

QUADERNI PER L'ENERGIA / VOL.8

**VADEMECUM  
PER L'EFFICIENZA ENERGETICA  
NEI COMUNI**

**PUBBLICAZIONI APE FVG**  
AGENZIA PER L'ENERGIA  
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

**QUADERNI PER L'ENERGIA / VOL.8**

**VADEMECUM  
PER L'EFFICIENZA ENERGETICA  
NEI COMUNI**

**PUBBLICAZIONI APE FVG**  
AGENZIA PER L'ENERGIA  
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

## INDICE

<b>PREFAZIONE</b> .....	5
<b>L'EFFICIENZA ENERGETICA NELLE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI</b> .....	6
<b>1. GESTIONE E PIANIFICAZIONE</b> .....	9
Sistemi di gestione dell'energia .....	9
I piani d'azione per l'energia sostenibile e il clima .....	11
<i>Piani e regolamenti per il settore edilizio</i> .....	14
<i>Leggi e norme per l'efficienza energetica degli edifici</i> .....	15
<i>Incentivi per l'efficienza energetica nei Comuni</i> .....	16
<i>Incentivi per i cittadini</i> .....	20
<i>Controlli e certificazioni di qualità</i> .....	21
Pianificazione urbana e territoriale .....	24
<i>Piano dell'illuminazione pubblica</i> .....	24
<i>Piani della mobilità</i> .....	28
<i>Piano per il recupero del calore di scarto</i> .....	31
Gestione dell'energia negli edifici .....	32
<i>Diagnosi energetica</i> .....	33
<i>Attestazione delle prestazioni energetiche degli edifici</i> .....	36
Gestione dei rifiuti .....	37
<b>2. CONTABILITÀ ENERGETICA</b> .....	41
Il monitoraggio dei consumi .....	41
<i>Catasto energetico</i> .....	44
<i>Strumenti di misura e monitoraggio per gli edifici</i> .....	46
Finanza di progetto e contratti di prestazione energetica (EPC) .....	49
Rapporto energetico annuale .....	54
<i>Comunicazione dei consumi</i> .....	55
<b>3. AZIONI PER LA RIDUZIONE DEI CONSUMI</b> .....	57
Acquisti verdi e criteri ambientali minimi .....	57
L'efficienza energetica degli edifici .....	58
<i>Requisiti minimi per l'efficienza energetica degli edifici</i> .....	59
<i>Nearly zero energy building</i> .....	61
<i>Criteri ambientali minimi</i> .....	62
Settore dei trasporti .....	64
Illuminazione pubblica .....	64
<b>4. FONTI RINNOVABILI</b> .....	71
Analisi della disponibilità di fonti rinnovabili .....	71
<i>Impianti a biogas e a biomasse</i> .....	71

Micro-turbine e piccole centrali idroelettriche .....	73
Geotermia .....	73
Solare termico e fotovoltaico .....	74
Le fonti rinnovabili nel settore edilizio .....	76
FER e contratti di fornitura energetica .....	78
<b>5. MOBILITÀ</b> .....	81
Promozione della mobilità sostenibile .....	81
<i>Strategie per la riduzione del traffico veicolare privato nei centri urbani</i> .....	81
<i>Promozione della mobilità sostenibile del personale</i> .....	84
<b>6. COMUNICAZIONE</b> .....	87
Campagne di comunicazione .....	87
<i>Behavioural demand side management</i> .....	88
Formazione .....	90
<b>APPENDICE: GLI ACRONIMI DELL'EFFICIENZA ENERGETICA</b> .....	93

## PREFAZIONE

L'emergenza climatica è ormai palese, gli effetti del surriscaldamento globale sono percepiti da tutti e riportati quotidianamente dai media.

Le problematiche energetiche e socio-politiche legate al consumo di combustibili fossili sono altrettanto evidenti.

L'Earth overshoot day, il giorno dell'anno in cui si registra il consumo totale delle risorse che il pianeta è in grado di produrre nell'arco di 365 giorni, è sempre più in anticipo: nel 2019 è stato il 29 luglio e, in Italia, il 15 maggio. Il consumo italiano annuale di risorse corrisponde alla produzione di un territorio con un'estensione pari a quattro Italie e mezza. La nostra impronta ecologica sul pianeta è tutt'altro che ecologica e il nostro impatto ambientale non smette di aumentare. È urgente un impegno collettivo volto alla riduzione dei consumi.

In ogni settore è necessario avviare iniziative volte alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, contribuendo con ogni attività ad una più generale strategia orientata allo sviluppo sostenibile.

La funzione delle amministrazioni pubbliche è fondamentale, non solo per la capacità di incidere sui consumi con azioni e normative, ma anche per il ruolo esemplare e culturale che esse rivestono.

L'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia opera dal 2006 a stretto contatto con le amministrazioni pubbliche, per supportarle nell'individuazione delle azioni di miglioramento dell'efficienza energetica e per ottimizzarne l'efficacia in sede di attuazione. Questa pubblicazione vuole essere un ulteriore strumento, a disposizione degli amministratori e dei tecnici, per facilitare la scelta e l'applicazione delle migliori iniziative finalizzate alla riduzione dei consumi sul territorio comunale.

Con l'obiettivo di monitorare le attività sviluppate sul territorio regionale, agevolare lo scambio di conoscenze ed evidenziare le azioni virtuose, l'Agenzia per l'Energia ha anche ideato la rete dei **Comuni++**, premiando annualmente – con il riconoscimento degli **Energy Awards FVG** – le amministrazioni che più si impegnano nell'adozione di buone pratiche volte a favorire la riduzione dei consumi di risorse ed energia e le emissioni di gas serra, contribuendo concretamente alla lotta ai cambiamenti climatici.

Auspichiamo che questo agile libretto possa incentivare i Comuni ad intraprendere nuove azioni ed essere sempre più incisivi nel campo della sostenibilità energetica e dell'adattamento climatico.

## L'EFFICIENZA ENERGETICA NELLE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI

La riduzione dei consumi e l'incremento dell'utilizzo di energia da fonti rinnovabili sono misure essenziali per ridurre la dipendenza energetica dell'Unione Europea e le emissioni di gas a effetto serra.

La premessa della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica riporta: «L'Unione si trova di fronte a sfide senza precedenti determinate da una maggiore dipendenza dalle importazioni di energia, dalla scarsità di risorse energetiche, nonché dalla necessità di limitare i cambiamenti climatici e di superare la crisi economica. L'efficienza energetica costituisce un valido strumento per affrontare tali sfide. Essa migliora la sicurezza di approvvigionamento dell'Unione, riducendo il consumo di energia primaria e diminuendo le importazioni di energia. Essa contribuisce a ridurre le emissioni di gas serra in modo efficiente in termini di costi e quindi a ridurre i cambiamenti climatici. Il passaggio a un'economia più efficiente sotto il profilo energetico dovrebbe inoltre accelerare la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative e migliorare la competitività dell'industria dell'Unione, rilanciando la crescita economica e la creazione di posti di lavoro di qualità elevata in diversi settori connessi con l'efficienza energetica».

In Friuli Venezia Giulia, così come nel resto d'Italia, la presenza di combustibili fossili è scarsa, perciò la dipendenza dalle importazioni energetiche è pressoché totale, cosa che ci espone inesorabilmente alle oscillazioni del costo dell'energia acquistata dai produttori esteri come Russia e Medio Oriente.

Questo, al tempo stesso, rappresenta anche una opportunità per il nostro territorio: da un lato è un'occasione per valorizzare le fonti energetiche rinnovabili locali, dall'altro è una spinta a ridurre il fabbisogno di energia attraverso l'efficientamento energetico, migliorando il rendimento degli impianti e riducendo così le emissioni di CO<sub>2</sub>, entrambi obiettivi cardine del Piano 20-20-20 per l'anno 2020 e del Quadro per il clima e l'energia 2030.

Dall'«Analisi trimestrale del sistema energetico italiano 2/2018» curata da ENEA, i traguardi del 2030 risultano lontani. L'Indice di sicurezza energetica, prezzo energia e decarbonizzazione (**ISPRED**) è peggiorato del 14% rispetto al periodo corrispondente del 2017 e del 9% rispetto al trimestre precedente. In particolare le emissioni di CO<sub>2</sub> sono in significativa riduzione nella produzione elettrica ma in forte aumento in ambito civile e industriale, causando una stagnazione che consolida un trend sempre più divergente dagli obiettivi di lungo periodo.

Nel suo discorso alla seduta plenaria del Parlamento europeo del 27 novembre 2019, la Presidente eletta della Commissione europea Ursula von der Leyen ha affermato che «nella lotta ai cambiamenti climatici non c'è un minuto da perdere. Più in fretta l'Europa interverrà, meglio sarà per i nostri cittadini, la nostra competitività e la nostra prosperità. Il Green Deal europeo è imprescindibile per la salute del nostro pianeta e della nostra popolazione, ma anche per la nostra economia. Il Green Deal europeo è la nostra nuova strategia di crescita. Contribuirà a ridurre le emissioni e al tempo stesso creerà occupazione».

La protezione del clima, che passa attraverso un intelligente e consapevole utilizzo dell'energia, è dunque parte di un'unica strategia di sviluppo sostenibile che tocca diversi ambiti.

I Comuni, grandi e piccoli, possono e devono fare la loro parte in questo percorso. L'obiettivo di strutture come l'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia è quello di sostenere e accompagnare amministratori e tecnici nella transizione.

Il primo passo consiste nel dotare l'amministrazione comunale di sistemi di gestione dell'energia, piani d'azione per l'energia sostenibile e il clima, regolamenti per il settore edilizio e strumenti di pianificazione urbana e territoriale, di gestione dell'energia negli edifici e di smaltimento dei rifiuti.

Attraverso un'attenta contabilità energetica è poi possibile monitorare i propri consumi e, conseguentemente, individuare azioni per la loro riduzione e sfruttare le fonti rinnovabili per rispondere ai fabbisogni una volta che sono stati contenuti. Coerentemente, il Comune dovrà anche comunicare i risultati raggiunti o quelli che vuole ottenere, per coinvolgere attivamente la cittadinanza.

Vedremo come, in concreto e nel dettaglio, nelle prossime pagine.



## 1. GESTIONE E PIANIFICAZIONE

### SISTEMI DI GESTIONE DELL'ENERGIA

Il tema della sostenibilità energetica ed ambientale interessa tutti i momenti della nostra vita e tutti i settori. Ne discende che anche le attività della pubblica amministrazione sono tutte interessate dalla questione energetica ed ambientale, ognuna con il suo impatto più o meno accentuato. La riduzione di tale impatto richiede una adeguata conoscenza della materia e la programmazione di diverse azioni che possono avere un carattere tecnico, formativo o divulgativo, economico-finanziario, giuridico, ecc.

Gioco forza, non può esserci una sola persona che si fa carico di tutte le problematiche nelle diverse discipline. Inoltre, la grandezza dell'organizzazione e la varietà dei campi d'azione sono direttamente proporzionali al grado di complessità delle indispensabili attività di coordinamento e pianificazione (non solo energetica). Le pubbliche amministrazioni sono per natura organizzazioni multisettoriali, sono quindi esposte a diverse problematiche nella gestione dei processi, con alcune difficoltà che possono pregiudicare l'attuazione delle azioni di risparmio di energia e risorse o l'ottimizzazione dei risultati.

Il primo passo da fare è quello di individuare alcune figure chiave all'interno del Comune per facilitare le decisioni e l'avvio dei processi.

Queste sono:

- a livello decisionale, la presenza di un assessore per l'energia, il clima e l'ambiente o, nei Comuni più piccoli, un consigliere o rappresentante formalmente delegato per l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale;
- a livello operativo, la nomina di un energy manager con precisi compiti di coordinamento e monitoraggio delle attività svolte dai vari uffici.

Una volta definite le figure principali, può essere implementato un sistema di gestione energetica o ambientale, ovvero un insieme di azioni e procedure coordinate, che interagiscono o sono intercorrelate all'interno di un processo in cui vengono definiti gli obiettivi e le strategie atte a conseguirli. In particolare, il sistema di gestione prevede che siano individuati:

- i ruoli e le responsabilità, ovvero le figure coinvolte nei processi e i rispettivi compiti;
- i metodi di documentazione e informazione, affinché tutte le figure siano correttamente coinvolte, siano aggiornate sulle attività previste e sappiano dove reperire le informazioni aggiornate;

- le risorse necessarie al conseguimento degli obiettivi prefissati;
- i meccanismi di verifica e monitoraggio dei processi e dei risultati.

Il sistema di gestione viene attuato secondo il ciclo Plan-Do-Check-Act (**PDCA**), o ciclo di Deming, un approccio sistematico finalizzato al miglioramento continuo dell'organizzazione che si sviluppa su quattro fasi da applicare in modo ciclico: i risultati del primo ciclo diventano la base di partenza per quello successivo, e così via.

Le quattro fasi sono:

- pianificazione (**Plan**), fase in cui si identificano i problemi, i rischi, le opportunità e gli obiettivi di miglioramento, si pianificano le strategie e si programmano i tempi e i modi di esecuzione, le figure coinvolte e gli strumenti necessari;
- esecuzione (**Do**), ovvero l'attuazione delle azioni pianificate;
- controllo (**Check**), fase dedicata alla misurazione e al monitoraggio delle azioni intraprese, alla verifica dei processi e dei risultati;
- riesame (**Act**), fase in cui si valutano le eventuali differenze rispetto agli obiettivi prefissati, si adottano azioni correttive o azioni finalizzate a migliorare ulteriormente i risultati raggiunti, ponendo le basi per aggiornare la pianificazione e riavviare il ciclo con nuovi obiettivi di miglioramento.

L'attuazione del ciclo PDCA, e quindi del sistema di gestione, presuppone la nomina di un responsabile del sistema di gestione e, normalmente, di uno o più referenti per ogni settore di impiego dell'organizzazione, che vanno a costituire l'energy team.

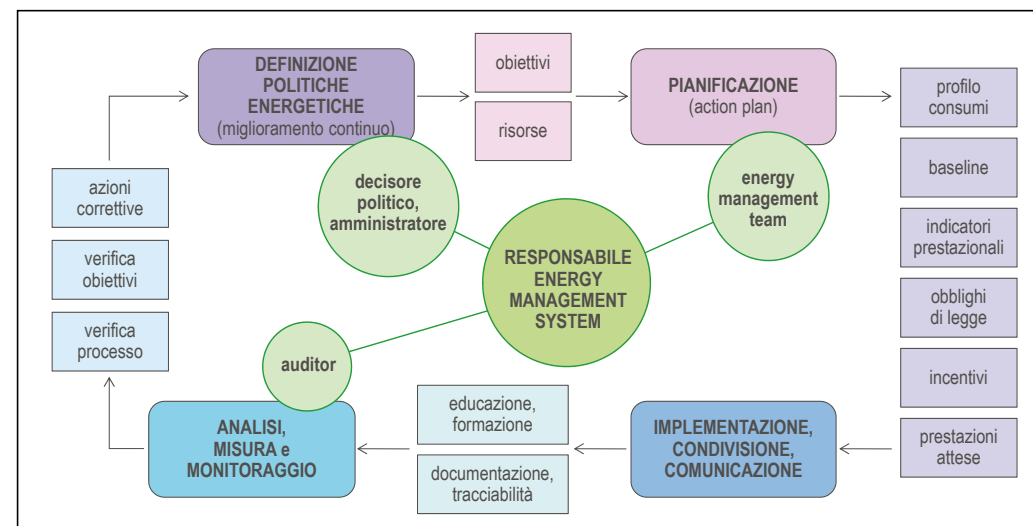
Perché è importante un sistema di gestione energetica o ambientale?

Perché può stimolare l'amministrazione comunale a fare tre cose che, invece, sono spesso trascurate:

- prendere consapevolezza dei propri consumi e dei fattori di maggior spreco di energia e risorse;
- pianificare gli interventi in coerenza con le reali priorità ed orientare le risorse verso gli interventi con maggiori benefici;
- monitorare le proprie azioni per migliorarne l'efficacia nel tempo.

Il sistema di gestione può essere certificato da enti esterni, secondo la norma ISO 50001 per i sistemi di gestione dell'energia e ISO 14001 per i sistemi di gestione ambientale, a garanzia che il processo viene attuato correttamente e in maniera continuativa.

