo”.



- ✓ Direttiva 2009/33/CE: ha la finalità di promuovere “lo sviluppo di un mercato dei veicoli puliti e a basso consumo energetico”. Gli enti pubblici dovranno “tener conto, al momento di aggiudicare appalti pubblici per veicoli adibiti al trasporto, dell’impatto di tali veicoli, nell’arco della loro vita utile, in termini di consumo energetico, emissioni di CO₂ e altre sostanze inquinanti”.

2.2 Normativa nazionale

L’Italia, quale membro della Comunità Europea, non si è limitata a recepire le direttive comunitarie, ma si è impegnata a fornire adeguati strumenti normativi al fine di perseguire gli obiettivi del *Pacchetto Clima Energia*.

Si citano:

- ✓ L. 10/1991: contiene *le norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia* e disciplina i consumi di energia negli edifici pubblici e privati (qualunque ne sia la destinazione d’uso), l’esercizio e la manutenzione degli impianti esistenti.
- ✓ D.Lgs. 192/2005: integrato con il D.Lgs. 311/2006 ed attuato mediante il regolamento di cui al D.P.R. 59/2009 recepisce la Direttiva 2002/91/CE “stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione, l’integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal Protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico”.
- ✓ D.Lgs. 28/2011: unitamente al Piano d’Azione per le Energie Rinnovabili recepisce la Direttiva 2009/28/CE riguardante la promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili. “Definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti”.



- ✓ D.Lgs. 115/2008: unitamente al Piano d’Azione per l’Efficienza Energetica recepisce la Direttiva 2006/32/CE. La norma vuole contribuire al miglioramento della sicurezza dell’approvvigionamento energetico e alla tutela dell’ambiente attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, stabilendo un quadro di misure volte al miglioramento dell’efficienza degli usi finali dell’energia sotto il profilo costi e benefici.

2.3 Normativa regionale

La Regione Lombardia è soggetto attivo delle politiche di riduzione delle emissioni di gas effetto serra, dell’uso e sviluppo di fonti energetiche rinnovabili e del miglioramento dell’efficienza energetica degli edifici.

Nel 2003 la Regione Lombardia ha approvato con D.G.R. VII/12467/2003 il Programma Energetico Regionale (PER), reso operativo con il Piano d’Azione per l’energia (PAE) approvato con D.G.R. 8/4916/2007 ed integrato dal Piano per la Lombardia Sostenibile con D.G.R. VIII/11420/2010. Questi strumenti normativi integrano il quadro già delineato in precedenza:

- ✓ L.R. 24/2006: contiene le norme per ridurre le emissioni in atmosfera e per migliorare la qualità dell’aria ai fini della protezione della salute e dell’ambiente, attuando le Direttive Comunitarie 96/62/CE e 1999/30/CE.
- ✓ L.R. 3/2011: l’art. 17 integra quanto specificato nella L.R. 26/2003 e dettaglia specifici interventi al fine di ridurre le emissioni in atmosfera, tutelare l’ambiente e la salute pubblica.
- ✓ D.G.R. VIII/5018 e s.m.i.: recependo il D.lgs. 192/2005 e gli art. 9 e 25 della L.R. 24/2006 definisce i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici, valorizza il ruolo della certificazione energetica e istituisce un catasto energetico. Specifica inoltre i requisiti per l’accreditamento all’elenco regionale dei certificatori, le procedure di calcolo dell’Attestazione di Prestazione Energetica (APE) e della relazione tecnica ex L. 10/91.



3 II PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE

3.1 Il PAES e le sue finalità

Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) è il documento che specifica le modalità con cui i firmatari del Patto rispetteranno gli obiettivi che si sono prefissati per il 2020.

Partendo dai dati dell'Inventario di Base delle Emissioni (BEI) vengono identificati i settori di intervento, le modalità più idonee per raggiungere l'obiettivo di riduzione di CO₂, definite le misure concrete, i tempi e le responsabilità. I firmatari si impegnano a consegnare il proprio PAES entro un anno dall'adesione.

Il Patto dei Sindaci si concentra su interventi a livello locale nell'ambito delle competenze dell'autorità locale, mentre l'impegno dei firmatari copre il comprensorio di competenza dell'autorità locale (comune, città, regione).

Gli interventi del PAES dovrebbero riguardare sia il settore pubblico che quello privato. L'autorità locale può scegliere se definire l'obiettivo complessivo di riduzione delle emissioni di CO₂ come "riduzione assoluta" o "riduzione pro capite". Gli obiettivi principali riguardano gli edifici, le attrezzature, gli impianti e il trasporto pubblico. Il PAES include anche degli interventi relativi alla produzione locale di elettricità (energia fotovoltaica, eolica, cogenerazione, miglioramento della produzione locale di energia), generazione locale di riscaldamento/raffreddamento. Il PAES dovrebbe coprire quelle aree in cui le autorità locali possono influenzare il consumo di energia a lungo termine (come la pianificazione territoriale). Inoltre, dovrebbe incoraggiare il consumo di prodotti e servizi efficienti dal punto di vista energetico (appalti pubblici) e stimolare un cambiamento nelle modalità di consumo (lavorando con i cittadini e gli stakeholder).

Al contrario, quello industriale non è uno dei settori-obiettivo chiave del Patto dei Sindaci, per cui l'autorità locale può scegliere se includere o meno degli interventi in questo settore. In ogni caso, gli impianti coperti dall'ETS (Sistema europeo per lo scambio di quote di emissione di CO₂) devono essere esclusi, a meno che non siano stati compresi dalle autorità locali in piani precedenti.



3.2 Le fasi del PAES

La redazione del PAES può essere sinteticamente suddivisa in quattro fasi, così come dettagliato

1. Fase iniziale: rappresenta il primo step del processo con l'individuazione dei soggetti coinvolti, delle loro funzioni e responsabilità. Si distinguono ulteriormente:
 - Sottoscrizione Patto dei Sindaci e motivazione dell'intero procedimento;
 - Individuazione della struttura organizzativa (responsabili, gruppi di lavoro ecc.);
 - Individuazione dei soggetti interessati (stakeholder).

2. Fase di pianificazione: è la fase centrale elaborativa che prevede la definizione dell'inventario delle emissioni di riferimento (BEI) e quindi dell'obiettivo di riduzione delle emissioni e del Piano di Azione (PAES) da raggiungere entro il 2020. Si articola in:
 - Redazione del Baseline Emission Inventory (BEI);
 - Individuazione delle opportunità;
 - Definizione degli interventi;
 - Elaborazione ed approvazione del piano (PAES) da parte del Consiglio Comunale

3. Fase di attuazione: è la concretizzazione dell'intero processo grazie alla realizzazione degli interventi previsti dal PAES; un ruolo fondamentale è giocato dai finanziamenti e dalla Provincia come struttura di supporto e di coordinamento delle iniziative.
 - Piano di fattibilità ed eventuali finanziamenti
 - Individuazione degli strumenti per la realizzazione (bandi, finanziamento tramite terzi ...)
 - Realizzazione degli interventi

4. Fase di monitoraggio: verifica delle iniziative intraprese nel tempo e della loro efficacia in termini di variazione delle emissioni comunali, il cui inventario va aggiornato (MEI) con lo scopo di verificare l'avvicinamento/allontanamento dall'obiettivo e quindi la messa in campo di eventuali azioni correttive. Si articola in:



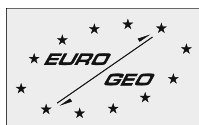
- Aggiornamento periodico dell'inventario delle emissioni (MEI)
- Quantificazione del beneficio ottenuto con gli interventi
- Verifica ed eventuale ripianificazione

Il procedimento del PAES è scandito da quattro distinti momenti temporali:

- Firma del Patto (che stabilisce l'inizio del processo);
- Sottomissione del PAES all'UE (che deve essere consegnato entro un anno dalla firma del Patto, previa approvazione del documento);
- Approvazione del PAES da parte dell'UE;
- Invio dei rapporti di monitoraggio all'UE (che deve avvenire almeno ogni due anni dall'approvazione del PAES).



Figura 1: Schema semplificato del processo di realizzazione del PAES.



4 LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

Il PAES ha la finalità di dettagliare il quadro conoscitivo riguardante gli aspetti energetici, trattati nei documenti di programmazione locale (P.G.T.) e sovralocale (provinciale e regionale).

4.1 Il Piano Territoriale Regionale

Il Piano Territoriale Regionale è stato approvato con deliberazione del 19/01/2010, n.951, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n.6, 3° supplemento Straordinario dell'11 febbraio 2010. Il P.T.R. ha efficacia dal 17 febbraio 2010.

Il Documento di Piano del P.T.R. identifica tre macro obiettivi, quali basi delle politiche territoriali lombarde per il perseguimento dello sviluppo sostenibile, e 24 obiettivi. I macro obiettivi sono:

- ✓ rafforzare la competitività dei territori della Lombardia;
- ✓ riequilibrare il territorio lombardo;
- ✓ proteggere e valorizzare le risorse della regione.

Alcuni degli obiettivi del P.T.R. si focalizzano anche sulle tematiche del contenimento delle emissioni e su un più efficiente utilizzo delle risorse naturali ed energetiche (Tabella 1).

TABELLA 1: STRALCIO DEGLI OBIETTIVI GENERALI DEL P.T.R. DELLA REGIONE LOMBARDIA.

Obiettivi generali del P.T.R.	
5	Migliorare la qualità e la vitalità dei contesti urbani e dell'abitare nella sua accezione estensiva di spazio fisico, relazionale, di movimento e identitaria (contesti multifunzionali, accessibili, ambientalmente qualificati e sostenibili, paesaggisticamente coerenti e riconoscibili) attraverso: [..] - la riduzione del fabbisogno energetico degli edifici; [..]
7	Tutelare la salute del cittadino, attraverso il miglioramento della qualità dell'ambiente, la prevenzione e il contenimento dell'inquinamento delle acque, acustico, dei suoli, elettromagnetico, luminoso e atmosferico.
16	Tutelare le risorse scarse (acqua, suolo e fonti energetiche) indispensabili per il perseguimento dello sviluppo attraverso l'utilizzo razionale e responsabile delle risorse anche in termini di risparmio, l'efficienza nei processi di produzione ed erogazione, il recupero e il riutilizzo dei territori degradati e delle aree dismesse, il riutilizzo dei rifiuti.



17	Garantire la qualità delle risorse naturali e ambientali, attraverso la progettazione delle reti ecologiche, la riduzione delle emissioni climalteranti ed inquinanti, il contenimento dell'inquinamento delle acque, acustico, dei suoli, elettromagnetico e luminoso, la gestione idrica integrata.
18	Favorire la graduale trasformazione dei comportamenti, anche individuali, e degli approcci culturali verso un utilizzo razionale e sostenibile di ogni risorsa, l'attenzione ai temi ambientali e della biodiversità, paesaggistici e culturali, la fruizione turistica sostenibile, attraverso azioni di educazione nelle scuole, di formazione degli operatori e di sensibilizzazione dell'opinione pubblica.
22	Responsabilizzare la collettività e promuovere l'innovazione di prodotto e di processo al fine di minimizzare l'impatto delle attività antropiche sia legate alla produzione (attività agricola, industriale, commerciale) che alla vita quotidiana (mobilità, residenza, turismo).

4.2 Piano Energetico Regionale (PER) e Piano d'Azione per l'Energia (PAE)

La Regione Lombardia ha approvato con D.G.R. VII/12467/2003 il Programma Energetico Regionale (PER), reso operativo con il Piano d'Azione per l'energia (PAE) approvato con D.G.R. 8/4916/2007 ed integrato dal Piano per la Lombardia Sostenibile con D.G.R. VIII/11420/2010.

Il Programma Energetico Regionale fornisce indicazioni circa le modalità per il raggiungimento degli obiettivi di incremento delle fonti rinnovabili e di diffusione del teleriscaldamento e degli impianti di cogenerazione, soprattutto per quelli alimentati a biomasse. Esso vuole rappresentare un supporto a disposizione dell'Ente di governo locale per meglio dirigere la sua azione nei seguenti campi:

- ✓ la definizione di nuove norme e regolamenti a sostegno del mondo dell'energia e dei suoi attori ed utenti;
- ✓ la destinazione e l'impiego delle risorse finanziarie disponibili;
- ✓ i contenuti dell'informazione rivolta agli operatori economici ed alle famiglie;
- ✓ la promozione di iniziative innovative a sostegno di nuove tecnologie e modelli gestionali;
- ✓ il sostegno alla ricerca scientifica.

Il Piano d'Azione per l'Energia (e il suo aggiornamento del 2008) dettaglia gli indirizzi di politica energetica regionale collegati a misure ed azioni da effettuare nel breve e medio periodo. Il documento è stato formulato a seguito dell'aggiornamento del bilancio energetico del territorio regionale, avvenuto nel 2004, dal quale sono emerse



nuove criticità del sistema energetico e ambientale lombardo, rispetto alle analisi effettuate nel 2000 che avevano portato ad elaborare le misure contenute nel PER del 2003 (Piano Energetico Regionale). Il mutato contesto produttivo, ambientale e sociale ha reso necessario un adeguamento di quelle misure non solo sul piano regionale, ma anche a livello Europeo e internazionale.

Gli obiettivi del PAE sono così sintetizzabili:

- ✓ ridurre il costo dell'energia per contenere le spese delle famiglie e per migliorare la competitività del sistema delle imprese;
- ✓ diminuire le emissioni che inquinano e alterano il clima, rispettando le particolarità del territorio e dell'ambiente entro il quale vengono previsti gli interventi, secondo le linee del protocollo di Kyoto;
- ✓ promuovere la crescita competitiva delle industrie legate all'innovazione tecnologica nel settore dell'energia;
- ✓ tutelare la salute dei cittadini e curare gli aspetti sociali legati alle politiche energetiche.

Per raggiungere questi obiettivi nel PAE è stato ricostruito il bilancio energetico regionale rappresentativo del nuovo contesto energetico lombardo sia dal punto di vista dei consumi che della produzione di energia.

Il Piano per la Lombardia Sostenibile si pone l'obiettivo a lungo termine la diminuzione delle emissioni di carbonio in conformità agli obiettivi prospettati dal Piano sul Clima dell'Unione Europea. Basato sulla condivisione degli impegni e degli oneri per raggiungere gli obiettivi nazionali, esso individua un criterio metodologico e alcuni parametri che possono consentire l'attribuzione regionale di target di riferimento.

Il Piano per la Lombardia Sostenibile vuole garantire lo sviluppo minimizzando i consumi e le relative emissioni, promuovendone la sostenibilità.



4.3 Il Piano d'Azione Ambientale Provinciale

Il Piano d'Azione Ambientale della Provincia di Bergamo è un programma che contiene gli obiettivi per lo sviluppo sostenibile del territorio. Tale documento contiene le azioni specifiche da porre in campo per il raggiungimento degli obiettivi per lo sviluppo sostenibile del territorio. Il P.d.A.A. individua inoltre gli attori locali coinvolti nella realizzazione delle specifiche azioni, le risorse necessarie al raggiungimento degli obiettivi prefissati, la tempistica di riferimento.

Alcuni degli obiettivi del P.T.R. si focalizzano anche sulle tematiche del contenimento dei consumi energetici e delle emissioni (Tabella 2).

TABELLA 2: STRALCIO DEGLI OBIETTIVI GENERALI DEL P.D.A.A.

Energia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perseguimento del soddisfacimento del fabbisogno di energia nel quadro della più generale pianificazione energetica regionale, avendo cura di garantire la sostenibilità ambientale di eventuali nuovi impianti, con una adeguata e razionale ripartizione nel territorio in accordo con le più complesse politiche di programmazione territoriale
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riduzione dei consumi energetici delle attività presenti sul territorio
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento dell'efficienza energetica degli edifici, dei veicoli e degli elettrodomestici
Mobilità sostenibile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Attuazione di Interventi finalizzati alla promozione di una mobilità urbana sostenibile
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promozione dell'uso della bicicletta come mezzo di trasporto alternativo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promozione dell'uso del Trasporto Pubblico Locale

4.4 Il Piano di Governo del Territorio

Il Comune di Cavernago ha approvato il P.G.T. con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 15 del 05/06/2013. Come previsto dalla L.R. 12/2005, lo strumento urbanistico propone la gestione complessiva del governo del territorio, improntata a una logica della sostenibilità ambientale, misurabile e monitorata attraverso l'uso d'indici e indicatori, nonché verso un'efficienza economica e gestionale, impostata sugli strumenti informatici (Sistema Informativo Territoriale, SIT).

Il Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) si articola in tre parti:

- ✓ il Documento di Piano (D.d.p., atto strategico);
- ✓ il Piano delle Regole (P.d.R., territorio costruito e da costruire);



- ✓ il Piano dei Servizi (P.d.S., le scelte rivolte alla comunità).

Il Documento di Piano costruisce ed organizza le componenti fondamentali della struttura del territorio, articolandosi in quattro serie di “sistemi” (residenziale, produttivo, dei servizi e della mobilità, ambientale), ciascuno dei quali è riferito alle singole tematiche urbanistiche che risultano fondamentali per garantire un corretto sviluppo socio-economico della Comunità e per la costruzione di adeguate strategie di organizzazione territoriale e di efficaci azioni per la sua corretta attuazione.

Per ogni sistema sono previsti degli obiettivi specifici e delle azioni in grado di realizzarli così come sintetizzato nel Rapporto Ambientale della Valutazione Ambientale Strategica si supporto al P.G.T. In particolare il D.d.p. si pone l’obiettivo di Incentivare la realizzazione di interventi di classe energetica adeguata (OB. 1.9) e la creazione di una rete di mobilità sostenibile (OB. 3.12).

Rimandi riguardanti il contenimento dei consumi energetici e delle emissioni in atmosfera sono riportati anche nelle N.T.A. del Piano delle Regole; in particolare il punto a) *specifiche edilizie* dell’art. 21 *Normative tecniche costruttive di dettaglio* specifica che *“gli interventi di trasformazione edilizia e urbanistica devono inoltre rispettare le prescrizioni tecniche contenute nelle diverse e varie normative di settore, nonché quelle specifiche in materia, ad esempio, di abbattimento delle barriere architettoniche, di contenimento dei consumi energetici, di sicurezza degli ambienti di lavoro, di prevenzione incendi, ecc.”*.

L’art. 40 *Impianti per la produzione di energie rinnovabili* vieta *“la realizzazione di impianti di tipo produttivo finalizzato alla produzione di energia rinnovabile, di qualsiasi genere, ad eccezione di impianti fotovoltaici, solari termici o geotermici (fatti salvi quegli impianti per la quantità di produzione di energia necessaria per l’immobile), all’interno dell’ambito dell’area del Perimetro del Centro Abitato, e nel raggio di almeno 200 ml di qualsiasi edificio a destinazione residenziale”*.



5 QUADRO CONOSCITIVO

5.1 *Inquadramento territoriale*

Il territorio del Comune di Cavernago è situato nel settore nord orientale della pianura bergamasca, a circa dodici chilometri a sud-est dal capoluogo orobico. Il territorio comunale si estende su una superficie complessiva di 7,46 kmq e confina a nord con Seriate e Grassobbio, ad est con Calcinate, a sud con Ghisalba, ad ovest con Zanica, Urgnano e Grassobbio. Verso ovest il territorio comunale è delimitato dal Fiume Serio che scorre con orientazione nord-sud.

L'area urbanizzata è concentrata nel settore centro-orientale: lungo l'ex S.S. 498 si sono infatti sviluppati il centro abitato e il polo produttivo-commerciale sito in corrispondenza dell'intersezione con la l'ex S.S. 573. Nel comparto residenziale si segnala la presenza di alcune attività produttive/artigianali: la Fonderia Ferrari e la Minali Macchine in Via Colleoni, l'Officina Meccanica Rota in Via Carducci. In Via Volta è stato autorizzato un impianto di produzione di energia elettrica ad olio vegetale grezzo.

La restante porzione di territorio comunale si caratterizza per la presenza di ampie aree agricole con piccoli insediamenti di tipo rurale. Compreso in quest'ambito, a sud del centro abitato, sorge l'antico borgo di Malpaga.

