



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA MECCANICA

Corso di Laurea triennale

**Linee guida per la compilazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il
Clima da parte dei Comuni aderenti al Patto dei Sindaci**

**Guidelines for the preparation of the Sustainable Energy and Climate Action Plan
by Municipalities joining the Covenant of Mayors**

Relatore: Chiar.mo

Prof. Fabio Polonara

Tesi di Laurea di:

Luca Dellasanta

A.A. 2019/2020

Indice

Introduzione	4
Compilazione del BEI	5
Consumo finale di energia	5
Fattori di emissione	8
Azioni di intervento	11
Adattamento al cambiamento climatico	17
Azioni per l'adattamento al cambiamento climatico	21
Presentazione rapporti di monitoraggio	25
Esempio esplicativo per la compilazione del PAESC	26
Bibliografia	34

INTRODUZIONE

Questo documento ha l'obiettivo di fornire linee guida per le fasi di pianificazione e di attuazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC).

Il PAESC a sua volta è un documento chiave nel contesto del Patto dei Sindaci: ha il compito di fornire la linea di azione scelta dai comuni per raggiungere la riduzione a lungo termine delle emissioni di CO₂ tenendo in considerazione i dati raccolti nell'Inventario Base delle Emissioni (BEI).

Il Patto dei Sindaci è un movimento dei Comuni su base volontaria i cui aderenti hanno l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra in misura tale da superare gli obiettivi comunitari su clima ed energia. Per gli aderenti è obbligatorio fornire il PAESC, sia per avere informazioni dettagliate sulle riduzioni autoimposte, sia per condividere i propri dati con gli altri comuni aderenti per aiutarli nella redazione del PAESC. L'obiettivo finale è la riduzione entro il 2050 delle emissioni di gas serra dell'80% rispetto un anno di riferimento (da scegliere nell'intervallo di tempo dal 1990 all'anno in cui il comune decide di aderire al Patto). Si prevede di raggiungere questo obiettivo rispettando una riduzione del 20% ogni dieci anni dal 2030, anno entro il quale ci si impone di ridurre le emissioni del 40%.

Tra le azioni da intraprendere elencate nel PAESC vi saranno anche tutte quelle azioni atte ad aumentare la resilienza del territorio in previsione degli effetti del cambiamento climatico.

Per compilare il PAESC si consiglia di partire dall'acquisizione di tutti i dati, necessari per la compilazione del BEI e quindi per sfruttare le occasioni offerte dal comune e contemporaneamente necessari per la valutazione dei rischi e delle vulnerabilità del territorio nei confronti delle alterazioni del clima. Si passerà quindi a decidere, tramite i dati, le azioni che il comune intraprenderà per ridurre le emissioni di gas serra e aumentare la resilienza del territorio.

I cambiamenti dovuti alle azioni intraprese verranno quindi monitorati.

COMPILAZIONE DEL BEI

Le informazioni che seguono devono essere richieste ai comuni per tutti gli anni dal 1990 (anno di riferimento consigliato) all'anno presente, di modo che venga scelto come anno di riferimento il primo anno dal 1990 di cui si abbia la totalità dei dati (o almeno il massimo numero) per valutare le emissioni di anidride carbonica.

CONSUMO FINALE DI ENERGIA

Per facilitare l'organizzazione dei dati si consiglia di utilizzare il modulo fornito dal JRC al link:

https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf

A. Consumo energetico finale

Si segnala che per la separazione dei decimali si usa il punto (.). Non è consentito l'uso di apertori per le migliaia.

Categoria	CONSUMO ENERGETICO FINALE (MWh)													Totale		
	Elettricità	Calore/freddo	Combustibili fossili							Energie rinnovabili						
			Gas naturale	Gas liquido	Olio da riscaldamento	Diesel	Benzina	Lignite	Carbone	Altri combustibili fossili	Oli vegetali	Biocarburanti	Altre biomasse		Energia solare termica	Energia geotermica
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE																
Edifici, attrezzature/impianti comunali																
Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)																
Edifici residenziali																
Illuminazione pubblica comunale																
Industrie (escluse le industrie contemplate nel Sistema europeo di scambio delle quote di emissione - ETS)																
Totale parziale edifici, attrezzature/impianti e industrie																
TRASPORTI																
Parco auto comunale																
Trasporti pubblici																
Trasporti privati e commerciali																
Totale parziale trasporti																
Totale																

Eventuali acquisti di elettricità verde certificata da parte del comune (MWh):	
Fattore di emissione di CO2 per gli acquisti di elettricità verde certificata (approccio LCA):	

Sopra abbiamo uno dei diversi moduli utilizzati nel documento al link riportato sopra.

Con consumo finale si intende tutta l'energia consumata all'interno dei confini amministrativi del comune.

Il consumo finale di energia [MWh] viene ottenuto aggregando diversi tipi di dati riguardanti:

- Edifici, attrezzature/impianti e industrie;
- Trasporti.

Al primo punto competono:

a) Edifici e attrezzature/impianti comunali:

I comuni dovrebbero essere in grado di reperire facilmente i consumi, in caso contrario i Comuni dovrebbero utilizzare la seguente procedura:

1. Identificare edifici e impianti posseduti o gestiti dall'autorità locale;
2. Identificare i punti di approvvigionamento di energia (elettricità, gas naturale, etc.) e per ogni punto identificare la persona o il dipartimento che riceve fatture e dati sull'energia;
3. Organizzare una raccolta centralizzata per i dati e si utilizzi un sistema per gestirli;
4. Assicurarsi che la raccolta sia ripetuta almeno ogni anno;

Istruzioni supplementari:

1. Vettori energetici consegnati in grandi quantità sono facilmente misurabili tramite contatori, nel caso in cui le consegne siano periodiche con periodo annuale o inferiore si può considerare la quantità di vettore consumata uguale alla quantità consegnata;
2. Il calore e il freddo rinnovabili prodotti e consumati localmente dagli utenti finali devono essere misurati e indicati separatamente;
3. Il combustibile fornito per la produzione di elettricità, teleriscaldamento e teleraffreddamento deve essere rilevato e indicato separatamente;
4. Si richieda al comune la quota di elettricità verde di origine garantita acquistata, sarà necessaria nel calcolo del fattore di emissione di CO₂;

b) Illuminazione pubblica

I comuni dovrebbero essere in grado di reperire facilmente i consumi, in caso contrario si consiglia ai comuni la procedura descritta sopra;

c) Altri edifici e impianti

In particolare:

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

- Industrie (la raccolta di questi dati è opzionale, possederli però consente di conoscere in modo più completo la situazione del comune, ricordarsi comunque di escludere dalla raccolta quelle imprese facenti parte del Sistema Europeo di scambio delle quote di emissione EU ETS);

Questi dati non saranno probabilmente disponibili per il comune, si dovrà quindi operare con due approcci possibili:

1. Richiedere i dati ai fornitori (si individuino i fornitori di ogni vettore energetico operanti nel comune, nei comuni è semplice che vi sia un fornitore solo per ogni vettore energetico, si noti che i dati sono commercialmente sensibili e quindi saranno probabilmente aggregati, idealmente vorremmo fossero disaggregati per settore (residenziale, servizi e industriale), per vettore energetico e per codice postale;
2. Ottenere i dati da altri organismi (si intendono quegli organismi che hanno già compiuto la raccolta dati, gli operatori possono infatti non voler fornire i dati alle autorità, sono però vincolati a farlo almeno una volta all'anno, questi organismi potrebbero essere: ministeri o agenzie di statistica, dell'energia, dell'ambiente, dell'economia, strutture di sostegno del Patto dei Sindaci o autorità di regolamentazione per il gas e l'elettricità). Si tenga presente che in Italia le imprese sono vincolate dalla legge 192/2005, in particolare articolo 9, a fornire le informazioni sui consumi privati all'interno dell'area municipale su richiesta del Comune, nonostante ciò spesso sarà sufficiente una richiesta formale firmata dal sindaco e dal segretario comunale (senza appellarsi alla legge).

Per valutare il settore dei trasporti occorrerà dividere i consumi per il trasporto su strada e per il trasporto ferroviario.

In particolare, per valutare il trasporto su strada non basterà assumere che il combustibile consumato all'interno del comune sia uguale a quello venduto, si dovranno reperire quindi le seguenti informazioni: 1) Parco veicoli nel territorio dell'autorità locale;

2) Chilometraggio percorso all'interno del territorio dell'autorità locale [km];

3) Consumo medio di combustibile per ogni tipo di veicolo [l combustibile / km].

Il parco veicolare viene ottenuto tramite conteggio del traffico (ad opera dell'amministrazione stradale locale o nazionale), tramite i veicoli immatricolati nel comune (possono essere trovati all'Automobile club d'Italia ACI), tramite statistiche nazionali o Eurostat regionali o nazionali. Sarà importante che il parco veicolare sia diviso per tipo di combustibile.

Il chilometraggio percorso viene ottenuto dall'autorità locale dal dipartimento dei trasporti dell'autorità locale, dall'amministrazione stradale locale o nazionale o da una indagine sui trasporti delle famiglie (su provenienza e destinazione). Queste informazioni serviranno quindi a stimare il chilometraggio percorso tramite dati statistici.

Il chilometraggio percorso dal parco veicolare dell'autorità locale può essere ottenuto direttamente dai contachilometri, nel caso in cui vi fossero servizi di trasporto appaltati lo stesso dato potrà essere ottenuto direttamente dall'operatore.

Il consumo medio di combustibile può essere ottenuto da dati nazionali (si ricordi di cercare il consumo medio di combustibile per il ciclo urbano), tuttavia potrebbero essere richieste stime più accurate nel caso in cui nel PAESC sia prevista la diminuzione del consumo medio.

Si utilizzino i fattori di conversione forniti dalle IPCC¹ (una tabella è riportata al capitolo "esempio esplicativo per la compilazione del PAESC").

Nel caso in cui l'autorità locale voglia promuovere l'utilizzo di biocombustibili sarà necessario richiedere anche la quantità di biocombustibile utilizzato (riferirsi ai distributori), in caso contrario basterà utilizzare dati medi nazionali.

Questi dati dovranno essere ottenuti anche per le strade sul comune ma non di competenza comunale (autostrade, etc.) nel caso in cui l'autorità locale intenda ridurre le emissioni su queste strade.