Per dimostrare il proprio impegno nella riduzione dei consumi e dell'inquinamento ambientale, l'amministrazione comunale può anche avviare la registrazione EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), un sistema comunitario di ecogestione e audit che in Italia è gestito dall'ISPRA. La registrazione EMAS prevede che l'organizzazione si doti di un sistema di gestione ambientale, nell'ambito del quale devono essere



Rappresentazione schematica del sistema di gestione dell'energia (acronimo SGE o EnMS, Energy Management System).

fatti una analisi ambientale e un audit i cui esiti vengono raccolti in una dichiarazione che si rinnova annualmente. Le attività vengono esaminate da un verificatore EMAS, dopodiché la dichiarazione ambientale viene registrata presso l'ente gestore e messa a disposizione del pubblico.

## I PIANI D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA

Le emissioni di gas climalteranti sono considerate da anni un indicatore di impatto ambientale dei sistemi di trasformazione e utilizzo dell'energia e la gran parte delle politiche concernenti l'organizzazione energetica fa riferimento ad esse.

In tale contesto si è inserita l'iniziativa del Patto dei Sindaci (o Covenant of Mayors), promossa nel lontano 2008 dalla Commissione Europea dopo l'adozione del Pacchetto clima-energia 20-20-20 (riduzione del 20% delle emissioni di gas climalteranti, aumento del 20% dell'efficienza energetica, incremento al 20% del livello di copertura dei fabbisogni da fonti rinnovabili entro il 2020), al fine di coinvolgere i Comuni europei in un percorso virtuoso di sostenibilità energetica e ambientale.

Gli enti locali, aderendo volontariamente all'iniziativa, avevano l'obbligo di redigere entro un anno dall'adesione un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (**PAES**) nel quale fossero specificati gli interventi e le strategie individuate per raggiungere l'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> sul proprio territorio – entro il 2020 – di almeno il 20% rispetto ad un anno di riferimento (baseline).

Nel corso di questi anni il Patto dei Sindaci ha coinvolto quasi 6.000 Comuni europei di cui 3.150 in Italia. Ha stimolato un percorso virtuoso che ha portato le amministrazioni pubbliche a dare maggior importanza agli aspetti energetici, programmando azioni e definendo strategie a breve, medio e lungo termine volte a garantire l'efficienza nell'uso delle risorse energetiche, che coinvolgano i settori di consumo dell'intero territorio comunale e con particolare attenzione al proprio patrimonio. Tuttavia tali sforzi non sembra siano stati sufficienti ad avviare un'efficace azione di contrasto agli effetti dei cambiamenti climatici. La comunità internazionale ha dunque preso atto di come fosse ormai necessario affrontare la "sfida climatica" non solo con azioni di contrasto, ma anche con politiche e strategie in grado di adattarsi a tali cambiamenti, mitigandone i potenziali effetti negativi sui territori; quest'ultimo concetto è stato il fulcro delle discussioni dalla Conferenza sul Clima di Parigi (COP 21) del 2015. Nell'estate di quell'anno, la Commissione Europea e il Patto dei Sindaci, su proposta del commissario Miguel Arias Cañete e con il sostegno del Comitato europeo delle regioni, hanno avviato un processo di consultazione volto a raccogliere le opinioni degli stakeholder sul futuro del Patto dei Sindaci. La risposta è stata unanime: il 97% ha chiesto di andare oltre gli obiettivi stabiliti per il 2020 e l'80% ha sostenuto una prospettiva di più lungo termine. Di conseguenza, gli obiettivi attuali sono molto più ambiziosi: i Comuni che aderiscono all'iniziativa, che nel frattempo ha coinvolto anche Paesi extraeuropei, s'impegnano a ridurre le emissioni di gas climalteranti sul proprio territorio del 40% entro il 2030.

Il PAES si è arricchito di nuovi contenuti ed è stato sostituito dal Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (**PAESC**). In particolare il nuovo impegno per i firmatari del Patto dei Sindaci prevede di aggiungere alle politiche per la **mitigazione** (riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> per limitare l'incremento della temperatura media della Terra) quelle per l'**adattamento** (incrementare la resilienza dei territori e delle comunità nei confronti dei cambiamenti climatici già in atto). Si tratta quindi di elaborare l'Inventario di Base delle Emissioni (**IBE**), già presente nel PAES, congiuntamente all'Analisi delle vulnerabilità e del rischio del territorio che costituiva, invece, l'elemento conoscitivo fondamentale del Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Per garantire la verifica nel tempo dell'avanzamento del percorso tracciato dal PAESC, così come già previsto per i PAES, il Patto dei Sindaci richiede che a due anni dalla stesura del documento il piano venga monitorato attraverso una relazione di attuazione e dopo altri due anni (e quindi a quattro anni di distanza dalla presentazione del PAESC) venga redatto un Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (**IME**).



La relazione d'attuazione consiste in un semplice resoconto qualitativo delle azioni intraprese nei primi due anni, mentre l'IME è un monitoraggio, oltre che qualitativo, anche quantitativo, che fotografa lo stato dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> sul territorio.

Per quanto riguarda l'adesione al Patto dei Sindaci dei primi firmatari, questa rimane valida, ma la raccomandazione da parte della Commissione Europea è di entrare a far parte del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia adeguando agli obiettivi del PAESC, eventualmente in fase di monitoraggio, lo strumento precedentemente adottato.

Allo scopo di garantire che i PAESC presentati siano conformi ai principi del Patto dei Sindaci, la Commissione Europea svolge un'analisi dei piani presentati. Questo controllo di qualità contribuisce a garantire la credibilità e l'affidabilità dell'intera iniziativa del Patto dei Sindaci.

Il processo di analisi si concentra sulla valutazione di un insieme di criteri di ammissibilità e il mancato rispetto dei criteri impedisce l'accettazione del PAESC.

Quali sono le opportunità per le amministrazioni locali che aderiscono al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia?

- riconoscimento e visibilità internazionale per l'impegno profuso sul fronte della mitigazione e dell'adattamento;
- opportunità di contribuire alla strategia energetica e climatica europea;
- definizione di obiettivi raggiungibili e misurabili di sviluppo del territorio attraverso l'elaborazione e il monitoraggio del PAESC;
- migliore accesso alle opportunità finanziarie per i progetti sul tema energetico e di adattamento climatico;
- occasioni innovative per la creazione di rapporti internazionali, lo scambio di esperienze, ecc.;
- occasioni di formazione attraverso una regolare offerta di eventi, gemellaggi, webinar, sostegno pratico (helpdesk), materiale informativo, ecc.

Si evidenzia infine che un valore aggiunto è rappresentato dalla possibilità da parte delle amministrazioni comunali, incoraggiata anche dal Patto dei Sindaci, di redigere i PAESC in forma congiunta, ossia condividendo il percorso tra più Comuni limitrofi: questo tipo di approccio aiuta a rendere più efficaci le azioni di mitigazione e adattamento perché coinvolge più attori e attiva diverse competenze.

In ogni caso, le iniziative per l'adattamento climatico previste dal PAESC pongono i Comuni di fronte alla necessità di affrontare una riflessione sistematica sugli eventi connessi ai cambiamenti climatici e sugli impatti da essi causati, e di conseguenza perseguire strategie capaci di legare gli obiettivi di riduzione dei rischi a obiettivi di qualità territoriale. Il ruolo dei PAES e dei PAESC è fondamentale, perché consente



all'amministrazione pubblica di dotarsi di uno strumento di pianificazione generale e coordinato, che include tutti i settori e tutto il territorio comunale e che fornisce una visione di insieme indispensabile per avviare con efficacia i piani di settore e gli interventi di miglioramento energetico. Il salto culturale da compiere è passare dalla cultura dell'emergenza a quella dell'adattamento comportamentale: uffici comunali, stakeholder e cittadinanza, per dare il proprio contributo alla sostenibilità, dovranno quotidianamente fare scelte capaci di conferire maggiore resilienza ai territori comunali.

## PIANI E REGOLAMENTI PER IL SETTORE EDILIZIO

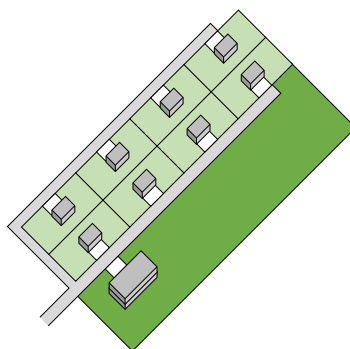
La Direttiva europea 2010/31/UE indica che il settore edilizio è responsabile del 40% dei consumi di energia. Le pubbliche amministrazioni sono doppiamente coinvolte nel problema, potendo incidere sia sul proprio patrimonio edilizio con interventi di efficientamento energetico (per i quali si rimanda ai capitoli 4 e 5), sia sul settore privato attraverso norme locali ed eventuali incentivi.

Nonostante la legislazione nazionale in campo energetico si sia evoluta e consolidata, specialmente a seguito dell'emanazione dei decreti ministeriali del 26 giugno 2015, rimangono ancora margini d'azione per incrementare l'efficienza energetica del settore edilizio attraverso disposizioni comunali, a cui si aggiungono ulteriori opportunità di miglioramento se si guarda ai criteri di sostenibilità ambientale. Non solo risparmio energetico sul riscaldamento e fonti rinnovabili, ma anche protezione passiva dal surriscaldamento, materiali ecocompatibili, risparmio idrico, riduzione del consumo del suolo, gestione dei rifiuti da demolizione e costruzione, ecc.

La pubblica amministrazione può operare attraverso:

- delibere e regolamenti specifici, come per esempio un Regolamento Energetico per l'edilizia;
- l'aggiornamento delle disposizioni del Regolamento Edilizio in tema energetico e ambientale;
- l'inserimento di limiti e indici energetici nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore Comunale o dei piani attuativi.

La scelta delle strategie da adottare (requisiti energetici e ambientali più restrittivi, incentivi comunali, campi di applicazione intesi come destinazione d'uso, tipo di intervento, edilizia pubblica o privata, ecc.) deve essere valutata in funzione del contesto urbano, delle previsioni degli strumenti di pianificazione vigenti, dello stato legislativo sovraordinato, delle caratteristiche climatiche della zona. In ogni caso, il virtuoso obiettivo della Direttiva 2018/844/UE di decarbonizzazione



*Pianificazione ed efficienza energetica. Il lotto A (verde scuro), a parità di unità abitative e superficie utile, rispetto al lotto B (verde chiaro) prevede:*

- minor consumo di suolo;
- minori costi di costruzione (a parità di sistema costruttivo, si possono risparmiare circa 100 €/m<sup>2</sup>);
- maggiore efficienza energetica (a parità di isolamento termico, il fabbisogno termico varia da 50 a 30 kWh/m<sup>2</sup>a con un risparmio di circa 5 t di CO<sub>2</sub> all'anno);
- maggiore efficienza negli spostamenti (il lotto A consente un risparmio di circa 700 km/anno, ovvero 4,5 t di CO<sub>2</sub>).

del patrimonio immobiliare entro il 2050 attraverso la trasformazione degli edifici esistenti in nearly zero energy buildings potrà essere raggiunto solo se tutte le amministrazioni – compresi i Comuni – adotteranno tutte le misure possibili per conseguire il massimo risultato in termini di efficienza energetica in ogni intervento edilizio.

## Leggi e norme per l'efficienza energetica degli edifici

La maggior parte delle attuali disposizioni in materia di efficienza energetica per l'edilizia sono contenute nel D.Lgs. 192/2005 e nei decreti correlati, in particolare i D.M. 26/06/2015 e i D.P.R. 74 e 75 del 2013. Qui troviamo i requisiti energetici minimi da rispettare in caso di intervento edilizio e la definizione di nearly zero energy building (NZEB o edificio a energia quasi zero, vedere capitolo 3), gli adempimenti da rispettare nell'ambito degli iter autorizzativi, le procedure per i controlli periodici dell'efficienza degli impianti, le modalità di certificazione energetica degli edifici, i metodi di calcolo e verifica delle prestazioni energetiche. Gli obblighi di copertura dei fabbisogni con le fonti rinnovabili sono invece descritti nel D.Lgs. 28/2011.

Oltre a ciò, vi è tutta una serie di indicazioni complementari suddivisa in diverse altre leggi, tra cui il D.Lgs. 102/2014, la L. 10/1991 e il D.P.R. 412/1993, il D.Lgs. 115/2008, il codice dell'edilizia, i decreti con i Criteri Ambientali Minimi (vedere capitolo 3) e i decreti specificatamente dedicati agli incentivi.

Il panorama legislativo attuale risulta quindi abbastanza articolato e complesso, con l'aspettativa – non sempre pienamente soddisfatta – di ottenere il miglior risultato di efficienza energetica in tutte i componenti, in tutti gli interventi e in tutte le fasi edilizie: strutture e impianti, ristrutturazione e nuova costruzione, progettazione e realizzazione, utilizzo e manutenzione, demolizione e riciclo. In questo contesto, i tecnici sono chiamati a valutare i livelli di efficienza energetica mediante l'utilizzo di diversi indicatori prestazionali che possono trovare diversa applicazione in funzione dei componenti dell'edificio, dei servizi energetici e dei tipi di intervento. Per quanto riguarda l'edificio, val la pena di riepilogare i termini usati dalla normativa, secondo cui:

- l'edificio è un sistema che comprende il fabbricato e i sistemi tecnici;
- il fabbricato è costituito dalle strutture edilizie interne ed esterne, alcune delle quali vanno a comporre l'involucro edilizio;
- l'involucro dell'edificio è composto dagli elementi edilizi, opachi e trasparenti, che separano il volume climatizzato dall'esterno o dagli ambienti non climatizzati;
- i sistemi tecnici sono gli impianti stabilmente installati nell'edificio

e dedicati ai vari servizi energetici (i servizi energetici individuati nei decreti sono 6: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione e sistemi di trasporto per l'edilizia, indicati rispettivamente con le lettere H, C, W, V, L, T).

Come detto, le prescrizioni legislative si applicano in modo differenziato anche in funzione del tipo di intervento. Salvo alcune norme sugli incentivi che tengono conto delle definizioni del codice dell'edilizia, la normativa energetica fa generalmente riferimento alla classificazione degli interventi del D.Lgs. 192/2005 e del D.M. 26/06/2015 e, oltre alle nuove costruzioni e agli ampliamenti, distingue tra:

- riqualificazione energetica dei singoli elementi edilizi o degli impianti;
- ristrutturazione importante di secondo livello, quando l'intervento interessa più del 25% dell'involucro dell'edificio ed eventualmente gli impianti di climatizzazione;
- ristrutturazione importante di primo livello, quando l'intervento interessa più del 50% dell'involucro dell'edificio e l'impianto di climatizzazione;
- demolizione e ricostruzione, tipo di intervento assimilato alla nuova costruzione.

Il quadro si complica ulteriormente perché i suddetti interventi potrebbero contemporaneamente ricadere anche nella definizione di ristrutturazione rilevante del D.Lgs. 28/2011, qualora l'intervento preveda la ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro di un edificio con superficie utile superiore a 1000 mq, oppure in caso di demolizione e ricostruzione.

In diversi casi si adduce come ragione (o alibi?) per la mancata adozione di norme locali per l'efficienza energetica del settore edilizio la complessità normativa (ci si chiede: perché complicare ulteriormente il quadro legislativo?). Invece, proprio tale complessità dovrebbe essere il primo motivo per prevedere una più chiara esposizione e contestualizzazione delle norme a livello locale. Un'operazione che consente, tenendo in considerazione le potenzialità del territorio, di completare i dettami legislativi sovraordinati con incentivi o prescrizioni locali, favorendo l'applicazione di quelle misure che nella legislazione vigente risultano meno efficaci. Alcuni temi da sviluppare possono essere, per esempio, la pianificazione sostenibile, il diritto al sole degli edifici, il livello di isolamento termico e la casa passiva, i sistemi schermanti e la protezione dal surriscaldamento estivo, l'impermeabilizzazione e il consumo del suolo.