Il Comune di Cavernago è attraversato da quattro importanti arterie stradali:

- ✓ ex S.S. 498 *Soncinese*: collega il comprensorio di Bergamo-Seriate a Cremona e alla sua provincia.
- ✓ ex S.S. 573 *Ogliese*: si dirama dall'ex S.S. 498 a sud dell'abitato di Cavernago e prosegue in direzione sud-est collegando questo settore della pianura bergamasca alla Città di Brescia.
- ✓ S.P. 92: si dirama dall'ex S.S. 498 all'altezza della periferia nord del centro abitato collegando Cavernago a Bagnatica.
- ✓ S.P. 93: si dirama dall'ex S.S. 498 all'altezza della periferia sud del centro abitato collegando Cavernago a Calcinate.



- ✓ S.P. 96: l'infrastruttura viaria, ora declassata a strada comunale, attraversa in direzione nord-sud il territorio comunale, collegando la frazione di Malpaga alla S.S. 498 e al comune di Ghisalba.



Figura 2: Foto aerea del territorio comunale.

5.2 **Popolazione e società**

5.2.1 Dinamiche demografiche

La popolazione residente è in progressiva crescita e gli abitanti, al 31/01/2015, sono complessivamente 2.628, di cui 1.314 uomini e 1.314 donne (Fonte: Comune). I nuclei familiari sono 972.

Dal 2001 al 2013, il numero totale di residenti è aumentato in modo costante passando da 1.685 a 2.599 unità (circa il 54,2%) con un tasso di crescita medio annuo del 3,7% (Figura 3). Dal 2011 al 2014 il trend è leggermente diminuito attestandosi su valori annui compresi tra 1,2 e 2,2%.

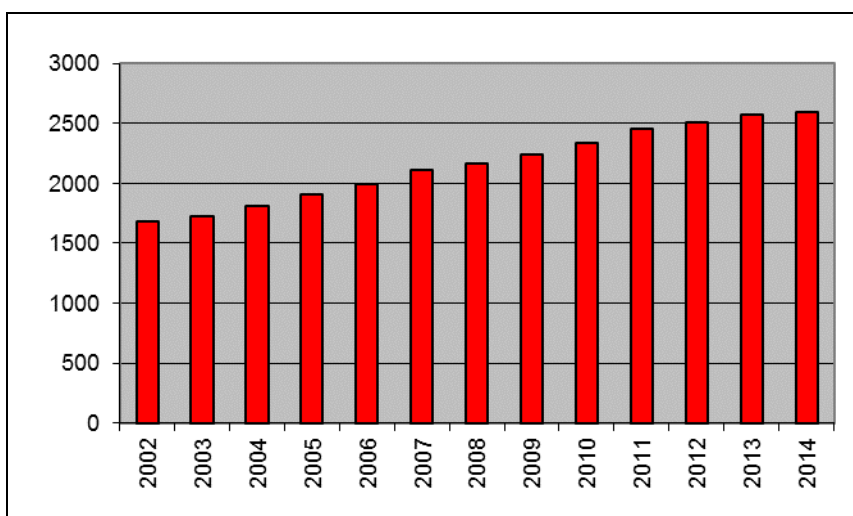


Figura 3: Popolazione censita dal 2001 al 2013 al 1 gennaio (Fonte :ISTAT).

Considerando solo il periodo 2010-2014 si ricava un trend medio annuo di circa 2,7% destinato probabilmente a diminuire leggermente (circa 2%) se la tendenza demografica del biennio 2013-2014 troverà conferma.

5.2.2 Caratterizzazione energetica dell'edificato

Le informazioni riguardanti le caratteristiche energetiche degli edifici sono state desunte dal Catasto Energetico CEER: i dati CENED pur non rappresentando la totalità degli edifici presenti nel territorio oggetto di studio (319), sono utili per descrivere almeno in parte l'edificato. La maggior parte delle unità abitative (circa il 25%) ricade in classe G, mentre solo il 3,45% ricade in classe energetica A.

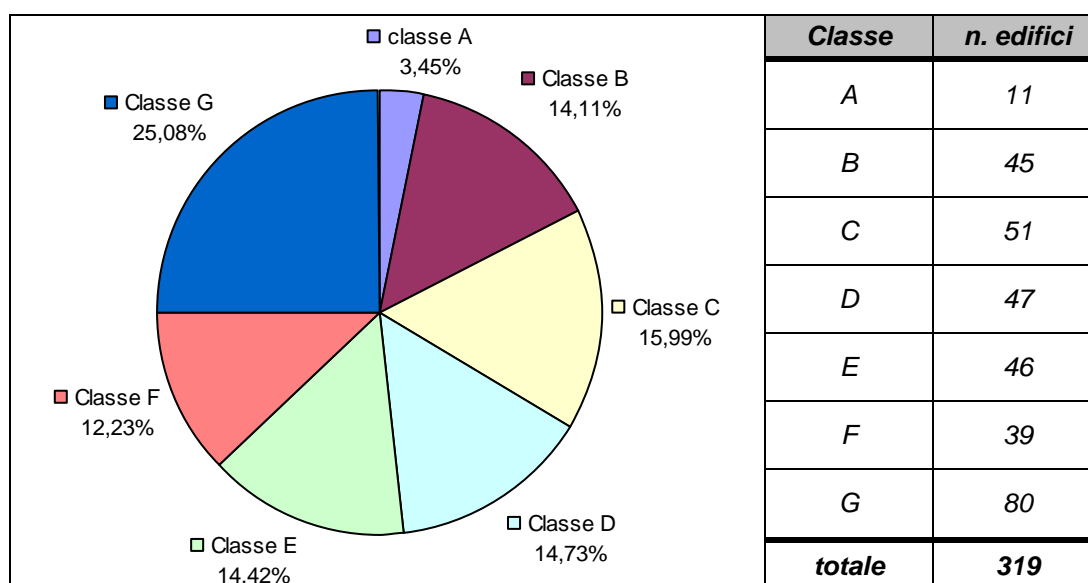
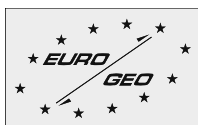


Figura 4: Classe energetica degli edifici di Cavernago (Fonte: CENED 2014).



Nel territorio di Cavernago sono inoltre attivi 895 impianti di riscaldamento (Fonte: Curit): il 95,9% ha potenza inferiore a 35 kW, il 2,6% potenza compresa tra 116,30 e 350,00 kW, l'1,2% tra 50,10 e 116,30 kW e lo 0,3% tra 35 e 50 kW.

5.2.3 Parco veicolare

Per quanto riguarda il parco veicolare, nel territorio oggetto di studio nel periodo compreso tra il 2007 ed il 2013 (Figura 5) si è assistito all'incremento del numero di veicoli circolanti di circa 11,9%. La crescita complessiva è legata principalmente all'aumento del numero delle autovetture, dei motocicli e degli autocarri per trasporto merci; deciso invece è il decremento del numero di motoveicoli e quadricicli speciali.

Le autovetture rappresentano la porzione preponderante del parco veicolare complessivo con percentuali comprese tra il 78,8% del 2007 ed 77,8% del 2013. La diminuzione in termini percentuali del numero di autovetture è compensata dall'aumento del numero di motocicli la cui percentuale relativa è passata dal 9,0% al 10,1%.

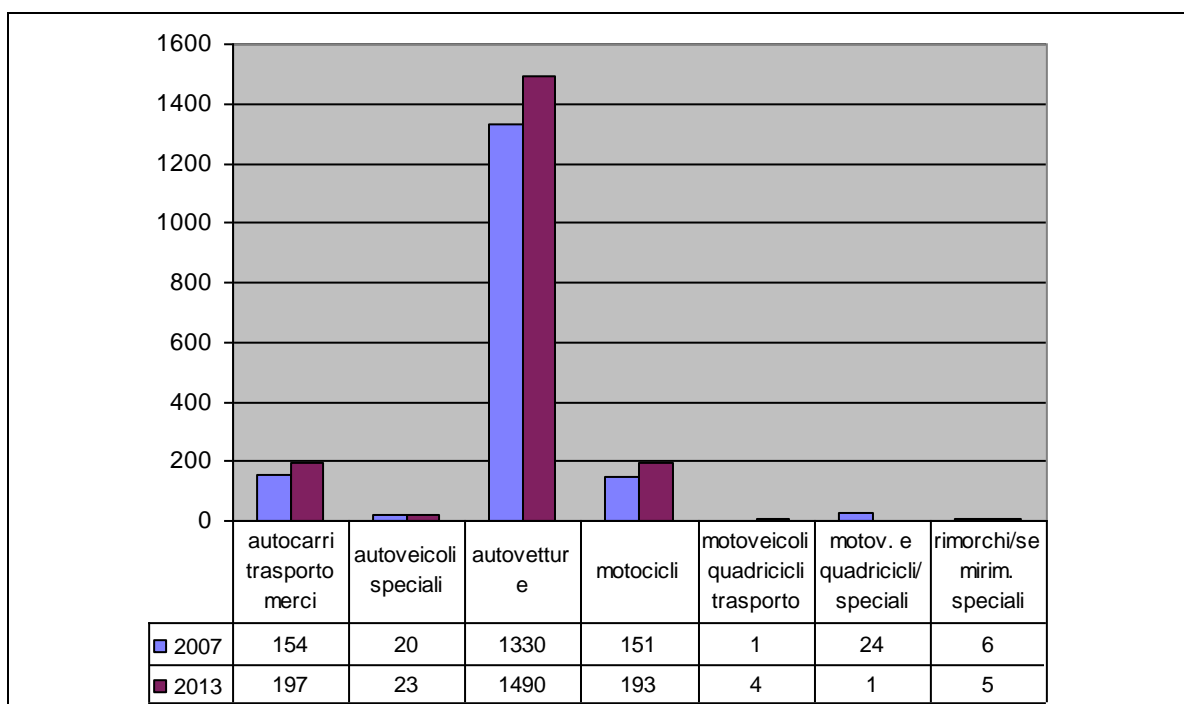


Figura 5: Parco veicolare del Comune di Cavernago (Fonte: ACI).

Un ultimo elemento preso in considerazione è la classificazione delle autovetture circolanti in funzione della classe di omologazione (Figura 6), che recepisce la direttiva europea relativa ai limiti di emissione di inquinanti atmosferici. Il numero dei



veicoli Euro 5 ed Euro 6 rappresenta una discreta quota rispetto al totale (19,26%), mentre i mezzi Euro 4 rappresentano la percentuale maggiore (38,46%). Non influente la percentuale di mezzi Euro 2, Euro 1 ed Euro 0 (immatricolati prima del 1 gennaio 2001) che complessivamente rappresentano il 22,14% delle automobili circolanti.

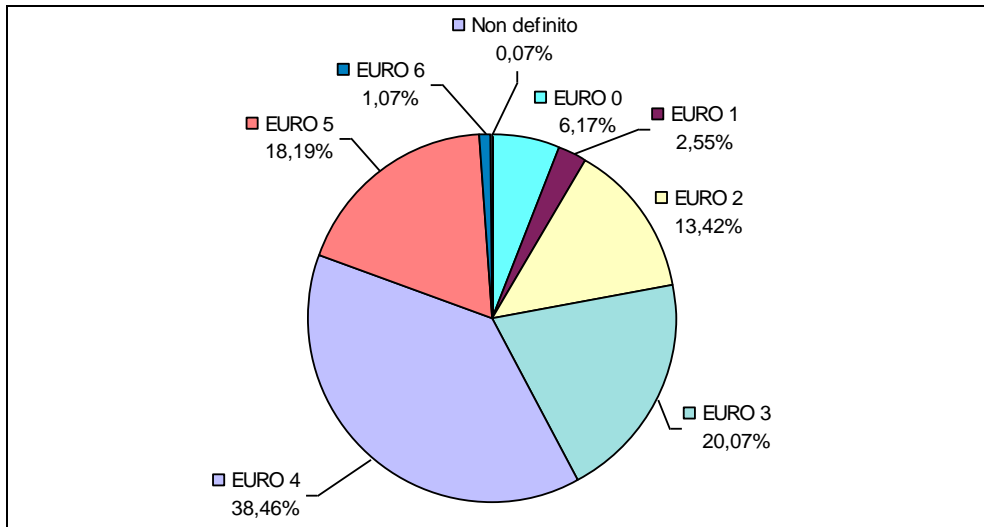


Figura 6: Suddivisione delle autovetture per classe di omologazione (Fonte: ACI, anno 2013).



6 QUALITA' DELL'ARIA

6.1 Inquinanti atmosferici

Dal punto di vista della qualità dell'aria, Cavernago rientra nella Zona A (pianura ad elevata urbanizzazione), secondo la nuova Zonizzazione della Regione Lombardia (Fig. 7 e Fig. 8) che, con D.G.R. n. IX/2605 del 30 novembre 2011, ha modificato quella precedente.

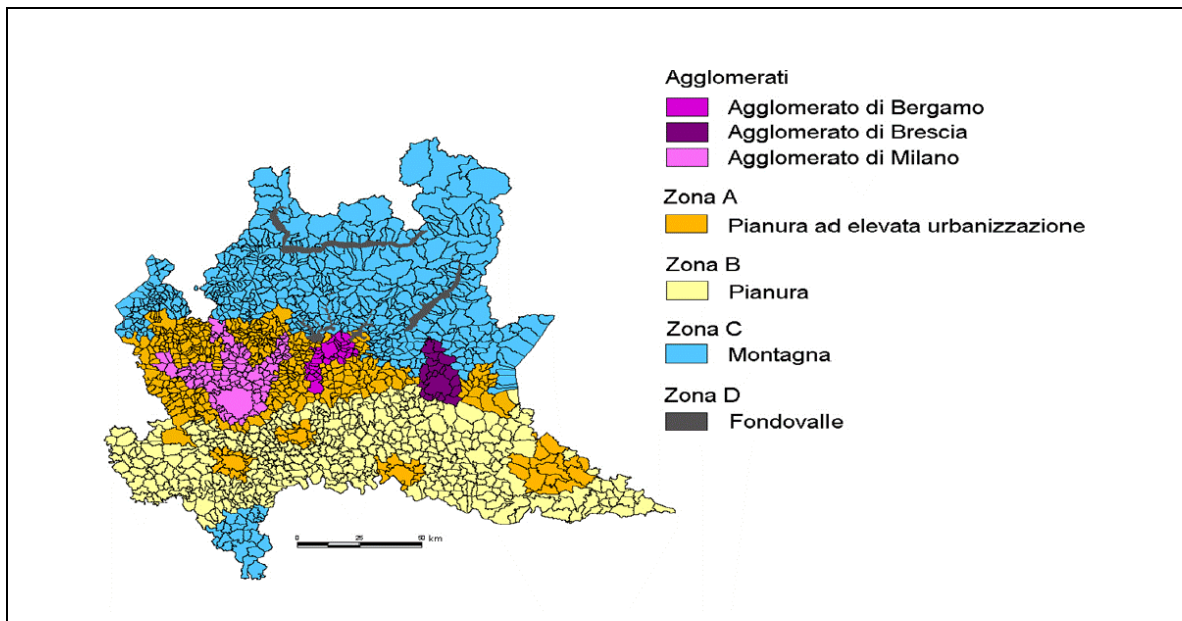


Fig. 7: Zonizzazione della Regione Lombardia per il monitoraggio della qualità dell'aria (tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono).

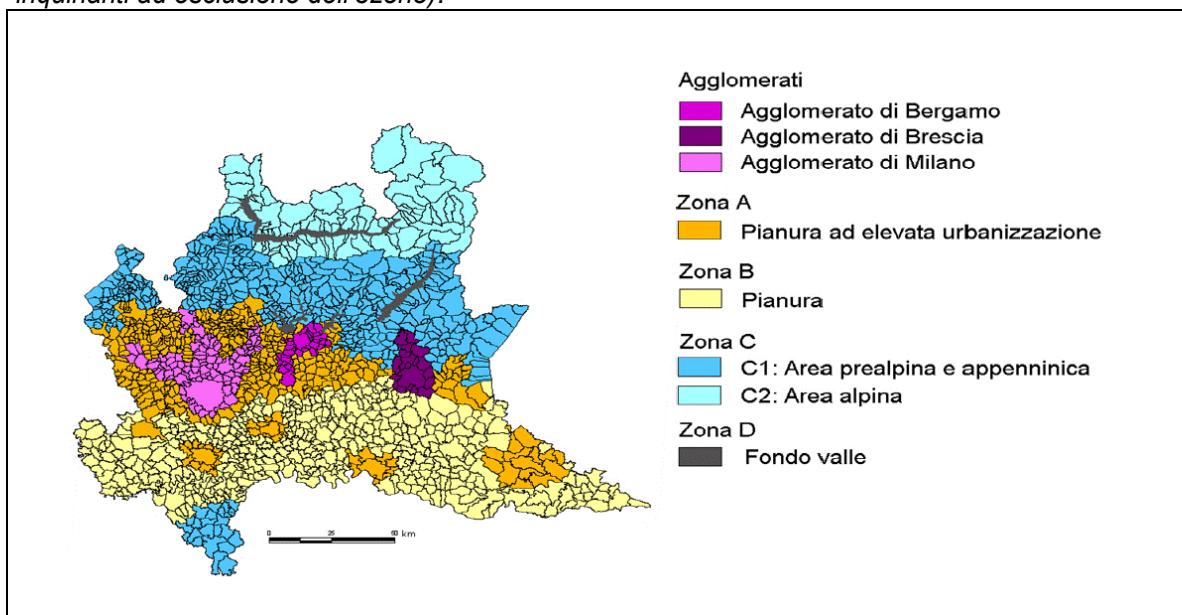


Fig. 8: Zonizzazione della Regione Lombardia per il monitoraggio dell'ozono.



I comuni appartenenti alla zona A rientrano nelle cosiddette “Zone critiche”, cioè la porzione di territorio regionale corrispondente agli agglomerati di Milano, Brescia e Bergamo con l’aggiunta dei capoluoghi di provincia della bassa pianura (Pavia, Lodi, Cremona e Mantova) e relativi Comuni di cintura appartenenti alla zona A.

Rientrano nella zona A le aree caratterizzate da:

- ✓ più elevata densità di emissioni di PM10 primario, NOX e COV;
- ✓ situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione)
- ✓ alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico.

La disciplina nazionale sull’inquinamento atmosferico ha subito una radicale riformulazione in forza del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, provvedimento messo a punto in base alla legge 15 dicembre 2004 n. 308 (recante "Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale") in vigore dal 29 aprile 2006.

Le cause dell’inquinamento atmosferico sono da individuare nell’immissione di sostanze prodotte dalle attività antropiche (produzione e utilizzo di combustibili fossili e carburanti, riscaldamenti, produzione industriale, estrazione dei minerali, incenerimento dei rifiuti, attività agricola).

La qualità dell’aria dipende anche dalle condizioni meteo climatiche; esse creano condizioni in parte favorevoli all’innestarsi di reazioni fotochimiche, all’accumulo o alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Al fine della valutazione della qualità dell'aria, il Decreto Ministeriale n. 60 del 2 aprile 2002 stabilisce per questi inquinanti dei criteri di valore limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente e di soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione breve e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire.



La Regione Lombardia attraverso l'ARPA monitora per mezzo della propria rete di misura, le concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici nelle maggiori città della Regione. Inoltre i dati relativi alle emissioni in atmosfera vengono elaborati dalla Regione Lombardia nell'*INventario delle Emissioni in ARia (INEMAR)* suddivisi per settore e per inquinante. La banca dati permette di stimare a livello di dettaglio comunale gli inquinanti emessi dalle principali fonti.

Nella Provincia di Bergamo il trasporto su strada costituisce una delle principali fonti di inquinamento per buona parte degli inquinanti e contribuisce a circa un terzo delle emissioni di CO₂ (30%) e a buona parte delle emissioni di NO_x (52%), PM₁₀ (33%) e CO (34%).

Per quanto riguarda le fonti emissive delle polveri sono da considerare come principali fonti di emissione insieme, al traffico anche le emissioni da combustione non industriali (tra cui anche legna e similari) per il PM_{2,5} (45%), PM₁₀ (38%) e PTS (34%).