Nel caso in cui nel comune esistano servizi di trasporto ferroviario sarà necessario includere le emissioni dovute al servizio se di competenza del Comune, sarà necessario includere le emissioni dovute al servizio se non di competenza del Comune nel caso in cui l'autorità locale abbia l'intenzione di ridurre queste emissioni. I dati possono essere ottenuti dai fornitori, questi ultimi forniranno elettricità e diesel.

Al bilancio complessivo andrà aggiunta anche la produzione locale di elettricità, sarà ottenuta tramite gli operatori del mercato, domanda ai direttori di stabilimento, numero di permessi o sovvenzioni o tramite statistiche nazionali.

Aggiungiamo infine la produzione locale di calore/freddo, questi dati vengono ottenuti dai direttori di stabilimento. I dati sulla microgenerazione possono essere ottenuti tramite dati di vendita da parte dei fornitori, in caso contrario non verrà conteggiata e avremo direttamente una diminuzione dei consumi finali.

FATTORI DI EMISSIONE

Dato che l'obiettivo del patto dei sindaci è la riduzione delle emissioni di gas serra, e in particolare della CO₂, che è quello più importante, si dovranno utilizzare dei fattori che possano convertire l'energia consumata in massa di CO₂ prodotta.

¹ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf

I fattori di emissione possono essere Standard (IPCC) o LCA. Per il patto dei sindaci è fortemente consigliato l'uso dei fattori di emissione Standard.

I fattori di emissione di combustibili sono facilmente reperibili online nel caso in cui si accetti di utilizzare stime nazionali, bisogna inoltre richiedere all'autorità locale se e quanto biodiesel viene consumato per poter diminuire il fattore di emissione specifico dal valore del gasolio al valore della miscela [Percentuale utilizzo gasolio * fattore di emissione gasolio + fattore di emissione biodiesel (se prodotto in maniera sostenibile sarà considerato nullo) * percentuale utilizzo biodiesel].

Tabella C. Fattori di emissione di CO₂ per combustibili (IPCC, 2006)

Tipo di combustibile	Fattore di emissione di CO₂ [kg/TJ]	Fattore di emissione di CO₂ [t/MWh]
Petrolio greggio	73300	0,264
Orimulsion	77000	0,277
Liquidi da gas naturale	64200	0,231
Benzina per motori	69300	0,249
Benzina avio	70000	0,252
Benzina per aeromobili	70000	0,252
Kerosene per aeromobili	71500	0,257
Altro kerosene	71900	0,259
Olio di scisto	73300	0,264
Gasolio/ olio diesel	74100	0,267
Olio combustibile residuo	77400	0,279
Gas di petrolio liquefatti	63100	0,227
Etano	61600	0,222
Nafta	73300	0,264
Bitume	80700	0,291
Lubrificanti	73300	0,264
Coke di petrolio	97500	0,351
Prodotti base di raffineria	73300	0,264
Gas di raffineria	57600	0,207
Cere Paraffiniche	73300	0,264
Acqua ragia e benzine speciali	73300	0,264
Altri prodotti petroliferi	73300	0,264
Antracite	98300	0,354
Carbone da coke	94600	0,341
Altro carbone bituminoso	94600	0,341
Altro carbone sub-bituminoso	96100	0,346
Lignite	101000	0,364
Scisti e sabbie bituminose	107000	0,385
Mattonelle di lignite	97500	0,351
Agglomerati	97500	0,351
Coke da cokeria e coke di lignite	107000	0,385
Coke da gas	107000	0,385
Catrame di carbone	80700	0,291
Gas di officina	44400	0,160
Gas di cokeria	44400	0,160
Gas di altoforno	260000	0,936
Gas da convertitore	182000	0,655
Gas naturale	56100	0,202
Rifiuti urbani (frazione non biomassa)	91700	0,330
Rifiuti industriali	143000	0,515
Oli usati	73300	0,264
Torba	106000	0,382

Si richieda all'autorità locale anche in che quantità vengono utilizzati biocombustibili all'interno del comune e se vengono prodotti in maniera sostenibile (stimando quindi che l'emissione di CO₂ durante la combustione sia minore della CO₂ assorbita durante la ricrescita della biomassa) poiché si potrebbe così utilizzare un fattore di emissione nullo. Il fattore di emissione dell'elettricità può essere ottenuto da fattori di emissione nazionale o europeo o può essere calcolato tramite la formula²:

$$FEE = [((CTE - PLE - AEV) * FENEE) + CO2PLE + CO2AEV] / (CTE)$$

In cui:

FEE = fattore di emissione locale per l'elettricità [t/MWh];

CTE = consumo totale di elettricità nel comune (indicato in tabella A del modulo PAESC) [MWh];

PLE = produzione locale di elettricità (indicato in tabella C del modulo PAESC) [MWh];

AEV = acquisti di elettricità verde da parte del Comune (indicato in tabella A modulo PAESC) [MWh];

FENEE = fattore di emissione nazionale o europeo per l'elettricità [t/MWh];

CO₂PLE = emissioni di CO₂ dovute alla produzione locale di elettricità (indicate in tabella C modulo PAESC) [t];

CO₂AEV = emissioni di CO₂ dovute alla produzione di elettricità verde certificata acquistata dal comune [t];

tutte informazioni da richiedere al comune. Si considerino, riguardo la produzione locale di elettricità, solo gli impianti con potenza nominale minore di 20 MW non inclusi nell'EU ETS e quegli impianti di potenza maggiore gestiti dal comune e ai quali l'autorità locale prevede di ridurre le emissioni.

Nel caso in cui calore/freddo vengano importati o esportati bisognerà cambiare il fattore di emissione del calore:

$$FEC = (CO2PLC + CO2CI - CO2CE) / CLC$$

Dove:

FEC = fattore di emissione per il calore [t/MWh calore];

CO₂PLC = emissioni di CO₂ dovute alla produzione locale di calore (come da Tabella D del modulo PAESC) [t];

CO₂CI = emissioni di CO₂ dovute al calore importato dal di fuori del territorio comunale [t];

CO₂CE = emissioni di CO₂ dovute al calore esportato al di fuori del territorio comunale [t];

CLC = Consumo locale di calore (come da tabella A modulo PAESC) [MWh calore];

queste informazioni saranno reperibili dalle aziende produttrici e dai fornitori.

² https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf

AZIONI DI INTERVENTO

Si noti che ogni comune ha consumi che si differenziano anche drasticamente tra di loro. Le azioni da intraprendere devono quindi essere personalizzate per ogni comune, di seguito verranno riportate delle indicazioni per sfruttare al meglio le occasioni offerte dal territorio. Si noti anche che i comuni possono agire direttamente solo sui consumi di edifici e attività direttamente controllati dall'istituzione, sarà necessario quindi compiere azioni che vadano a ridurre le emissioni indirettamente tramite autorità (leggi) o tramite campagne a favore dell'efficientamento energetico.

Per quantificare gli effetti della messa in atto delle seguenti istruzioni qualitative il comune dovrà raccogliere dati sulla situazione iniziale (già fatto per la compilazione del BEI) e stimare le riduzioni possibili.

Edifici

Il consumo finale di energia è imputabile agli edifici per il 40% nell'Unione Europea. La riduzione delle emissioni tramite il miglioramento delle proprietà energetiche degli edifici è quindi fondamentale e applicabile in ogni comune.

Si dovranno fare considerazioni sui vari tipi di edificio:

- Nuovi edifici: è possibile incoraggiare i privati a superare gli standard energetici minimi imposti per legge regionale/nazionale; è possibile utilizzare sistemi di controllo ICT (tecnologie dell'informazione e della comunicazione) in grado di ottimizzare il consumo energetico degli edifici (si noti che anch'essi hanno un'impronta di carbonio);
- Edifici soggetti ad importanti ristrutturazioni: è possibile incoraggiare i privati a superare gli standard energetici minimi imposti per legge regionale/nazionale; è possibile incoraggiare i privati a compiere interventi anche parziali di efficientamento;
- Edifici pubblici: il Comune è in grado di compiere tutte le azioni consigliate ai privati e si consiglia all'istituzione di essere da esempio ai cittadini, in particolare il comune può fissare elevatissimi standard energetici nella realizzazione di nuovi edifici, efficientare edifici esistenti, investire nella produzione di energia rinnovabile, imporre ad ogni appalto le soluzioni precedenti;
- Edifici storici: è possibile che questi edifici abbiano restrizioni tali da rendere impraticabile ogni azione; è comunque consigliata ai comuni una certa flessibilità.

Le proprietà energetiche di ogni edificio possono essere migliorate tramite il miglioramento dell'involucro edilizio. L'efficientamento viene prodotto su tutto l'involucro, quindi sulle pareti, sulle finestre, sui ponti termici, in modo da ridurre la trasmittanza [$W/m^2 K$] e quindi la potenza termica dispersa. Sarà importante anche ridurre l'energia in ingresso tramite radiazione solare per ridurre le emissioni dovute alla refrigerazione.

Illuminazione

Illuminazione degli edifici residenziali e lavorativi

Anche in questo caso il comune non ha la possibilità di intervenire direttamente, può comunque sensibilizzare i cittadini tramite campagne informative. Si noti che è possibile sostituire ogni lampada causando una diminuzione, a parità di flusso luminoso, della potenza necessaria tra il 33% e il 74%. Una sostituzione completa dell'impianto, associata all'implementazione di un sistema di controllo dell'illuminazione, è in grado di diminuire la potenza necessaria tra il 30% e il 50% con tempi di recupero dell'investimento stimati tra i 2 e i 3 anni.

Negli edifici gestiti dall'istituzione sarà importante compiere queste sostituzioni, sia per ridurre costi ed emissioni, sia per essere da esempio ai cittadini.

Illuminazione per le infrastrutture

Una azione vivamente consigliata è la sostituzione delle lampade a incandescenza dei semafori con lampade a LED: si avrebbe una diminuzione dei consumi energetici, una diminuzione dei costi di manutenzione e una maggiore visibilità dell'impianto.

La sostituzione diretta di lampade o la sostituzione degli impianti con modelli a basso consumo presenta notevoli vantaggi anche per l'illuminazione pubblica. Oltre ai modelli a lampade LED, che presentano il miglior compromesso tra l'indice di resa dei colori (CRI) e l'efficienza luminosa, esistono altri tipi di modelli che potrebbero essere più vantaggiosi nei casi in cui uno di questi due parametri non fosse importante. A queste azioni è possibile aggiungere un sistema di controllo dell'illuminazione e un sistema di telegestione, in grado di monitorare l'utilizzo e la vita delle lampade e aumentare di conseguenza l'efficienza del traffico e della manutenzione.