### Incentivi per l'efficienza energetica nei Comuni

Nel panorama nazionale ci sono diverse agevolazioni, a disposizione degli enti locali, per l'efficientamento energetico del patrimonio immobiliare



e per l'utilizzo di fonti rinnovabili. Il quadro contributivo – parallelamente all'obiettivo nazionale di efficienza energetica – è in evoluzione, pertanto la situazione descritta di seguito potrebbe essere periodicamente aggiornata: si consiglia sempre di verificare eventuali modifiche e integrazioni.

Il canale contributivo principale è il **Conto Termico 2.0**, versione potenziata del meccanismo introdotto nel 2012, che incentiva sia l'efficientamento energetico degli edifici esistenti sia la produzione di energia termica da fonti rinnovabili. Il ventaglio delle iniziative incentivabili per gli enti pubblici è molto ampio e spazia dagli interventi sull'involucro a quelli sugli impianti, dalla trasformazione degli edifici in standard NZEB all'efficientamento dell'illuminazione (i privati invece possono accedere al Conto Termico solo per gli interventi sugli impianti). Annualmente, vengono riservati alle iniziative della pubblica amministrazione 200 milioni di euro, sui 900 disponibili, dando così garanzia agli investimenti pubblici. I Comuni hanno anche la possibilità di ottenere il contributo con il sistema della prenotazione che prevede, previa accettazione della domanda da parte dell'ente gestore (il GSE), l'erogazione di un acconto già in fase di avvio dei lavori. In questo modo, l'utilizzo del Conto Termico 2.0 diventa uno strumento di pianificazione finanziaria.

Per quanto riguarda il settore delle fonti rinnovabili, esistono ulteriori meccanismi di incentivazione.

Lo **Scambio sul posto** permette di immettere in rete l'energia elettrica prodotta dal fotovoltaico ma non consumata e di prelevare dalla rete, in un momento diverso, quella eventualmente necessaria a coprire il proprio fabbisogno. Lo **Scambio sul posto altrove**, in più, ammette che il punto di produzione e il punto di consumo siano differenti e che, ad esempio, per un impianto fotovoltaico installato su un edificio del Comune si possa beneficiare dello Scambio sul posto sia per l'energia elettrica prelevata in corrispondenza dell'edificio stesso, sia per quella prelevata da un altro edificio. Il GSE riconosce agli enti beneficiari un incentivo che considera la differenza tra il prezzo riconosciuto all'energia immessa in rete (più basso) e quello corrisposto per l'elettricità prelevata (più alto), in quanto comprensivo degli oneri accessori.

Strumento simile ed alternativo allo Scambio sul posto è il **Ritiro dedicato**, che consiste nella cessione al GSE dell'energia elettrica immessa in rete. Il GSE corrisponde al produttore un determinato prezzo per ogni chilowattora, applicando condizioni economiche di mercato.

Per gli impianti di produzione di energia rinnovabile diversi dai fotovoltaici, agli strumenti sopra citati si aggiunge quanto previsto dal **D.M. 23 giugno 2016** che individua gli incentivi per la produzione di energia elettrica



da impianti idroelettrici, eolici (on shore e off shore), a biomasse o biogas, geotermoelettrici, solari termodinamici. Si tratta di un contributo in conto esercizio che incentiva gli interventi tramite aste competitive e aiuta a rientrare dei costi di investimento sostenuti per la realizzazione degli impianti; gli incentivi sono riconosciuti per l'energia elettrica netta immessa in rete dall'impianto, calcolata come minor valore tra la produzione netta e l'energia elettrica effettivamente immessa in rete, misurata con il contatore di scambio.

È stato recentemente emanato il **D.M. 4 luglio 2019**, cosiddetto FER 1, che prevede l'incentivazione, mediante l'iscrizione ai registri dedicati e la partecipazione a procedure d'asta, di impianti eolici on shore, impianti idroelettrici, impianti fotovoltaici superiori a 20 kW e impianti a gas residuati dei processi di depurazione. Sono previsti sette bandi per la partecipazione ai registri e alle aste, dal 30 settembre 2019 al 30 ottobre 2021, che riconosceranno un incentivo per l'energia elettrica prodotta netta immessa in rete dall'impianto.

Un altro strumento di promozione dell'efficienza energetica è rappresentato dai Titoli di Efficienza Energetica (TEE), chiamati anche **Certificati Bianchi**. Attivi dal 2005, sono dei titoli negoziabili che attestano i risparmi energetici conseguiti attraverso azioni di aumento dell'efficienza energetica: ogni certificato equivale al risparmio di una Tonnellata Equivalente di Petrolio (TEP), corrispondente a 5.348 kWh elettrici o 11.628 kWh termici. Nel mercato dei TEE, il valore varia in base al principio della domanda e offerta, dove:

- la domanda è rappresentata dai cosiddetti "soggetti obbligati", che devono dimostrare una quota di risparmio energetico annuo anche mediante l'acquisto dei certificati bianchi;
- l'offerta è rappresentata dalle aziende e dagli enti che possono rivendere i certificati bianchi ottenuti a fronte di uno o più interventi di risparmio energetico.

Ad oggi, i report del GSE evidenziano che le richieste dei Certificati bianchi risultano in calo. Uno dei motivi può essere individuato nel fatto che, nel caso delle pubbliche amministrazioni, per richiedere i Certificati bianchi è necessario avvalersi di una ESCO, nominare un EGE (Esperto di Gestione dell'Energia) oppure dotarsi di un sistema certificato di gestione dell'energia ai sensi della norma ISO 50001.

Esistono anche delle agevolazioni per i Comuni che producono biometano dalla Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano (FORSU) derivante dalla raccolta differenziata, se utilizzato per alimentare i mezzi adibiti alla raccolta dei rifiuti o al trasporto pubblico locale. In questo caso il GSE rilascia i **Certificati di Immissione in Consumo (CIC)**, calcolati secondo le procedure adottate ai sensi del D.M. 5 dicembre 2013.



Con la norma Fraccaro (**Decreto direttoriale 14 maggio 2019**), il MISE ha stanziato 500 milioni di euro per i Comuni a sostegno di progetti di efficientamento energetico e sviluppo territoriale sostenibile, tra cui gli interventi di illuminazione pubblica, di risparmio energetico degli edifici pubblici, di installazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, gli interventi per la mobilità sostenibile, l'adeguamento e la messa in sicurezza di scuole e altri edifici pubblici, l'abbattimento delle barriere architettoniche.

A livello regionale le opportunità per i Comuni si ampliano con alcuni ulteriori strumenti, come ad esempio i **contributi POR-FESR** (si è recentemente chiusa la terza edizione del bando per l'edilizia scolastica, emanato nell'ambito della programmazione POR-FESR 2014-2020) e il contributo regionale per le centrali a biomassa e le reti di teleriscaldamento. Quest'ultimo, attivo dal 2017, è un incentivo in conto capitale a fondo perduto che può essere richiesto dai Comuni e dalle UTI a copertura parziale (fino al 70%) delle spese di costruzione o potenziamento di centrali a biomassa o di reti di teleriscaldamento alimentate a biomassa.

### Incentivi per i cittadini

In tema di incentivi, il Comune può essere il soggetto beneficiario o, in altri casi, il soggetto erogatore. Le pubbliche amministrazioni hanno la responsabilità di rendere coscienti i propri cittadini dell'impatto ambientale dovuto all'utilizzo delle fonti fossili, anche attraverso strategie incentivanti che favoriscano i comportamenti virtuosi nel settore privato.

A livello nazionale e regionale sono già presenti diverse forme di incentivazione per i privati, tra cui l'IVA agevolata, le detrazioni fiscali per la ristrutturazione, quelle per l'efficienza energetica (ecobonus) e il Conto Termico. Tuttavia, tali incentivi non considerano tutte le tipologie di interventi né tutte le circostanze di applicazione oppure, in certi casi, sono di difficile accesso per alcune categorie (per esempio gli incapienti Irpef) e, quindi, rimane spazio per un'azione specifica da parte dell'amministrazione comunale. Anche se con evidenti limiti determinati dalle ridotte risorse finanziarie a disposizione dei Comuni, i contributi a livello locale rappresentano per i cittadini un chiaro ed esemplare messaggio su come migliorare l'efficienza energetica.

Un Comune può scegliere di agevolare, ad esempio:

- l'efficienza energetica degli edifici nuovi o ristrutturati, anche attraverso bonus volumetrici (compatibilmente con gli indici previsti dal Piano Regolatore) o sconti sugli oneri (per esempio la tassa di occupazione del suolo pubblico oppure il contributo di costruzione, o il costo di costruzione, entro limiti fissati dalla L.R. 19/2009);

- l'applicazione di protocolli di certificazione di qualità degli interventi edilizi finalizzati al risparmio energetico (vedere paragrafo successivo);
- la sostituzione di elettrodomestici;
- la sostituzione di generatori o altri componenti degli impianti di riscaldamento, raffrescamento o acqua calda sanitaria;
- l'installazione di impianti per la produzione energetica da fonti rinnovabili (fotovoltaico, solare termico, microeolico, ecc.);
- l'acquisto di veicoli elettrici o ibridi, o la conversione di veicoli a gas;
- l'acquisto di biciclette tradizionali o a pedalata assistita;
- l'installazione di impianti per la raccolta dell'acqua piovana.

### Controlli e certificazioni di qualità

L'efficace applicazione di una norma non può prescindere da un adeguato sistema di controlli (ed eventuali sanzioni). Per le questioni che riguardano i requisiti minimi di efficienza energetica, essendo la procedura comunque correlata ai titoli abilitativi per gli interventi edilizi, il D.Lgs. 192/2005 delega all'eventuale verifica il Comune che «anche avvalendosi di esperti o di organismi esterni, qualificati e indipendenti, definisce le modalità di controllo, ai fini del rispetto delle prescrizioni del presente decreto,



Edificio per attività socio-riabilitative ed educative a Bagnaria Arsa, riqualificato secondo il protocollo CasaClima R (progettisti: arch. Paolo Galante, arch. Giulio Merluzzi, ing. Mauro Cossalter, ing. Maurizio Meroi).



*Scuola per l'infanzia di Caneva (PN): esempio di ristrutturazione CasaClima B (progettazione arch. Ernesto Costalunga).*

accertamenti e ispezioni in corso d'opera, ovvero entro cinque anni dalla data di fine lavori dichiarata dal committente, volte a verificare la conformità alla documentazione progettuale».

A maggior ragione, l'emanazione di regolamenti comunali per lo sviluppo o l'incentivazione della sostenibilità energetica e ambientale nel settore edilizio deve essere accompagnata dalla previsione di un meccanismo di controllo. Come descritto nel paragrafo sui sistemi di gestione dell'energia, la verifica e il monitoraggio sono fasi indispensabili per capire gli effetti reali dell'applicazione della norma, per ottimizzare il processo ed i risultati nel tempo.

Il Comune può effettuare i controlli direttamente, oppure avvalersi di «organismi esterni, qualificati e indipendenti». In questo caso, i sistemi di certificazione di qualità offrono una soluzione interessante, perché consentono all'amministrazione di recepire, anche in assenza di risorse interne, un parere specialistico da parte di un soggetto terzo sugli esiti di:

- verifiche in fase di progettazione;
- verifiche di conformità di quanto realizzato.

Le verifiche che vengono effettuate nell'ambito delle certificazioni di qualità sono di due tipi:

- verifiche di processo, a garanzia che le figure interessate operino secondo le procedure di riferimento;
- verifiche tecniche, a garanzia che il progetto e le opere rispondano a precisi requisiti di qualità, non solo dal punto di vista strettamente energetico ma anche in relazione alle problematiche correlate (gestione del vapore, durabilità, comfort, ecc.).

La pubblica amministrazione può ricorrere alle certificazioni di qualità

sia per gestire e verificare gli interventi da effettuare sul proprio patrimonio edilizio (inserendo la certificazione di qualità nella gara di appalto), sia per migliorare la qualità degli interventi nel settore privato agendo sui regolamenti edilizi.

Le certificazioni di qualità in campo energetico e ambientale sono una prassi avvalorata anche dal D.M. 11/10/2017 sui Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, che cita alcuni protocolli nazionali e internazionali quali Breeam, CasaClima, Itaca, Leed, Well. Va evidenziato che i sistemi di certificazione non sono tutti uguali: la scelta deve essere fatta in base alle esigenze, in particolare vanno analizzati i criteri tecnici previsti dal protocollo, la loro efficacia rispetto all'intervento edilizio e il grado di difficoltà per le verifiche e l'applicazione.

In tema di efficienza energetica, i sistemi di certificazione di qualità più diffusi sul nostro territorio sono CasaClima e Passivhaus. Nati per le nuove costruzioni, entrambi oggi propongono anche un protocollo specifico per le ristrutturazioni.

Lo standard Passivhaus fa capo all'omonimo istituto di Darmstadt, è applicato in Europa dall'inizio degli anni Novanta ed oggi conta certificazioni in tutto il mondo. La procedura viene gestita dai singoli certificatori Passivhaus, liberi professionisti formati e accreditati direttamente dal Passivhaus Institut. In regione è presente l'associazione culturale IG Passivhaus del Friuli Venezia Giulia, che aderisce alla Federazione Italiana Passivhaus e può fornire informazioni sul tema. CasaClima è il sistema di certificazione della Provincia Autonoma di Bolzano, ideato all'inizio degli anni 2000. La certificazione è rilasciata sempre da un ente terzo, in genere la Provincia Autonoma di Bolzano oppure un'agenzia formalmente delegata dall'amministrazione provinciale altoatesina; sul territorio regionale, la certificazione CasaClima è gestita dall'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia che, dal 2007, ha rilasciato circa 400 certificati. Se confrontiamo i requisiti delle direttive CasaClima con le definizioni dell'attuale legislazione, scopriamo che in Friuli Venezia Giulia ci sono 400 nearly zero energy buildings con certificazione di qualità, a cui si aggiungono più di 150 cantieri ancora in fase di certificazione.



*Apparecchiatura per il blower door test, la verifica della permeabilità all'aria dell'edificio prevista dalle certificazioni di qualità.*

L'ampia diffusione del protocollo CasaClima è dovuta all'approccio che sta alla base delle procedure e dei criteri, un approccio rigoroso e trasparente ma anche semplificato – ove possibile – al fine di agevolare lo svolgimento delle verifiche e contenere i costi di certificazione, senza compromettere la qualità del processo.

## PIANIFICAZIONE URBANA E TERRITORIALE

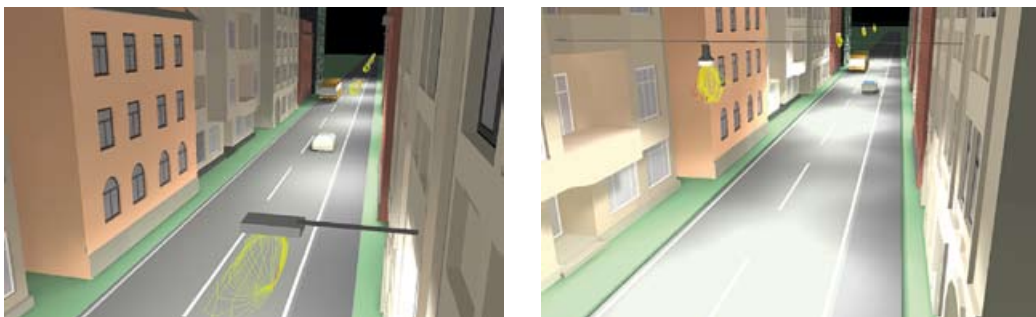
### Piano dell'illuminazione pubblica

I Comuni si devono dotare di piani dell'illuminazione che disciplinano le nuove installazioni in conformità alla L.R. 15/2007 "Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici", al D.Lgs. 285/1992 "Nuovo codice della strada", alla L. 9/1991 e alla L. 10/1991 attinenti al piano energetico nazionale. La pianificazione degli impianti di illuminazione per esterni, oltre alla programmazione della realizzazione di nuove installazioni, deve considerare anche la modifica, l'adeguamento, la manutenzione, la sostituzione e l'integrazione degli impianti d'illuminazione esistenti, nonché i relativi finanziamenti e le previsioni di spesa.