Nella tabella seguente si riassumono brevemente i dati provinciali relativi alle fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle sostanze inquinanti considerate.

TABELLA 3: FONTI DI EMISSIONI PREDOMINANTI PER I PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI IN PROVINCIA DI BERGAMO (FONTE: ARPA BERGAMO, RSQA 2010).

Inquinante	Principali fonti di emissione
SO ₂	Processi produttivi industriali (20%), combustione nell'industriale (53%)
NO _x	Trasporto su strada (52%), combustione nell'industria (22%)
COV	Uso di solventi (36%), altre sorgenti e assorbimenti (26%)
CH ₄	Agricoltura (47%), processi di estrazione e di distribuzione dei combustibili (29%), trattamento e smaltimento dei rifiuti (19%).
CO	Combustione non industriale (37%), trasporto su strada (34%), processi produttivi (19%)
CO ₂	Trasporto su strada (30%), combustione non industriale e combustione industriale (complessivamente 52%)
N ₂ O	Agricoltura (68%)
NH ₃	Agricoltura (96%)
PM _{2,5} , PM ₁₀ e PTS	Trasporto su strada (dal 32 al 34%), combustioni non industriali (dal 34 al 35%).
CO ₂ eq	Combustioni, sia industriali che non industriali (45%), trasporto su strada (26%)
Precursori O ₃	Trasporto su strada (25%), uso di solventi (21%)
Tot Acidificanti	Trasporto su strada (22%), agricoltura (50%)



Dai risultati del monitoraggio della qualità dell'aria effettuato nel 2009 nel territorio provinciale, si è riscontrata una lieve tendenza al miglioramento della qualità dell'aria, almeno per gli inquinanti primari.

In generale si è rilevata una tendenza alla diminuzione per le concentrazioni dei tipici inquinanti da traffico, come il CO e l'NO₂, mentre gli inquinanti che non fanno riscontrare netti miglioramenti sono il PM₁₀ e l'O₃, che diventano così i principali responsabili dei numerosi episodi di superamento dei limiti di legge, sia nei mesi invernali (PM₁₀) sia nella stagione calda (O₃).

I dati rilevati confermano la stagionalità di alcuni inquinanti: SO₂, NO₂, CO, Benzene (C₆H₆), PM₁₀, hanno dei picchi centrati sui mesi autunnali ed invernali, quando il ristagno atmosferico causa un progressivo accumulo degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare e dagli impianti di riscaldamento.

L'O₃, tipico inquinante fotochimico, presenta un trend con un picco centrato sui mesi estivi, quando si verificano le condizioni di maggiore insolazione e di più elevata temperatura, che ne favorisce la formazione fotochimica.

Inoltre, mentre l'SO₂, l'NO₂ ed il CO hanno raggiunto nel quadriennio 2005-2008 il livello minimo dall'inizio delle osservazioni, l'O₃, dopo la fase di crescita tra il 1993 ed il 1997, ed il picco del 2003, è stazionario sui livelli più alti mai registrati dall'inizio delle osservazioni.

Il PM₁₀, invece, la cui misura è iniziata solo nel 2003, ha un trend molto altalenante con livelli molto simili in tutte le stazioni di misura della provincia di Bergamo e in diminuzione rispetto agli anni precedenti.

I dati INEMAR comunali (Tabella 4) sono stati elaborati al fine di definire i contributi dei diversi macrosettori alle emissioni in atmosfera sia in termini quantitativi che percentuali. L'identificazione delle sorgenti maggiormente responsabili delle emissioni permette di valutare meglio le scelte di intervento più idonee.



TABELLA 4: EMISSIONI NEL COMUNE DI CAVERNAGO RIFERITE ALL'ANNO 2010 (FONTE: INEMAR-REGIONE LOMBARDIA).

macrosettore	COV t	PM2.5 t	N2O t	SOST_AC kt	SO2 t	CH4 t	PTS t	BbF Kg	PM10 t	PrecO3 t	BaP kg
Combustione non industriale	1,94994	2,10517	0,12583	0,06615	0,1766 5	1,48114	2,25263	0,88753	2,14127	7,66894	0,9237
Combustione industriale	0,08864	0,01842	0,00574	0,01525	0,2045 9	0,0097	0,02878	0,008	0,02187	0,59292	0,0055
Processi produttivi	0,92245	0,00629	0	0	0	0	0,01758	0	0,00928	0,92245	0
Estrazione e distribuzione carburanti	0,47527	0	0	0	0	14,89419	0	0	0	0,68379	0
Uso di solventi	10,5249	0	0	0	0	0	0	0	0	10,52489	0
Trasporto su strada	5,90246	1,6133	0,21899	0,60422	0,0436 4	0,48576	2,68937	0,05444	2,13762	40,96858	0,04311
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,45077	0,16818	0,01302	0,0731	0,0095 7	0,00649	0,16818	0,00479	0,16818	4,67914	0,00288
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,57154	0,02851	0,09897	0,08616	0,0461 4	1410,678	0,02954	0	0,02866	24,26375	0
Agricoltura	44,1913	0,099	1,45009	0,59383	0	2,53175	0,28331	0	0,19828	44,6126	0
Altre sorgenti e assorbimenti	1,20308	0,12209	0,00036	0,00024	0,0018 1	0,0136	0,12209	0,00543	0,12209	1,23371	0,00632
Totale	66,2803	4,16096	1,913	1,43895	0,4824	1430,1	5,59148	0,96019	4,82725	136,15077	0,98151

BbF= Benzo(b)Fluorantene, BaP= Benzo(a)Pirene



TABELLA 5: EMISSIONI NEL COMUNE DI CAVERNAGO RIFERITE ALL'ANNO 2010 (FONTE: INEMAR-REGIONE LOMBARDIA).

macrosettore	EC t	BkF kg	NOX t	CO t	CO2 eq kt	OC t	lcdP kg	CO2 kt	NH3 t	IPA-CLTRP kg
Combustione non industriale	0,269	0,54467	2,67874	22,092	3,61988	1,129	0,66498	3,54981	0,04117	3,02112
Combustione industriale	0,004	0,00288	0,40394	0,103	0,34452	0,003	0,00275	0,34254	0,00123	0,01913
Processi produttivi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estrazione e distribuzione carburanti	0	0	0	0	0,31278	0	0	0	0	0
Uso di solventi	0	0	0	0	0,29302	0	0	0	0	0
Trasporto su strada	0,69	0,04349	26,3266	26,735	7,01647	0,341	0,04228	6,93827	0,52284	0,18355
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,062	0,00288	3,34684	1,3186	0,3074	0,044	0,00288	0,30322	0,00073	0,01341
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,002	0	2,92263	3,4283	29,6549	0,019	0	0	0,36112	0,00026
Agricoltura	0	0	0,31622	0	0,50255	0	0	0	9,97875	0
Altre sorgenti e assorbimenti	0,018	0,02037	0,00857	0,1817	-0,18843	0,06	0,01881	-0,1888	0	0,05093
Totale	66,2803	4,16096	1,913	1,43895	0,4824	1430,1	5,59148	0,96019	4,82725	136,15077

EC= Carbonio elementare, BkF= Benzo(k)fluorantene, OC=Carbonio organico, lcdP= indeno(1,2,3-cd)pirene, IPA-CLTRP= Sommatoria BaP+BbF+BkF+lcdP



A livello comunale i macrosettori maggiormente responsabili delle emissioni in atmosfera sono quelli del *trattamento e smaltimento rifiuti* con una percentuale del 54,95%, seguito dai settori del *trasporto su strada* (25,85%), della *combustione non industriale* (12,83%), dell'*agricoltura* (2,11%) e della *combustione industriale* con una percentuale del 1,24%. I rimanenti settori incidono complessivamente per circa il 3% (Figura 9). L'alta percentuale del settore del trattamento e smaltimento rifiuti è legata alla presenza sul territorio di Cavernago della discarica Bergamo Pulita s.r.l.

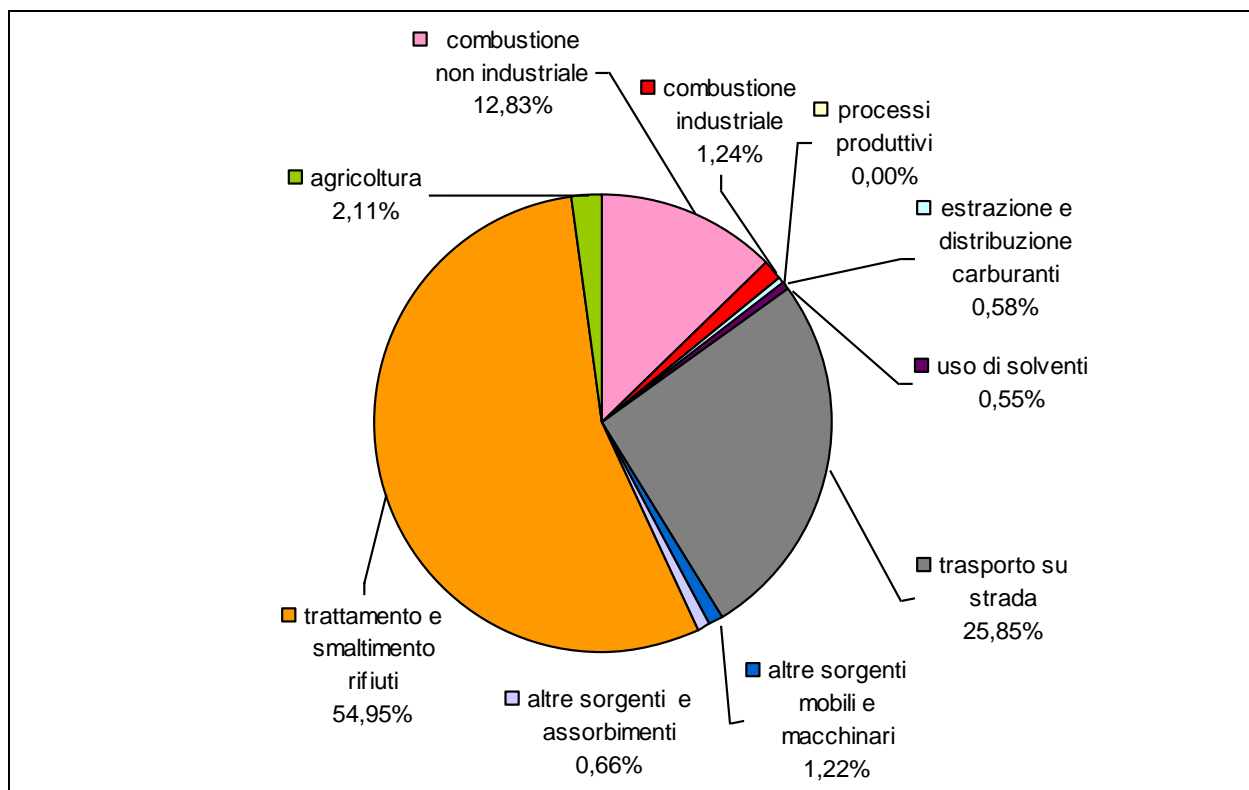


Figura 9: Emissioni annue d'inquinanti nel Comune di Cavernago espresse in % (Fonte: INEMAR 2010).

Dall'analisi dei dati *INEMAR* si evidenzia come, a livello comunale, le emissioni di CO e PM₁₀ (Figura 10) espresse in percentuale, siano imputabili principalmente alla *combustione non industriale* e al *traffico su strada* con percentuali relative comprese tra il 70 e l'80%. Per quanto riguarda invece le emissioni di NO_x si evidenzia come sia decisamente preponderante l'apporto imputabile al *traffico su strada*. Per quanto riguarda i *precursori dell'ozono* si segnala il contributo del macrosettore *agricoltura*.

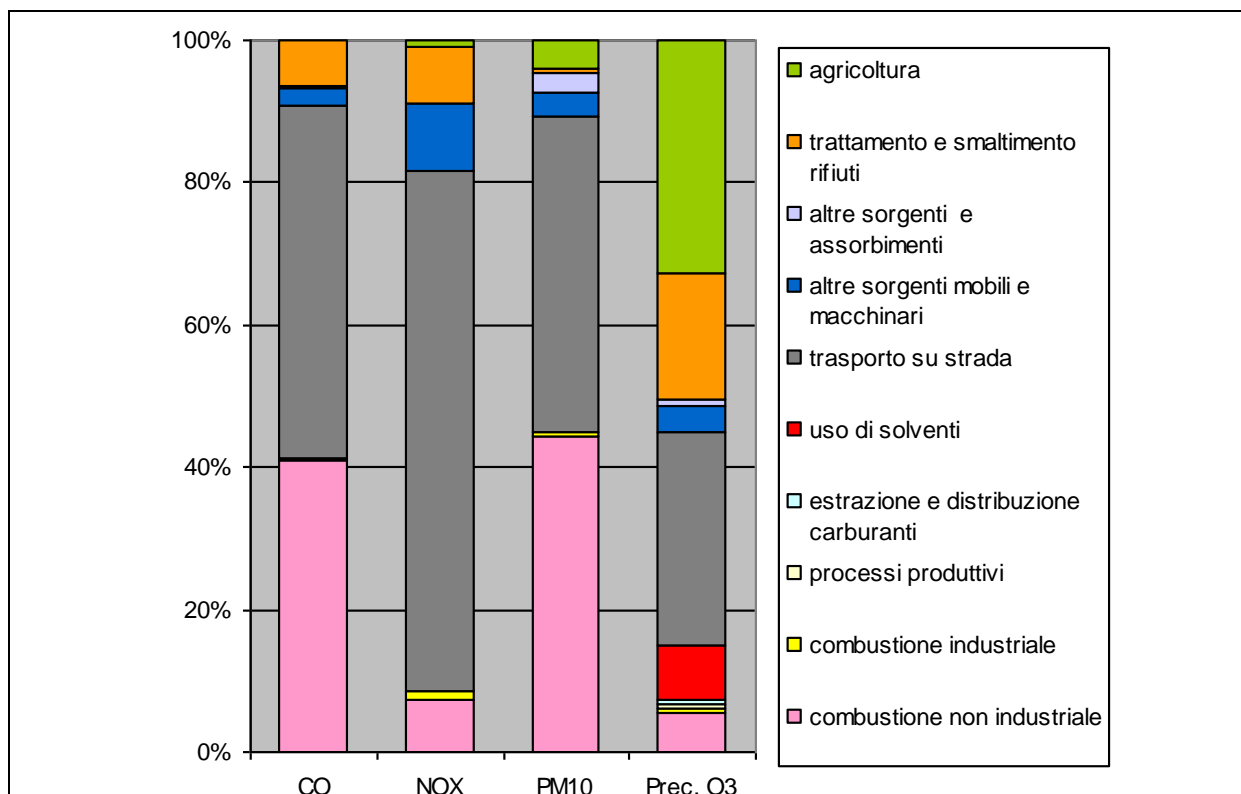


Figura 10: Emissioni annue di CO, NOx, PM10 e Precursori dell'ozono nel Comune di Cavernago espresse in % (Fonte: INEMAR 2010).

Per quanto riguarda invece le emissioni di CO₂ come evidenziato nel grafico di Figura 11, l'apporto delle emissioni legate al traffico su strada e alla combustione non industriale rappresentano complessivamente il 91,7% del totale.

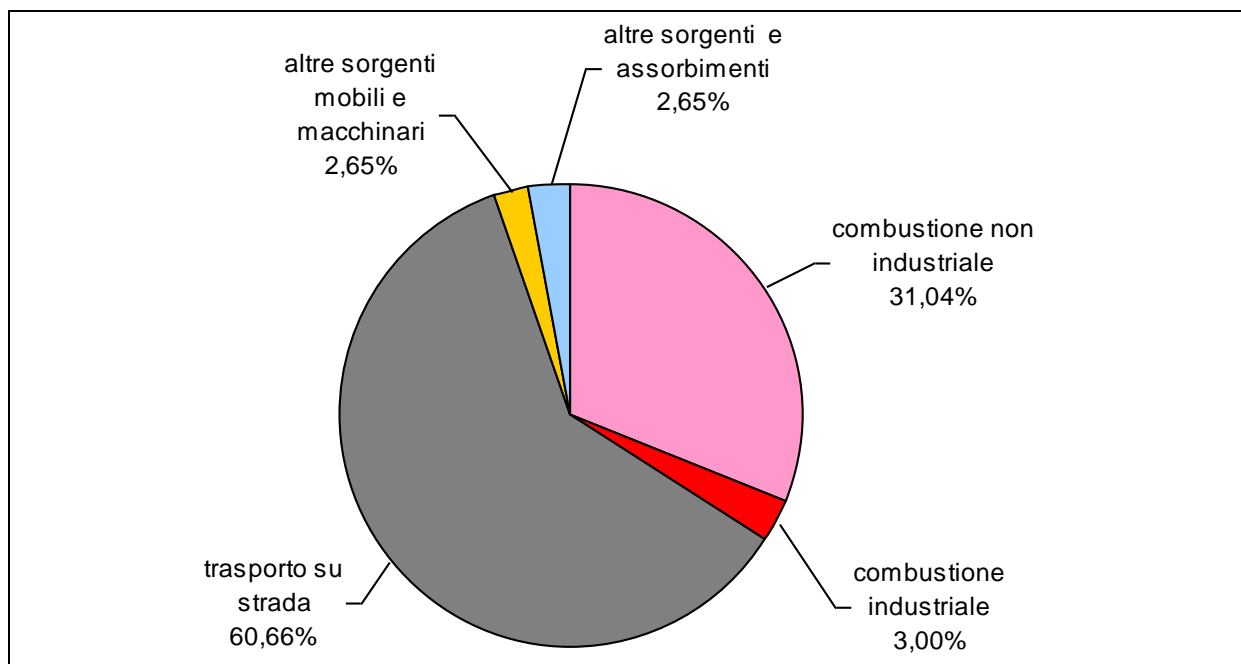


Figura 11: Emissioni annue di CO₂ nel Comune di Cavernago espresse in % (Fonte: INEMAR 2010).



6.1.1 Campagne di Monitoraggio dell'aria

Il dipartimento dell'ARPA di Bergamo ha effettuato tre campagne di rilevamento dell'inquinamento atmosferico sul territorio di Cavernago (anno 2003 e 2013). Si riportano sinteticamente i risultati ottenuti.

ANNO 2003

ARPA di Bergamo ha effettuato, tra il 23/06/2003 e il 22/07/2003, una campagna di rilevamento di inquinanti tramite laboratorio mobile posizionato nel parcheggio delle scuole elementari di via Verdi (nelle immediate vicinanze della ex SS 498). Sono stati ricercati:

- ✓ Biossido di Zolfo (SO₂);
- ✓ Ozono (O₃);
- ✓ Ossidi di Azoto (NO_x, NO, NO₂);
- ✓ Particolato fine (PM₁₀);
- ✓ Polveri Totali Sospese (PTS);
- ✓ Benzene, Toluene, Xilene.

Inoltre, è stata anche effettuata un'indagine sulla radioattività presente sul territorio, tramite tre analisi di spettrometria gamma ad alta risoluzione: gli esiti non hanno evidenziato alcun fenomeno di radiocontaminazione in atto.

Si riportano nelle seguenti tabelle i risultati ottenuti e i relativi limiti di legge, con il numero di giorni di superamento di tali limiti:

TABELLA 6 – MONITORAGGIO NO₂ (ARPA BERGAMO, 2003)

	Media oraria (µg/m ³)	Limite (protezione salute umana)	Max media 24 h (µg/m ³)	Giorni di superamento livello di attenzione
NO₂	59	200	126	0

TABELLA 7 – MONITORAGGIO O₃ (ARPA BERGAMO, 2003)

	Media oraria (µg/m ³)	Max media 1 h (µg/m ³)	Max media 8 h (µg/m ³)	Limite (protezione salute umana -8h)	Giorni di superamento livello di attenzione e livello di protezione salute
O₃	31	81	63	110	0



TABELLA 8 – MONITORAGGIO SO₂-PM10-PTS-IDROCARBURI NON METANICI (ARPA BERGAMO, 2003)

	Media oraria (µg/m ³)	Max media 24 h (µg/m ³)	Limite	Giorni di superamento livello di attenzione
SO₂	3	3	125 (protezione salute umana sulle 24 h)	0
PM10	45	70	50 (soglia di attenzione sulle 24 h)	9
Benzene	4	5	5 (valore obiettivo sull'anno civile)	-
Toluene	22	36	-	-
Xilene	2	4	-	-
PTS	67	121	150 (standard di qualità – media annuale)	-

I risultati della campagna di rilevamento inquinanti mostrano che solo per il PM10 si sono verificati 9 superamenti del livello di attenzione e nessun superamento dei 75 µg/m³ (limiti fissati dalla DGR VII/10863 del 28.10.2002).