Produzione di calore/freddo ed elettricità

Vengono di seguito descritte alcune misure atte a sostituire sistemi con emissioni di CO₂ per la produzione di calore/freddo ed elettricità a sistemi rinnovabili ad emissione nulla. Si noti che è particolarmente consigliato ridurre preventivamente i consumi e successivamente utilizzare le tecnologie esposte in seguito. Le azioni di seguito possono essere direttamente intraprese dall'istituzione o dai cittadini, influenzabili tramite campagne informative del comune.

Impianti solari termici

L'impianto solare termico è in grado di produrre acqua calda sanitaria e commerciale si basa su collettori solari atti a convertire in calore utile l'irraggiamento solare. Sostituiscono completamente i combustibili fossili e la potenza generata è estremamente dipendente dalla posizione. Nella progettazione di impianti solari termici il progettista è chiamato al compromesso tra produzione in scala e alto rendimento ma la non dipendenza da

combustibili fossili rende l'installazione di questi impianti una valida azione per la riduzione delle emissioni.

Caldaie a biomassa

Sostituire le caldaie tradizionali con caldaie a biomassa aiuta a ridurre le emissioni in quanto la biomassa, purché sia raccolta in maniera sostenibile (direttiva 2009/28/CE Art 17, Criteri di sostenibilità per i biocarburanti e i bioliquidi), è considerata con un fattore di emissione nullo.

Caldaie a condensazione

Le caldaie tradizionali possono essere sostituite con caldaie a condensazione. Queste caldaie hanno rendimenti maggiori e sono facilmente sostituibili in quanto sfruttano lo stesso impianto di distribuzione delle caldaie tradizionali e hanno un costo non molto diverso.

Pompe di calore e pompe di calore geotermiche

Una azione atta ad aumentare le prestazioni di una pompa di calore è fare in modo che la pompa di calore scambi calore con il terreno (geotermiche). Il terreno infatti, ad una certa profondità, ha una temperatura che non presenta particolari sbalzi termici durante l'anno; una soluzione ugualmente utilizzata è lo scambio con falde acquifere, le quali hanno lo stesso vantaggio del terreno. Si sa infatti che la pompa di calore avrà rendimenti maggiori scambiando calore con corpi a temperatura maggiore in inverno e con corpi a temperatura minore in estate (diminuire la differenza di temperature aumenta il rendimento).

PCCE – Produzione combinata di calore ed elettricità

Una riduzione di emissioni di gas serra può avvenire tramite l'installazione di impianti di cogenerazione (o trigenerazione). Questi impianti generano contemporaneamente energia termica ed elettrica e/o energia meccanica tramite una alimentazione di combustibile unica. Sono particolarmente indicati in quanto le prestazioni sono molto maggiori rispetto a sistemi separati e permettono di risparmiare sull'energia persa nei trasporti di energia. Per questo sono consigliati sia impianti di cogenerazione influenzati dagli effetti di scala, sia impianti di microgenerazione installabili in edifici come ospedali e abitazioni plurifamiliari.

Ciclo frigorifero ad assorbimento

Per diminuire le emissioni dovute alla produzione di freddo è possibile utilizzare refrigeratori ad assorbimento, il principale vantaggio è la riduzione di energia elettrica, il consumo diventa infatti quasi trascurabile. Questi sistemi possono essere associati ad impianti di cogenerazione e trigenerazione.

Generazione di elettricità fotovoltaica

Il Comune può prevedere l'installazione di impianti fotovoltaici i quali, sfruttando l'energia di irraggiamento solare, riducono le emissioni totali di CO₂.

Recuperatori di calore nei sistemi HVAC

I sistemi HVAC (riscaldamento, ventilazione e produzione di aria condizionata) incidono sulle emissioni di gas climalteranti, è quindi possibile inserire nel piano d'azione misure per l'ottimizzazione dei sistemi. La scelta del sistema adeguato è importante: gli ambienti che vengono climatizzati hanno requisiti differenti e ciò influenza spegnimento e accensione del sistema, in questo modo i consumi totali durante l'anno sono maggiori in proporzione di quelli che si avrebbero con sistema sempre acceso. Questo fenomeno viene misurato tramite il fattore di prestazione stagionale (SPF), definito come il rapporto tra l'energia di raffreddamento durante un periodo e l'energia elettrica consumata per ottenere tale raffreddamento. Si consiglia quindi di non considerare solo l'efficienza del sistema (EER) ma anche il consumo totale.

Il sistema può essere ottimizzato anche con l'inserimento di ventilatori di recupero del calore (HRV) atti a recuperare il calore dall'aria in uscita dall'ambiente climatizzato.

Sistemi di gestione energetica degli edifici

Per conoscere quali sono le apparecchiature energivore e quelle con prestazioni scadenti è possibile utilizzare dei sistemi di gestione energetica (BEMS) per monitorare e gestire i consumi tramite un computer centrale. Nonostante il consumo diretto dovuto ai BEMS, il risparmio energetico stimato è non inferiore al 10%.

Teleriscaldamento e teleraffreddamento

Il comune può pensare di investire o promuovere investimenti nel teleriscaldamento o teleraffreddamento.

Con questi termini si intende l'utilizzo di impianti centralizzati per fornire energia termica a clienti esterni.

L'energia termica può essere ottenuta tramite tutti i sistemi precedentemente descritti ma con il vantaggio che la domanda in impianti centralizzati non subisce le stesse variazioni di un sistema domestico nel quale le fasi di accensione e spegnimento riducono il fattore di prestazione stagionale. La produzione su scala riduce inoltre il rapporto costo su potenza.

Apparecchiature per ufficio

Considerevoli risparmi energetici sono possibili tramite l'utilizzo di apparecchiature per ufficio ad alte prestazioni e tramite l'utilizzo di corrette norme per la gestione energetica.

Al comune quindi si consiglia di migliorare i propri mezzi ed eventualmente di intraprendere campagne informative.

Biogas

Il biogas è un sottoprodotto naturale, contenente essenzialmente metano, ottenuto dalla decomposizione di rifiuti organici. Il metano è altamente inquinante, raccoglierlo fornirebbe quindi sia una riduzione delle emissioni di gas climalteranti, sia un combustibile a bassa impronta di carbonio. Questa risorsa può essere ottenuta sia dalle discariche, qui rifiuti organici subiscono reazioni anaerobiche tali da produrre un gas ad alta concentrazione di metano (55%), sia da acque reflue e residuali, queste vengono convogliate in un biodigestore nel quale il materiale organico subisce ugualmente reazioni anaerobiche, qui il gas prodotto ha una concentrazione stimata tra il 50% e il 70%.

Ulteriori misure di gestione della domanda

A disposizione del comune ci sono altre possibili azioni: può comprare energia verde certificata e può sensibilizzare i cittadini. Uno studio del 2006 ha rilevato una riduzione dei consumi del 9% nelle case in cui venne installato un sistema online e interattivo per sensibilizzare gli abitanti (sistema d'informazione per il consumo energetico). Il sistema proponeva misure esclusivamente comportamentali, escludendo quindi lavori di ristrutturazione. Al cittadino si può inoltre raccomandare di acquistare elettrodomestici a rendimento energetico elevato. Si può ridurre attivamente il consumo energetico riducendo le perdite negli impianti di approvvigionamento idrico e, nei casi in cui sia necessaria la desalinizzazione, usando tecnologie ad energia rinnovabile.

Audit e misure energetiche

Analizzare i flussi energetici negli edifici o nei processi, tramite audit, è importante nella fase di pianificazione del piano d'azione in quanto sarà possibile notare in quali settori un intervento porterebbe a maggiori riduzioni di emissioni. Benefici derivanti dall'audit sono anche di tipo comportamentale, in quanto gli utilizzatori sono incentivati ad adottare comportamenti atti a diminuire i consumi dopo aver notato che il consumo è già diminuito tramite le azioni del piano, e di tipo economico, alcune banche o fondi hanno come requisito per la concessione del finanziamento certi tipi di misurazioni energetiche.

Misure specifiche per l'industria

Nonostante le emissioni dovute al settore industriale possono non essere conteggiate nell'inventario base delle emissioni, descriviamo di seguito alcune misure attuabili dalle imprese che autonomamente decidono di ridurre le emissioni.

Per quanto riguarda i motori elettrici, che utilizzano il 65% dell'energia elettrica del settore, si consiglia di utilizzare quelli a maggior efficienza, già etichettati dal maggiore produttore europeo come EFF1, e di utilizzare variatori della velocità (Variable-Speed Drive VSD). I sistemi VSD si stima siano in grado di ridurre i consumi del 35% per pompe e ventilatori e del 15% per compressori d'aria, compressori di raffreddamento e nastri trasportatori.

Per monitorare e migliorare l'efficienza energetica si rimanda alla norma EN 16001.

Per il miglioramento delle tecnologie rimandiamo al Documento di riferimento sulle migliori tecniche disponibili (BREF), qui le tecnologie sono divise per settore e il documento nasce dalla condivisione di informazioni sulle migliori tecniche disponibili tra Stati Membri e industrie interessate.

ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Recentemente è stato notato, sia da enti pubblici sia da enti privati, che esiste la necessità di tutelare il territorio verso i danni relativi al cambiamento climatico. Entrambi i settori rischiano infatti di subire ingenti danni per svariati motivi, nonostante ciò la valutazione delle perdite economiche in termini quantitativi dipende principalmente da stime che mancano di dati e riscontri solidi, rendendo quindi la valutazione dei rischi e delle vulnerabilità (sulla quale si basano le azioni di adattamento) ancora incerta. Nella scelta delle azioni per l'adattamento si procede quindi a una valutazione dei costi e dei benefici (quantificati in danni prevenuti) tenendo in considerazione anche il rischio che l'evento avverso avvenga. Questi eventi hanno forte dipendenza dal territorio, sarà quindi importante intraprendere un piano di azione per valutare e aumentare la resilienza a livello comunale. Si noti che nei comuni di piccole e medie dimensioni si aggiunge la difficoltà di reperire personale adatto alla valutazione.

Non esiste tuttora un modello comune per la valutazione dei rischi e delle vulnerabilità (Risks and Vulnerabilities Assessment RVA); i metodi attualmente utilizzati sono di tipo qualitativo tramite dati ottenuti dalla letteratura, di tipo quantitativo per valutare l'impatto climatico tramite il giudizio di esperti. Spesso viene utilizzato un modello misto.