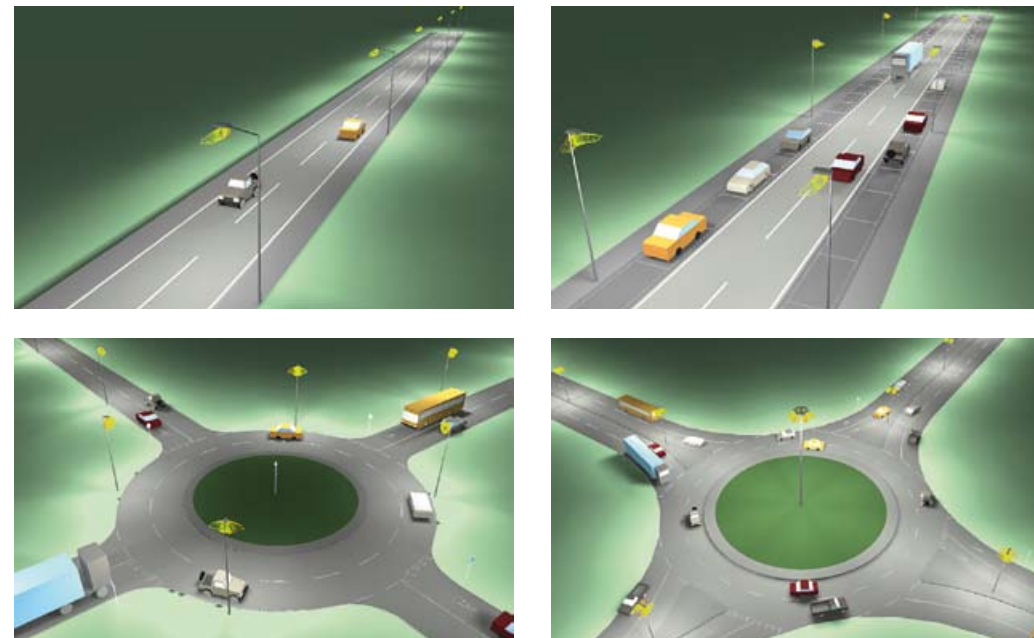
La prima fase della redazione del piano prevede l'acquisizione delle informazioni sullo stato di fatto in modo tale da avere a disposizione i dati prestazionali e di costo, oltre che le informazioni complete riguardo gli impianti esistenti, i consumi e i costi di manutenzione. La conoscenza dello stato degli impianti di illuminazione pubblica è fondamentale per effettuare analisi, statistiche e simulazioni finalizzate alla conoscenza delle spese correnti, energia e manutenzione, e dei costi di investimento qualora si ipotizzino interventi migliorativi. Il piano può essere strutturato utilizzando un catasto completo e dettagliato degli impianti di illuminazione (come descritto nel capitolo 2), offrendo un vantaggio in termini di velocità e affidabilità in quanto costituisce un vero e proprio strumento di supporto alle decisioni per definire le strategie di investimento ed ammodernamento.

Gli obiettivi che si perseguono con la stesura del piano dell'illuminazione comunale sono:

- introduzione dell'obbligo di una progettazione illuminotecnica che rispetti le indicazioni e le prescrizioni delle norme tecniche vigenti e dei requisiti previsti dalla L.R. 15/2007;



Simulazioni illuminotecniche per la verifica della qualità dell'illuminamento stradale in ambito urbano ed extraurbano.



- miglioramento della sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di ridurre l'incidentalità ed evitare la perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica, innanzitutto attraverso il rispetto del codice della strada e delle norme tecniche;
- miglioramento della sicurezza fisica e psicologica delle persone, riducendo soprattutto la paura percepita che possano accadere atti criminali;
- miglioramento della sicurezza dal punto di vista elettrico e antinfortunistico degli impianti di illuminazione pubblica;
- integrazione formale-estetica degli impianti sul territorio comunale, diurna e notturna;
- qualità della vita sociale con tutela o incentivazione delle attività serali;
- migliore fruibilità degli spazi urbani coerentemente con i criteri di destinazione urbanistica;
- valorizzazione delle emergenze architettoniche ed ambientali, attraverso un'adeguata illuminazione con opportune scelte di colore, direzione e intensità della luce;
- ottimizzazione dei costi d'esercizio e di manutenzione in relazione alle tipologie di impianto;
- risparmio energetico attraverso il miglioramento dell'efficienza ed il controllo del flusso luminoso;
- contenimento dell'inquinamento luminoso atmosferico e stradale, anche a tutela per esempio degli osservatori astronomici;
- salvaguardia e protezione dell'ambiente.

Necessariamente, amministratori, tecnici e progettisti hanno il compito di trovare il giusto compromesso tra le suddette esigenze, contenere i costi di investimento e di gestione e i valori di inquinamento luminoso. Inoltre, il piano dell'illuminazione deve raccordarsi alle altre attività di pianificazione territoriale del Comune, in particolare il piano regolatore e il piano urbano del traffico.

Oltre ai già citati D.Lgs. 285/1992 e L.R. 15/2007, le normative di riferimento per la redazione del piano dell'illuminazione comunale sono le seguenti:

- UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";
- UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali";
- UNI EN 13201-3 "Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni";
- UNI EN 13201-4 "Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- UNI EN 13201-5 "Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche";
- D.M. 6792/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

La L.R. 15/2007 definisce i criteri antinquinamento: per i nuovi impianti impone, per esempio, corpi illuminanti con ottica full cut-off, interdistanza tra i pali superiore a 3,7 volte l'altezza dei pali stessi, limiti di luminanza nelle zone non soggette al codice della strada, riduzione del flusso luminoso di almeno il 30% nelle ore notturne, utilizzo di lampade sodio alta pressione o lampade con prestazioni simili o superiori, aumento della frazione percentuale di luce diretta su strade e marciapiedi e riduzione della frazione che involontariamente illumina case e giardini (massimizzazione dell'utilanza).

Anche nell'eventualità in cui si facciano interventi di manutenzione, la prassi adottata vuole che, nel caso in cui si sostituiscano solo i corpi illuminanti, questi debbano essere del tipo full cut-off e che i requisiti illuminotecnici stradali vengano rispettati.

In ogni caso, ai sensi della norma UNI 11248, la progettazione dell'illuminazione pubblica deve partire dalla classificazione delle strade (in coerenza con il codice della strada), alle quali viene attribuita una categoria illuminotecnica di ingresso (o di riferimento, secondo la EN 13201).

La riqualificazione degli impianti, la bonifica delle vecchie linee con il conseguente adeguamento di tutte le infrastrutture e la messa a norma delle apparecchiature possono essere molto onerose

per l'amministrazione. La ricerca di fondi per affrontare impegni di spesa così importanti può essere molto complessa, anche in considerazione delle vigenti regole sul pareggio di bilancio; sempre più spesso le pubbliche amministrazioni si avvalgono di meccanismi che coinvolgono finanziatori privati, quali il partenariato pubblico privato e il project financing, il finanziamento tramite terzi, i contratti di prestazione energetica (vedere capitolo 2), la convenzione Consip Servizio Luce. Gli investimenti e la gestione degli impianti, compresa la manutenzione, verranno ripagati con un canone fisso a carico dell'amministrazione che ricade nella cosiddetta "spesa corrente", per tutta la durata contrattuale (5-9 anni per Consip e fino a 15-20 anni per gli altri strumenti). Generalmente, le amministrazioni realizzano interventi che si suddividono in tre categorie:

- nuovo impianto di illuminazione;
- intervento parziale rilevante ma che conserva l'infrastruttura;
- intervento parziale minore, cui corrisponde solo la sostituzione di alcuni componenti.

Nel caso di intervento parziale, l'esperienza suggerisce di procedere prima di tutto eliminando le situazioni di pericolo sia sulle centraline di alimentazione che sull'infrastruttura: linee aeree e sostegni inadeguati, lampade al mercurio o con filamento, eliminazione degli ombreggiamenti dovuti a ostacoli (come per esempio i rami degli alberi).

In secondo luogo è necessario valutare l'opportunità di sostituire i corpi illuminanti e il sistema di alimentazione per ottenere risultati illuminotecnici migliori e maggiore efficienza generale. Ciò significa decidere, anche in funzione della disponibilità finanziaria, il tipo di tecnologia da adottare, principalmente tra le seguenti opzioni:

- lampade tipo MH ioduri metallici (sodio di colore bianco) abbinata a regolatori e alimentatori posizionati sul singolo punto luce; il sodio con luce bianca (MH), che ha consumi minori ma maggiori costi di investimento e conduzione, è oggi molto utilizzato nelle vie di pregio;
- sistemi di illuminazione a LED, con opportuno alimentatore e regolatore sul singolo punto luce; il LED si caratterizza per la maggior durata della fonte luminosa (10-15 anni) ed è particolarmente adatto a strade e incroci dove la manutenzione dei punti luce è difficile.

Si possono ottenere risparmi energetici più consistenti anche adottando i cosiddetti "sistemi intelligenti" di illuminazione, che si stanno affacciando sul mercato e che sono talvolta abbinati a progetti per la realizzazione di interventi che fanno riferimento al concetto di "smart cities", ovvero un insieme di strategie tese all'ottimizzazione e all'innovazione dei servizi pubblici attraverso l'impiego di nuove tecnologie della comunicazione, della mobilità, dell'ambiente e dell'efficienza energetica. Tali sistemi

utilizzano rilevatori del traffico e dei pedoni che, abbinati al telecontrollo, possono essere d'ausilio nella gestione degli impianti di illuminazione aumentandone l'efficacia.

### Piani della mobilità

Il settore dei trasporti contribuisce in larga misura al consumo di combustibili fossili, all'emissione di gas climalteranti in atmosfera e, più in generale, all'inquinamento dell'aria e all'impermeabilizzazione del suolo. Pertanto è necessario adottare tutta una serie di misure orientate a:

- ridurre i chilometri percorsi e il numero di mezzi in circolazione, favorendo l'aggregazione di persone e merci, il trasporto pubblico, il car pooling e il car sharing;
- aumentare il numero di spostamenti con modalità meno inquinanti, agevolando prima di tutto gli spostamenti a piedi o in bicicletta;
- aumentare il numero di veicoli alimentati dai combustibili meno inquinanti (veicoli a metano o a gpl, veicoli elettrici e ibridi).

Come in tutti i settori, anche per la mobilità vale innanzitutto la regola di eliminare gli sprechi, ovvero scoraggiare gli spostamenti inutili effettuati con i mezzi motorizzati privati a favore dei mezzi pubblici e della mobilità pedonale e ciclistica. Con tali obiettivi, da una parte vanno rivisti gli standard dedicati alle automobili (per esempio riduzione dei parcheggi, abbassamento dei limiti di velocità, aumento delle zone a traffico limitato), dall'altra va migliorata la sicurezza degli utenti a piedi e in bici, anche grazie ai servizi e alle infrastrutture dedicate (intermodalità e trasporto pubblico efficiente, aree pedonali, piste ciclabili, isole ambientali e zone 30, ecc.). La qualità dello spazio urbano rappresenta quindi un fattore determinante per la promozione della mobilità ciclopedonale.

Per valutare e coordinare tutte le possibili strategie volte a rendere il settore dei trasporti più sostenibile, è indispensabile dotarsi di un piano della mobilità che dia forma ad una diversa visione degli spazi abitati, in cui le persone e non gli autoveicoli siano considerati gli attori principali. Si tratta di andare oltre il tradizionale piano urbano del traffico per affrontare, a livello comunale o intercomunale, il tema della mobilità con un approccio sostenibile che:

- metta al centro le persone, i cittadini e le loro attività, e non il solo problema del traffico veicolare;
- si ponga come obiettivo principale l'accessibilità, la vivibilità e la qualità dello spazio pubblico, anziché la mera soluzione dei problemi di congestione;
- ricerchi la sicurezza negli spostamenti, la riduzione dei flussi e dei limiti di velocità dei veicoli motorizzati, anziché cercare la fluidità

della circolazione attraverso l'aumento della velocità e della capacità stradale;

- si occupi di infrastrutture solo dopo aver definito le politiche della mobilità e le misure di gestione della domanda di mobilità;
- estenda le previsioni del piano dal breve al medio-lungo periodo;
- sviluppi un percorso integrato e partecipativo di pianificazione che consideri le interazioni tra urbanistica, territorio, trasporti, ambiente e società, prima di concentrarsi sugli aspetti infrastrutturali e di ingegneria stradale;
- porti ad una programmazione coordinata di interventi ed iniziative, definiti in base ad una valutazione della sostenibilità tecnica, ambientale, economica e sociale, e non con valutazioni esclusivamente limitate agli aspetti di tipo tecnico.

Una pianificazione efficace non può che passare per un piano della mobilità sostenibile, che sia correlato con i piani urbanistici e in cui confluiscono gli altri piani di settore. La materia, nella legislazione italiana, è trattata in modo frammentato e le disposizioni sono distribuite su diverse leggi, regolamenti e direttive. Facciamo un riepilogo:

- Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (**PUMS**), strumento di pianificazione strategica che, in un orizzonte temporale di medio-lungo periodo (10 anni), sviluppa una visione di sistema della mobilità urbana. È obbligatorio per i Comuni con più di 100.000 abitanti e per le città metropolitane ai sensi del D.M. 4 agosto 2017 il quale, in allegato, riporta le linee guida per la redazione dei PUMS.
- Piano Urbano del Traffico (**PUT**), obbligatorio per i Comuni sopra i 30.000 abitanti secondo l'art. 36 del Codice della Strada (D.Lgs. 285/192). Nel D.M. 12 aprile 1995, che riporta le direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico, il PUT è inteso come «piano di immediata realizzabilità», con l'obiettivo di contenere al massimo – mediante interventi di modesto onere economico – le criticità della circolazione e perseguire, altresì, il miglioramento della sicurezza stradale, la riduzione degli incidenti stradali e delle loro conseguenze.
- Piano Urbano della Mobilità (**PUM**), secondo il suddetto D.M. 12 aprile 1995, è un PUT che include anche la gestione ottimale del sistema di trasporto pubblico collettivo stradale. Più correttamente, la L. 340/2000 definisce il PUM come un progetto del sistema della mobilità finalizzato a «soddisfare i fabbisogni di mobilità della popolazione, assicurare l'abbattimento dei livelli di inquinamento atmosferico ed acustico, la riduzione dei consumi energetici, l'aumento dei livelli di sicurezza del trasporto e della circolazione stradale, la minimizzazione dell'uso individuale dell'automobile privata e la moderazione del traffico,



l'incremento della capacità di trasporto, l'aumento della percentuale di cittadini trasportati dai sistemi collettivi anche con soluzioni di car pooling e car sharing e la riduzione dei fenomeni di congestione nelle aree urbane».

- Piano della rete degli itinerari ciclabili, che gli enti locali devono predisporre ai sensi dell'art. 3 del D.M. 557/1999. Il piano contiene gli interventi da realizzare, i dati sui flussi ciclistici, le lunghezze dei tracciati, la stima economica di spesa ed una motivata scala di priorità e di tempi di realizzazione. Se è presente un PUT, il piano della rete ciclabile va redatto in modo organico come piano di settore del PUT stesso.
- Piano della mobilità ciclistica comunale (**Biciplan**), introdotto dalla L. 2/2018 nell'ambito di un quadro armonizzato che prevede anche il piano generale nazionale e i piani regionali della mobilità ciclistica. I Biciplan sono «finalizzati a definire gli obiettivi, le strategie e le azioni necessari a promuovere e intensificare l'uso della bicicletta come mezzo di trasporto sia per le esigenze quotidiane sia per le attività turistiche e ricreative e a migliorare la sicurezza dei ciclisti e dei pedoni». Laddove sia presente un PUMS, il Biciplan è redatto come piano di settore.

I Biciplan sono disciplinati anche dalla L.R. 8/2018 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia che, con il D.P.REG. 076/2019, ne prevede il possibile cofinanziamento mediante specifici contributi; inoltre, con decreto 2950/2019 della Direzione Centrale Infrastrutture e Territorio, la Regione ha approvato le linee guida per la redazione dei Biciplan, indirizzate ai Comuni e alle UTI.

- Piano di eliminazione delle barriere architettoniche (**PEBA**), obbligatorio per effetto della L. 41/1986, è uno strumento nato per monitorare e pianificare gli interventi di accessibilità degli edifici pubblici. La L. 104/1992 ha esteso l'ambito di applicazione dei PEBA agli spazi urbani, per superare le barriere architettoniche presenti sul territorio e realizzare percorsi accessibili.