ANNO 2012

ARPA di Bergamo ha effettuato, tra il 10/01/2012 e il 05/02/2012, una campagna di rilevamento di inquinanti tramite laboratorio mobile posizionato in Piazza Salvo d'Acquisto, al fine di monitorare la qualità dell'aria nel territorio comunale prima dell'inizio dell'attività di un impianto di produzione di energia elettrica ad olio vegetale grezzo nel centro abitato. Sono stati analizzati:

- ✓ Biossido di Zolfo (SO₂);
- ✓ Monossido di Carbonio (CO);
- ✓ Ozono (O₃);
- ✓ Ossidi di Azoto (NO_x, NO, NO₂);
- ✓ Particolato fine (PM10);
- ✓ Benzene, Toluene, Xilene.

Inoltre, tra il 15/12/2011 e l'8/2/2012 è stato posizionato in Via Pascal un campionatore di PM10, sui cui filtri verranno eseguite analisi di laboratorio per la determinazione delle concentrazioni di alcuni metalli pesanti (arsenico, cadmio, nichel



e piombo) e di idrocarburi policiclici aromatici (IPA – con riferimento al benzo(a)pirene).

Si riportano nelle seguenti tabelle i risultati ottenuti e i relativi limiti di legge, con il numero di giorni di superamento di tali limiti:

TABELLA 9 – MONITORAGGIO NO2 (FONTE: ARPA BERGAMO, 2012)

	Media oraria (µg/m3)	Limite (protezione salute umana)	Max media 1 h (µg/m3)	Giorni di superamento livello di attenzione
NO2	47	200	131	0

TABELLA 10 – MONITORAGGIO O3 E CO (FONTE: ARPA BERGAMO, 2012)

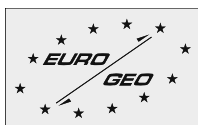
	Media oraria (µg/m3)	Max media 1 h (µg/m3)	Max media 8 h (µg/m3)	Limite (protezione salute umana -8h)	Giorni di superamento soglia di informazione e livello di protezione salute
O3	20	85	55	180	0
CO	1.1	3.2	2.8	10	0

TABELLA 11 – MONITORAGGIO SO2-PM10 (FONTE: ARPA BERGAMO, 2011-2012)

	Media oraria (µg/m3)	Max media 24 h (µg/m3)	Limite	Giorni di superamento valore limite
SO2	7	10	125 (protezione salute umana sulle 24 ore)	0
PM10 <i>P.zza D'Acquisto</i>	66	114	50 (soglia di attenzione sulle 24 ore)	20
PM10 <i>Via Pascal</i>	59	140	50 (soglia di attenzione sulle 24 ore)	31

TABELLA 12 – MONITORAGGIO BTX (FONTE: ARPA BERGAMO, 2012)

	Media del periodo (µg/m3)	Limite	Giorni di superamento valore limite
Benzene	1.9	5 (valore obiettivo sull'anno civile)	-
Toluene	4	-	-
m/p Xilene	1.9	-	-
o- Xilene	1.5	-	-



I risultati della campagna di rilevamento inquinanti hanno mostrato che:

- ✓ il PM10 ha superato il valore limite di legge per 20 giorni su 27 del monitoraggio in Piazza Salvo d'Acquisto;
- ✓ il PM10 ha superato il valore limite di legge per 31 giorni su 56 del monitoraggio in Via Pascal.

Episodi di criticità per il PM10 interessano una vasta area della Pianura Padana, non solo Cavernago, soprattutto nei mesi invernali, quando l'accumulo delle polveri fini nei bassi strati atmosferici è massimo.

ANNO 2013

La campagna di monitoraggio è stata effettuata tra l'08/01/2013 ed il 10/02/2013, posizionando il laboratorio mobile in prossimità del Municipio di Cavernago. Sono stati analizzati:

- ✓ Biossido di Zolfo (SO₂);
- ✓ Monossido di Carbonio (CO);
- ✓ Ozono (O₃);
- ✓ Ossidi di Azoto (NO_x);
- ✓ Particolato fine (PM10);
- ✓ Benzene, Toluene, Xilene.

Si riportano nelle seguenti tabelle i risultati ottenuti con il numero di giorni di superamento dei limiti di legge:

TABELLA 13 – MONITORAGGIO NO₂ (ARPA BERGAMO, 2013)

	Media periodo (µg/m ³)	Max conc. 24 h (µg/m ³)	n. gg sup. limite	Giorni di superamento livello di attenzione
NO₂	51	111	0	0

TABELLA 14 – MONITORAGGIO O₃ (ARPA BERGAMO, 2013)

	Media periodo (µg/m ³)	Max conc. 24 h (µg/m ³)	n. gg sup. soglia di informazione	n. gg sup. soglia di allarme
O₃	9	68	0	0



TABELLA 15 – MONITORAGGIO SO₂-PM10-PTS-IDROCARBURI NON METANICI (ARPA BERGAMO, 2013)

	Media periodo (µg/m ³)	Max conc. 24 h (µg/m ³)	Limite	Giorni di superamento livello di attenzione
SO₂	2	8	125 (protezione salute umana sulle 24 h)	0
PM10	51	90	50 (soglia di attenzione sulle 24 h)	14
Benzene	3	6	5 (valore obiettivo sull'anno civile)	-
Toluene	9	13	-	-
Xilene	4	7	-	-

I risultati della campagna di rilevamento inquinanti mostrano che solo per il PM10 si sono verificati 14 superamenti del livello di attenzione e nessun superamento dei 75 µg/m³ (limiti fissati dalla DGR VII/10863 del 28.10.2002).



7 INVENTARIO DELLE EMISSIONI

L'inventario dei consumi energetici finali e delle emissioni di CO₂ equivalenti riferiti al Comune di Cavernago è stilato utilizzando i dati forniti dall'UTC comunale e dalla banca dati messa a disposizione dalla Regione Lombardia: il **Sistema Informativo Regionale Energia e Ambiente (SIRENA)**

Il database fornisce informazioni relative al sistema energetico locale in particolar modo sui consumi finali di energia e le emissioni di gas serra. Le informazioni si riferiscono al livello territoriale comunale e sono elaborate a partire dai dati del Bilancio Energetico Provinciale disaggregati secondo opportuni indicatori statistici (popolazione, addetti, ecc.) e tenendo conto di alcune informazioni puntuali.

I consumi energetici finali comunali sono suddivisi per i diversi settori d'uso (residenziale, terziario, agricoltura, industria e trasporti) e per i diversi vettori impiegati (gas naturale, energia elettrica, ecc.), con l'esclusione della produzione di energia elettrica.

SIRENA ricostruisce inoltre il bilancio ambientale comunale in termini di emissioni di gas serra (espresse come CO₂ equivalente) connesse agli usi energetici finali. Vengono quindi considerate le emissioni legate ai consumi di energia elettrica e non quelle prodotte dagli impianti di produzione elettrica. Trattandosi dei soli usi energetici, le emissioni non tengono conto di altre fonti emmissive (ad es. emissioni da discariche e da allevamenti zootecnici). I dati resi disponibili non costituiscono pertanto una misura delle emissioni di gas serra sul territorio, ma restituiscono una fotografia degli usi energetici finali in termini di CO_{2eq}.

Viene definito *anno di riferimento* l'anno rispetto al quale viene definito l'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO₂ equivalenti; il PAES si deve rapportare con il 1990 (anno base del Pacchetto Clima 20-20-20 e del Protocollo di Kyoto) o all'anno più prossimo di cui sono disponibili dati.

Per il Comune di Cavernago è stato preso come anno di riferimento per la predisposizione del Baseline Emission Inventory (BEI) il 2005.



7.1 Consumi energetici (anno 2005)

Nel Comune di Cavernago la domanda di energia suddivisa per settore (Tabella 16), e riferita al 2005, anno di riferimento per la predisposizione del Baseline Emission Inventory (BEI), ha ammontato a 42.196,51 tonnellate equivalenti di Petrolio (TEP).

TABELLA 16: CONSUMI ENERGETICI FINALI NELL'ANNO 2005 (FONTE: SIRENA).

settore	Consumi energetici finali		Emissioni energetiche
	TEP	MWh	CO2eq kt
Residenziale	1479,061	17198,52	1479,061
Industria non ETS	1232,257	14328,69	14328,69
Trasporti urbani	464,412	5400,183	5400,183
Terziario	319,9171	3719,996	3719,996
Agricoltura	133,2237	1549,125	1549,125
TOTALE	3628,871	42196,51	11,89548

Il settore che influisce maggiormente sui consumi di energia finali è quello residenziale seguito da quello industriale non assoggettato all'ETS (Emissione trading Scheme). (79,85%), dai trasporti urbani e dal terziario (Figura 12).

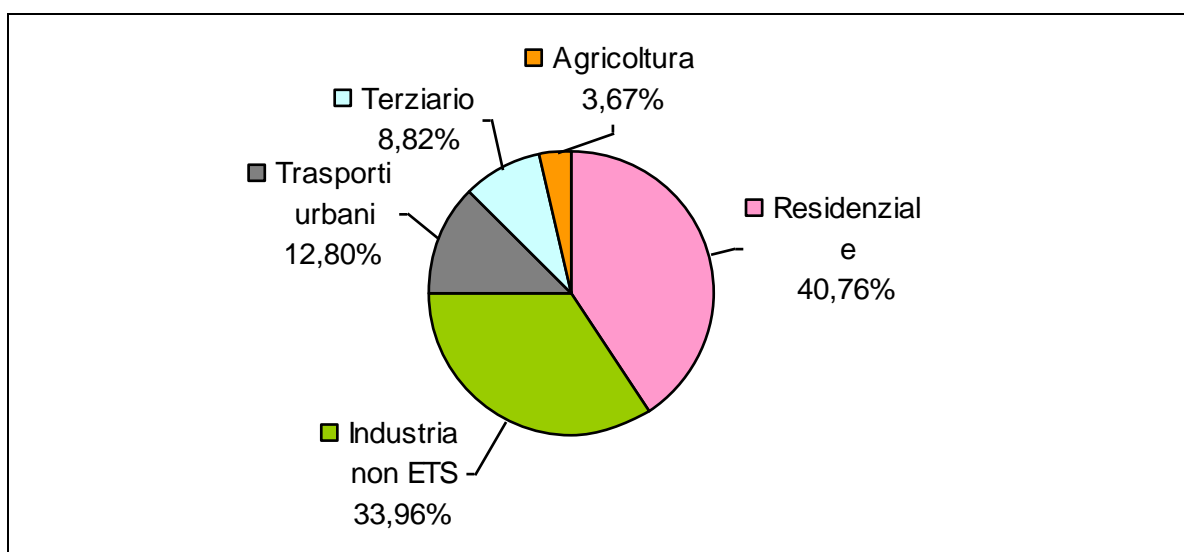


Figura 12: Consumi energetici finali nel Comune di Cavernago suddivisi per settore (anno 2005).



Anche per quanto riguarda emissioni di gas serra (esprese come CO₂ equivalente) connesse agli usi energetici finali le percentuali imputabili ai diversi settori sono comparabili a quelle dei consumi energetici (Figura 13).

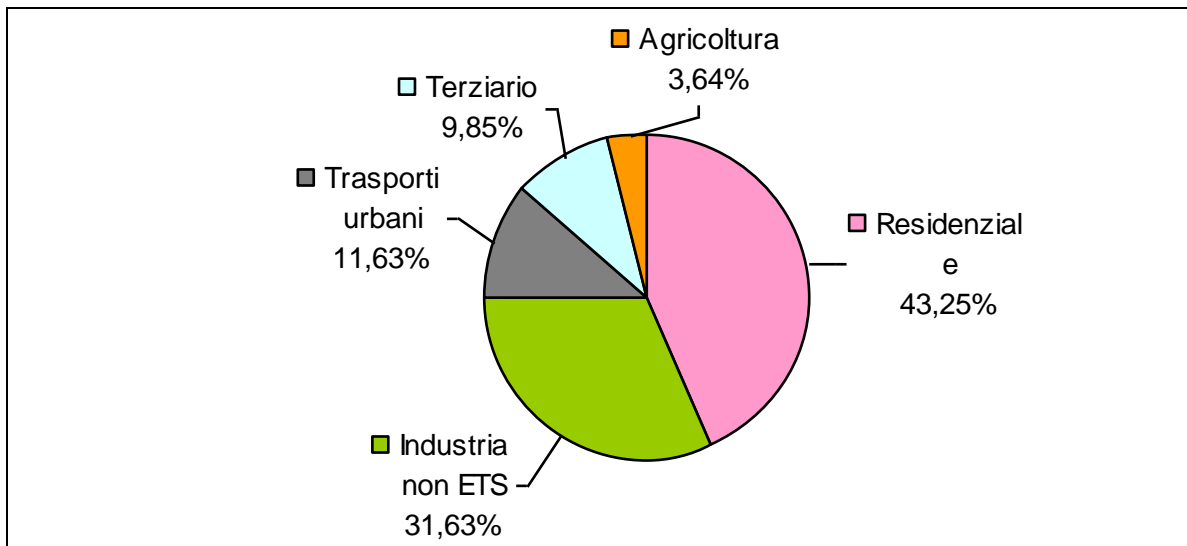


Figura 13: Emissioni di CO₂ equivalente nel Comune di Cavernago suddivise per settore (anno 2005).

A livello comunale le fonti energetiche maggiormente responsabili delle emissioni di CO₂ equivalenti sono l'energia elettrica ed il gas naturale (circa 78%), seguite dal gasolio (11,83%), dalla benzina (5,71%), dal Gpl (2,75%).

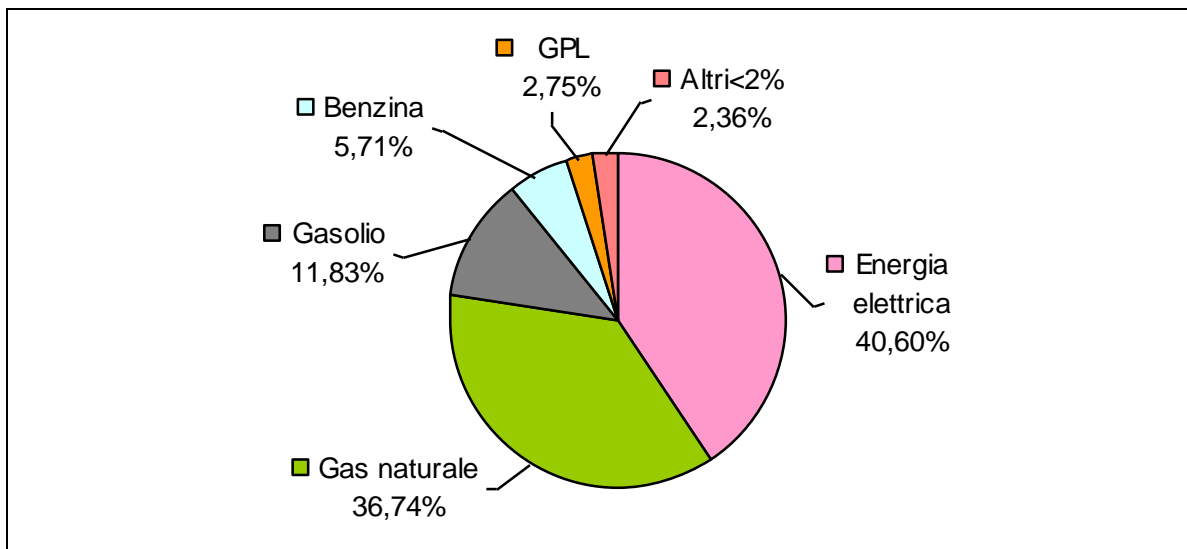


Figura 14: Emissioni di CO₂ equivalente nel Comune di Cavernago suddivise per vettore (anno 2005).

Le seguenti tabelle dettagliano a livello comunale i consumi energetici finali (espressi in TEP) e le emissioni di CO₂ eq (esprese in kt) di ciascun settore.



TABELLA 17: CONSUMI ENERGETICI FINALI ESPRESI IN TEP SUDDIVISI PER VETTORE DEL COMUNE DI CAVERNAGO (ANNO 2005).

settore	Energia elettrica	Gas naturale	Gpl	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Biocarburante*	Biomasse*	Solare termico*	Totale
Residenziale	188,86	1113,46	45,96	1,93	67,62			61,07	0,16	1479,06
Terziario	195,97	98,89	14,95	0,35	9,76				0,0021	319,92
Industria non ETS	1067,10	112,27	17,67	12,29	17,62			5,30	0,0025	1232,26
Trasporti urbani		1,26	21,14		230,45	207,14	4,42			464,41
Agricoltura	21,54	7,53			103,98	0,17				133,22
TOTALE	1473,46	1333,42	99,71	14,57	429,44	207,31	4,42	66,37	0,17	3628,87

* Fonti di energia rinnovabili

TABELLA 18: EMISSIONI EQUIVALENTI DI CO2 ESPRESSE IN KILO TONNELLATE SUDDIVISE PER VETTORE DEL COMUNE DI CAVERNAGO (ANNO 2005).

settore	Energia elettrica	Gas naturale	Gpl	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Totale
Residenziale	0,839712	2,58872	0,006067	0,120373	0,207772		3,762643
Terziario	0,871302	0,229922	0,039147	0,001086	0,030001		1,171459
Industria non ETS	4,744538	0,261025	0,046284	0,038646	0,054143		5,144636
Trasporti urbani		0,002925		0,055366	0,708116	0,617042	1,383448
Agricoltura	0,095762	0,017516			0,319491	0,000519	0,433288
TOTALE	6,551314	3,100108	0,146864	0,160105	1,319523	0,617561	11,89548



A livello comunale le fonti energetiche maggiormente responsabili delle emissioni di CO_{2eq} sono l'energia elettrica ed il gas naturale (circa 78%), seguite dal gasolio (11,83%), dalla benzina (5,71%), dal Gpl (2,75%).

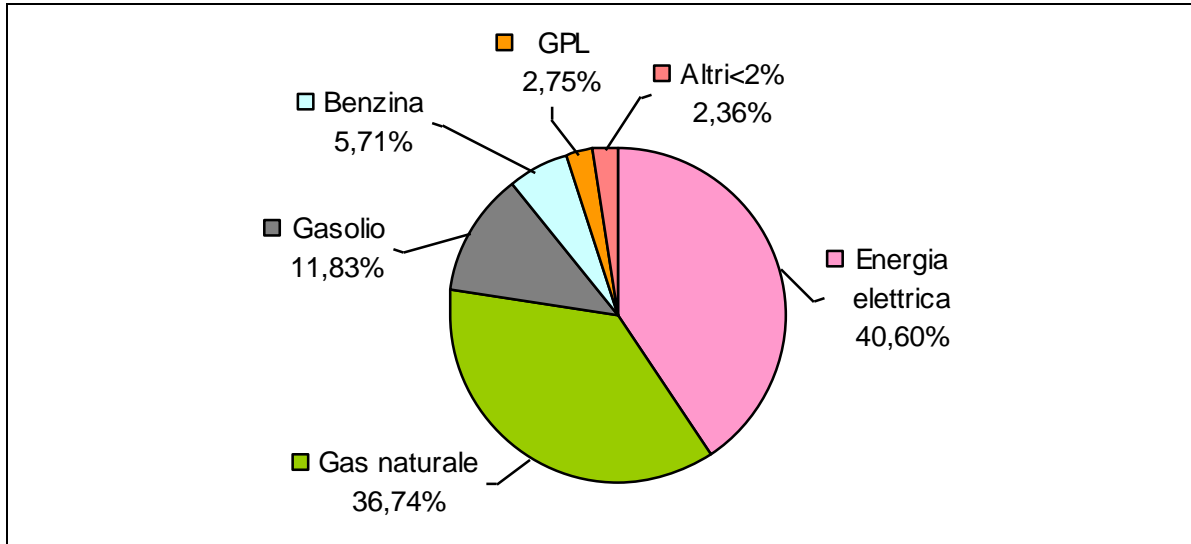


Figura 15: Emissioni di CO₂ equivalente nel Comune di Cavernago suddivise per vettore (anno 2005).