La metodologia che verrà proposta in seguito utilizza una terminologia che è bene definire per motivi di chiarezza espositiva, è inoltre importante che la terminologia sia in linea con i documenti IPCC. Definiamo ora alcuni termini (quelli rifiniti negli ultimi anni) secondo il Fifth Assessment Report – Risk Assessment (2014).

Esposizione (exposure): presenza di persone, mezzi di sostentamento, servizi ambientali e risorse, infrastrutture, risorse economiche o culturali in una posizione che potrebbe essere influenzata negativamente;

Pericolo (hazard): impatti o eventi fisici collegati al clima;

Rischio (risk): funzione dell'impatto potenziale previsto di condizioni climatiche estreme, della vulnerabilità del sistema e dell'esposizione;

Vulnerabilità: propensione o predisposizione ad essere influenzato negativamente. Vulnerabilità include un insieme di concetti ed elementi, tra cui sensibilità o predisposizione ad essere danneggiato ed una mancanza di capacità di adattarsi.

Approcci metodologici per una RVA

Sono proposti, in questa trattazione, due metodi:

- Metodo basato su mappe spazialmente esplicite: produce mappe di pericolo tramite modelli sull'impatto climatico a partire da input come i fattori climaticamente stressanti e le caratteristiche biofisiche della città; metodo quantitativo non indicato per le piccole città in quanto il richiede uno sforzo notevole nell'acquisizione degli input e capacità del personale non scontate;
- Metodo di valutazione basato su indicatori: i fattori che incidono sulla vulnerabilità alle minacce climatiche sono descritti tramite indicatori compositi confrontabili; metodo qualitativo e semplificato adatto anche per i comuni più piccoli per ottenere una valutazione sui rischi e sulle vulnerabilità del territorio.

Si noti che esistono anche metodi misti o alternativi.

RVA basato su modelli di impatto spazialmente esplicito

Fase 1: Analisi esplorativa con gli stakeholder chiave

Le informazioni necessarie all'RVA vengono fornite dagli stakeholder, sarà quindi importante sapere chi è disponibile per la raccolta dati. È consigliato organizzare una riunione per stabilire gli obiettivi. Questo gruppo può inoltre fornire una analisi qualitativa preliminare sui rischi e le vulnerabilità del territorio.

Fase 2: Ridimensionamento dei dati climatici globali al contesto regionale (territorio)

I modelli climatici globali devono essere ridotti in modo da avere dati ad elevata risoluzione sia spaziale sia temporale sulle proiezioni delle variabili atmosferiche. Questi dati, particolarmente difficili da ottenere, vengono forniti da agenzie di ricerca regionali o nazionali. Stazioni metereologiche possono fornire dati addizionali per migliorare le proiezioni fornite.

Fase 3: Modellazione sull'impatto climatico – sistema di collegamento degli attributi alle proiezioni climatiche

La mappa sul pericolo viene ottenuta inserendo i dati ottenuti in fase 2 all'interno di un sistema atto alla compilazione della mappa. Questi modelli sull'impatto climatico sono molteplici e possono essere trovati in letteratura, la scelta dipende da diversi fattori come la disponibilità di dati. Si noti che sarà possibile utilizzare variabili proxy al posto di quei dati non disponibili. Nel caso in cui la mancanza di dati sia così elevata da invalidare il processo di modellazione della mappa i dati potranno essere ottenuti tramite strumenti basati sul GIS (Geographical Information Systems), questi collegano i dati biofisici e socioeconomici a range di dati climatici. Questa fase resta comunque di difficile approccio e si consiglia di richiedere il giudizio di esperti.

Fase 4: Mappa sulle vulnerabilità della città

Si procede mappando, per ogni pericolo, la vulnerabilità associata. Ciò viene fatto tenendo in considerazione vari parametri associabili al pericolo specifico; è noto infatti che le debolezze istituzionali o socioeconomiche che espongono i cittadini al rischio di alluvioni, per esempio, sono diverse da quelle che li esporrebbero al rischio di incendi. È quindi necessario innanzitutto definire i parametri che influenzano il pericolo specifico, in seguito ottenere i dati e infine mappare la città; reiterare il processo per tutti i pericoli specifici.

Fase 5: Definire l'esposizione mappando le risorse (assets) all'interno della città

Le zone con alta densità di popolazione e con attività ed edifici di notevole valore economico o culturale influenzano le scelte sulle azioni da intraprendere per aumentare la resilienza, bisogna quindi ottenere una mappa in grado di descrivere queste variabili. Le informazioni possono essere ottenute da censimenti locali o nazionali, da sistemi GIS e da raccolte di dati GHSL (Global Human Settlement).

Fase 6: Refinire le mappe di pericolo, vulnerabilità ed esposizione per valutare il numero di risorse a rischio

Le variabili di rischio vengono normalizzate $[(X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})]$ per poter essere facilmente confrontabili, andiamo quindi a valutare, per ogni pericolo, il numero di risorse a rischio. Si noti che le informazioni devono essere confrontabili anche spazialmente (può essere utilizzato un approccio col sistema GIS, associando i dati ai pixel o utilizzando unità di misura differenti dal pixel). È consigliata la formula $\text{Rischio} = \text{Pericolo} \times \text{Vulnerabilità} \times \text{Esposizione}$. Si ottiene così una mappa in grado di valutare il rischio su tutto il territorio.

Fase 7: Valutazione del rischio (danni e perdite potenziali)

Dato l'elevato costo delle misure atte ad aumentare la resilienza territoriale è importante quantificare in termini economici i danni di un pericolo verificato. I dati sulle perdite economiche dovute a pericoli specifici possono essere ottenuti dalle agenzie assicurative, se i dati a disposizione fossero limitati sarebbe possibile utilizzare variabili proxy. In questa valutazione sarà difficile quantificare in maniera oggettiva quei beni privi di prezzo, come la vita o un patrimonio culturale, per questo si suggerisce di utilizzare valutazioni multicriterio (MCA).

Valutazione della vulnerabilità basata su indicatori (IBVA)

Fase 1: Analisi esplorativa della città

Fase analoga alla fase 1 del metodo descritto precedentemente. Vedi sopra.

Fase 2: Identificazione dei pericoli climatici della città

A partire dalle informazioni organizzate in macro-scale e tramite l'utilizzo di quei dati ottenuti dall'osservazione diretta degli eventi storici, si ottiene una valutazione grossolana di quei pericoli a cui la città è soggetta. Si sa infatti che ogni regione climatica viene influenzata diversamente dal cambiamento climatico (regione mediterranea, regione continentale, regione artica, etc.), ciononostante ogni città all'interno delle regioni climatiche ha una situazione particolare che deve essere valutata a parte (una città può avere un pericolo che non rientra tra quelli comuni tra le città della sua stessa regione climatica, o d'altra parte potrebbe non averne). Scale temporali atte a descrivere l'evolversi dei pericoli all'interno delle zone possono guidare il comune nella scelta temporale delle azioni che si è scelto di compiere. Tutte queste informazioni sono facilmente ottenibili tramite report tecnici da agenzie europee e multilaterali (EEA, i progetti PESETA II³ e PESETA III⁴, Kovats et al. 2014⁵, Revi et al. 2014⁶), piattaforme di condivisione dei dati (Climate-ADAPT⁷, IPCC data Distribution Centre⁸, JPI Climate⁹, Climate Change Knowledge Portal¹⁰) e centri meteorologici nazionali e internazionali (Met office, European Centre for Medium Range Weather Forecasts).

Fase 3: Selezione degli indicatori di vulnerabilità

La letteratura propone diversi indicatori di vulnerabilità, cioè fattori dipendenti da dati demografici e socioeconomici atti a descrivere la situazione di una città e la sua vulnerabilità rispetto ad uno specifico pericolo di modo che il risultato sia confrontabile con le diverse città. È importante quindi scegliere gli indicatori e associarli correttamente ai pericoli tramite consultazione della letteratura e, per l'importanza di questa fase, il consiglio di esperti. Nella letteratura scientifica sono presenti: Tapia et al. 2017¹¹, Weber et al. 2018¹², OECD¹³ and JRC 2008¹⁴, etc..

³ <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-ii>

⁴ <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iii>

⁵ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf

⁶ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap8_FINAL.pdf

⁷ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

⁸ <https://www.ipcc-data.org/>

⁹ <http://www.jpi-climate.eu/home>

¹⁰ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

¹¹ https://www.researchgate.net/publication/315383526_Profiling_urban_vulnerabilities_to_climate_change_An_indicator-based_vulnerability_assessment_for_European_cities

¹² https://www.researchgate.net/publication/328249360_Weber_et_al_2018_Cleaner_Production

¹³ <https://www.oecd.org/>

¹⁴ https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc_ar_2008.pdf

Fase 4: Raccolta e trattamento dei dati

Le informazioni di cui sopra possono essere ottenute tramite database locali, regionali e nazionali (Urban Audit Database Eurostat 2016¹⁵, Urban Vulnerability Map Book della piattaforma Climate-ADAPT¹⁶, uffici di censimento nazionali, istituti nazionali di statistica). Questi dati possono essere utilizzati per ottenere degli indicatori compositi, soggetti però ad errori di rappresentazione e manipolazione delle informazioni. Si consiglia di utilizzare il seguente approccio per ridurre il problema appena presentato:

1. Attribuzione di dati mancanti e rimozione delle anomalie;
2. Analisi della struttura della raccolta dati e controllo della consistenza interna;
3. Normalizzazione atta al confronto dei dati;
4. Attribuzione di peso e aggregazione dei dati;
5. Valutare le possibili fonti di incertezza.

Fase 5: valutazione di un punteggio di vulnerabilità

Sensibilità e capacità di adattamento ad ogni pericolo possono essere calcolate tramite diversi approcci (lineare, geometrico, analisi multicriterio non compensatoria RVA non-compensatory), una volta ottenuti questi dati possiamo combinarli agli indicatori di vulnerabilità, per esempio con dei sistemi GIS tramite i quali riusciamo ad ottenere mappe con una variabilità spaziale delle componenti di vulnerabilità all'interno del perimetro urbano. D'altra parte, è possibile ottenere queste informazioni anche con valori medi del territorio (indicazioni non spaziali) per poter confrontare tra loro le città che hanno maggior bisogno di interventi.

Azioni per l'adattamento al cambiamento climatico

Mentre le azioni di intervento sono volte a ridurre l'entità del cambiamento climatico, le azioni per l'adattamento al cambiamento climatico sono volte ad aumentare la resilienza del territorio diminuendo la vulnerabilità.