Al di là degli obblighi normativi, il piano della mobilità sostenibile è la miglior strategia per mettere a sistema tutti gli aspetti del settore, coordinare politiche e iniziative, evidenziare le reali problematiche per trovare le più efficaci risposte, con priorità ai temi del risparmio energetico, dell'inquinamento e della qualità della vita negli spazi urbani. Con quel punto di vista che Fred Kent, fondatore dell'organizzazione no profit Project for Public Spaces, ben sintetizza nell'aforisma: «Se pianifichiamo le città per auto e traffico, avremo auto e traffico. Se le pianifichiamo per le persone e i luoghi, avremo persone e luoghi».

## Piano per il recupero del calore di scarto

Il calore di scarto è la quota di energia che viene prodotta e dissipata all'interno degli impianti produttivi. Ciò avviene, ad esempio, attraverso sistemi di raffreddamento e fumi di combustione. Il recupero dell'energia altrimenti dispersa consente di migliorare il rendimento degli impianti e di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>.

Il recupero del calore di scarto è una pratica solo parzialmente diffusa: sono già presenti sistemi per il riutilizzo dei fumi per preriscaldare le materie prime, reti locali di teleriscaldamento per riscaldare gli uffici e sistemi ORC (Organic Rankine Cycle) per la produzione di energia elettrica. Nonostante questo, ancora molto può essere fatto: gli studi del settore stimano che percentuali significative dei consumi energetici vengono ancora dissipate, fino al 15% nel settore alimentare e al 30% nel settore siderurgico. L'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia, nell'ambito del progetto CE-HEAT finanziato dall'Unione Europea all'interno del programma Interreg Central Europe, ha stimato che in regione il calore di scarto ammonta annualmente ad oltre 450.000 TEP (pari a oltre 5.500 GWh di energia primaria). Pur nella consapevolezza che non tutto può essere recuperabile, per limiti tecnologici o per condizioni al contorno sfavorevoli, è possibile migliorare sensibilmente il quadro attuale. Per riuscire ad aumentare il numero di impianti che recuperano il calore di scarto, è però necessario analizzare sistemi più ampi della singola azienda: valutare la richiesta di energia e la presenza di calore di scarto, favorire l'incontro tra domanda e offerta, pensare a nuove reti e soluzioni che portino da una parte a una riduzione di spesa per l'approvvigionamento di energia e dall'altra a introiti aggiuntivi derivati dalla vendita dei cascami termici. È necessario quindi un piano che valuti il potenziale di energia recuperabile e le possibili modalità di utilizzo, con una visione di insieme del territorio e delle opportunità disponibili: questo è il motivo per cui è importante il ruolo della pubblica amministrazione nel processo di analisi e pianificazione.

In quest'ottica, per agevolare l'analisi dell'offerta termica presente sul territorio e raccogliere le principali informazioni sul calore di scarto, nell'ambito del progetto CE-HEAT è stato realizzato un atlante energetico regionale ([www.atlanteenergetico.fvg.it](http://www.atlanteenergetico.fvg.it)) basato su piattaforma GIS, che consente di avere una immediata visione delle quantità di energia disponibile, di ottenere i dati più significativi relativi alle singole sorgenti di calore e di misurare le distanze tra sorgenti e utenze. L'obiettivo è facilitare l'accesso a tutte quelle informazioni utili affinché il calore di scarto diventi una fonte energetica integrabile nella pianificazione territoriale ed appetibile negli investimenti.



Estratto dell'atlante energetico di APE FVG.

## GESTIONE DELL'ENERGIA NEGLI EDIFICI

La frase «se non si può misurare qualcosa, non si può migliorarla», attribuita a Lord W.T. Kelvin, esprime bene il nocciolo della questione: qualsiasi progetto di miglioramento energetico deve partire da un'adeguata conoscenza del problema. Ogni scelta orientata all'efficienza energetica – di un prodotto, di un materiale, di una soluzione, di una strategia – deve essere supportata da misure su cui poter stimare i potenziali benefici. Più accurate sono le misure, più precisi potranno essere i modelli, le analisi e i risultati: sarà quindi più facile individuare correttamente le priorità di intervento e le azioni con il miglior rapporto costi-benefici.

La conoscenza di un sistema energetico, come per esempio un edificio o un insieme di edifici, può essere più o meno approfondita a seconda degli strumenti a disposizione:

- contabilità energetica (vedere capitolo 2), ovvero il monitoraggio dei consumi e delle spese energetiche, che può essere fatto attraverso una regolare registrazione delle bollette oppure con sistemi evoluti di smart metering; i soli dati di consumo, però, non sono sufficienti per comprendere le cause di tali consumi, perciò hanno bisogno di essere correlati ad altri parametri che descrivano il clima, il tipo di utenza e le modalità di utilizzo dell'edificio, la sua geometria, il comportamento termico delle strutture, gli impianti installati, ecc.;
- attestato di prestazione energetica (**APE**), un documento che classifica l'edificio in base alle caratteristiche degli elementi edilizi e degli impianti; anche in questo caso abbiamo però a disposizione una misura parziale, perché il calcolo standardizzato dell'attestazione delle prestazioni energetiche non tiene conto dei reali consumi dell'edificio, del clima, del tipo di utenza e delle modalità di utilizzo dell'edificio, né di tutti i dispositivi che consumano energia all'interno dell'edificio;
- diagnosi energetica, un documento che analizza tutti i parametri descritti ai punti precedenti per «fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici» e «individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici» (D.Lgs. 102/2014).

La procedura della diagnosi energetica può essere avviata con diversi livelli di accuratezza. Prima di prevedere la diagnosi specifica dei singoli edifici, per l'amministrazione comunale può essere utile anche una diagnosi generale del patrimonio immobiliare che evidenzia le problematiche principali e gli edifici – o le parti di edifici – su cui prevedere di intervenire in modo prioritario, tenendo anche in considerazione

le altre esigenze di intervento (manutenzione straordinaria, adeguamento sismico, antincendio, ecc.).

Sulla base dei risultati delle diagnosi, l'amministrazione può elaborare un piano o un programma di riqualificazione degli edifici comunali, con previsione almeno triennale, così da indirizzare opportunamente le risorse, avviare per tempo le attività di progettazione, cercare i necessari finanziamenti pubblici o eventualmente attivare le procedure per coinvolgere i finanziatori privati con meccanismi di project financing ed EPC (vedere capitolo 2).

### Diagnosi energetica

L'individuazione delle priorità degli interventi di miglioramento energetico nel settore edilizio non può essere fatta senza un adeguato supporto informativo sui consumi, sullo stato degli immobili e sul loro utilizzo.

La disponibilità di queste informazioni, raccolte mediante contabilità energetica e audit, consente di analizzare i possibili scenari di intervento sotto il profilo dei costi e dei benefici. Tale procedura, definita diagnosi energetica, consente di avere un quadro tecnico-economico-finanziario delle opportunità di intervento sugli edifici (e non solo).

Prendendo come riferimento la definizione del D.Lgs. 102/2014, la diagnosi energetica è una procedura sistematica che si sviluppa nelle seguenti fasi:

1. fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico (raccolta delle bollette energetiche, analisi dei modi e tempi di utilizzo dell'edificio, presenze, temperature, ecc. mediante misurazioni e interviste, ripartizione dei consumi sui diversi usi energetici quali il riscaldamento, l'acqua calda sanitaria, gli usi cottura, il raffrescamento, l'illuminazione, ecc.);
2. quantificare le opportunità di risparmio energetico (analisi dell'edificio e del livello di manutenzione, individuazione degli scenari di intervento, creazione del modello di calcolo per la simulazione energetica dello stato di fatto e dei possibili scenari);
3. analizzare le azioni di miglioramento dell'efficienza energetica sotto il profilo costi-benefici (stima dei costi degli interventi ed eventuali incentivi, valutazione economico-finanziaria degli interventi e dei risparmi);
4. riferire in merito ai risultati (predisposizione della relazione di diagnosi con indicazione delle priorità, della sequenza in cui programmare gli interventi, di quali opere di efficientamento energetico prevedere in caso di altre opere edilizie, di cosa conviene fare subito in considerazione di payback ridotti, ecc.).

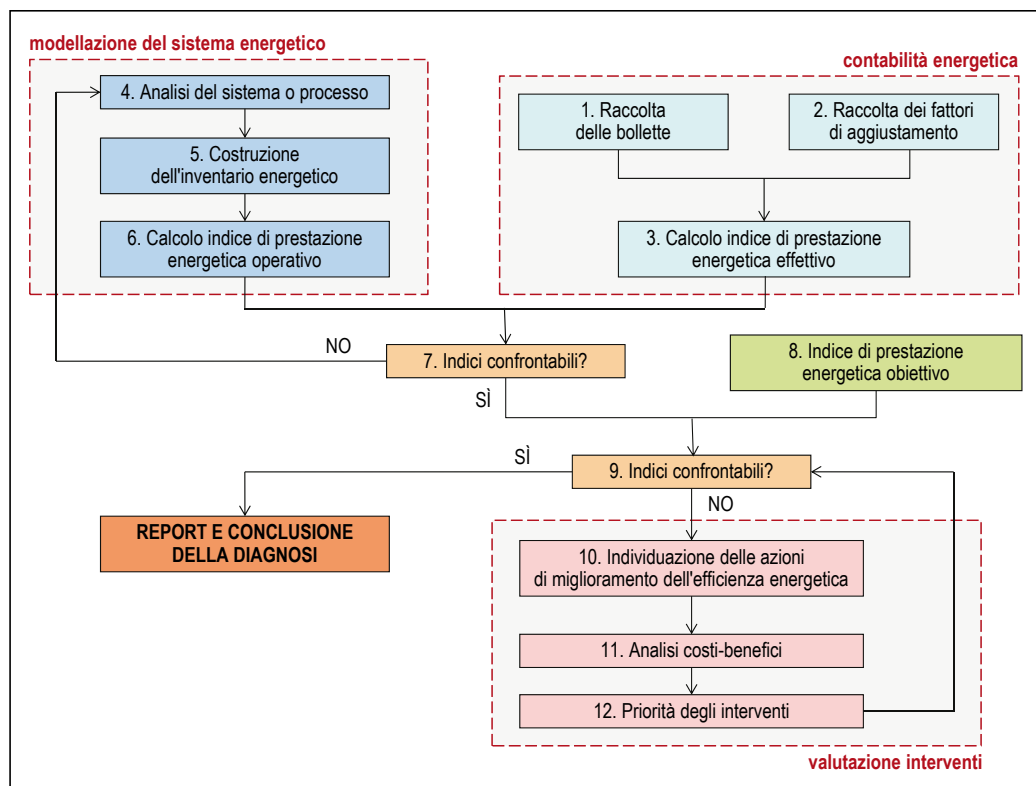


Diagramma di flusso che rappresenta il processo di diagnosi energetica (riferimento UNI CEI/TR 11428).

Una diagnosi può essere condotta con diversi livelli di dettaglio, in base ai dati disponibili ed alle esigenze dell'amministrazione. Anche gli indicatori utilizzati per descrivere risparmio energetico, impegno finanziario e benefici economici possono essere diversi, più o meno complessi. In ogni caso, le quattro fasi devono essere sempre identificabili. Per esempio, un attestato di prestazione energetica non può sostituire una diagnosi perché manca la prima fase; di conseguenza, viene meno l'attendibilità delle stime della fase 3 e, con essa, il ruolo di strumento per il supporto decisionale che è proprio della diagnosi energetica. L'analisi economico-finanziaria è fondamentale ai fini decisionali e non può essere sminuita da valutazioni sommarie e parametri semplicistici.

Il riferimento per la corretta esecuzione di una diagnosi energetica è la norma UNI CEI EN 16247, in particolare la parte 2. Ulteriori informazioni possono essere reperite nelle «Linee guida per la diagnosi energetica degli edifici pubblici» pubblicate dall'ENEA (2019) e nelle linee guida «Efficienza energetica attraverso la diagnosi e il servizio energia negli edifici» dell'AICARR (2013).

La legislazione vigente, nazionale ed europea, sollecita in più punti il ricorso alle diagnosi energetiche. Vi sono alcune occorrenze in cui la diagnosi è obbligatoria:

- secondo il D.Lgs. 115/2008 (art. 13) «gli obblighi della pubblica amministrazione comprendono di norma [...] le diagnosi energetiche degli edifici pubblici o ad uso pubblico, in caso di interventi di ristrutturazione degli impianti termici, compresa la sostituzione dei generatori, o di ristrutturazioni edilizie che riguardino almeno il 15 per cento della superficie esterna dell'involucro edilizio che racchiude il volume lordo riscaldato»;
- il D.M. 26 giugno 2015 (art. 5.3) prevede che «nel caso di ristrutturazione o di nuova installazione di impianti termici di potenza termica nominale del generatore maggiore o uguale a 100 kW, ivi compreso il distacco dall'impianto centralizzato anche di un solo utente/condomino, deve essere realizzata una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto che metta a confronto le diverse soluzioni impiantistiche compatibili e la loro efficacia sotto il profilo dei costi». Tale diagnosi deve confrontare necessariamente diversi scenari di intervento tra cui la caldaia centralizzata a condensazione, la pompa di calore centralizzata, l'integrazione con il solare termico, la cogenerazione, il teleriscaldamento, i sistemi di gestione automatica dell'edificio;
- il D.M. 11 ottobre 2017 con i criteri ambientali minimi per l'edilizia (art. 2.3.1) richiede la diagnosi energetica «per progetti di ristrutturazione importante di primo livello e per progetti di ristrutturazione importante di secondo livello di edifici con superficie utile di pavimento uguale o superiore a 2500 metri quadrati»;
- ai sensi del D.Lgs. 102/2014 (art. 8) «le grandi imprese e le imprese a forte consumo di energia, qualora non abbiano adottato sistemi di gestione conformi alle norme ISO 50001 o 14001, eseguono una diagnosi energetica [...] ogni 4 anni». A tal proposito, val la pena ricordare che per il D.M. 18 aprile 2005 «un'impresa è considerata sempre di grande dimensione qualora il 25% o più del suo capitale o dei suoi diritti di voto sono detenuti direttamente o indirettamente da un ente pubblico oppure congiuntamente da più enti pubblici». Infine, sempre più spesso l'accesso agli incentivi per l'efficientamento degli edifici pubblici, erogati a livello regionale o nazionale, è subordinato alla presenza di una diagnosi energetica che descriva gli interventi previsti. Nel quadro di una pianificazione ottimizzata ed efficace, l'amministrazione comunale dovrebbe dotarsi per tempo delle diagnosi energetiche dei propri edifici, almeno di quelli su cui sono state individuate le priorità di intervento, in modo da avere a disposizione tutte le informazioni necessarie al momento della pubblicazione dei nuovi bandi di finanziamento.

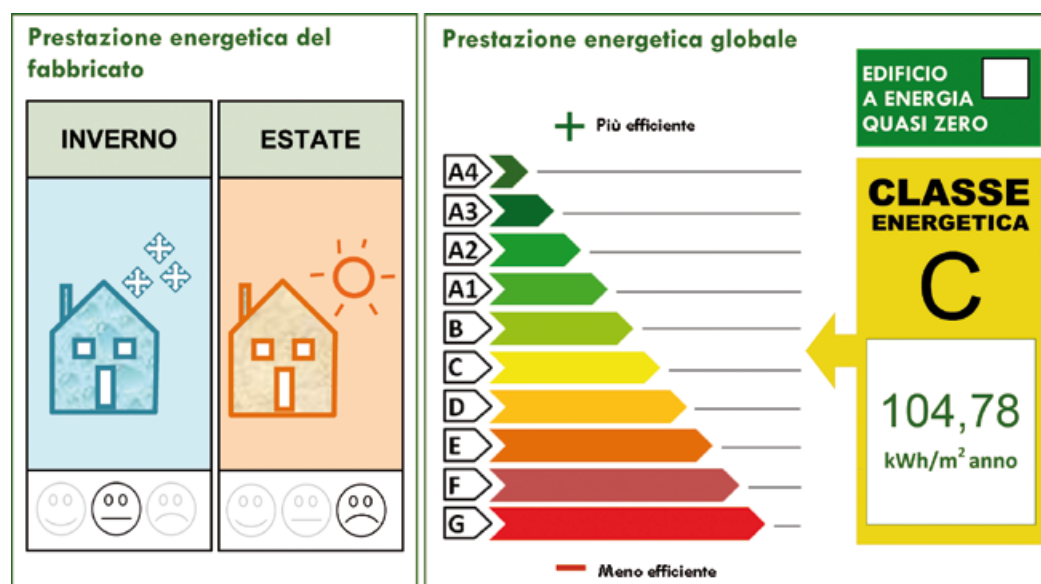
## Attestazione delle prestazioni energetiche degli edifici

Il certificato energetico degli edifici, più correttamente definito attestato di prestazione energetica (APE), è lo strumento principale che i cittadini hanno a disposizione per conoscere e confrontare la qualità energetica degli immobili. Lo scopo è quello di indirizzare le scelte degli utenti, nelle operazioni di compravendita, locazione o ristrutturazione, verso quegli alloggi o quegli interventi che sono maggiormente orientati all'efficienza energetica.