7.1.1 Analisi per settore

Settore residenziale

Il settore residenziale rappresenta il comparto con maggiore consumi di energia con circa 1479,061 TEP, pari al 40,76% del totale.

La fonte energetica più utilizzata è il gas naturale con il 75,28%, seguito dall'energia elettrica (12,77%), dal gasolio (4,57%), dalle biomasse (4,13%), dall'olio combustibile (0,13%) e dal solare termico (0,1%).

Per quanto riguarda le emissioni di CO_{2eq} la fonte maggiormente responsabile è il gas naturale con il 68,80%, seguito dall'energia elettrica (22,32%), dal gasolio (5,52%), dall'olio combustibile (3,20%) e dal Gpl (0,16%).

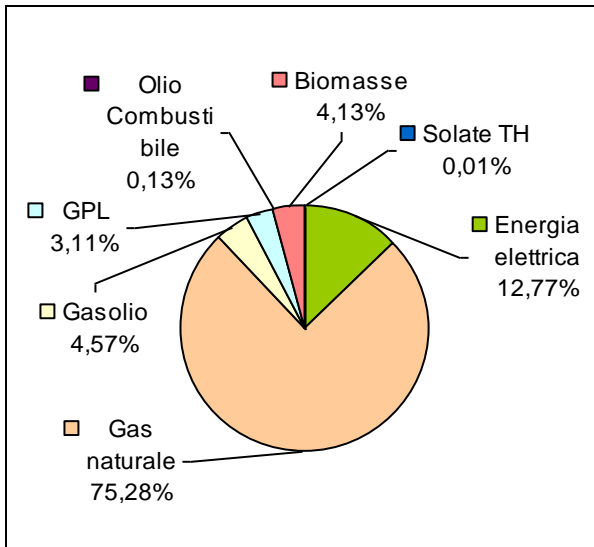


Figura 16: Consumi energetici del comparto residenziale del Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

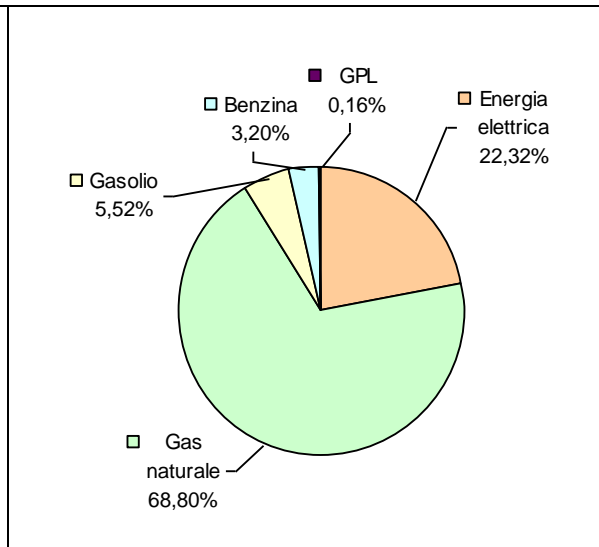


Figura 17: Emissioni di CO2 equivalente del comparto residenziale del Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

Settore industriale non ETS

Il settore dell'industria non assoggettata all'Emission Trading Scheme (ETS) incide sui consumi energetici finali del Comune di Cavernago per il 33,96%, con 1232,257 TEP.

I consumi energetici dettagliati per vettore evidenziano la netta prevalenza nell'utilizzo di energia elettrica con una percentuale dell'86,6%, seguito dal gas naturale (9,11%), dal gasolio e dal GPL (entrambi 1,43%), dall'olio combustibile (0,11%) e dal solare termico (con una percentuale minore dello 0,001%).

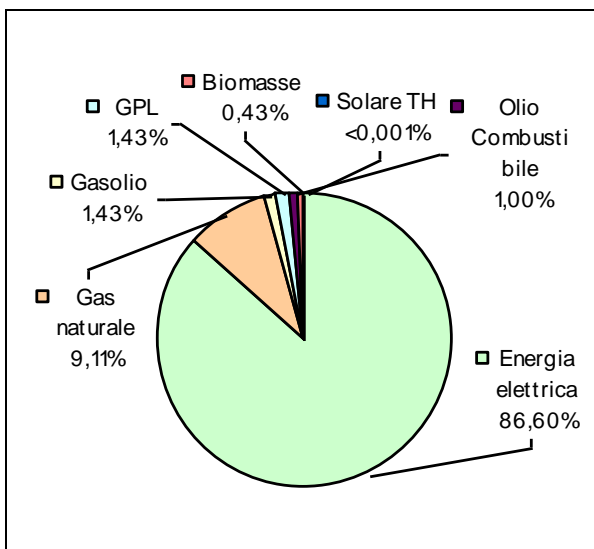


Figura 18: Consumi energetici del comparto industriale non ETS nel Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

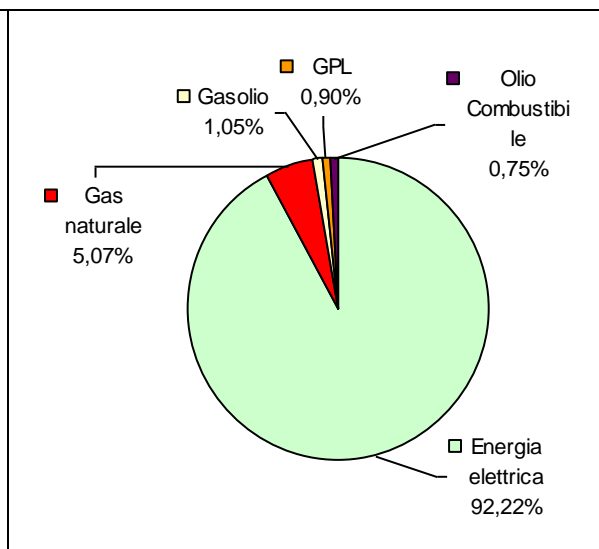


Figura 19: Emissioni di CO2 equivalente del comparto industriale non ETS del Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).



Il vettore maggiormente responsabile delle emissioni in atmosfera di CO_{2eq} è l'energia elettrica per 92,22%, seguito dal gas naturale con il 5,07%. Le rimanenti fonti energetiche (gasolio, gpl, olio combustibile) incidono per percentuali minime, prossime all'1%.

Settore dei trasporti urbani

Il settore dei trasporti urbani rappresenta il 12,80% dei consumi energetici complessivi con circa 464,412 TEP.

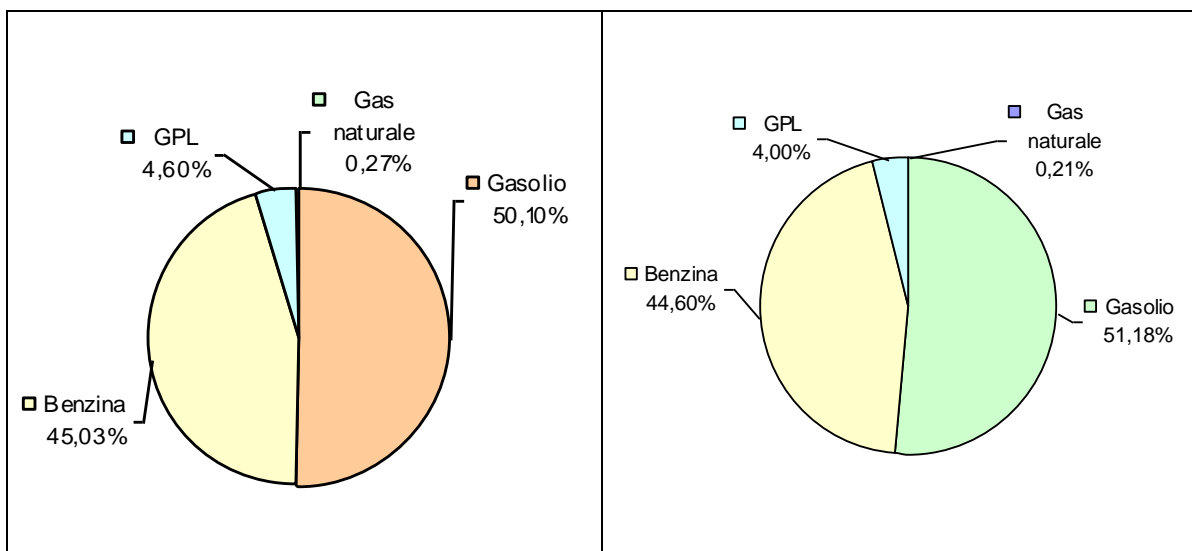


Figura 20: Consumi energetici del comparto trasporti urbani nel Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

Figura 21: Emissioni di CO₂ equivalente del comparto trasporti urbani del Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

La fonte energetica più utilizzata è il gasolio con il 50,10%, seguito dalla benzina (45,03%), dal Gpl (4,60%) e dal gas naturale (0,27%).

I vettori responsabili della quasi totalità delle emissioni in atmosfera di CO_{2eq} sono il gasolio con il 51,18% e la benzina (44,60%, seguiti dal gpl con il 4,00 % e dal gas naturale con lo 0,21%.

Settore terziario e pubblico

Il settore del terziario, comprendente anche quello pubblico, rappresenta l'8,60% dei consumi energetici complessivi con circa 319,9171 TEP.

La fonte energetica più utilizzata è l'energia elettrica con il 61,26%, seguito dal gas naturale (30,91%), dal Gpl (4,67%), dal gasolio 3,05% e dall'olio combustibile (0,11%). Pressoché trascurabile la percentuale attribuibile al solare termico (<0,001%).

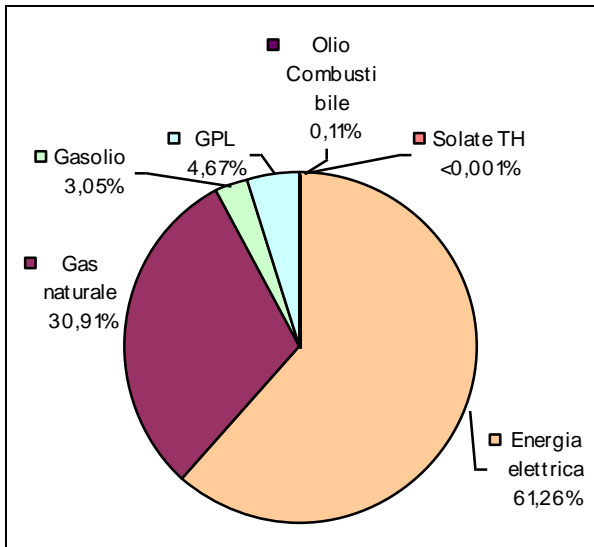


Figura 22: Consumi energetici del comparto trasporti urbani nel Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

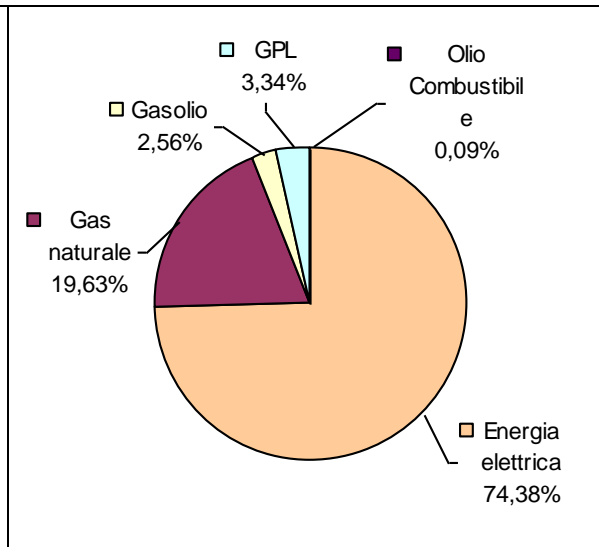


Figura 23: Emissioni di CO2 equivalente del settore terziario del Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

Il 74,38% delle emissioni in atmosfera di CO_{2eq} sono attribuite all'energia elettrica, il 19,63% al gas naturale, il 3,34% al gpl, il 2,56% al gasolio e lo 0,09% all'olio combustibile.

Settore agricolo

Il comparto agricolo incide sui consumi energetici complessivi nella misura del 3,67% con 133,2237 TEP. La fonte energetica preponderante è il gasolio con il 78,05%, seguito dall'energia elettrica (16,17%), dal gas naturale (5,66%) e dalla benzina (0,13%).

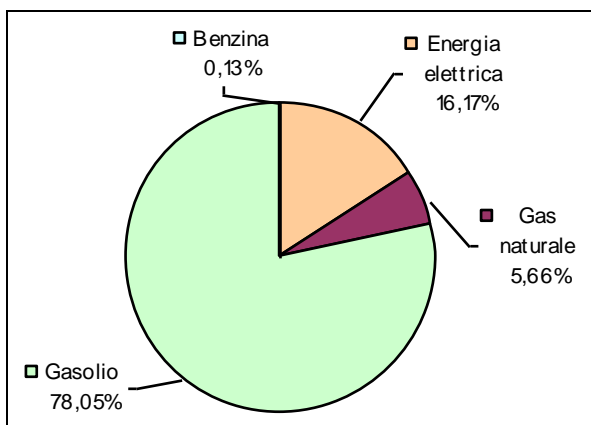


Figura 24: Consumi energetici del comparto agricolo nel Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).

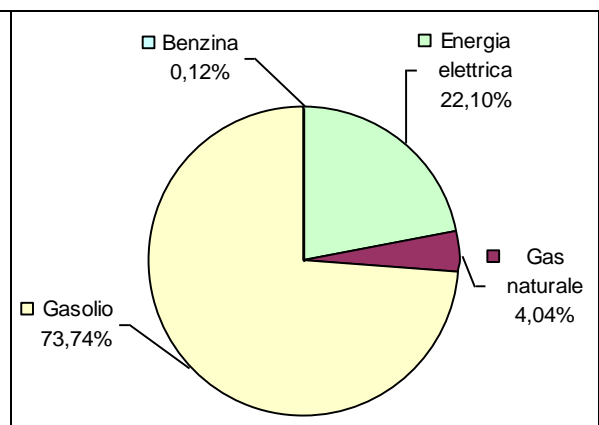


Figura 25: Emissioni di CO2 equivalente del settore agricolo del Comune di Cavernago suddivisi per vettore (anno 2005).



TABELLA 19: CONSUMI ENERGETICI FINALI ESPRESSI IN TEP SUDDIVISI PER VETTORE DEL COMUNE DI CAVERNAGO (ANNO 2005).

Settore	Energia elettrica	Gas naturale	Gpl	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Biocarburante*	Biomasse*	Solare termico*	Totale
Residenziale	188,86	1113,46	45,96	1,93	67,62			61,07	0,16	1479,06
Terziario	195,97	98,89	14,95	0,35	9,76				0,0021	319,92
Industria non ETS	1067,10	112,27	17,67	12,29	17,62			5,30	0,0025	1232,26
Trasporti urbani		1,26	21,14		230,45	207,14	4,42			464,41
Agricoltura	21,54	7,53			103,98	0,17				133,22
TOTALE	1473,46	1333,42	99,71	14,57	429,44	207,31	4,42	66,37	0,17	3628,87

* Fonti di energia rinnovabili

TABELLA 20: EMISSIONI EQUIVALENTI DI CO2 ESPRESSE IN KILO TONNELLATE SUDDIVISE PER VETTORE DEL COMUNE DI CAVERNAGO (ANNO 2005).

Settore	Energia elettrica	Gas naturale	Gpl	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Totale
Residenziale	0,839712	2,58872	0,006067	0,120373	0,207772		3,762643
Terziario	0,871302	0,229922	0,039147	0,001086	0,030001		1,171459
Industria non ETS	4,744538	0,261025	0,046284	0,038646	0,054143		5,144636
Trasporti urbani		0,002925		0,055366	0,708116	0,617042	1,383448
Agricoltura	0,095762	0,017516			0,319491	0,000519	0,433288
TOTALE	6,551314	3,100108	0,146864	0,160105	1,319523	0,617561	11,89548

7.2 Quantificazione degli obiettivi del PAES

Uno dei più importanti obiettivi del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile è la definizione degli interventi che il Comune intende realizzare per il raggiungimento entro il 2020 degli obiettivi specificati nel *Pacchetto Clima 20-20-20*:

- la riduzione almeno del 20% delle emissioni di gas serra derivanti dal consumo di energia nell'UE rispetto ai livelli del 1990 (nel caso di Cavernago 2005);
- incrementare del 20% l'utilizzo di energia prodotta da fonti rinnovabili entro il 2020;
- il miglioramento del 20% dell'efficienza energetica.

Si è quindi provveduto alla quantificazione degli obiettivi di riduzione pro-capite (rispetto al 2005, anno di riferimento) delle emissioni e dei consumi energetici a scala comunale, intento primario del PAES.

TABELLA 21: OBIETTIVI DEL PAES.

2005	
Consumi di energia (MWh)	42196,51
Emissioni di CO ₂ eq (t)	11895,48
Intensità media di emissioni (tCO ₂ /MWh)	0,28
Abitanti (ISTAT al 01/01/2005)	1903
Consumi di energia procapite (MWh/ab)	22,17
Emissioni di CO ₂ procapite (t/ab)	6,25
Utilizzo di energia da fonti rinnovabili (MWh)	825,16 (1,96%)
2020	
Consumi di energia procapite (MWh/ab)	17,74
Emissioni di CO ₂ procapite (t/ab)	5,00
Utilizzo di energia da fonti rinnovabili (MWh)	990,20

8 AZIONI INTRAPRESE NEL PERIODO 2005-2014

Lo studio delle azioni intraprese dal Comune di Cavernago negli anni compresi tra quello di riferimento del BEI (2005) ad oggi, permette di fare alcune considerazioni riguardanti le politiche perseguite dall'Ente in materia di risparmio energetico ed abbassamento delle emissioni in atmosfera. Questo sarà utile a delineare un quadro di sviluppo futuro più realistico, identificando le azioni e le strategie più consone.

L'andamento dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂eq nel quinquennio 2005-2010 disponibili sul database SIRENA evidenzia una lieve diminuzione nel periodo compreso tra il 2007 ed il 2009 seguito da un deciso aumento nel 2010, che ha superato i quantitativi complessivi del 2005 e del 2006. Le emissioni di CO₂eq mostrano invece un leggera diminuzione, più accentuata nel triennio 2007-2009.

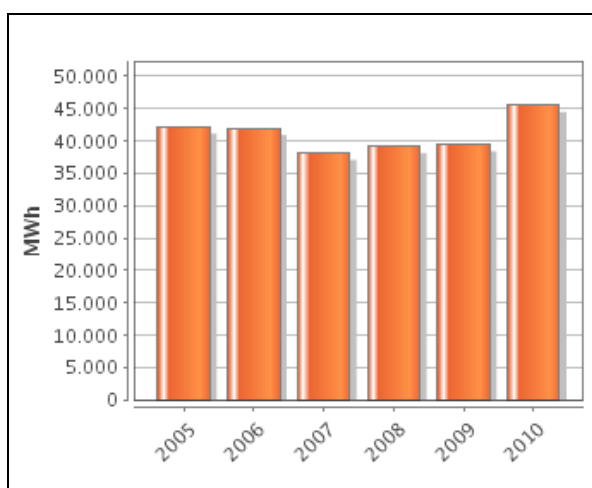


Figura 26: Consumi energetici del Comune di Cavernago (periodo 2005-2010).