Nella compilazione del PAESC si è tenuti a prevedere delle azioni specifiche atte all'aumento della resilienza del comune, ciononostante è bene ricordare che i comuni non operano da soli e, in particolare per queste azioni, possiamo parlare di amministrazione multilivello. Le amministrazioni comunali decidono infatti quali misure concrete intraprendere, d'altra parte le amministrazioni regionali, nazionali e, in Europa, europee sono in grado di facilitare od ostacolare le amministrazioni comunali tramite la politica e la cornice legislativa. Di grande importanza è quindi la coordinazione tra le amministrazioni ad ogni livello.

¹⁵ https://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/themes/urban-development/audit/

¹⁶ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>

In questi ultimi anni l'unione europea ha fornito finanziamenti per l'adattamento e il supporto tecnico necessario per accedere più facilmente a questi finanziamenti, ha sviluppato delle linee guida per l'adattamento, ha prodotto, raccolto e condiviso informazioni necessarie allo sviluppo di strategie di adattamento e scambiato esempi concreti virtuosi, ha definito un insieme di metodi e indicatori comuni a livello europeo per valutare l'esecuzione dei progetti di adattamento e monitorare l'evoluzione dei rischi e delle vulnerabilità, ha appoggiato la creazione di network internazionali per l'adattamento a scala europea.

A livello nazionale in Europa sono stati adottati la strategia nazionale per l'adattamento (NAS) e il piano nazionale per l'adattamento (NAP).

Dato che si prevede un incremento considerevole degli eventi climatici estremi, è bene tenere in chiaro i fenomeni che ciò porterebbe. I fenomeni principali sono: caldo, freddo e precipitazioni estreme, siccità, inondazioni, innalzamento del livello del mare, tempeste, smottamenti e incendi boschivi. Tutti questi pericoli devono essere messi in relazione alla vulnerabilità del territorio (illustrata precedentemente) e ai danni che ciò provocherebbe.

Per far fronte alle ondate di calore si consiglia di implementare corridoi di ventilazione (zone prive di edifici che permettono un flusso di aria maggiore dall'esterno della città, di aria quindi a temperatura inferiore) ed aumentare gli spazi verdi. Queste tecniche sono state adottate già a Stuttgart, in Germania, per ridurre l'effetto dell'isola di calore, cioè l'incremento di temperatura all'interno della città rispetto alla zona rurale confinante e hanno prodotto effetti positivi tali da inserire queste strategie nei documenti locali per la gestione del territorio.

Le ondate di freddo, cioè un rapido abbassamento della temperatura, sono ugualmente pericolose in quanto, per esempio, possono portare alla formazione di ghiaccio sul manto stradale con conseguente aumento degli incidenti. In Minnesota è stato collaudato un sistema a spray che spruzza acetato di potassio sulla strada per ridurre la formazione di ghiaccio quando dei sensori rilevano le condizioni necessarie.

Il cambiamento climatico influenzerà anche la magnitudine e la frequenza delle precipitazioni estreme, nonché la temperatura delle acque pluviali, molto importante per lo scioglimento della neve, tutti meccanismi che possono portare alle inondazioni. Bisogna aggiungere anche che la vulnerabilità del territorio è aumentata dagli interventi umani che influenzano la conservazione e la capacità di drenaggio dei bacini di utenza. Per questi motivi i metodi utilizzati sono di pianificazione spaziale, che così oltre a ridurre i rischi di inondazione offre altri vantaggi come il miglioramento dell'ambiente urbano.

Ad Antwerp in Belgio è previsto un progetto che punta a ridurre radicalmente il rischio di inondazione tramite il rinnovamento dello spazio pubblico e la restaurazione dello storico muro del molo.

Nei paesi bagnati dal Danubio inferiore invece sono in atto progetti atti alla restituzione al fiume dei terreni acquitrinosi e la restaurazione del letto del fiume eroso di modo che le inondazioni siano di entità minore e siano di minore pericolosità per le attività umane.

La siccità è un fenomeno in incremento, soprattutto nell'Europa sud-occidentale e centrale, che può portare a conseguenze sulla salute e sull'economia, per questo le azioni per l'adattamento saranno rivolte alla diminuzione della richiesta idrica. A Saragozza, in Spagna, in 30 anni tramite campagne di sensibilizzazione e politiche atte a incentivare la riduzione dei consumi ma anche grazie alla riduzione delle perdite dalle reti di distribuzione, si è riusciti a ridurre sensibilmente il consumo di acqua.

Ondate di calore e siccità nella stagione secca aumentano inoltre la gravità, la lunghezza e l'area a rischio degli incendi. Possono essere prevenuti attuando politiche di riforestazione e di semina di alberi.

Gli smottamenti, che spesso già sono un fenomeno ad alto rischio ed elevata vulnerabilità che avviene in territori collinari e montagnosi ma anche in corrispondenza di argini fluviali e litorali scoscesi, possono essere esacerbati dall'aumentare di fenomeni pluviali estremi. Per limitare i danni viene usato a Sogn og Fjordane un sistema di comunicazione atto ad avvertire prontamente le persone a rischio.

Si elencano ora una serie di azioni già utilizzate per aumentare la resilienza rispetto a fenomeni specifici:

- Caldo estremo: Spazi verdi e corridoi nelle aree urbane (Barcellona, Stuttgart, Bologna, Kamen, Antwerp), tetti bianchi, progettazione bioclimatica e tecniche innovative di ombreggiatura (Madrid), tetti verdi (Copenaghen), muri verdi (Nijmegen), finanziamento per tetti verdi (Ghent), maggiori standard per l'efficienza energetica degli edifici e più risorse rinnovabili (California), dimostrazioni ed esibizioni per l'aumento della consapevolezza (Antwerp), acclimatamento delle stanze tramite piante, miglioramento delle condizioni climatiche all'interno dei trasporti pubblici (Bologna), superficie della strada resistente alle temperature (Stuttgart), sistemi di avvertimento precoce al caldo e piani di emergenza (Kassel, Tatabánya), creare o riparare fontane per bere e rinfrescarsi, raffreddamento tramite spray ad acqua e bagnando le strade (Londra), informazioni online su ondate di calore e qualità dell'aria (Bologna);
- Tempeste: copertura delle colture, dissodamento minimo (piantare nella stoppia), pressatura dei solchi, diffondere il concime in cima al terreno e aggiustare la rotazione delle colture (Vombsänken), cancello per le mareggiate (Londra, Venezia, Rotterdam, San Pietroburgo, Antwerp);
- Freddo estremo: sistema spray anti-congelamento fissato nella strada (Minnesota);
- Innalzamento del livello del mare: restaurazione ed amministrazione del terreno acquitrinoso sulla costa (estuario del Danubio), stabilizzazione delle scogliere (Inghilterra)

orientale), restaurazione delle dune e spargimento di sabbia (Fiandre, Olanda meridionale), costruzione/miglioramento di dighe, argini e moli (New York, estuario dello Schelda), barriere galleggianti e mobili (Venezia), riallineamento della costa (Medmerry), alloggi anfibi e galleggianti (Rotterdam), modellazione, monitoraggio, piani di amministrazione per il rischio di inondazione (estuario dello Schelda, contea di Šibenik-Knin), strade sopraelevate o galleggianti (Olanda), processo partecipativo con rappresentative locali per adattamento, pianificazione, educazione e azione (Waitakere city), piani di assistenza sanitaria che includano il cambiamento climatico in quanto causa di afflizione psicologica (Regno Unito), reti per il monitoraggio della qualità dell'acqua (Purba Midnapur), barriere idrauliche, desalinizzazione, immagazzinamento e recupero dell' acqua (Santa Cruz, Soquel), strumenti per il trasferimento del rischio (New York);

- Smottamenti: agro forestazione nei versanti inclini agli smottamenti (Rio de Janeiro, Quito), ricostruzione delle proprietà in zone sicure (riallocazione dei cittadini) (Salvador), stabilizzazione del terreno tramite soil nailing, muri rinforzati e sistemi di drenaggio profondo (Lyme Regis), sistemi per l'avvertimento precoce, pianificazione della gestione di emergenza (Contea di Sogn og Fjordane), valutazione di vulnerabilità e rischio (Belo Horizonte), rafforzamento della gestione del rischio della comunità (Medellin), controllo del pericolo e sistemi di previsione per i trasporti (FSI ad Ancona e ferrovie austriache);
- Siccità: creazione di associazioni come la "regional water association network of Lavant Valley", sistemi di avvertimento precoce nei territori in grado di fornire informazioni giornaliere riguardo la situazione dell'acqua bevuta (valle del Lavant, Carinzia), sviluppare un programma di rilevamento delle perdite di acqua (Lisbona), campagne di aumento della consapevolezza per ridurre il consumo di acqua e l'implementazione in luoghi pubblici per l'efficiamento di tecnologie e pratiche (Saragozza), promuovere l'utilizzo di alberi resistenti alla siccità (valle del Lavant, Carinzia), misure di conservazione dell' acqua, divisione dell'area naturale in molti reparti mutualmente interconnessi periodicamente riempiti con acqua fluviale, pluviale e reflua trattata (Enschede, Hengelo), migliorare la ritenzione e diminuire i fabbisogni idrici, misure di agro forestazione e di diversificazione delle colture (Montemor-o-novo), progettazione della ritenzione idrica per restaurare il completo ciclo dell'acqua trattenendola nelle aree dove cade come pioggia (Odemira), l'acqua persa nel passaggio delle navi attraverso le chiuse viene pompata nel caso di siccità tramite pompe a vite, di inverno queste pompe funzionano come by-pass per liberarsi dell' acqua in eccesso (Antwerp), installazione di cisterne di raccolta sotterranee sotto il manto stradale e sistemi associati di raccolta e distribuzione, rimozione di strade impervie e sostituzione con superfici permeabili per facilitare il

drenaggio e la raccolta di acqua, sostituzione dei terreni erosi e compatti e riforestazione delle aree erose (Madrid);

- Incendi boschivi: adattamento dei piani di gestione degli incendi e gestione adattiva degli habitat naturali (Dorset), campagne di consapevolezza, sistemi di monitoraggio, previsione e avvertimento precoce (Tatabánya);
- Inondazione: boschi e rain garden (contea di Somerset, Trondheim), ristorazione e riabilitazione dei fiumi tramite corridoi biologici, pianure alluvionali e terreni acquitrinosi (basso Danubio), barriere fisse e mobili e valvole di sicurezza (Praga, Londra, Nijmegen), alloggi anfibi e galleggianti (Maasbommel), sistema di controllo delle inondazioni, piani di gestione del rischio inondazione (FRMPs) (Praga), valutazione di vulnerabilità e rischio (Belo Horizonte), processo partecipativo con rappresentative locali per adattamento, pianificazione, educazione e azione (Tiel), piani di assistenza sanitaria che includano il cambiamento climatico in quanto causa di afflizione psicologica (Regno Unito), insensibilizzazione degli snodi critici e infrastrutture dotate di tetti verdi per i trasporti (Newcastle), migliorare gli standard di drenaggio per la rete ferroviaria (Regno Unito).