L'attestato di prestazione energetica deve essere redatto per tutti gli edifici e le unità immobiliari di nuova costruzione, quelli soggetti a ristrutturazione importante, quelli oggetto di compravendita, locazione o trasferimento anche a titolo gratuito (ricordiamo che in questi casi l'APE deve essere disponibile fin dall'inizio delle trattative). È generalmente richiesto l'APE anche nei casi di riqualificazione energetica che godono di incentivi e contributi, con alcune eccezioni che vanno verificate nei rispettivi bandi e decreti.

Inoltre, sono interessati dall'obbligo di certificazione energetica gli edifici pubblici con superficie utile superiore a 250 mq e quelli in fase di rinnovo del contratto di gestione degli impianti termici. Come evidenziato dalla Direttiva europea 2010/31/UE, «gli edifici occupati da enti pubblici e gli edifici abitualmente frequentati dal pubblico dovrebbero dare l'esempio dimostrando che gli aspetti riguardanti l'ambiente e l'energia sono presi in considerazione; tali edifici dovrebbero pertanto essere sottoposti alla certificazione energetica ad intervalli regolari.

La pubblicazione dei dati sulle prestazioni energetiche dovrebbe essere potenziata affiggendo gli attestati di prestazione energetica in luogo



visibile, in particolare negli edifici di determinate dimensioni occupati da enti pubblici o abitualmente frequentati dal pubblico»; infatti, per tali edifici, il D.Lgs. 192/2005 prescrive «di affiggere l'attestato di prestazione energetica con evidenza all'ingresso dell'edificio stesso o in altro luogo chiaramente visibile al pubblico». L'attestato di prestazione energetica è rilasciato da un tecnico abilitato alla certificazione energetica secondo le disposizioni del D.P.R. 75/2013, seguendo le indicazioni tecniche e le procedure descritte nelle linee guida di cui al D.M. 26 giugno 2015. Il tecnico certificatore può consegnare l'attestato al committente dopo averlo depositato nel SIRAPE, il portale telematico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, che i Comuni possono consultare anche ai fini delle pratiche edilizie.

Per gli iter di nuova costruzione e ristrutturazione importante, la norma prevede due adempimenti correlati alla certificazione energetica:

- il nome del tecnico certificatore deve essere riportato nella relazione attestante la rispondenza alle prescrizioni per il contenimento del consumo di energia degli edifici e relativi impianti termici (relazione "legge 10") che viene depositata con la richiesta del titolo abilitativo (D.M. 26 giugno 2015, art. 7.1.2);
- l'attestato di prestazione energetica dev'essere predisposto prima del rilascio del certificato di agibilità (D.Lgs. 192/2005, art. 6).

Tali adempimenti hanno lo scopo di garantire il corretto svolgimento delle procedure di certificazione energetica, ma non vi sono correlazioni tra le classi energetiche ed i requisiti minimi a cui il progetto deve ottemperare. L'ambito di utilizzo dell'attestato di prestazione energetica rimane quindi il mercato immobiliare, quale strumento di confronto del comportamento energetico di diversi alloggi o edifici. Tale confronto può essere fatto analizzando gli indici energetici o, più semplicemente, paragonando la classe energetica; suggeriamo però di non soffermarsi sulla sola classe energetica perché il meccanismo di calcolo in vigore, basato sugli indici di energia primaria non rinnovabile e sul rapporto degli stessi con un cosiddetto "edificio di riferimento" non facilmente riconoscibile per chi non ha una specifica preparazione tecnica, potrebbe fornire un'indicazione non esaustiva o addirittura fuorviante. Val la pena quindi di dare sempre un'occhiata ai singoli indicatori, perché potrebbe accadere di trovarsi di fronte a un immobile che ha una classe energetica migliore ma con fabbisogni più elevati.

## GESTIONE DEI RIFIUTI

Negli ultimi anni la gestione dei rifiuti è molto migliorata e si è registrato un incremento importante dei volumi di raccolta differenziata. Il tema però continua a rimanere attuale perché molto si può – e si deve – ancora fare. Ormai lo sappiamo: i rifiuti non sono "immondizia", ma una risorsa.

Dalle recenti edizioni del concorso volontario annuale Comuni Ricicloni appuriamo che il Friuli Venezia Giulia è una delle quattro regioni italiane, con Veneto, Trentino-Alto Adige e Lombardia, che hanno superato la soglia del 65% di raccolta differenziata e che si posiziona al terzo posto nella classifica nazionale per percentuale di “Comuni rifiuti free”: in questi territori comunali, in media, ogni cittadino produce al massimo 75 kg di rifiuto secco residuo all’anno (che comprende il secco residuo e la parte di ingombranti non riciclata).

Come si è detto, possiamo ancora migliorare. A livello comunale, ad esempio, possiamo installare più casette dell’acqua (che nel 2015 in FVG hanno evitato il consumo di 3.800 tonnellate di CO<sub>2</sub> e 582 tonnellate di plastica), o possiamo aumentare il livello di sostenibilità degli eventi e delle sagre, dove la raccolta differenziata è ancora un problema e la plastica è ancora ampiamente usata, soprattutto per bicchieri, posate e bottigliette d’acqua, anche nelle cosiddette ecofeste. In tema di rifiuti, la Regione Friuli Venezia Giulia ha emanato la L.R. 34/2017 “Disciplina organica della gestione dei rifiuti e principi di economia circolare”, mentre nel 2018 è entrato in vigore il pacchetto europeo sull’economia circolare, che dovrà essere recepito dagli Stati membri entro il 5 luglio del 2020. Queste norme sottolineano che la riduzione dei rifiuti è un obiettivo prioritario e indifferibile, tant’è che il pacchetto europeo prefigura traguardi ambiziosi: dovremo riuscire a riciclare il 55% dei rifiuti urbani entro il 2025 (il 60% entro il 2030, il 65% entro il 2035) e il 65% degli imballaggi entro il 2025 (il 70% entro il 2030). Ad oggi, nonostante l’aumento della differenziata, appena il 6% dei prodotti europei di plastica proviene da plastica riciclata. Questo accade soprattutto perché la plastica – al contrario di vetro e alluminio – non è riciclabile oltre un numero limitato di volte, perché riciclare costa e perché ci sono molti tipi di plastiche. Il documento “A European strategy for plastics in a circular economy” approvato nel 2018 stabilisce che entro il 2030 tutte le plastiche prodotte dovranno essere biodegradabili. Ci sono però delle scadenze più vicine: l’Unione Europea ha adottato delle norme su 10 prodotti monouso e, dal 2021, sarà in vigore il divieto di utilizzo della plastica per cotton fioc, posate, cannucce, bastoncini per mescolare i drink, bastoncini per i palloncini, recipienti per bevande (inclusi i bicchieri). Questi oggetti dovranno essere prodotti con materiali più sostenibili o dovranno essere sostituiti da alternative riutilizzabili. In questo senso, le amministrazioni comunali potrebbero fare da capofila incentivando nei propri locali e nelle mense comunali e scolastiche l’utilizzo di erogatori di acqua potabile, con caraffe e bicchieri riutilizzabili – di vetro o di plastica dura – al posto delle imperiture e dannose bottigliette usa e getta che, se disperse nell’ambiente, impiegano secoli a degradarsi.

Sono infatti oltre 8 miliardi le bottiglie in plastica vendute ogni anno in Italia e gli italiani continuano a consumare – secondi al mondo – 206 litri di acqua in bottiglia pro capite l’anno.

Altre strategie comprendono, per esempio, il recupero delle eccedenze di alimenti a fini solidali e l’acquisto di materiali di consumo prodotti con materie prime riciclate, ottimizzando il meccanismo dei GPP (vedere capitolo 3). Infine, ma non per importanza, la comunicazione: spesso, l’ostacolo principale non è di tipo logistico ma è rappresentato dalla mancanza di consapevolezza; molti cittadini, ad esempio, ancora non sanno che è possibile il ritiro gratuito dei rifiuti ingombranti a casa, che i RAEE possono essere conferiti direttamente ai negozi nel momento dell’acquisto dei nuovi elettrodomestici, che magari è attivo un servizio di micro raccolta dell’amianto presso l’ecopiazzola, o che è stata installata una nuova casetta dell’acqua.

Comunicazione non significa solo informazione, ma coinvolgimento diretto dei cittadini, dialogo, azioni dimostrative ed incentivi.

Ultimamente si sente parlare di riciclo incentivante, un sistema semplice, educativo e premiante: è un metodo per cui più riciclo, più guadagno. Su singoli prodotti, per esempio lattine o bottiglie di plastica, o su un totale conferito in un riciclatore (o eco-compattatore), l’utente guadagna dei soldi da poter spendere come sconto o buono acquisto nei negozi convenzionati. Questi raccoglitori sono già presenti in alcune città italiane da qualche anno.

Un’altra interessante iniziativa è “Rifiuti in piazza”, organizzata dall’ARPA a Trieste e a Udine in collaborazione con i gestori locali della raccolta differenziata. Protagonista dell’evento? Un camion dei rifiuti: poco dopo averli raccolti, il mezzo arriva in piazza per scaricare il suo contenuto. Assieme al pubblico, i rifiuti vengono separati per tipologia, valutando quanto gli utenti siano stati bravi a fornire una differenziata di qualità, evidenziando gli errori più comuni.

Questi ultimi sono solo degli spunti, per dare un’idea delle svariate attività volte alla sensibilizzazione dei cittadini che l’amministrazione può attuare, in coerenza con il proprio «Regolamento di gestione dei rifiuti urbani ed assimilati» (D.P.REG. 0146/2014) ed in linea con quanto previsto dall’art. 3 c. 8 della citata L.R. 34/2017: «i Comuni, nel rispetto delle loro competenze, all’interno delle proprie misure e politiche di sostegno ai settori produttivi e dei propri regolamenti, possono prevedere meccanismi di premialità e riduzione di imposte e tariffe per le imprese agricole, commerciali, industriali e per i cittadini che pongono in essere azioni di prevenzione o di sostenibilità in linea con il Programma regionale di prevenzione della produzione di rifiuti e che contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi dello stesso».



## 2. CONTABILITÀ ENERGETICA

La contabilità energetica è una pratica fondamentale per la pianificazione energetica, per la gestione dei costi e delle forniture energetiche. Un'accurata contabilità energetica permette al Comune di registrare, monitorare e valutare su base regolare i dati relativi ai propri consumi e alla produzione di energia: a differenza di una contabilità dei meri costi energetici infatti, anche con l'ausilio di sistemi informatici dedicati, il Comune è in grado di monitorare le spese sostenute, valutare la quantità di energia consumata o prodotta dagli impianti e dagli edifici di proprietà, verificare gli andamenti nel tempo e la congruenza tra spese e consumi, riscontrare eventuali anomalie e picchi nei consumi o nei costi. La pratica della contabilità energetica prevede il coinvolgimento sia degli uffici contabili che degli uffici tecnici comunali e rappresenta un valido strumento nelle mani dei decisori politici per la definizione di una politica energetica efficace.

Grazie alla contabilità energetica il Comune può ottenere informazioni utili a:

- monitorare e valutare i consumi e la produzione di energia del patrimonio comunale in un dato periodo di tempo;
- promuovere la realizzazione di misure di risparmio energetico per gli edifici e gli impianti del Comune;
- ottimizzare i costi energetici;
- monitorare, valutare e ridurre l'impatto ambientale degli edifici comunali;
- pianificare, attuare e valutare progetti e investimenti di efficientamento energetico;
- promuovere una maggior consapevolezza sui temi dell'efficienza energetica all'interno dell'amministrazione e presso la cittadinanza.

### IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI

La contabilità energetica prevede un processo di raccolta di dati quantitativi che deve essere effettuata a cadenza regolare. Generalmente, i dati da raccogliere riguardano i consumi termici ed elettrici degli edifici, i consumi idrici, i consumi per l'illuminazione pubblica e il carburante utilizzato dai veicoli comunali, i dati di produzione elettrica e termica da fonti rinnovabili.

Oltre ai dati di consumo, generalmente si raccolgono anche ulteriori parametri e variabili indipendenti (i dati climatici, la dimensione degli edifici, il numero di utenti ed i periodi di occupazione, il numero e le caratteristiche dei punti luce dell'impianto di illuminazione pubblica, le distanze percorse

dai veicoli, ecc.). Questo consente di mettere in relazione i dati, di valutare le prestazioni e l'efficienza dei sistemi energetici comunali e di impostare le attività di pianificazione con l'obiettivo di orientare la progettazione verso le priorità più vantaggiose dal punto di vista dei risparmi energetici e dei costi di intervento.

Dal livello di approfondimento che ci si aspetta di ottenere dalle analisi e dalla pianificazione, dipenderanno anche il tipo e il dettaglio dei dati da raccogliere. In ogni caso, per qualsiasi analisi sarà necessario avere almeno un anno completo di dati di consumo oppure, preferibilmente, una serie storica di almeno tre anni. Lo scopo è poter confrontare i consumi di più periodi, in modo da correlare con una certa precisione la variazione dei consumi nel tempo e le possibili cause di tali variazioni. Le tabelle a fianco riportano alcuni modelli di raccolta dati con le principali informazioni che possono essere raccolte nel sistema di contabilità energetica.

In una fase iniziale può risultare impegnativo avviare un processo di raccolta dati finalizzato alla contabilità energetica, in particolare per i piccoli Comuni che devono fare i conti con una mancanza di risorse adeguate a fare fronte a nuovi carichi di lavoro. Raccogliere i dati richiede inoltre una collaborazione strutturata tra i diversi uffici del Comune. Superare questi ostacoli può essere difficile, ma si deve essere consapevoli che questo è il primo passo – fondamentale – per una gestione energetica efficiente.