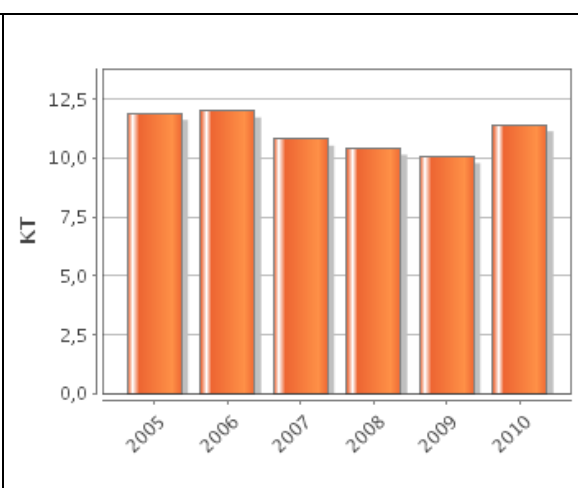


Figura 27: Emissioni di CO2 equivalente del Comune di Cavernago (periodo 2005-2010).

Ad oggi il Comune di Cavernago ha intrapreso diverse azioni concrete per limitare i propri consumi e le proprie emissioni.

Interventi sul parco autoveicoli comunale

Per quanto riguarda gli interventi sul parco autoveicoli di proprietà comunale, nel 2012 si è provveduto a rottamare il furgone adibito al trasporto di persone omologato EURO2, sostituendolo con uno nuovo classificato EURO 4, con conseguente diminuzione delle emissioni di CO₂.

Il servizio Piedibus

Si tratta di un servizio che ha la finalità di favorire il raggiungimento a piedi degli istituti scolastici. Organizzato come uno scuolabus, i bambini seguono un percorso con fermate e orari prestabiliti, accompagnati da adulti. Uno degli obiettivi dell'iniziativa è

ridurre gli spostamenti effettuati in automobile per il tragitto casa/scuola ed evitare il congestionamento fuori dagli istituti scolastici.

Attualmente aderiscono circa 80 bambini, con un risparmio stimato in termini di consumi energetici di 37,63 MWh e di 9,70 tonnellate di CO₂.

Distribuzione di acqua potabile: la Casetta dell'Acqua

Il Comune di Cavernago ha installato nelle vicinanze del municipio un erogatore di acqua potabile naturale e gassata denominato Casetta dell'Acqua, con la finalità di fornire acqua di qualità controllata e diminuire la produzione e la movimentazione di imballaggi in PET.

Le ricadute ambientali sono molteplici: annualmente si stima che vengano evitate la produzione di 1,94 tonnellate di PET, l'emissione di 4,47 tonnellate di CO₂ e l'utilizzo nel ciclo produttivo di 3.892 litri di petrolio. La mancata movimentazione e distribuzione delle bottiglie permette di risparmiare 1.325 litri di carburante e l'emissione di 7,45 tonnellate di CO₂.

8.1 Produzione locale di energia elettrica

La delocalizzazione della produzione elettrica e la produzione da fonti rinnovabili (FER) e da piccola cogenerazione da fonti fossili costituiscono per un Comune un elemento importante degli impegni degli obiettivi del PAES, garantendo la sicurezza degli approvvigionamenti, la riduzione della dipendenza da combustibili fossili e la riduzione delle emissioni di gas serra.

Proprio per il contesto territoriale in cui ricade il territorio di Cavernago, la fonte energetica che ha trovato maggiore sviluppo è stato il fotovoltaico.

8.1.1 Fotovoltaico

Per quanto riguarda la produzione locale di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici, nel territorio oggetto di studio sono presenti 33 impianti di potenza complessiva pari a 1.115 kW (dato aggiornato al 06/02/2014, Fonte: Atlas sole). La stima del risparmio energetico e della riduzione di emissioni a seguito dell'installazione degli impianti fotovoltaici si dovrebbero calcolare a partire dalle caratteristiche costruttive (esposizione, latitudine, inclinazione del pannello). E' possibile stimare i kWh prodotti annualmente utilizzando un valore medio annuo di 1.100 kWh per kW installati valido per il Nord Italia. Per il Comune di Cavernago la produzione di questo tipo di energia è stimata in 1.226,5 MWh annui con un totale di 539,66 tonnellate annue di CO₂ non emesse in atmosfera. Tale dato è stato calcolato

considerando pari a 0,44 il fattore di conversione tonnellate di CO2 emesse per ogni MWh prodotto (Rapporto ambientale ENEL 2009).

Il dato indica un aumento dal 2005 dell'utilizzo di energia da fonti rinnovabile con valori di energia prodotta da fonti rinnovabili confrontabili a quelli fissati dagli obiettivi del PAES.

Dati più precisi sono invece quelli resi disponibili dal Comune di Cavernago e riferiti agli impianti fotovoltaici installati sui propri edifici:

- impianto fotovoltaico installato sulla palestra comunale sita in via Verdi, 2 (kWp 54,45 - 2° Conto Energia) attivo dal marzo 2011;
- impianto fotovoltaico installato sulla scuola secondaria di primo grado sita in via Mayr (kWp 75,21 - 4° Conto Energia) attivo dal maggio 2012 ;
- impianto fotovoltaico installato sul municipio sito in via Papa Giovanni (kWp 34,96 - 4° Conto Energia) e attivo dal gennaio 2013.

TABELLA 22: CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI DI PROPRIETÀ COMUNALE.

Edificio	Potenza installata kWp	Produzione media annua MWh	Emissioni totali di CO2 evitate[^] T
Palestra comunale Via verdi, 2	54,45	55,85*	701,78
Scuola secondaria di I grado Via Mayr	75,21	50,98**	179,83
Municipio Via Papa Giovanni	34,96	23,22***	
Totale			881,61

*Riferita al periodo marzo 2011-2013. ** Riferito al periodo 05/2012-12/2014. ***Riferito al periodo 01/2013-12/2014.
[^]Emissioni complessive dall'attivazione dell'impianto.

Appositi pannelli luminosi quantificano la quantità di energia prodotta e le tonnellate di CO2 risparmiate.

Si evidenzia come il Comune di Cavernago ha contribuito anche alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico installato presso la Scuola dell'Infanzia "Madre Teresa di Calcutta" sita in via Manzoni 21 (kWp 27,78, 4° Conto Energia).



Foto 1: Sede municipale con impianto fotovoltaico.

Foto 2: Impianto fotovoltaico installato sul tetto della nuova scuola secondaria di I grado.

Per quanto gli interventi sugli immobili di proprietà comunale si cita la realizzazione della nuova scuola secondaria di I grado avente classe energetica C kWh/m³a 18,25, con installazione di impianto fotovoltaico (Foto 2).

8.1.2 Impianto della Società Agricola Malpaga s.r.l.

In località Cascina Ursina, in prossimità del confine con Ghisalba, è presente un impianto per la produzione di energia elettrica da biogas e da biomasse gestito dalla Società Agricola Malpaga s.r.l. L'impianto è autorizzato, per quanto riguarda il biogas, con Determina Dirigenziale della Provincia di Bergamo n. 1313 del 06/05/2011 e variante D.D. n. 251 del 02/02/2012, e, con Determina Dirigenziale della Provincia di Bergamo n. 3053 del 14/11/2011, per quanto riguarda le biomasse.

Impianto a Biogas

Principio biochimico alla base dell'impianto a biogas è quello della digestione anaerobica (fermentazione) delle biomasse di origine agricola, che vengono aggredite da batteri metanigeni, che trasformano le sostanze fermentescibili in gas (per lo più CH₄). La miscela gassosa ottenuta viene combusta all'interno di un motore endotermico corredato di generatore elettrico, producendo energia elettrica che viene ceduta alla rete Enel.

L'impianto consta di quattro vasche coperte per un volume complessivo di circa 12.400 mc, di cui circa 6.000 mc destinati allo stoccaggio per il periodo di divieto invernale. Per quanto riguarda le materie prime, l'impianto utilizza insilati di mais e triticale prodotti nei campi di proprietà dell'Azienda agricola, con l'aggiunta di effluenti d'allevamento bovini (provenienti dalle vicine aziende zootecniche) che concorrono

alla diluizione delle biomasse in ingresso, nonché all'apporto di microelementi essenziali per la vita dei batteri metanigeni.

Le biomasse esauste (substrato fermentato) vanno a comporre il cosiddetto *digestato*, un prezioso ammendante organico che viene utilizzato per le concimazioni dei campi; tale reimpiego delle biomasse è utilissimo per il mantenimento della fertilità organica dei suoli di Malpaga, considerando la mancanza di carico zootecnico della Società e contestualmente permette un considerevole risparmio sulle concimazioni minerali.

L'impianto produce energia elettrica per un totale di circa 8.000 MW all'anno.

Impianto a biomasse:

L'impianto a biomasse, costituito da tre caldaie che forniscono una potenza nominale complessiva di 3 MW termici, produce calore ed energia elettrica mediante la combustione delle biomasse.

Il calore ottenuto viene convogliato in una rete di teleriscaldamento a servizio delle utenze di proprietà site nel borgo di Malpaga. La quota non utilizzata dal teleriscaldamento viene invece convogliata ad una turbina ORC asservita alle caldaie, ove il calore viene trasformato in energia meccanica da una turbina. Successivamente tale energia viene convertita da un generatore in corrente elettrica, che viene ceduta alla rete Enel.

Per l'alimentazione dell'impianto viene impiegato pellet composto per la maggior parte da *Miscanthus giganteus*, una pianta erbacea della famiglia delle *poaceae* (ex *graminaceae*), coltivata nei terreni di proprietà della Società Agricola Malpaga. Il pellet viene realizzato con una miscela a prevalenza di Miscanto con l'aggiunta di cippato di legno vergine non trattato reperito nelle vicine valli della bergamasca.

L'impianto consuma all'incirca 4.000 ton/anno di pellet e produce circa 3.000 MW elettrici all'anno.

8.1.3 Discarica rifiuti in località Biancinella

Nel settore settentrionale del territorio comunale in prossimità del confine con Seriate è presente una discarica, gestita dal 1999 dalla società Bergamo Pulita S.r.l. Presso la discarica, che ha raggiunto la sua capacità massima, erano conferiti rifiuti speciali non pericolosi ex 2B, quali fanghi, scorie di acciaierie, rifiuti assimilabili agli urbani, rifiuti ingombranti provenienti dalla Provincia di Bergamo.

Il sito è dotato di un impianto per l'estrazione del biogas che permette la massima efficienza di captazione ed il conseguente utilizzo energetico mediante un sistema di produzione termoelettrica composta da gruppi elettrogeni a combustione interna dalla potenza nominale di 200kW ciascuno. Fino al 2012, i gruppi erano cinque: quattro regolarmente funzionanti ed uno di scorta; con tale assetto la centrale ha raggiunto un coefficiente di disponibilità di circa 99,5% ed ogni gruppo alla massima potenza aveva un rendimento elettrico di circa 34,8% con un assorbimento in ingresso della centrale di circa 2.870 kW.

Nel marzo 2013 una seconda società (Acqua & Sole S.r.l.) ha installato un nuovo impianto per lo sfruttamento energetico del biogas dai nuovi lotti. Il nuovo impianto è dotato di motori di nuova concezione (con potenze di 300 e 360 kW) che hanno sostituito tre dei cinque motori gestiti da Bergamo Pulita s.r.l.

L'installazione di un sistema di pretrattamento del biogas mediante adsorbimento su carboni attivi dei silossani, il trattamento catalitico dei fumi che permette l'ossidazione del CO in CO₂, la predisposizione di un camino e del sistema per riduzione degli NOx mediante l'utilizzo del NH₃ garantiscono il rispetto dei limiti di legge delle emissioni in atmosfera.

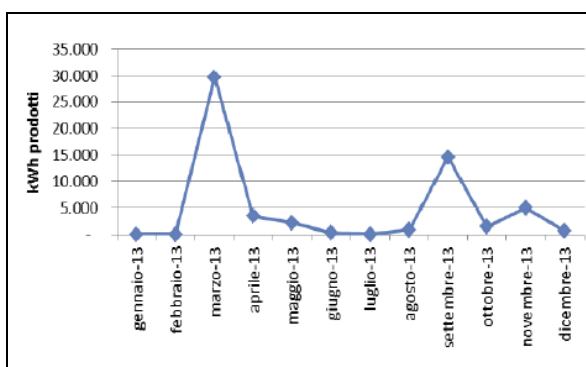


Figura 28: Energia prodotta nell'anno 2013 da impianto di cogenerazione elettrica da biogas (Bergamo Pulita s.r.l.).

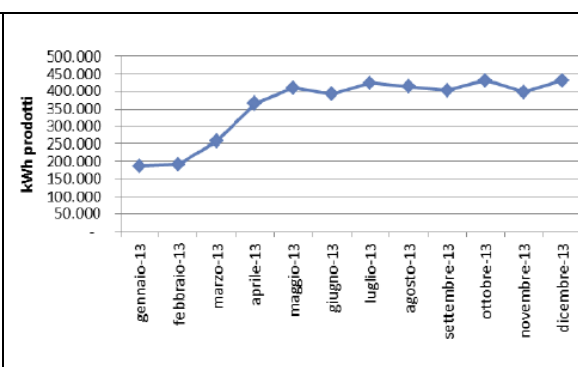


Figura 29: Energia prodotta nell'anno 2013 da impianto di cogenerazione elettrica da biogas (Acque & Sole s.r.l.).

Nel 2013 presso la Discarica Biancinella sono stati complessivamente prodotti 4.360,50 MWh.

9 SCENARI DI SVILUPPO

Il Baseline Emission Inventory (BEI) ha descritto sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, i consumi energetici e le emissioni del Comune di Cavernago, riferiti all'anno di riferimento (2005). Nel precedente capitolo sono state esposte le azioni fino ad oggi intraprese dal Comune di Cavernago al fine di perseguire gli obiettivi previsti dal *Pacchetto Clima 20-20-20*.

Per pianificare le azioni è necessario definire il contesto degli interventi e i suoi potenziali sviluppi nel prossimo futuro. Due sono i possibili scenari:

- Scenario BaU (Basic as Usual): descrive l'ipotetica variazione fino al 2020 dei consumi finali e delle emissioni in assenza degli interventi di mitigazione/riduzione previsti dal PAES;
- Scenario di Piano: fa una previsione circa l'andamento dei consumi energetici e delle emissioni in atmosfera, tenendo conto delle azioni di mitigazione/riduzione previsti dal PAES.

Il *Piano d'Azione per Energia* della Regione Lombardia (2007) e il *Piano per una Lombardia Sostenibile; Lombardia 2020* descrivono il trend evolutivo dei consumi energetici e delle emissioni a livello regionale. Lo scenario delineato, revisionato a seguito alla crisi economica in atto, ha quantificato al 2020:

- un fabbisogno energetico di 30 milioni di Tep, con un aumento medio annuo dell'1,6%;
- emissioni in atmosfera pari a 83,8 milioni di tonnellate, con un incremento del 27% rispetto ai valori del 2007.

Per il Comune di Cavernago si è ipotizzato uno scenario simile a quello regionale con un aumento medio annuo pari a 1,6% dal 2010, ultimo dato disponibile (Figura 26 e Figura 27). Il numero di abitanti previsto al 2020 è stato invece quantificato sulla base del trend annuo del periodo 2012-2014 (circa 2%).

TABELLA 23: SCENARI FUTURI PER IL COMUNE DI CAVERNAGO (PROIEZIONI AL 2020).

Settore	2005	2010	2020 Senza azioni PAES	2020 con azioni PAES
Consumi di energia MWh	42196,51	45524,83	53356,26	42685,01
Emissioni CO2 t	11895,48	11416,35	13380,25	10704,2
Intensità media di emissione	0,28	0,25	0,25	0,25
Abitanti	1903	2450	2676	2676
Consumi di energia pro-capite MWh	22,17	18,58	19,94	15,95
Emissioni di CO2 pro-capite t	6,25	4,66	5,00	4,00

Si stima che le azioni previste permetteranno al 2020 di risparmiare 10671,25 MWh di energia e evitare l'emissione di 2676,05 tonnellate di CO2 in atmosfera (Tabella 23).

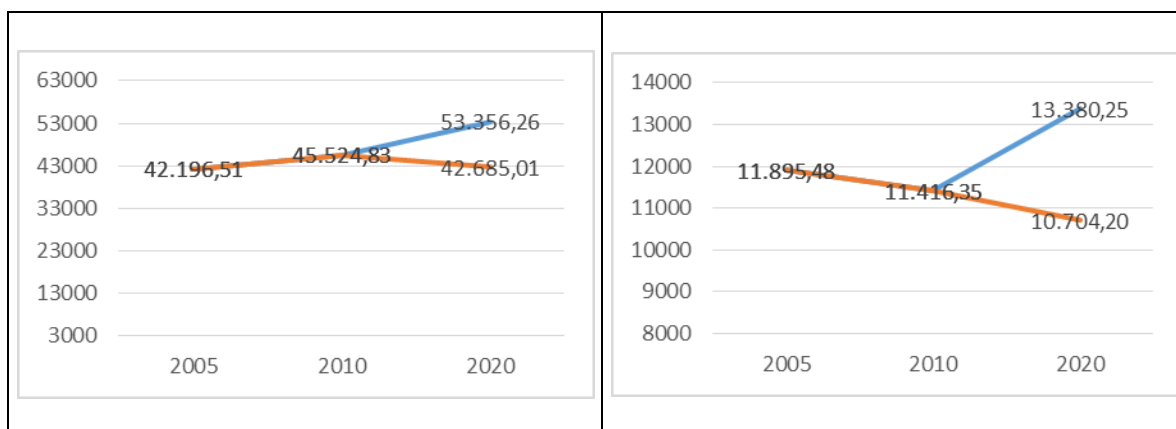


Figura 30: Consumi energetici nel periodo 2005-2020 senza azioni del PAES (colore blu) e con azioni del PAES (colore arancione).

Figura 31: Emissioni di CO2 nel periodo 2005-2020 senza azioni del PAES (colore blu) e con azioni del PAES (colore arancione).

La quota di utilizzo di energia da fonti rinnovabili obiettivo del PAES rappresenta rispetto al totale dei consumi energetici stimati al 2020 e ridotti del 20%, il 2,34% del totale.

10 LE AZIONI

Il PAES rappresenta lo strumento attraverso cui il Comune definisce una strategia finalizzata ad orientare le modalità di sviluppo dei settori energivori (edilizia, terziario e trasporti) verso criteri di sostenibilità ambiente e di efficienza energetica.

Obiettivo di questo capitolo è quello di fornire gli indirizzi all'Amministrazione Comunale rispetto agli interventi da mettere in campo per raggiungere gli obiettivi del PAES. Il Comune può agire direttamente riducendo i propri consumi e/o incrementando la produzione di energia da fonti rinnovabili con propri impianti o indirettamente agendo in qualità di promotore e regolatore di misure di efficientamento energetico sul patrimonio privato insediato sul proprio territorio.

Ogni singola azione si riferisce ad uno specifico progetto all'interno del campo d'azione e viene descritto specificandone i dettagli dove possibile:

- *codice dell'azione*: codice univoco per ogni intervento che deve corrispondere ad una linea d'azione del PAES;
- *titolo*: descrizione sintetica dell'azione;
- *settore*: criterio riportato nel PAES per raggruppare le azioni simili, nel codice dell'azione la prima cifra è comune a tutte le azioni dello stesso settore;
- *responsabile dell'intervento*: può essere il funzionario comunale per le proprietà del Comune o il responsabile del gruppo di lavoro per interventi che coinvolgono altri stakeholder;
- *stakeholder*: parti interessate esterne all'organizzazione che partecipano alle varie fasi di sviluppo dell'azione;
- *sintetica descrizione dell'azione*: fissare l'obiettivo dell'intervento, le motivazioni ed i potenziali ostacoli per la realizzazione dell'azione;
- *cronoprogramma*: sintetico riepilogo delle fasi principali che porteranno a compimento l'azione, suddivise temporalmente e logicamente;
- *tempistiche dell'intervento*: naturalmente le date saranno più precise nel caso di interventi già realizzati o programmati, mentre per interventi da pianificare si inserirà una data di inizio compatibile con i tempi necessari alla progettazione dell'intervento e una data finale antecedente il 2020;
- *costi*;
- *risparmio energetico*: si deve stimare l'ammontare annuo di energia risparmiata grazie all'intervento in termini di MWh/anno;

- *produzione FER*: nel caso in cui l'intervento produca energia da fonti energetiche rinnovabili si deve stimare quanti MWh (elettrici e termici) vengono prodotti ogni anno da tali fonti;
- *riduzione CO₂*: applicando alla quota di energia risparmiata l'opportuno fattore di conversione di cui alla tabella di Figura 6 si ottengono le tonnellate di CO₂ ridotta all'anno grazie al singolo intervento.