Presentazione rapporti di monitoraggio

Almeno ogni 4 anni il comune è tenuto a fornire l'Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (IME). Questo inventario viene ottenuto seguendo la stessa procedura tramite la quale si ottiene l'IBE, si faccia quindi riferimento a quella. L'IME è necessario per essere confrontato all'IBE e quindi sapere quanto le azioni abbiano influenzato le emissioni.

ESEMPIO ESPLICATIVO PER LA COMPILAZIONE DEL PAESC

Si parta dal fatto che il comune abbia già deciso di iscriversi al patto dei sindaci e sia già formato il gruppo di lavoro, si descrivono quindi le operazioni di questa equipe. Si descriverà il procedimento immaginando la situazione di un piccolo Comune in quanto maggiormente soggetto alla mancanza di figure tecniche specializzate e alla mancanza di informazioni precise.

Innanzitutto, vengano richieste le informazioni per la compilazione del BEI.

I dati dei consumi degli edifici, degli impianti e delle industrie vengono ottenuti, seguendo le istruzioni già esposte, dal comune e dai fornitori.

Riguardo i trasporti il parco veicolare può essere ottenuto facilmente tramite l'autoritratto del parco veicolare dell'Automobile Club Italia, di seguito il link che reindirizza alla lista degli autoritratti ordinati per anno:

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

Si ottiene il consumo medio di combustibile tramite documento governativo: Trasporto su strada Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale. In particolare, tra gli allegati troviamo tabelle apposite, di seguito le mostriamo parzialmente, che mostrano la serie storica dei consumi e quella dei veicoli moltiplicati per il kilometraggio.

Allegato 3 - Serie storica dei consumi di combustibile (Gg) per categoria veicolare, combustibile e ciclo di guida

Categoria veicolare	Comb.	Ciclo di guida	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Automobili	Benzina	Urbano	5.817	7.035	5.828	5.591	5.837	5.900	5.414	4.847	4.423	4.054
Automobili	Benzina	Extraurbano	4.675	6.160	6.168	6.138	5.823	4.768	4.505	4.111	3.804	3.506
Automobili	Benzina	Autostradale	1.409	2.484	2.888	2.933	2.555	2.892	2.798	2.636	2.487	2.318
Automobili	Benzina	Totale	11.902	15.679	14.884	14.663	14.215	13.560	12.718	11.594	10.714	9.877
Automobili	Gasolio	Urbano	1.131	840	1.109	1.162	1.439	1.591	1.856	2.144	2.308	2.472
Automobili	Gasolio	Extraurbano	2.021	1.571	2.580	2.731	3.461	3.902	4.613	5.353	5.802	6.233
Automobili	Gasolio	Autostradale	1.606	1.257	1.921	2.006	2.444	2.683	3.100	3.560	3.813	4.058
Automobili	Gasolio	Totale	4.758	3.668	5.611	5.899	7.344	8.176	9.569	11.057	11.924	12.762
Automobili	GPL	Urbano	544	594	562	547	514	471	429	396	377	357
Automobili	GPL	Extraurbano	421	461	440	429	405	372	339	315	300	285
Automobili	GPL	Autostradale	377	423	422	414	394	366	338	318	310	299
Automobili	GPL	Totale	1.342	1.478	1.424	1.390	1.313	1.209	1.106	1.029	987	941

Allegato 2 - Serie storica dei veic*km (in migliaia) per categoria veicolare, combustibile e ciclo di guida

Categoria veicolare	Comb.	Ciclo di guida	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Automobili	Benzina	Urbano	66.231.947	85.984.864	71.590.325	68.544.050	72.816.935	73.814.866	67.834.628	60.931.589	55.527.361	50.845.958
Automobili	Benzina	Extraurbano	97.524.417	130.663.703	136.357.149	135.343.963	131.194.959	108.306.227	102.238.913	93.824.181	86.759.936	79.896.926
Automobili	Benzina	Autostradale	26.132.910	46.209.148	57.618.520	58.101.941	51.160.088	58.217.835	56.105.741	52.989.441	49.994.375	46.377.378
Automobili	Benzina	Totale	189.889.274	262.857.715	265.565.995	261.989.953	255.171.982	240.338.928	226.179.281	207.745.210	192.281.673	177.120.262
Automobili	Gasolio	Urbano	11.753.511	9.171.473	13.140.209	13.926.922	17.773.109	20.066.177	23.841.704	27.767.954	30.179.107	32.518.256
Automobili	Gasolio	Extraurbano	42.136.735	32.755.754	51.352.990	54.321.141	68.850.194	77.469.221	91.683.273	106.567.601	115.584.355	124.316.120
Automobili	Gasolio	Autostradale	24.466.496	19.215.925	31.038.754	32.737.485	41.069.410	45.972.213	54.078.945	62.663.563	67.749.659	72.660.282
Automobili	Gasolio	Totale	78.356.742	61.143.152	95.531.953	100.985.548	127.692.712	143.507.610	169.603.922	196.999.118	213.513.121	229.494.658
Automobili	GPL	Urbano	6.976.090	7.647.119	7.301.996	7.119.977	6.709.701	6.163.334	5.624.520	5.218.538	4.982.281	4.735.048
Automobili	GPL	Extraurbano	9.301.454	10.196.159	9.735.995	9.493.303	8.946.268	8.217.779	7.499.359	6.958.050	6.643.041	6.313.398
Automobili	GPL	Autostradale	6.976.090	7.647.119	7.301.996	7.119.977	6.709.701	6.163.334	5.624.520	5.218.538	4.982.281	4.735.048
Automobili	GPL	Totale	23.253.635	25.490.397	24.339.988	23.733.257	22.365.670	20.544.447	18.748.399	17.395.126	16.607.602	15.783.494

Il consumo medio nazionale viene ottenuto dividendo i valori di allegato 3 con i valori di allegato 2 (adoperando le dovute conversioni).

Per quanto riguarda le percorrenze è importante ottenere dati sui flussi urbani direttamente dalle autorità. Utilizzare dati medi nazionali è una alternativa imprecisa non in grado di valutare le conseguenze delle azioni intraprese dal comune.

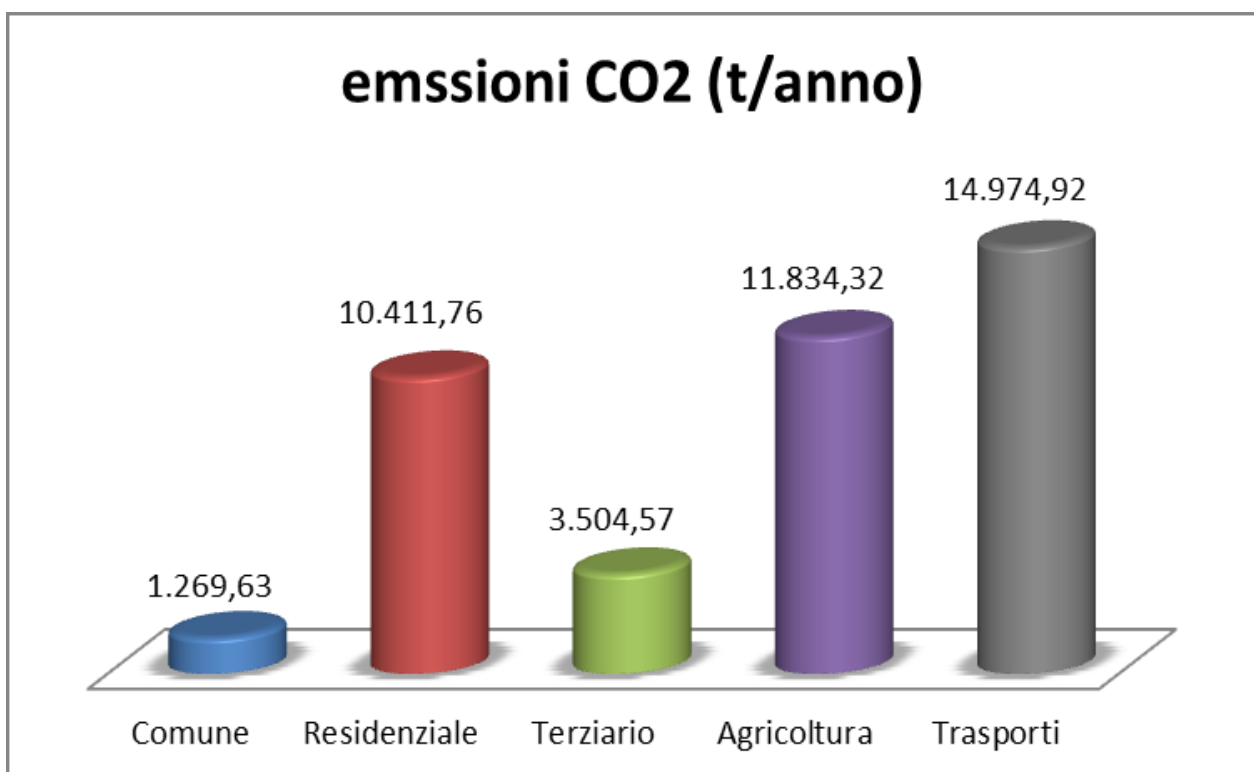
Il consumo energetico finale, disaggregato come richiesto dal modulo, sarà ottenuto moltiplicando consumo medio, percorrenza, numero di veicoli e potere calorifico inferiore (tabella a pagina seguente).

In seguito, si ottengono dal comune e dai gestori anche i dati sulla produzione locale di elettricità e calore/freddo.

Si sceglie di utilizzare i fattori di emissione standard, facilmente reperibili e già mostrati in questo documento.

Dati quindi i consumi totali e i fattori di emissione si può ottenere la produzione totale di anidride carbonica, informazione fondamentale in quanto l'obiettivo del patto dei sindaci è la riduzione delle emissioni più che la riduzione del fabbisogno energetico.