	1	2	3	...	n
Denominazione edificio					
Tipo di edificio					
Indirizzo					
Località/frazione					
Comune					
Superficie utile [m <sup>2</sup> ]					
Volume [m <sup>3</sup> ]					
Classe energetica					
Indice di prestazione energetica [kWh/m <sup>2</sup> a]					
Anno di costruzione					
Utilizzo ore/anno					
Num. utenti					
Note					

*Esempio di tabella per la raccolta dati relativi alle caratteristiche degli edifici.*

	1	2	3	...	n
Denominazione utenza					
Tipo di impianto					
POD/PDR/Cod. Contatore					
Indirizzo					
Località/frazione					
Comune					
Vettore energetico					
Unità di misura					
Consumo/anno					
Produzione/anno					
Potenza termica [kW]					
Potenza elettrica [kW]					
Anno di installazione					
Note					

*Esempio di tabella per la raccolta dati relativi alle caratteristiche degli impianti.*

	1	2	3	...	n
Identificativo documento					
Importo [€]					
Inizio periodo					
Fine periodo					
Consumo					
- valore fascia F1					
- valore fascia F2					
- valore fascia F3					
Denominazione utenza					
Tipo di impianto					
POD/PDR/Cod. Contatore					
Indirizzo					
Località/frazione					
Comune					
Vettore energetico					
Unità di misura					

*Esempio di tabella per la raccolta dati relativi alle bollette dei consumi.*

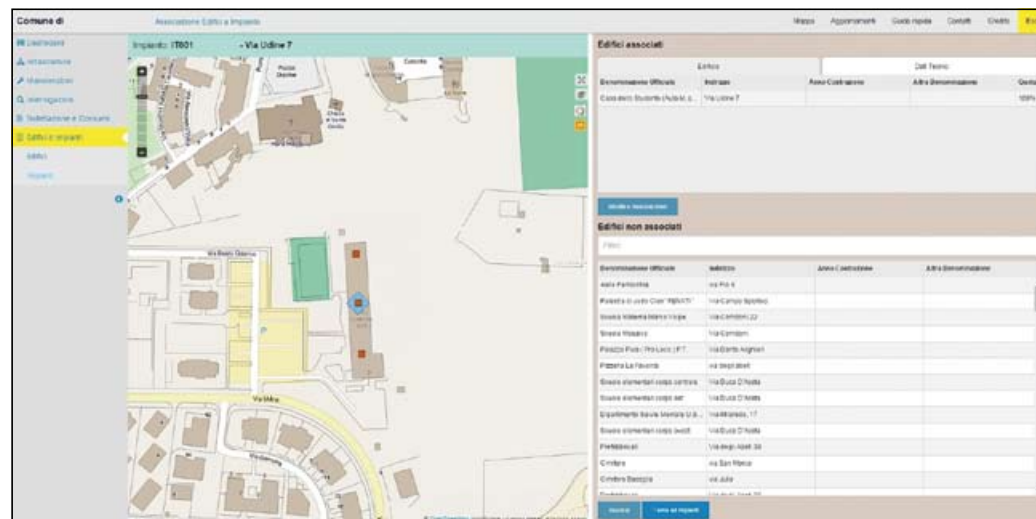
La parte più impegnativa del lavoro può dirsi conclusa una volta creato il database per ogni struttura comunale. Dopodiché sarà necessario solamente aggiornarlo a cadenza regolare (mensile o annuale) con i dati più recenti. La scelta del metodo per la raccolta dei dati può variare da Comune a Comune e dipende dalla disponibilità dei dati stessi, dalla disponibilità di risorse umane e di budget, nonché – come detto in precedenza – dal livello di dettaglio che si vuole ottenere con gli strumenti di pianificazione energetica.

### Catasto energetico

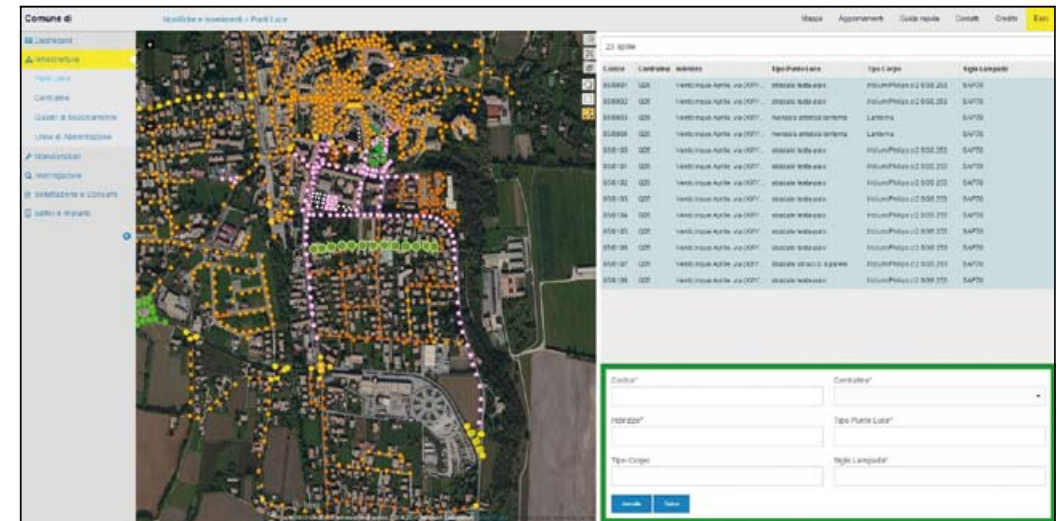
Il catasto energetico è uno strumento informatico che consente la raccolta di un certo numero di dati di consumo (bollette energetiche) e di variabili correlate.

APE FVG ha realizzato negli anni scorsi un catasto, strutturato come portale online, per la gestione dei dati energetici di produzione e consumo di tutte le utenze della pubblica amministrazione (compresa l'illuminazione pubblica ed i veicoli comunali) e dei relativi interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione preventiva programmata e manutenzione straordinaria. Il database è georeferenziato, quindi per ogni utenza è restituita anche la collocazione geografica.

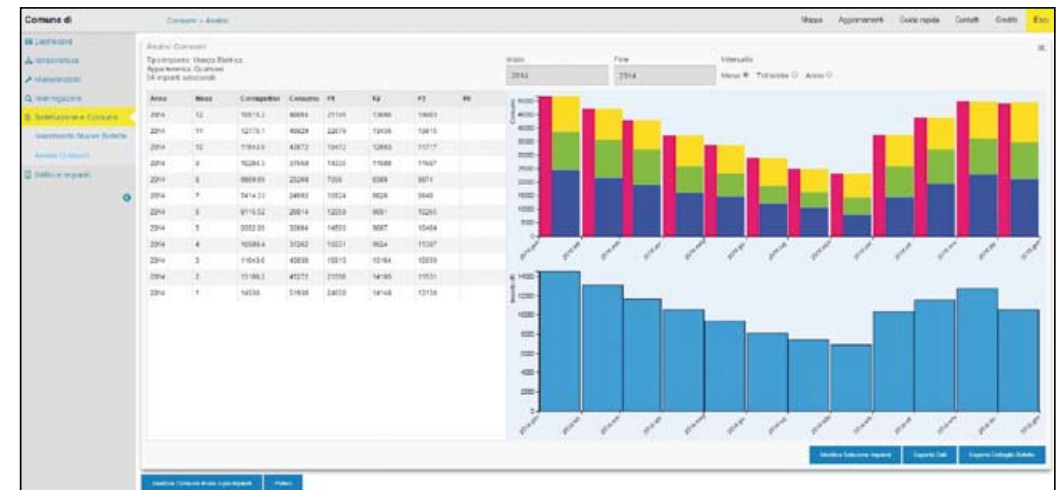
Il sistema WEB-GIS rappresenta simultaneamente gli impianti, le utenze, le caratteristiche tecniche e permette di visualizzare i dati relativi a porzioni di territorio o parti di impianto con caratteristiche omogenee, tramite appositi filtri. Attraverso l'interfaccia del catasto energetico



Catasto di APE FVG: gestione grafica delle infrastrutture, a cui sono associati gli edifici ed i relativi impianti (elettrici, di riscaldamento, ecc.) con i dati di consumo.



Catasto di APE FVG: gestione della pubblica illuminazione mediante database popolato con apparecchi di illuminazione, quadri elettrici, linee elettriche; tutte le componenti sono geolocalizzate sulla mappa.



Catasto di APE FVG: tutti i dati di consumo ricavati dalle bollette energetiche possono essere consultati attraverso grafici rappresentativi di determinati intervalli di tempo (anno, trimestre, mese).

si può interrogare il database e le principali funzionalità e caratteristiche del sistema consentono di:

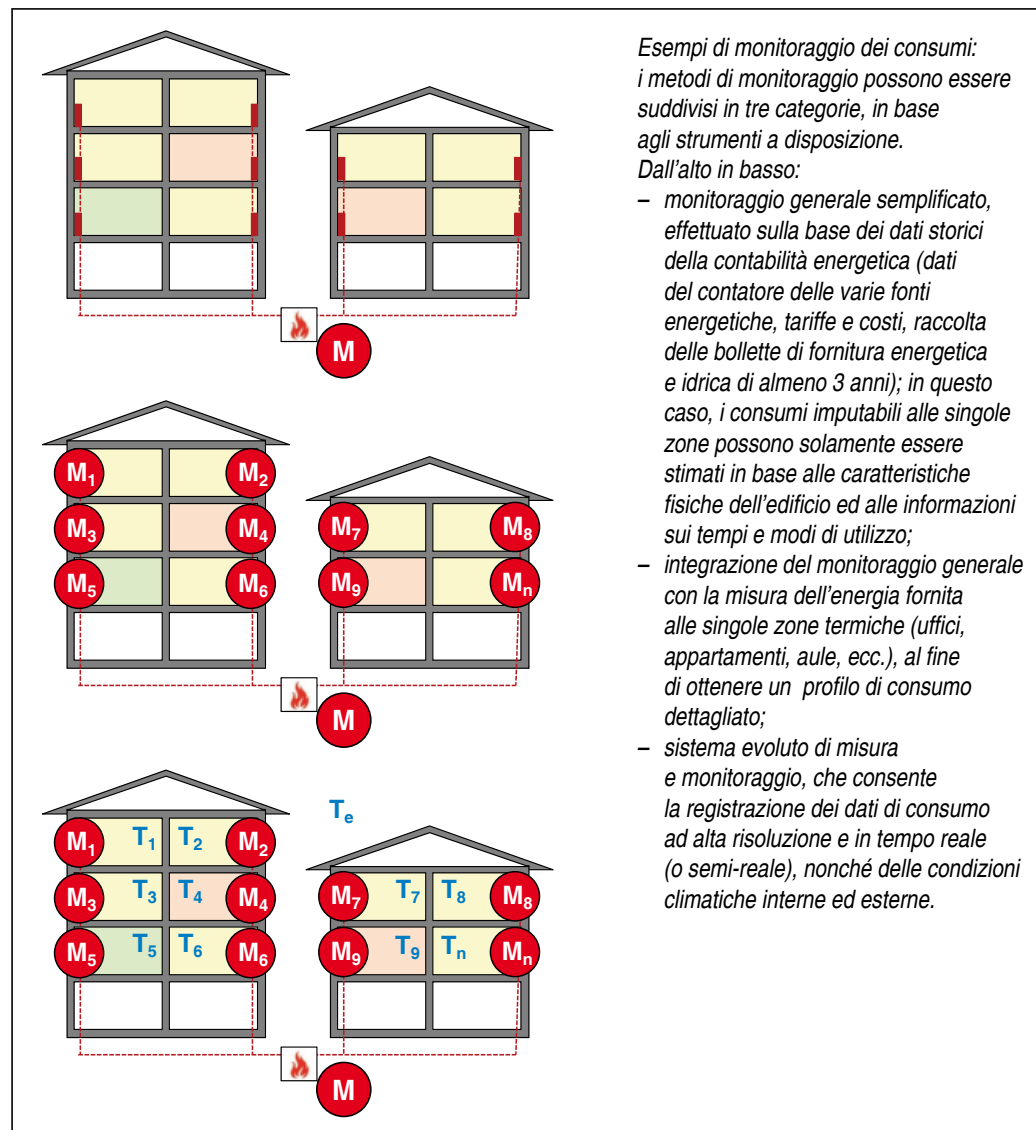
- ricavare informazioni per la pianificazione energetica;
- ricavare indici e indicatori energetici;
- esportare estratti di mappa per programmare e progettare futuri interventi;
- esportare report sulle manutenzioni effettuate;
- esportare report sull'andamento dei consumi;
- esportare i dati su foglio elettronico.



## Strumenti di misura e monitoraggio per gli edifici

Il monitoraggio dei consumi si inserisce nelle attività di gestione energetica del Comune e, con riferimento al ciclo di Deming per il miglioramento continuo (presentato nel capitolo 1), ha una doppia valenza: fornisce i dati di base per la pianificazione e poi restituisce la misura dei risultati raggiunti, supportando le attività di verifica e riesame necessarie per riavviare la nuova pianificazione.

In questo processo e con particolare riferimento al settore edilizio, gli strumenti per la misura ed il monitoraggio dei consumi dovrebbero diventare via via più sofisticati ed accurati, per essere infine integrati



a sistemi di controllo sempre più evoluti: da una contabilità energetica con cadenza mensile, gestita con un foglio di calcolo, si avrà presto l'esigenza di passare a strumenti di rilievo con risoluzione oraria, o perfino inferiore, che consentono il download diretto dei dati e che possono addirittura interagire con i sistemi tecnologici dell'edificio, "in tempo reale"; inoltre, il monitoraggio generale dei consumi dell'intero sistema mediante lettura delle bollette sarà sostituito da strumenti di misura differenziati che permetteranno di registrare i consumi nelle varie linee dell'impianto e nelle singole parti dell'edificio.

Prima si adottano tali strumenti, prima può essere avviato il processo di ottimizzazione del funzionamento degli impianti, in relazione a quattro gruppi di fattori:

- le caratteristiche degli elementi del fabbricato;
- le caratteristiche dei vari componenti dell'impianto;
- il clima esterno;
- il profilo occupazionale degli utenti e le attività svolte nell'edificio.

Oggi, i sistemi ICT (Information and Communications Technology) consentono la lettura a distanza, permettono quindi di registrare dati, segnali e informazioni con strumenti per la lettura remota e trasmetterli a stazioni informatiche dove vengono raccolti e analizzati.

Al di là degli obblighi del D.M. 26/06/2015 per gli edifici non residenziali di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazione importante di primo livello, dove va previsto un livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (**BACS**), corrispondente alla Classe B della norma UNI EN 15232, è buona prassi dotarsi di un adeguato sistema di rilievo dei dati di consumo e dei dati ambientali all'interno degli edifici. L'occasione per l'installazione di questi sistemi può essere il rinnovo dei contratti di servizio energia o la stipula di contratti di prestazione energetica, chiedendo al fornitore la realizzazione del sistema di monitoraggio, con l'accortezza contrattuale che i dati siano sempre disponibili per il Comune sia in modalità consultazione sia in modalità download.

I sistemi di controllo sono descritti con diversi acronimi: BACS (building automation and control system), DMS (digital monitoring system), BEMS (building and energy management system), SCADA (supervisory control and data acquisition), ma ne esistono anche altri.

SCADA è un esempio di sistema di monitoraggio avanzato, cioè un sistema di controllo che utilizza computer, comunicazioni in rete dei dati e interfacce grafiche per una supervisione e gestione del processo ad alto livello, ed utilizza altri dispositivi periferici programmabili per la misura ed il controllo di impianti e macchinari. I sistemi avanzati di gestione dell'energia sostituiscono i tradizionali

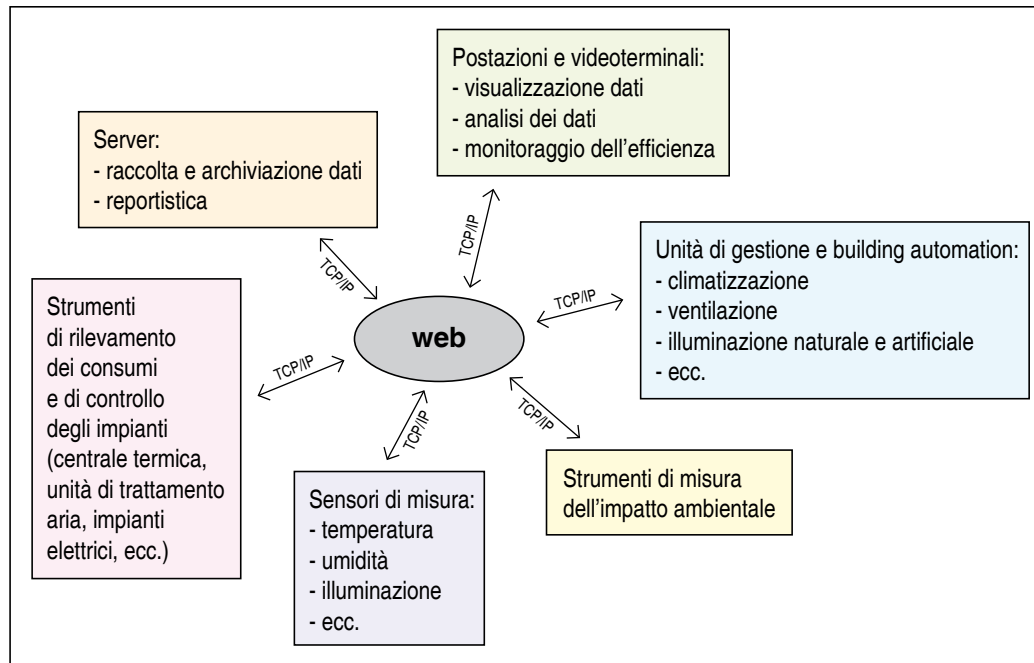


Diagramma illustrativo degli elementi principali che compongono un sistema avanzato di monitoraggio e controllo dell'edificio e degli impianti.

sistemi a due vie (dall'input all'output) con un processo a circuito: tutti i passaggi si susseguono ciclicamente e ogni ciclo dovrebbe portare a dei miglioramenti rispetto a quello precedente. Per questo motivo è necessario introdurre controlli periodici e la differenza principale tra i vari sistemi di tipo "intelligente" (smart DMS) o "avanzato" (BEMS, SCADA) sta nel tipo di controllo.