Naturalmente la somma dei contributi in termini di riduzione della CO₂ dei vari interventi dovrà raggiungere il valore obiettivo del PAES.

La riduzione in termini di consumi energetici e di emissioni così come prospettata dal PAES non rappresenta sicuramente un obiettivo di facile conseguimento per una realtà locale di dimensioni piccole come il Comune di Cavernago, alla luce anche dei suoi poteri normativi e dell'attuale situazione economica, che riduce la capacità di investimento dei privati e delle imprese. A tale proposito si reputa molto importante che l'Amministrazione diventi un importante punto di riferimento per la cittadinanza sia con interventi mirati nel settore pubblico (già intrapresi) che come punto di riferimento per la divulgazione di materiale riguardante il risparmio energetico e la riduzione di emissioni in atmosfera.

E' infine importante sottolineare come, ai fini della riduzione complessiva dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂, tutte le azioni, anche quelle teoricamente meno incisive, possono dare un contributo al raggiungimento degli obiettivi del PAES.

10.1 Settore informazione/divulgazione

Per una maggiore sinergia tra la Pubblica Amministrazione e la cittadinanza e per una proficua collaborazione e partecipazione al raggiungimento degli obiettivi del PAES, è molto importante mettere a disposizione tutti gli elementi utili per una maggiore conoscenza delle tematiche di riduzione dei consumi e delle emissioni in atmosfera.

Le azioni qui di seguito proposte avranno da un lato la funzione di aggiornare la cittadinanza circa gli interventi messi in atto e i progressi raggiunti e dall'altro forniranno ai soggetti interessati adeguate informazioni più o meno dettagliate a seconda delle necessità. E' altresì importante il contributo della cittadinanza, che potrà attraverso i canali di comunicazione che saranno attivati, richiedere specifici approfondimenti su particolari tematiche.

1		SETTORE INFORMAZIONE/FORMAZIONE	
Azione	Realizzazione di una sezione del sito internet del Comune di Cavernago dedicata al PAES		
Responsabile	Comune di Cavernago		
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza		
Descrizione			
<p>Il Comune di Cavernago è già provvisto di un sito internet dove è possibile reperire informazioni circa la quantità di energia elettrica prodotta mediante i pannelli fotovoltaici di proprietà comunale.</p> <p>L'azione si pone la finalità di integrare quanto già presente e di realizzare una sezione dedicata che diventi il principale punto di riferimento in ambito informatico del PAES.</p> <p>All'interno del sito la cittadinanza e chi fosse interessato, potrà reperire documentazione inerente il risparmio energetico, la riduzione delle emissioni in atmosfera, i successivi monitoraggi previsti dal PAES.</p> <p>Il sito permetterà di rendere disponibile anche quel materiale (video, immagini) non usufruibile in forma cartacea e l'invio di notizie mediante un servizio di newsletter.</p>			
<i>Indicatore: numero di accessi al sito</i>			
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020	
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015		
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015		
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016		
Fruizione del servizio	Fine 2016		
Stima dei costi			
Stima dei risultati attesi			
Risparmio energetico		Emissioni risparmiate	
non quantificabile		non quantificabile	

2		SETTORE INFORMAZIONE/FORMAZIONE	
Azione	Campagne informative/formative sui temi di risparmio energetico rivolte alla cittadinanza		
Responsabile	Comune di Cavernago, consulenti esterni per l'organizzazione di incontri formativi		
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza		
Descrizione	<p>Il comportamento del singolo soprattutto nel settore privato è fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi del PAES; l'apporto del solo settore pubblico potrebbe infatti non risultare sufficiente senza l'apporto attivo della cittadinanza. E' quindi importante fornire le opportune informazioni al fine di instaurare una proficua collaborazione tra i cittadini e la Pubblica Amministrazione.</p> <p>L'azione si svilupperà su due livelli: comunicazione e formazione.</p> <p>Nel primo caso volantini informativi e brochure (riguardanti per es. il risparmio energetico, la corretta gestione della caldaia domestica), articoli dedicati allo stato di avanzamento PAES pubblicati sul notiziario comunale possono fornire un primo quadro conoscitivo semplice e facilmente comprensibile da tutti. E' importante in questa fase non sottovalutare anche la tematica del risparmio economico strettamente legata al risparmio energetico.</p> <p>Questo primo step può in un secondo tempo venire approfondito mediante incontri formativi su specifiche tematiche (risparmio energetico-risparmio economico, isolamento termico degli edifici, pannelli fotovoltaici, etc.), sia sotto forma di assemblee pubbliche/workshop per professionisti che di interventi formativi nelle scuole.</p> <p>La tipologia e il numero di interventi potranno essere organizzati anche sulla base degli argomenti di interesse che i cittadini stessi potranno segnalare.</p> <p>Potrà essere molto interessante, viste le risorse impegnate dal Comune di Cavernago per l'installazione degli impianti fotovoltaici, prevedere degli incontri specifici che illustrino quanto realizzato con eventuali visite guidate.</p> <p><i>Indicatore: numero di partecipanti agli incontri, volantini distribuiti</i></p>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020	
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015		
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015		
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016		
Fruizione del servizio	Fine 2016		
Stima dei costi	1.500 €		
Stima dei risultati attesi			
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate		
non quantificabile	non quantificabile		

3	SETTORE INFORMAZIONE/FORMAZIONE	
Azione	Istituzione di uno sportello energia	
Responsabile	Comune di Cavernago, consulente esterno	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Il tema del risparmio energetico e del risparmio economico è sicuramente molto sentito. La creazione di uno <i>sportello energia</i>, gestito o da un consulente esterno o da risorse interne del Comune debitamente formate, permetterà di fornire alla cittadinanza e alle imprese informazioni riguardanti il risparmio energetico, l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti rinnovabili. Presso lo sportello energia sarà possibile avere informazioni riguardanti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modalità di risparmio di energia presso la propria abitazione/attività • Incentivi e sgravi fiscali riguardanti gli interventi per il miglioramento energetico degli edifici • Indicazioni riguardanti le pratiche da presentare per l'installazione di impianti di produzione di energia da fonti alternative • Informazioni riguardanti le classi energetiche degli edifici <p>Il servizio potrà provvedere a raccogliere le informazioni riguardanti gli interventi destinati alla riduzione dei consumi energetici, il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, la costruzione di nuovi edifici, l'installazione di impianti civili e industriali con caratteristiche utili al risparmio. Tali dati successivamente utilizzati per il monitoraggio previsto dal PAES. Lo sportello potrà essere gestito unitamente ad altri comuni al fine di contenere i costi ed avrà cadenza periodica.</p> <p><i>Indicatore: numero di accessi al servizio</i></p>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	5.000 €	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

4	SETTORE INFORMAZIONE/FORMAZIONE	
Azione	Gemellaggi energetici	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Il risparmio energetico e la riduzione di CO2 possono diventare un interessante tema di confronto con altri comuni sia della provincia di Bergamo che d'Italia o d'Europa.</p> <p>Il <i>gemellaggio energetico</i> aggiunge agli obiettivi classici dei gemellaggi, anche la condivisione delle azioni messe in atto per ridurre i consumi e le emissioni ed incentivare l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili.</p>		
<i>Indicatore: numero di incontri</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

10.2 Settore pubblico

Il contributo del settore pubblico alle emissioni in atmosfera non è sicuramente il preponderante a livello comunale. Nonostante ciò la Pubblica Amministrazione ha un ruolo importante: il Comune dovrà essere importante punto di riferimento facendosi al tempo stesso soggetto attivo (con specifici interventi) e autorità di controllo dell'attuazione del PAES. E' importante sottolineare come il Comune di Cavernago ha già intrapreso alcune azioni nella direzione dell'abbattimento delle emissioni installando (o contribuendo economicamente) tre impianti fotovoltaici su alcuni immobili di sua proprietà e sostituendo uno dei mezzi comunali ormai obsoleto.

5	SETTORE PUBBLICO	
Azione	Audit energetico sugli edifici comunali	
Responsabile	Comune di Cavernago, termotecnici	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>La D.G.R. 8/5018 pubblicata sul BURL del 20/07/2005 impone l'obbligo per gli edifici di proprietà pubblica e adibiti ad uso pubblico con superficie utile superiore a 1.000 mq, della certificazione energetica. La targa energetica prodotta dovrà essere esposta in luogo visibile al pubblico.</p> <p>La certificazione energetica prevede l'identificazione di tutti gli interventi di manutenzione straordinaria eseguiti sulla struttura e sugli impianti utili al risparmio energetico, la verifica dei contratti di fornitura dell'energia, il mantenimento delle politiche energetiche.</p> <p>Per quanto riguarda il Comune di Cavernago, l'unico edificio pubblico dotato di certificazione energetica è quello ospitante la scuola secondaria di primo grado (classe energetica C kWh/m3a 18,25).</p> <p>Sulla base delle risultanze dell'audit energetico sarà possibile identificare i possibili interventi di miglioramento, stimandone i costi ed i benefici.</p> <p>Questa specifica azione pur non incidendo direttamente sulla riduzione dei consumi-emissioni nel breve periodo, è importante ai fini della progettazione futura.</p>		
<i>Indicatore: numero edifici comunali certificati energeticamente</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	2016	
Fruizione del servizio	2017	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	

6		SETTORE PUBBLICO	
Azione	Definizione della struttura organizzativa di gestione del PAES		
Responsabile	Sindaco, Giunta Comunale, rappresentanti tecnica e amministrativi degli Uffici Comunali		
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza		
Descrizione			
Al fine di perseguire le finalità del PAES e di monitorare in corso d'opera l'incidenza delle azioni proposte saranno individuati:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Comitato Direttivo</i>: costituito dal Sindaco, in qualità di soggetto responsabile, e dalla Giunta Comunale dovrà valutare le azioni del PAES, individuare le priorità d'intervento, definire le forme di finanziamento e proporre modifiche al PAES al fine di raggiungere gli obiettivi fissati. 2. <i>Gruppo di Lavoro</i>: costituito dai rappresentanti di tutti i settori coinvolti nelle tematiche energetiche e coordinato da un responsabile del procedimento, si occuperà di implementare il PAES supportati se necessario da consulenti tecnico scientifici esterni al Comune. 			
<pre> graph TD Sindaco[Sindaco] --> Giunta[Giunta] Giunta <--> GLPAES[Gruppo di lavoro del PAES] GLPAES --> Resp[Responsabile del procedimento Rappresentanti uffici comunali] GLPAES --> Consulenti[Consulenti esterni di supporto tecnico/scientifico] </pre>			
Il Gruppo di Lavoro collaborerà allo sviluppo, implementazione ed integrazione del PAES, al coinvolgimento della cittadinanza e dei soggetti interessati, alla gestione delle risorse impegnate nel monitoraggio.			
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020	
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015		
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	2015		
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	2016		
Fruizione del servizio	2017		
Stima dei costi	Da determinare		
Stima dei risultati attesi			
Risparmio energetico		Emissioni risparmiate	

7	SETTORE PUBBLICO	
Azione	Interventi di efficienza energetica sulla rete della pubblica illuminazione	
Responsabile	Comune di Cavernago, progettisti specializzati nella progettazione energetica e illuminotecnica	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>I consumi energetici della rete di pubblica illuminazione rappresentano sicuramente una delle voci più importanti del bilancio energetico comunale. Essa deve garantire un'adeguata illuminazione del territorio comunale prevedendo diverse tipologie di punti luce a seconda della destinazione urbanistica dell'area, della classificazione delle strade e della categoria illuminotecnica.</p> <p>Nel territorio di Cavernago gli impianti di illuminazione pubblica, gestiti direttamente dal Comune, sono alimentati da tredici contatori, comandati da altrettanti quadri. La distribuzione è generalmente di tipo interrato con posizionato un pozzetto a piè palo.</p> <p>La riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici unitamente alla posa in opera di impianti ad alta efficienza (mediante l'utilizzo di corpi illuminanti full cut-off, di lampade e/o sistemi ad alto rendimento e mediante il controllo di flusso luminoso), sono alcuni degli obiettivi individuati dal <i>Piano Regolatore di Illuminazione Comunale</i> in linea con quelli del PAES.</p> <p>Il <i>PRIC</i>, oltre alla messa a norma di alcuni contatori, prevede l'utilizzo di armature stradali con tecnologia a LED che permette di risparmiare quasi il 60% dell'energia rispetto all'illuminazione tradizionale realizzata con lampade SAP, con una garanzia di durata di almeno 60.000 ore di funzionamento, senza sostituzioni di lampade e di alimentatori. Va quindi considerato oltre al risparmio energetico, anche il risparmio derivante dall'assenza delle manutenzioni ordinarie e straordinarie degli impianti a LED rispetto all'illuminazione tradizionale (cambio lampade, sostituzione reattori e accenditori).</p> <p>Attualmente i punti luce presenti sul territorio comunale sono 945; il <i>PRIC</i> prevede la sostituzione dei corpi illuminanti con lampade a Sodio ad Alta Pressione (SAP) e lampade a scarica (JM) con quelli a LED. L'intervento interesserà complessivamente 839 punti luce.</p> <p>Il risparmio stimato sia in termini di consumi energetici, emissioni in atmosfera, costo per cittadinanza sarà del 62%.</p>		
<i>Indicatore: kWh/anno consumati</i>		
U	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	2016	
Fruizione del servizio	2017	
Stima dei costi	€ 430.000,00	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
255,67 kWh/anno	102,28 tCo2/anno	

8	SETTORE PUBBLICO	
Azione	Sostituzione autoveicoli più vecchi con nuovi meno inquinanti	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Il parco automezzi del Comune di Cavernago si compone di quattro autoveicoli:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Iveco Daily, alimentazione a gasolio, anno di immatricolazione 2012, classe di omologazione EURO 4 4. Fiat 16, alimentazione a gasolio, anno di immatricolazione 2008, classe di omologazione EURO 4 5. Fiat Punto, alimentazione a benzina, anno di immatricolazione 2005, classe di omologazione EURO 3 6. Ape Piaggio, alimentazione a benzina, anno di immatricolazione 2004, classe di omologazione EURO 3 <p>Visto l'anno di immatricolazione è plausibile supporre che nel prossimo quinquennio i due mezzi più vecchi saranno sostituiti con automezzi più recenti e meno emissivi.</p> <p>Si stima che a parità di km percorsi, le emissioni di un veicolo che sarà immatricolato nel prossimo quinquennio emetterà in atmosfera il 39% in meno rispetto ad un veicolo precedente.</p>		
<i>Indicatore: chilometri percorsi-tCO2 emesse</i>		
u	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	2017	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	2018	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	2018	
Fruizione del servizio	2019	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
3,99 MWh/anno	0,17 tCo2/anno	

9	SETTORE PUBBLICO	
Azione	Riduzione dei consumi nell'illuminazione degli edifici comunali	
Responsabile	Comune di Cavernago, tecnici specializzati	
Soggetti interessati	Amministrazione Comunale	
Descrizione		
<p>Nell'ottica di ridurre le emissioni in atmosfera e di diminuire i consumi energetici (ed i costi di gestione) si prevede di intervenire sui sistemi di illuminazione degli edifici comunali.</p> <p>La prima fase consisterà nella descrizione dello stato di fatto, indispensabile per identificare gli edifici oggetto degli interventi, evidenziare eventuali criticità, selezionare le soluzioni tecniche più adatte valutandone costi e benefici.</p> <p>Normalmente vengono sostituite le lampade ad incandescenza con lampade dimmerabili (dette anche <i>varialuce</i>) con riflettori ad alta efficienza, collegati eventualmente con sensori per la luce naturale o di presenza. L'intervento permette di avere risparmi fino al 70%.</p> <p>Per il Comune di Cavernago si possono valutare interventi limitati al municipio e/o agli edifici scolastici. Impianti di questo tipo si ripagano in circa 7 anni sul risparmio energetico.</p>		
<i>Indicatore: kWh/anno consumati dalle singole strutture</i>		
u	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	2018	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	2018	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	2018	
Fruizione del servizio	2019	
Stima dei costi	500 €/lampada anche in relazione al tipo e numero	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	

10.3 Settore residenziale

Il settore residenziale incide in modo significativo sui consumi energetici e sulle emissioni in atmosfera. La forte domanda di energia è dovuta in massima parte all'insufficiente isolamento degli involucri dei fabbricati e dal cattivo uso degli impianti di climatizzazione. I dati disponibili riguardanti l'edificato di Cavernago hanno evidenziato come la maggior parte delle unità abitative registrate nel registro CENED (circa il 40%) ricade in classe F o G, mentre solo il 3,45% ricade in classe energetica A. E' quindi evidente come sia necessario prevedere delle specifiche azioni di contenimento dei consumi energetici e delle emissioni per il settore residenziale.

In generale per gli edifici residenziali del nord Italia i diversi fabbisogni energetici in percentuale rispetto al totale sono così ripartiti ¹:

- Riscaldamento: 59%
- Raffrescamento: 18%
- Acqua Calda Sanitaria: 22%

In questo ambito gli interventi possibili sono diversi:

- isolamento termico degli edifici;
- sostituzione di vetri singoli con vetri doppi e serramenti a taglio termico;
- migliorie sugli impianti tecnologici (riscaldamento/raffrescamento, illuminazione).

Indicatore importante dell'efficacia degli interventi dovrà essere la certificazione energetica, che dovrà accompagnare la documentazione di progetto sia si tratti di costruzione ex novo che di recupero/ristrutturazione dell'esistente.

La stima dell'incidenza delle singole azioni, pur di difficile previsione essendo legata a diversi fattori (tipologia di intervento, scelte progettuali, etc.) è stata eseguita analizzando le dinamiche in atto nell'ultimo triennio (numero di ristrutturazioni).