Questi dati, disaggregati per settore e per vettore energetico (come in figura), vengono quindi utilizzati come punto di partenza per la scelta delle azioni di intervento. Data l'estrema variabilità delle opzioni riportiamo una sintesi delle azioni dirette di intervento per il Comune di Cingoli alla sottoscrizione del Patto dei Sindaci.



Emissioni di CO2 nel Comune di Cingoli nell' anno 2011

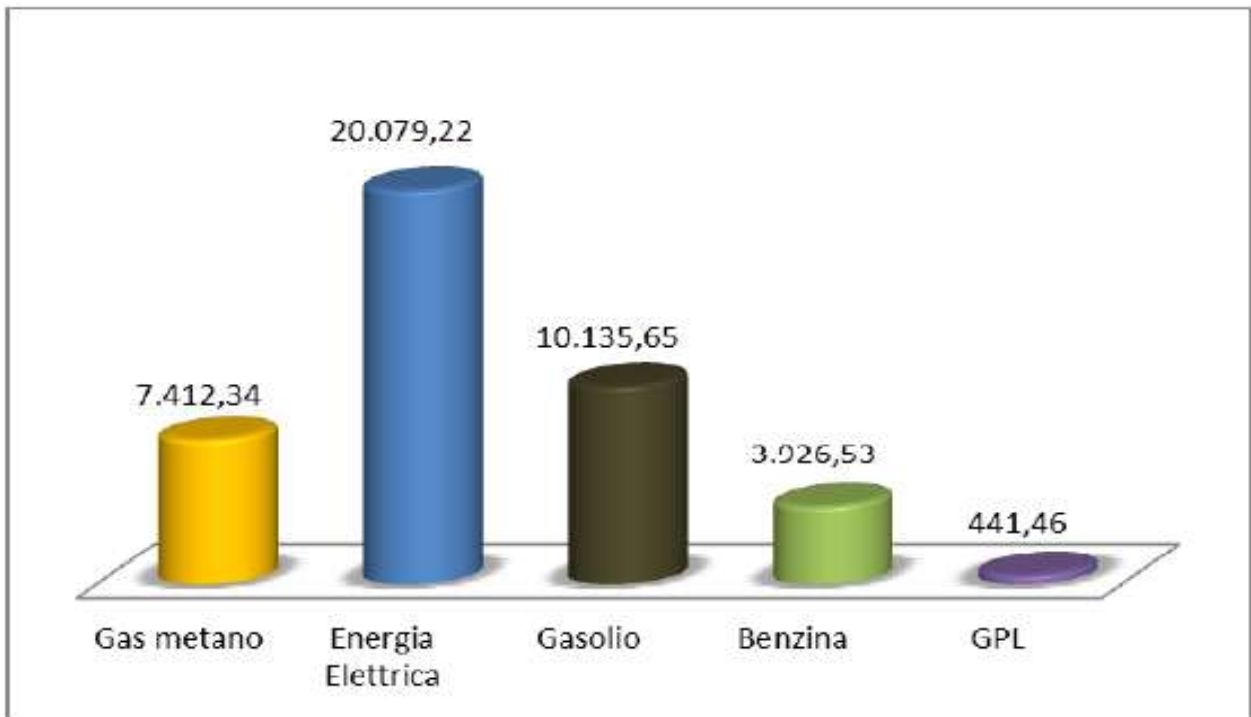


Tabella B. Conversione della massa in unità di energia per vari combustibili (IPCC, 2006)

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

Azione	Energia	Utenza	Intervento	Risparmio energetico (kWh)	Risparmio ambientale (kg CO ₂)
01	Termica, elettrica	Edifici pubblici	Realizzazione audit energetici di dettaglio	-	-
02	Elettrica	Illuminazione pubblica Capoluogo	Sostituzione degli attuali corpi illuminanti con corpi a LED.	235.819*	113.901
03	Elettrica	Illuminazione pubblica Frazioni	Sostituzione degli attuali corpi illuminanti con corpi a LED.	428.861*	207.140
04	Elettrica	Edifici comunali	Revisione illuminazione interna: <ul style="list-style-type: none"> • sostituzione lampade obsolete; • installazione sensori presenza e sensori rilevazione luce naturale. 	181.326	87.580
05	Elettrica	Edifici comunali	Controllo sistemi informatici: spegnimento automatico di computer, monitor, fotocopiatrici, boiler elettrici, distributori automatici a chiusura uffici.	9.234	4.460
06	Elettrica	Edifici comunali	Acquisto energia verde	545.135	263.300
07	Elettrica	Edifici comunali	Installazione impianti energia rinnovabile (fotovoltaico, idroelettrico) ed acquisto energia verde	498.983	241.009
08	Termica	Edifici comunali	Installazione valvole termostatiche casa di riposo, scuole e municipio	129.454	26.150

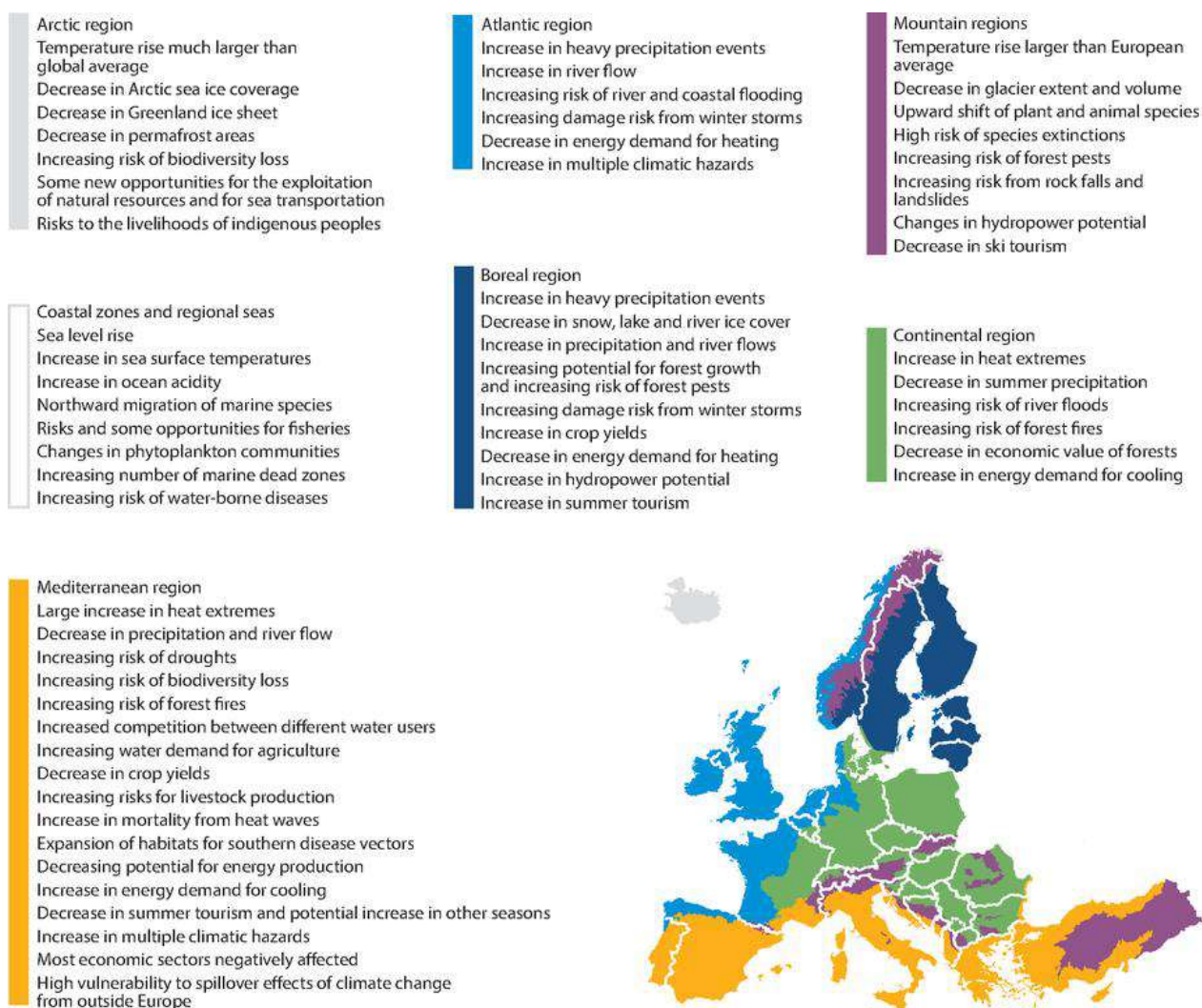
* calcolato sulle ore ora convenzionale di accensione e spegnimento pari a 4.157ore/anno

09	Termica, elettrica	Edifici privati	Introduzione al regolamento edilizio di bonus per efficienza energetica	2.695.085	544.407
10	Termica, elettrica	Edifici privati	Riduzione dei fabbisogni grazie agli incentivi 50%, 36% e 65%	7.702.411	1.902.699
11	Termica	Edifici privati	Introduzione al regolamento edilizio di bonus per Sisma Bonus unitamente ad efficienza energetica	4.042.628	816.611
12	Termica	Edifici privati	Riduzione consumi di energia grazie al conto termico	727.673	146.990
13	Elettrica	Utenze privati, terziario e agricoltura	Installazione impianti fotovoltaici	14.131.320	6.825.428
14	Combustibile per autotrazione	Auto privati	Amministrazione on-line	461.000	116.758
15	Combustibile per autotrazione	Mezzi privati	Naturale ricambio mezzi con mezzi più efficienti	15.372.717	3.893.478
16	Termica, elettrica	Tutte le utenze	Incontri di formazione sul risparmio energetico (vantaggi e modalità)	2.900	811
17	Termica, elettrica	Utenza agricoltura	Riduzione consumi grazie ad efficientamento energetico comparto allevamento intensivo.	4.468.886	2.158.472

Come si può notare vengono riportate le azioni e il risparmio energetico e ambientale previsti. Si ricorda che le azioni hanno l'obiettivo di ridurre le emissioni proporzionalmente, il risparmio quindi andrà confrontato con le emissioni del BEI dell'anno di riferimento.

Per l'adattamento al cambiamento climatico si scelga la valutazione basata su indicatori in quanto più semplice e quindi adatta ai comuni di dimensioni minori.

La prima fase è puramente organizzativa. Nella seconda si può partire dalle informazioni organizzate in macro scale come quella sottostante, che mostra i principali pericoli di varie zone europee, e ridurre in seguito la scala come riportato per esempio dalla Urban Adaptation Map Viewer (disponibile al sito <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>).



Data la grande variabilità della forma del territorio, il confronto con dati locali non è facoltativo. Lo studio del territorio resta quindi imprescindibile.

Si scelga in questo esempio di utilizzare gli indicatori di vulnerabilità forniti da Tapia et al. 2017, in cui la vulnerabilità viene descritta esclusivamente tramite fattori socio-economici.

Nella trattazione appena nominata si hanno indicatori di sensibilità, sono quegli elementi direttamente proporzionali alla vulnerabilità, e indicatori di capacità adattiva, quelli che invece sono inversamente proporzionali alla vulnerabilità. Quei fattori che hanno caratteristiche contraddittorie o che si escludono a vicenda sono elencati una sola volta.

Vulnerability indicators – sensitivity					
Code	Description	Category	Impact chain	Source	Relevance
EN2002V	Number of days ozone O ₃ concentrations exceed 120 µg/m ³	CON	HW	Urban Audit	ASC (2014)
EN2005V	Number of days particulate matter PM10 concentrations exceed 50 µg/m ³	CON	HW	Urban Audit	ASC (2014)
EN2025V	Accumulated ozone concentration in excess 70 µg/m ³	CON	HW	Urban Audit	ASC (2014)
EN2026V	Annual average concentration of NO ₂ (µg/m ³)	CON	HW	Urban Audit	ASC (2014)
EN2027V	Annual average concentration of PM10 (µg/m ³)	CON	HW	Urban Audit	ASC (2014)
DE3002I	Proportion of households that are 1-person households	DEM	HW	Urban Audit	Uejio et al. (2011) and Wolf and McGregor (2013)
DE3005I	Proportion of households that are lone-parent households	DEM	HW	Urban Audit	Klein Rosenthal et al. (2014)
DE3008I	Proportion of households that are lone-pensioner households	DEM	HW	Urban Audit	Klein Rosenthal et al. (2014) and Uejio et al. (2011)
DE3016I	Lone parent households per 100 households with children aged 0–17	DEM	HW	Urban Audit	ARJP (2014), Klein Rosenthal et al. (2014) and Wolf and McGregor (2013)
SA2013TECI	Number of deaths per year under 65 due to diseases of the circulatory or respiratory systems per 1000 inhabitants	DEM	HW	Tecnalia R&I	ASC (2014) and Wolf and McGregor (2013)
EN3010V	Price of a m ³ of domestic water – Euro	RES	DR	Urban Audit	DG Regio (2009)
EN3003TECI	Total use of water (m ³ per capita per year)	RES	DR	Tecnalia R&I	Stefano et al. (2015)
DE1001TECI	Population growth rate over the period 2004–2012	DEM	DR	Tecnalia R&I	Knutson et al. (1998) and Stefano et al. (2015)
EN5101TECI	Population density: total resident pop. per sq. km	BUI	HW, DR	Tecnalia R&I	ARJP (2014), Iglesias et al. (2009), Stefano et al. (2015) and Wolf and McGregor (2013)
EEASEALI	Mean soil sealing [%] of UMZ 2006 of core city (EEA 2012)	BUI	FLP, FLF	EEA, 2012	Balica et al. (2012)
EC1020I	Unemployment rate	INC	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Urban Audit	Cutter et al. (2009) and Lee (2014)
DE2003I	Non-EU foreigners as a proportion of population	ETN	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Urban Audit	Cutter et al. (2009), El-Zein and Tonmoy (2015), Kaźmierczak and Cavan (2011) and Wilhite and Hayes (2005)
DE1040I	Proportion of population aged 0–4 years	DEM	FLP, FLF, FLC, HW	Urban Audit	Cutter et al. (2009) and Lee (2014)
DE1055I	Proportion of population aged 75 years and over	DEM	FLP, FLF, FLC, HW	Urban Audit	Cutter et al. (2009) and Lee (2014)

Per comprendere le due liste di indicatori (sopra e sotto) andiamo a spiegare le sigle presenti:

DEM – struttura demografica, dinamica e stato di salute;

EDU – educazione, abilità e conoscenza;

ETN – razza e/o etnia;

RIG – diritti umani;

GEN – stato di genere;

GOV – qualità di governo;

POL – piani, politiche e strumenti;

AWA – percezione del rischio e comportamento sociale;

INC – condizioni socio-economiche e assistenziali;

ECO – indicatori macro economici;

INS – metodi di trasferimento del rischio;

HOU – accesso all’ alloggio;

TEC – accesso alla tecnologia;

CON – stato ambientale;

INF – infrastrutture;

HW – ondata di caldo;

BUI – caratteristiche del patrimonio edilizio;

DR – siccità;

RES – servizi dell’ecosistema;

FL(P;F;C) – inondazione pluviale, fluviale, costiera.

Vulnerability indicators – adaptive capacity					
Code	Description	Category	Impact chain	Source	Relevance
EEAGRBLI	Green/blue urban area [%] UMZ 2006 of core city (EEA, 2012)	BUI	HW	EEA, 2012	Uejio et al. (2011)
SA1007I	Proportion of households living in houses	BUI	HW	Urban Audit	ARUP (2014), ASC (2014) and Uejio et al. (2011)
SA1022V	Average area of living accommodation – m ² /person	BUI	HW	Urban Audit	ARUP (2014)
AWGHWTECI	Google hits for the string "city name & climate change & heatwave" (hits per million inhabitants)	AWA	HW	Tecnalia R&I	New indicator
AWGUHITECI	Google hits for the string "city name & climate change & urban heat island" (hits per million inhabitants)	AWA	HW	Tecnalia R&I	New indicator
AWGDROTECI	Google hits for the string "city name & climate change & drought" (hits per million inhabitants)	AWA	DR	Tecnalia R&I	New indicator
ECSHADIVTECI	Shannon index of economic diversity	ECO	DR	Tecnalia R&I	New indicator
AWGSLRTECI	Google hits for the string "city name & climate change & sea level rise" (hits per million inhabitants)	AWA	FLC	Tecnalia R&I	New indicator
AWGFLOTECI	Google hits for the string "city name & climate change & flood" (hits per million inhabitants)	AWA	FLP, FLF	Tecnalia R&I	New indicator
EC3039V	Median disposable annual household income - EUR	INC	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Urban Audit	Johnson et al. (2012) and Koks et al. (2015)
EC3040V	Average disposable annual household income - EUR	INC	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Urban Audit	Balica et al. (2012), Johnson et al. (2012) and Koks et al. (2015)
PS3090TECV	Most people can be trusted (synthetic index 0–100)	GOV	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Urban Audit	Kuhlicke et al. (2011)
PS3120TECV	City committed to fight against climate change (synthetic index 0–100)	GOV	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Urban Audit	EEA (2012)
TE2031TECI	Proportion of working age population qualified at level 5 or 6 ISCED	EDU	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Tecnalia R&I	Brooks et al. (2005)
AWGCCTECI	Google hits for the string "climate change" (hits per thousand inhabitants)	AWA	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Tecnalia R&I	New indicator
MAYADTECV	City participating in Mayors Adapt initiative	GOV	HW, FLP, FLF, FLC, DR	Tecnalia R&I	New indicator

I dati vengono quindi raccolti come già descritto. Si attribuisca un peso ai dati, seguendo la procedura proposta da Tapia et al. 2017 si utilizza il metodo FA/PCA (analisi dei fattori e analisi dei principali componenti). Il punteggio della vulnerabilità viene ottenuto dividendo i punteggi normalizzati di sensibilità e di capacità adattiva. Il punteggio non normalizzato di sensibilità della città c alla minaccia t è ottenuto tramite la sommatoria di tutti i fattori di sensibilità i per la minaccia t nella città c elevati per il peso del fattore di sensibilità i ottenuto con il metodo FA/PCA. Il discorso è analogo per il punteggio di capacità adattiva.

$$S_{ct} = \prod_{i=1}^I s_{ci}^{w_i}$$

$$AC_{ct} = \prod_{j=1}^J ac_{cj}^{w_j}$$

$$V_{ct} = \frac{S'_{ct}}{AC'_{ct}}$$

Avendo valutato le vulnerabilità del territorio si scelgono le azioni illustrate precedentemente utili a prevenire danni dovuti ai fenomeni atmosferici.

BIBLIOGRAFIA

<https://www.pattodeisindaci.eu/>

Unione europea, 2010, Paolo Bertoldi, Damian Bornás Cayuela, Suvi Monni, Ronald Piers de Raveschoot

LINEE GUIDA “COME SVILUPPARE UN PIANO DI AZIONE PER L’ENERGIA SOSTENIBILE – PAES”

Disponibile su:

https://www.covenantofmayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_it-2.pdf

accesso del 6/7/2020

P. Bertoldi et al., 2018, Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)'

PART 2 – Baseline Emission Inventory (BEI) and Risk and Vulnerability Assessment (RVA)

PART 3 – Policies, key actions, good practices for mitigation and adaptation to climate change and Financing SECAP(s)

Disponibili su:

<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/guidebook-how-develop-sustainable-energy-and-climate-action-plan-secap>

accesso del 6/7/2020

Neves A; Blondel L; Brand K; Hendel Blackford S; Rivas Calvete S; Iancu A; Melica G; Koffi Lefeivre B; Zancanella P; Kona A. Linee guida del Patto dei Sindaci per il Clima e l’Energia per la presentazione dei rapporti di monitoraggio; EUR 28160 IT; doi: 10.2790/890525

Disponibile su:

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ac865f28-dedb-11e6-ad7c-01aa75ed71a1/language-it>

accesso del 6/7/2020

ISPRA, Rapporti 124/2010, Antonella Bernetti, Riccardo De Lauretis, Gianluca Iarocci, Francesca Lena, Renato Marra Campanale, Ernesto Taurino, Trasporto su strada, Inventario nazionale delle emissioni e disaggregazione provinciale

Disponibile su:

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

accesso del 6/7/2020

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

Disponibile su:

https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari/piano-d-azione.html?scity_id=19537

accesso del 6/7/2020

C. Tapia et al., 2017, Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities, "Ecological indicators", Vol. 78, pag 142-155,

Disponibile su:

https://www.researchgate.net/publication/315383526_Profiling_urban_vulnerabilities_to_climate_change_An_indicator-based_vulnerability_assessment_for_European_cities

accesso del 6/7/2020