¹ Studio comparativo tra fabbisogni energetici netti, lato edificio, sia per la climatizzazione estiva che per quella invernale di edifici residenziali e del settore terziario situati in climi differenti, ENEA

10	SETTORE RESINDENZIALE	
Azione	Adozione del Piano Energetico Comunale	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza, operatori del settore dell'edilizia	
Descrizione		
<p>L'Allegato Energetico al Regolamento Edilizio Comunale è un importante strumento per attuare le strategie di risparmio energetico nell'edilizia esistente e di nuova costruzione. Mediante tale documento il Comune può recepire la normativa e la legislazione vigente a tutti i livelli (Regionale, Nazionale, Europea) ed esplicitarla al progettista e al tecnico comunale. Il documento dovrà recepire ed integrare il quadro normativo già vigente (Regolamento Edilizio, PGT) tenendo conto del contesto territoriale, ambientale ed economico in cui si inserisce e del livello di sensibilità della specifica comunità alle tematiche trattate.</p> <p>L'Allegato Energetico dovrà essere applicato a tutti gli edifici soggetti al rispetto di quanto previsto dalla D.G.R. 8745/2008 e s.m.i. e le azioni previste dovranno essere differenziate per categorie di edifici e tipologia di intervento. Obiettivi principali dell'Allegato al RE sono il miglioramento del confort abitativo unitamente alla riduzione dei consumi per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.</p> <p>Per quanto riguarda gli edifici di nuova realizzazione l'amministrazione comunale potrà decidere di incentivare la realizzazione di residenze con alte prestazioni energetiche (classe A o B) mediante specifiche agevolazioni (sugli oneri di urbanizzazione primaria e secondaria per es.), incoraggiando l'utilizzo di energia derivante da fonti rinnovabili al fine di perseguire l'obiettivo degli edifici "a energia quasi zero" previsto dalla Direttiva 2010/31/UE a partire del 31 dicembre 2020.</p> <p>Per quanto riguarda gli interventi di riqualificazione degli edifici già esistenti il miglioramento dell'efficienza energetica sarà requisito necessario e potranno essere previsti eventuali forme di incentivo al fine di raggiungere una classe a maggiore efficienza energetica (classe B per esempio).</p>		
<i>Indicatore: kWh/anno comparto residenziale</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

11	SETTORE RESINDENZIALE	
Azione	Efficienza dell'impianto di riscaldamento	
Responsabile	Responsabile dell'impianto termico, tecnici manutentori	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Nel territorio di Cavernago sono attivi e registrati al CURIT 895 impianti di riscaldamento: il 95,9% ha potenza inferiore a 35 kW, il 2,6% potenza compresa tra 116,30 e 350,00 kW, l'1,2% tra 50,10 e 116,30 kW e lo 0,3% tra 35 e 50 kW.</p> <p>Ai sensi del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i. è il Responsabile dell'impianto (l'occupante o il proprietario se l'immobile è sfitto) che deve occuparsi delle operazioni di manutenzione delle caldaie, che devono essere affidate ad un tecnico in possesso dei requisiti stabiliti dal D.M. 37/2008 (ex L. 16/990). La mancata o la scorretta manutenzione è soggetta ad una sanzione da 500 a 3.000 € ai sensi del comma 1 del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.).</p> <p>Gli interventi migliorativi dell'efficienza dell'impianto di riscaldamento possono essere di diverso tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori: si tratta dell'intervento più semplice che con costi contenuti (in media 70,00 € per ogni elemento scaldante) permette di aumentare il confort abitativo ed il risparmio energetico (5-10%). • Installazione di caldaie a condensazione: permette in relazione alla temperatura di esercizio ed al sistema di regolazione un risparmio compreso tra il 5 e il 10%, con una spesa di circa 100 € per kW di potenza installata. • Installazione di pavimenti/soffitti radianti: si tratta di un intervento importante che permette un risparmio in relazione alla temperatura di esercizio e al sistema di regolazione compreso tra il 15 ed il 25%. L'intervento è da integrare con l'installazione di centrali termiche ad alto rendimento che lavorano a basse temperature (pompe di calore, caldaie a condensazione). Il costo della posa in opera dei soli pannelli radianti è di circa 50-70 € al mq. 		
<i>Indicatore: numero impianti registrati al CURIT</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti		
Progetto preliminare, riesame dei requisiti		
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/eseccutiva		
Fruizione del servizio		
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

12	SETTORE RESINDENZIALE	
Azione	Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici	
Responsabile	Soggetti privati, operatori del settore dell'edilizia	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
Si tratta di interventi che agiscono sull'inerzia termica dell'edificio, che necessitano di una fase di progettazione che valuti i costi ed i benefici dell'intervento.		
<ul style="list-style-type: none"> • Coibentazione del tetto: in relazione alla tipologia di copertura precedente di risparmia dal 15 al 25 % del calore per riscaldamento di un edificio. Il costo per la posa in opera si aggira sui 40-50 €/mq. • Cappotto: si tratta di un isolamento termico applicato sul lato esterno delle pareti perimetrali che permette di risparmiare dal 25 al 40% del calore per il riscaldamento. Può essere previsto anche internamente l'edificio con minore efficacia. Il costo per la posa in opera si aggira sui 55-65 €/mq. • Sostituzione serramenti: in relazione alla tipologia dei serramenti sostituiti e della percentuale di superficie finestrata può incidere dal 5% (residenziale) al 40% (uffici) con un costo di installazione compreso tra 200 e 350 €/mq. 		
<i>Indicatore: kWh/anno edifici residenziali</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/eseccutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

13	SETTORE RESIDENZIALE	
Azione	Efficienza dell'illuminazione privata e dei consumi elettrici	
Responsabile	Soggetti privati	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Questa azione ha l'obiettivo di ridurre i consumi elettrici di un'abitazione. Sarà importante una capillare campagna di sensibilizzazione ed informazione al fine di promuovere l'utilizzo di lampadine fluorescenti compatte (dando anche le dovute informazioni circa lo smaltimento), elettrodomestici a basso consumo energetico, lo spegnimento degli apparecchi non utilizzati.</p> <p>In generale si tratta di piccoli accorgimenti che possono incidere concretamente sulla riduzione dei consumi energetici e sulla gestione della propria abitazione.</p> <p>Sostituendo le lampade ad incandescenza si può risparmiare in termini di kWh/anno fino al 70%.</p>		
<i>Indicatore: kWh/anno edifici residenziali</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

14	SETTORE RESINDENZIALE	
Azione	Installazione di impianti fotovoltaici	
Responsabile	Soggetti privati	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Nel territorio di Cavernago sono presenti 33 impianti fotovoltaici di potenza complessiva pari a 1.115 kW; la produzione di energia è stimata in 1.226,5 MWh annui con un totale di 539,66 tonnellate annue di CO2 non emesse in atmosfera.</p> <p>Primaria funzione dell'Amministrazione Comunale sarà quella di regolamentarne la diffusione e di agevolare le pratiche di competenza locale.</p> <p>L'amministrazione comunale può incentivare l'installazione di impianti fotovoltaici favorendo la creazione di Società Cooperative senza fini di lucro con lo scopo di sviluppare e produrre energia elettrica non inquinante, facendo per esempio diventare i propri soci produttori autonomi.</p> <p>Cautelativamente, sulla base di un trend inferiore a quello 2010-2013, si è considerato che nel prossimo quinquennio vengano installati nel settore residenziale impianti fotovoltaici con potenza complessiva di 613,25 kW (incremento del 55% rispetto alla situazione attuale).</p> <p>L'erogazione di incentivi statali o regionali potranno favorire l'utilizzo di questo tipo di tecnologia, la cui progettazione deve essere eseguita valutando i costi ed i benefici.</p>		
<i>Indicatore: kWh installati</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
674,58 MWh/anno	296.81 tCO2	

10.4 Settore terziario

Per il settore terziario, come per quello residenziale, le azioni proposte sono indirizzate al miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici (isolamento termico, sostituzione dei serramenti e delle caldaie, installazione di impianti fotovoltaici), dei sistemi di illuminazione e degli impianti di riscaldamento/raffrescamento.

15	SETTORE TERZIARIO	
Azione	Adozione del Piano Energetico Comunale	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	Operatori del settore terziario e del commercio, progettisti	
Descrizione		
L'Allegato Energetico al Regolamento Edilizio Comunale esplicherà i parametri a cui la progettazione di nuove costruzioni e di ristrutturazione di edifici ad uso produttivo-commerciale dovrà sottostare, al fine di contenere i consumi energetici e diminuire l'entità delle emissioni del comparto. L'amministrazione comunale potrà decidere di incentivare la realizzazione/recupero di edifici con alte prestazioni energetiche (classe A o B) mediante specifiche agevolazioni (sugli oneri di urbanizzazione primaria e secondaria per es. o sulla volumetria complessiva), incoraggiando l'utilizzo di energia derivante da fonti rinnovabili (per es. impianti fotovoltaici accoppiati a pompe di calore per il riscaldamento/raffrescamento).		
<i>Indicatore: fabbisogno energetico medio degli edifici del settore terziario</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

16	SETTORE TERZIARIO	
Azione	Efficienza dell'illuminazione	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	Operatori del settore terziario e del commercio, progettisti	
Descrizione		
<p>Un settore di rilevanza tra i consumi finali di energia elettrica è quello dell'illuminazione, che ha grandi margini di miglioramento in termini di riduzione dei costi di esercizio attraverso interventi sui sistemi di illuminazione ed una più oculata gestione degli stessi.</p> <p>La Commissione Europea ha avviato all'inizio del 2000 un programma per la diffusione delle migliori tecnologie e modalità di gestione per l'illuminazione pubblica e dei grandi edifici del terziario ed industriali, denominato "GreenLight".</p> <p>Il progetto si basa su accordi volontari che i grandi utenti di illuminazione del terziario, della pubblica amministrazione ed industriali, definiti Partner, stipulano con la Commissione Europea, impegnandosi a realizzare interventi di miglioramento delle tecnologie di illuminazione, quando e dove convenienti, riducendo così i consumi di energia, le emissioni di CO2 ed i costi di esercizio, a fronte di un supporto della Commissione in termini di informazioni fornite e di ampio riconoscimento dei risultati raggiunti.</p> <p>La partecipazione al Programma ed il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico consente ai partecipanti di ottenere dalla Commissione Europea il riconoscimento di leader ambientale contro il riscaldamento globale ed il cambiamento climatico, la targa da apporre sugli edifici, l'uso del logo GreenLight, la partecipazione al premio Greenlight e la promozione a livello europeo attraverso un'apposita campagna promozionale.</p> <p>Altra opportunità per le attività produttive è l'applicazione di un Sistema di Gestione dell'Energia conforme alla norma UNI CEI EN ISO 50001, consente di ottimizzare, con un processo di miglioramento continuo, l'utilizzo energetico e permette di trasformare le spese energetiche da costi strutturali in input aziendali, non solo consumando semplicemente meno, ma anche consumando meglio, liberando risorse economiche e finanziarie.</p>		
<i>Indicatore: Numero di attività produttive che hanno aderito al Progetto Green Light.</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

17	SETTORE TERZIARIO	
Azione	Posa in opera di impianti fotovoltaici	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	Operatori del settore terziario e del commercio, progettisti	
Descrizione		
<p>Nel territorio di Cavernago sono presenti 33 impianti fotovoltaici di potenza complessiva pari a 1.115 kW; la produzione di energia è stimata in 1.226,5 MWh annui con un totale di 539,66 tonnellate annue di CO2 non emesse in atmosfera.</p> <p>Nel comparto produttivo gli impianti fotovoltaici installati (il cui numero è stimato in circa il 20% del totale) hanno potenze più elevate ed il risparmio anche in termini economici può liberare importanti risorse finanziarie per l'attività.</p> <p>Cautelativamente, sulla base di un trend inferiore a quello 2010-2013, si è considerato che nel prossimo quinquennio vengano installati nel settore terziario impianti fotovoltaici con potenza complessiva di 111,25 kW (incremento del 10% rispetto alla situazione attuale).</p> <p>L'erogazione di incentivi statali o regionali potranno favorire l'utilizzo di questo tipo di tecnologia, la cui progettazione deve comunque essere eseguita valutando i costi ed i benefici.</p>		
<i>Indicatore: kWh/anno installati</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
122,65 MWh	53,97 tCO2	

10.5 Settore mobilità

Il settore dei trasporti incide per il 26% sulle emissioni in atmosfera annue complessive del territorio oggetto di studio. Nell'ottica della loro riduzione è necessario prima di tutto, porre in essere tutte quelle misure che possano limitare l'uso dei veicoli inquinanti nel centro abitato, optando per soluzioni di mobilità sostenibile. Al fine di favorire l'uso di mezzi di spostamento non inquinanti (bicicletta, piedi, mezzi pubblici) è necessario che i percorsi e le infrastrutture (parcheggi in interscambio per es.) siano organizzati in modo efficiente e in posizione strategica.

18	SETTORE MOBILITA'	
Azione	Completamento/implemento rete ciclopedonale	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Il territorio oggetto di studio è dotato di una buona rete di percorsi ciclopedonali. La rete si estende sia nel centro abitato che al di fuori giungendo fino in prossimità del Fiume Serio, dove si unisce alla rete ciclabile provinciale. I principali servizi (scuole, municipio, farmacia, centro sportivo) sono raggiungibili mediante percorsi dedicati e protetti. La predisposizione di ulteriori segmenti a completamento delle rete urbana, soprattutto di collegamento agli edifici scolastici, unitamente ad interventi per incentivare l'utilizzo della bicicletta per gli spostamenti all'interno del centro abitato, permetterebbe di risparmiare sia in termini di consumi di carburante che di emissioni in atmosfera.</p> <p>La distribuzione di brochure riguardanti l'utilizzo della bicicletta (con magari piccoli consigli per evitare i furti) può sensibilizzare la cittadinanza al suo utilizzo.</p>		
<i>Indicatore: Km di pista ciclabile disponibile</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
non quantificabile	non quantificabile	

19	SETTORE MOBILITA'	
Azione	Efficientamento della flotta veicoli privata	
Responsabile	Comune di Cavernago	
Soggetti interessati	tutta la cittadinanza	
Descrizione		
<p>Per quanto riguarda il parco veicolare, nel territorio oggetto di studio nel periodo compreso tra il 2007 ed il 2013 si è assistito all'incremento del numero di veicoli circolanti di circa 11,9%. Le autovetture rappresentano la porzione preponderante del parco veicolare complessivo con percentuali comprese tra il 78,8% del 2007 ed 77,8% del 2013.</p> <p>Il numero dei veicoli Euro 5 ed Euro 6 rappresenta una discreta quota rispetto al totale (19,26%), mentre i mezzi Euro 4 rappresentano la percentuale maggiore (38,46%). Non influente la percentuale di mezzi Euro 2, Euro 1 ed Euro 0 (immatricolati prima del 1 gennaio 2001) che complessivamente rappresentano il 22,14% delle automobili circolanti.</p> <p>Visto l'anno di immatricolazione è plausibile supporre che nel prossimo quinquennio i mezzi più vecchi saranno sostituiti con automezzi più recenti e meno emissivi.</p> <p>Si stima che a parità di km percorsi, le emissioni di un veicolo che sarà immatricolato nel prossimo quinquennio emetterà in atmosfera il 39% in meno rispetto ad un veicolo precedente.</p>		
<i>Indicatore: Autoveicoli</i>		
Cronoprogramma	Inizio: 2015	Fine: 2020
Analisi opportunità e minacce, raccolta dati, definizione dei requisiti	Giugno 2015	
Progetto preliminare, riesame dei requisiti	Fine 2015	
Definizione risorse finanziarie, progettazione definitiva/esecutiva	Giugno 2016	
Fruizione del servizio	Fine 2016	
Stima dei costi	Da determinare	
Stima dei risultati attesi		
Risparmio energetico	Emissioni risparmiate	
235,60 MWh	23,71 tCO2	

11 MONITORAGGIO DELLE AZIONI DI PIANO

La fase di monitoraggio comprende la raccolta e il trattamento delle informazioni utili per testare l'efficacia delle azioni del PAES e la loro rispondenza agli obiettivi del piano stesso. La finalità principale del monitoraggio è misurare in corso d'opera l'efficacia degli interventi rispetto agli obiettivi iniziali ed eventualmente proporre correttivi per adeguarli alle dinamiche evolutive del territorio. Esso si configura dunque come uno strumento utile e fondamentale per passare dalla valutazione ex ante all'introduzione di un sistema che consenta la valutazione in itinere ed ex post.

Il monitoraggio si articola nelle seguenti fasi:

1. Fase di analisi, che comprende l'acquisizione di dati e il calcolo di indicatori relativi al grado di attuazione del piano ed al suo effetto sul contesto ambientale;
2. Fase di diagnosi, volta ad individuare le cause di eventuali scostamenti dei valori calcolati rispetto alle previsioni;
3. Fase di terapia, che permette di riorientare il piano attraverso azioni correttive per far fronte alle problematiche emerse in fase di analisi.

L'Amministrazione Comunale avrà un ruolo centrale nel processo di raccolta dati: monitoraggio: dovrà infatti attivarsi per registrare i consumi propri e del proprio territorio comunale. I dati, ove non disponibili direttamente dall'Amministrazione Comunale, potranno essere richiesti ai soggetti con competenza ambientale (ARPA Bergamo, Provincia di Bergamo, Enti gestori, etc.). Questi stessi soggetti saranno inoltre coinvolti nel caso si evidenzino criticità inattese o fenomeni complessi che richiedono competenze tecniche specifiche per essere analizzati.

Molti degli indicatori proposti nel seguito assumono significatività in relazione al loro trend storico, è dunque fondamentale la creazione di un archivio che permetta di tenere in memoria i dati e gli indicatori che vengono calcolati ogni anno e, ove possibile, la loro distribuzione spaziale. La gestione e l'aggiornamento del database dovrà essere un processo continuo.

Nella Tabella 24 sono riportate due tipologie di indicatori: gli indicatori di contesto (sfondo verde) che monitorano il contesto ambientale e territoriale e gli indicatori definiti di processo (sfondo grigio), che monitorano lo stato di avanzamento nell'attuazione delle azioni di Piano.

TABELLA 24: PROPOSTA DI INDICATORI PER IL MONITORAGGIO DEL PAES DI CAVERNAGO.

elemento	indicatore	fonte
POPOLAZIONE	Popolazione residente e Incremento annuo	Anagrafe Comunale, ISTAT
EMISSIONI	Emissioni di CO2 a livello comunale (t)	SIRENA
	Numero di superamenti del limite giornaliero di PM ₁₀ in atmosfera (50 mg/mc), in provincia di Bergamo.	ARPA
	Numero di caldaie presenti sul territorio comunale	CURIT
	Concentrazione media annua di PM ₁₀ in atmosfera in provincia di Bergamo.	ARPA
	Concentrazioni medie e numero di superamento dei limiti normativi, relativamente alla provincia di Bergamo, di: SO ₂ , NO _x , CO, PM _{2,5} e benzene.	ARPA
	Emissioni annue dei principali inquinanti per macrosettori.	INEMAR - ARPA
CONSUMI ENERGIA ELETTRICA	Consumi di energia elettrica a livello comunale (MWh) suddivisi per comparto	SIRENA, Ente Gestore
	Energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici a livello comunale (kWh)	Atlas Sole, UTC
VIABILITA' E MOBILITA'	Lunghezza percorsi ciclopedonali	UTC
	Numero di utenti iscritti al Servizio Piedibus	Ufficio scuola Comunale
	Numero complessivo degli autoveicoli e % di automezzi obsoleti (Classe di omologazione EURO 0, 1 e 2)	ACI
SETTORE PUBBLICO	Energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici di proprietà comunale (kWh) o da altre fonti rinnovabili	UTC, gestore impianto
	Consumi annui di energia elettrica (MWh) suddivisi per struttura gestita	UTC, ente gestore
	% di edifici in classe energetica A, B, C	CENED, UTC
	Numero di interventi di miglioramento dell'isolamento termico su edifici comunali	UTC
	Consumi annui di gas (mc)	SIRENA, ente gestore
	% mezzi comunali con classe di omologazione EURO 4 e 5	UTC
	Km annui percorsi dai mezzi comunali	UTC

SETTORE RESIDENZIALE	Consumi energia elettrica (kWh)	SIRENA, Ente gestore
	Consumi di gas (mc)	SIRENA, Ente gestore
	% di edifici in classe energetica A, B, C	CENED, UTC
	Numero di interventi di miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici (ristrutturazioni)	UTC
SETTORE TERZIARIO	Consumi energia elettrica (kWh)	SIRENA, Ente gestore
	Attività produttive che hanno aderito al programma "GreenLight"	UTC
	Consumi di gas (mc)	SIRENA, Ente gestore

Il PAES prevede di produrre un report di monitoraggio con cadenza biennale a partire dall'approvazione del piano, con lo scopo di rendere pubblici gli esiti (nelle fasi di analisi, diagnosi e sintesi), di verificare l'attuazione delle azioni previste ed i progressi fatti rispetto agli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂. Anche durante la fase di monitoraggio, la consultazione del pubblico è un elemento fondamentale, sia per l'acquisizione di informazioni che integrino quelle tecniche raccolte durante la fase di analisi, che per l'adozione di misure correttive condivise. Il confronto può essere esteso, oltre che ai cittadini, anche ai soggetti ritenuti competenti in materia ambientale. E' infine importante, per una maggiore diffusione, che i rapporti di monitoraggio siano redatti con un linguaggio semplice e adatto anche ai non addetti ai lavori.

Dott. Geol. Renato Caldarelli

Renato Caldarelli



Dott. Geol. Massimo Elitropi

Massimo Elitropi