I sistemi di controllo evoluti sono indispensabili per ottimizzare l'efficienza energetica dell'edificio, tant'è che la recente Direttiva europea 2018/844/UE ha introdotto lo Smart Readiness Indicator for Building (SRI). Secondo la definizione della stessa Direttiva, «l'indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza dovrebbe misurare la capacità degli edifici di usare le tecnologie dell'informazione e della comunicazione e i sistemi elettronici per adeguarne il funzionamento alle esigenze degli occupanti e alla rete e migliorare l'efficienza energetica e la prestazione complessiva degli edifici».

L'indicatore, che dovrebbe essere a breve descritto in un documento tecnico che al momento è in fase di consultazione, prevede la valutazione dell'impatto dei servizi smart sulle prestazioni dell'edificio, con riferimento a diversi ambiti:

- il risparmio energetico,
- la flessibilità nell'interazione con la rete energetica;
- l'autoproduzione energetica;

- il comfort termico;
- la convenienza economica;
- la salute e il benessere;
- la manutenzione;
- l'informazione e la sensibilizzazione degli occupanti.

## FINANZA DI PROGETTO E CONTRATTI DI PRESTAZIONE ENERGETICA (EPC)

Il potenziale sviluppo dell'efficienza energetica richiede, da un lato, la continua evoluzione delle tecnologie e, dall'altro, la ricerca di modalità contrattuali efficaci e standardizzate, che riescano a garantire il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico previsti dalla normativa vigente.

Infatti, i programmi di riqualificazione energetica della pubblica amministrazione devono fare i conti con la disponibilità di risorse finanziarie e con le restrizioni derivanti dalle regole sul pareggio di bilancio. Sono difficoltà diffuse, tant'è che diverse attività finanziate dai programmi europei di cooperazione sono finalizzate all'individuazione di adeguati e innovativi meccanismi di finanziamento. Da tali progetti (come il progetto SISMA a cui ha partecipato anche APE FVG) generalmente emerge una strategia che prevede la combinazione di contributi pubblici e di finanziamenti privati, non con il tradizionale accesso al credito (che è negato dal pareggio di bilancio) bensì con meccanismi che consentano di rientrare dall'investimento attraverso il pagamento di un canone che possa essere ricompreso nelle spese correnti dell'amministrazione, oppure riconoscendo i benefici dell'operazione direttamente al finanziatore.

Gli strumenti disponibili, quali il partenariato pubblico privato (PPP), il project financing (PF), il finanziamento tramite terzi (FTT) e i contratti di prestazione energetica (EPC), prevedono che il rischio dell'investimento venga trasferito al privato, che effettuerà i lavori di efficientamento e rientrerà dalle spese con il risparmio generato dagli interventi realizzati, a partire dal primo anno di gestione. Uno dei vantaggi di trasferire il rischio al finanziatore privato è che quest'ultimo non potrà speculare sul contratto a scapito della qualità dell'intervento, perché verrebbe meno quel risparmio attraverso cui viene ripagato il suo investimento. Inoltre, utilizzando queste modalità di finanziamento, si può ottenere la fattibilità anche di interventi che vanno al di là della riqualificazione energetica, ma che contribuiranno alla messa a norma e in sicurezza delle infrastrutture impiantistiche. Il mancato ammodernamento potrebbe rivelarsi controproducente per gli interventi volti all'efficientamento energetico, in quanto le nuove tecnologie potrebbero non essere compatibili con impianti vetusti, non a norma e deteriorati.

Lo strumento di riferimento per il finanziamento delle riqualificazioni energetiche degli edifici e degli impianti è il contratto di prestazione energetica, che il D.Lgs. 102/2014 definisce come «un accordo contrattuale tra il beneficiario [...] e il fornitore di una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, verificata e monitorata durante l'intera durata del contratto, dove gli investimenti (lavori, forniture o servizi) realizzati sono pagati in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente o di altri criteri di prestazione energetica concordati, quali i risparmi finanziari».

Rispetto ad altre forme contrattuali, le peculiarità dell'EPC sono le seguenti:

- il monitoraggio rappresenta un elemento indispensabile del contratto, quindi è necessario prevedere verifiche e misure dopo l'intervento;
- la forma del contratto prevede servizi e non solo forniture, pertanto l'affidamento rientra nella tipologia di appalto di servizi;
- il corrispettivo del contratto è determinato non solo su basi tecniche ma anche sull'effettivo risparmio conseguito.

<b>TIPO 1 RISPARMIO CONDIVISO</b>  – la ESCo si fa carico del finanziamento – la ESCo fornisce garanzia sul risparmio	<b>Capitale investito (rischio finanziario)</b>	A carico della ESCo o terzo (banca finanziatrice)
	<b>Quota di risparmio energetico prodotto (rischio tecnico)</b>	Suddivisione dei proventi del risparmio (percentuale prestabilita) Rischio tecnico alla ESCo
	<b>Durata contrattuale tipica</b>	5-10 anni
	<b>Proprietà impianti</b>	ESCo fino al termine del contratto
	<b>Approvvigionamento del combustibile</b>	Normalmente a carico della ESCo
	<b>Manutenzione ordinaria/ straordinaria e gestione</b>	A carico della ESCo

<b>TIPO 2 RISPARMIO GARANTITO</b>  – il cliente si fa carico del finanziamento – la ESCo offre garanzia di rendimento	<b>Capitale investito (rischio finanziario)</b>	A carico del cliente
	<b>Quota di risparmio energetico prodotto (rischio tecnico)</b>	Interamente al cliente
	<b>Durata contrattuale tipica</b>	Si avvicina al modello di una normale fornitura
	<b>Garanzia di risparmio</b>	Confronto con spesa storica e malus nei confronti della ESCo
	<b>Proprietà impianti</b>	Da subito al cliente
	<b>Approvvigionamento del combustibile</b>	A carico del cliente
<b>Manutenzione ordinaria/ straordinaria e gestione</b>	Normalmente a carico della ESCo (interessata a monitorare l'andamento dei consumi)	

Il contratto quindi è definito come:

- contratto atipico, opzione citata dal nostro ordinamento ma mai puntualmente codificata, con la possibilità quindi di costruire uno schema negoziale nuovo;
- contratto di durata, la cui esecuzione si protrae nel tempo per soddisfare un bisogno del beneficiario che si estende anch'esso nel tempo;
- contratto a garanzia di risultato, nel senso che l'oggetto del contratto è il conseguimento di un risultato di efficienza energetica predeterminato.

L'oggetto del contratto deve quindi riportare un elenco chiaro e trasparente delle misure di efficienza da applicare, i risparmi garantiti da conseguire e i relativi obblighi che incombono su ciascuna controparte. Nei termini contrattuali saranno descritti:

- la durata e le modalità di esecuzione del contratto;
- le fasi di attuazione delle misure previste ed i relativi costi;
- disposizioni chiare e trasparenti per la quantificazione e la verifica dei risparmi garantiti conseguiti;

<b>TIPO 3 CESSIONE GLOBALE LIMITATA</b>  – l'intera quota del risparmio è utilizzata per ripagare il debito	<b>Capitale investito (rischio finanziario)</b>	A carico della ESCo o terzo (banca finanziatrice)
	<b>Quota di risparmio energetico prodotto (rischio tecnico)</b>	Interamente a favore della ESCo Rischio tecnico alla ESCo
	<b>Durata contrattuale tipica</b>	3-5 anni
	<b>Proprietà impianti</b>	ESCo fino al termine del contratto
	<b>Approvvigionamento del combustibile</b>	Normalmente a carico della ESCo
	<b>Manutenzione ordinaria/ straordinaria e gestione</b>	A carico della ESCo

<b>TIPO 4 DELEGA A UN TERZO (OUTSOURCING)</b>  – il cliente affida la gestione dei propri impianti alla ESCo in outsourcing	<b>Capitale investito (rischio finanziario)</b>	A carico della ESCo
	<b>Gestione dei servizi (rischio tecnico)</b>	Il cliente affida la gestione alla ESCo che paga le bollette energetiche per tutta la durata del contratto
	<b>Canone</b>	Canone a carico del cliente, pari alla spesa precedente meno uno sconto pattuito
	<b>Durata contrattuale tipica</b>	20-30 anni (tempo adeguato per il recupero degli investimenti fatti)
	<b>Proprietà impianti</b>	ESCo fino al termine del contratto
	<b>Manutenzione ordinaria/ straordinaria e gestione</b>	A carico della ESCo

Le tabelle riportano le 4 tipologie di EPC più indicate per un intervento di riqualificazione in ambito pubblico mediante PPP, individuate tra le diverse tipologie di contratto presenti nelle linee guida pubblicate dall'European Public-Private Partnership Expertise Centre (EPEC).

- i controlli di qualità e le garanzie finalizzate al conseguimento dei risultati ed alla tutela delle controparti;
- la suddivisione dei risparmi realizzati a titolo di corrispettivo.

Generalmente, il contratto prevede anche le clausole con le sanzioni da applicare in caso di inadempienza e le modalità di modifica delle condizioni contrattuali.

Il finanziamento delle opere può avvenire sia con il sistema tradizionale, cioè con fondi propri del fornitore, sia attraverso forme di partenariato pubblico privato per contratti di notevole entità economica, sia attraverso un finanziamento tramite terzi. L'importante, affinché l'EPC o il PPP possano essere ritenuti tali, è che siano rispettate le indicazioni delle linee guida di settore rilasciate da Eurostat e BEI: "A Guide to the Statistical Treatment of Energy Performance Contracts" (maggio 2018) e "A Guide to the Statistical Treatment of PPPs" (settembre 2016).

Nella definizione di partenariato pubblico privato rientra una vasta gamma di modelli di cooperazione tra il settore pubblico e quello privato per la realizzazione e gestione di opere pubbliche o di pubblica utilità. Non esiste l'istituto del PPP, che però è ampiamente definito nel codice appalti (D.Lgs. 50/2016). I contratti di partenariato pubblico privato sono contratti aventi per oggetto una o più prestazioni quali la progettazione, la costruzione, la gestione o la manutenzione di un'opera pubblica o di pubblica utilità, oppure la fornitura di un servizio, compreso il finanziamento totale o parziale a carico di privati, anche in forme diverse, di tali prestazioni, in cui l'allocatione dei rischi risponde alle disposizioni degli articoli 3 e 180 del codice appalti. A titolo esemplificativo, rientrano tra i contratti di partenariato pubblico privato la concessione di lavori, la concessione di servizi, la locazione finanziaria, il contratto di disponibilità, l'affidamento di lavori mediante finanza di progetto, le società miste. Può rientrare altresì tra le operazioni di partenariato pubblico privato l'affidamento a un contraente generale ove il corrispettivo per la realizzazione dell'opera sia in tutto o in parte posticipato e collegato alla disponibilità dell'opera per il committente o per utenti terzi.

Le due macro tipologie di PPP sono:

- **partenariato istituzionalizzato**, che consiste nella creazione di una società di scopo detenuta congiuntamente dal partner pubblico e privato con lo scopo di realizzare un'opera di pubblico interesse o di gestire un servizio a favore della collettività (per esempio la raccolta rifiuti o i servizi di approvvigionamento idrico);
- **partenariato contrattuale**, quando si instaurano legami contrattuali tra soggetti partecipanti alle operazioni, in base ai quali uno o più compiti vengono affidati a un privato; in questo contesto, uno dei modelli più conosciuti è il modello concessionario.

La scelta del meccanismo di finanza di progetto, o più in generale del PPP, deve essere sostenuta da una valutazione della convenienza

di questo tipo di soluzione rispetto all'appalto tradizionale. Per questa valutazione può essere utilizzato il Public Sector Comparator (**PSC**), uno strumento mutuato dall'esperienza anglosassone per determinare il Value for Money (**VfM**), inteso come margine di convenienza di un'operazione rispetto ad un'altra. La valutazione dei rischi che si possono trasferire all'operatore privato risulta cruciale per il conseguimento del Value for Money.

Il mantenimento di tutti i rischi sulla controparte pubblica rende di fatto l'operazione di finanza di progetto o di PPP un appalto tradizionale: se la remunerazione è indipendente dal livello di performance, il soggetto privato non ha più incentivi ad offrire una buona qualità del servizio. Qualsiasi forma di finanziamento si scelga, occorre che l'investimento sia remunerato obbligatoriamente dal risparmio energetico prodotto. Inoltre, è buona norma escludere dall'EPC la fornitura dei vettori energetici o, quantomeno, rendere indipendenti le tariffe applicate per la fornitura dei vettori energetici dalla valutazione dei risparmi garantiti e dalla conseguente definizione del canone. Altrimenti, l'allocatione dei rischi potrebbe risultare poco trasparente e parzialmente spalmata nei costi dell'energia.

Nella definizione del contratto di prestazione energetica, è importante che sia definito un piano di misura e verifica (**M&V**) e che il fornitore progetti e realizzi uno strumento informatico per la gestione operativa, il monitoraggio ed il controllo dei servizi che consenta la puntuale verifica del mantenimento dei livelli prestazionali richiesti dal contratto.

Ed è altrettanto importante che gli esiti di tale verifica siano determinanti per i pagamenti, in riferimento ai risparmi energetici previsti da contratto. L'amministrazione, direttamente o mediante una commissione di esperti all'uopo istituita (commissione di controllo paritetica o collegio tecnico

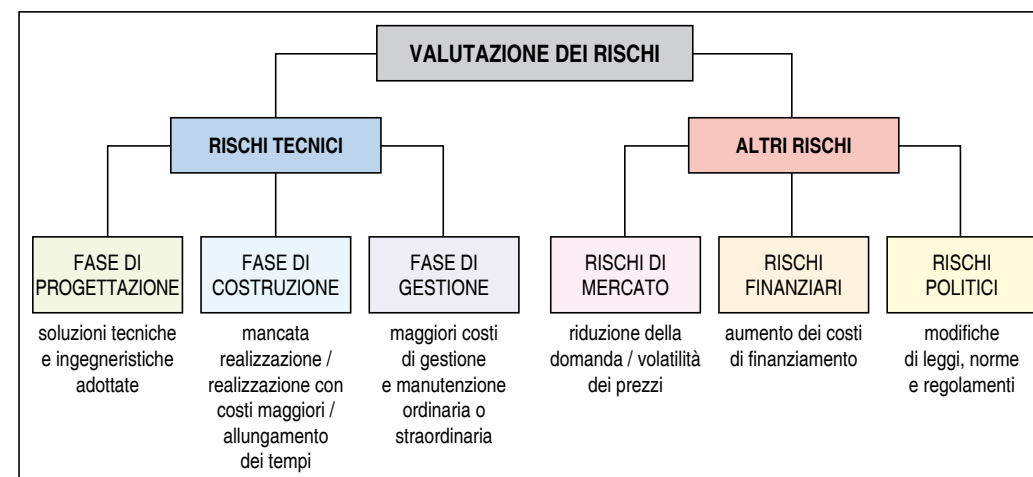


Diagramma con i rischi che devono essere valutati ai fini della predisposizione di un EPC.

consultivo), verifica che gli interventi effettuati garantiscano il risparmio minimo previsto da contratto e stabilisce la normale prosecuzione del contratto stesso, ovvero i bonus premianti in caso di raggiungimento di risparmi aggiuntivi rispetto a quelli minimi, oppure l'applicazione di penali in caso di inadempienze e, nei casi più gravi, la rescissione di diritto del contratto.

Non ci possono essere contratti EPC senza sistemi di M&V. I risparmi (R) saranno verificati analizzando i consumi di energia (E) prima e dopo l'intervento, al netto dei fattori di aggiustamento (FA), e corrispondono a:

**R = E del periodo di riferimento - E del periodo di rendicontazione +/- FA**

La quantificazione degli aggiustamenti dipende da molti fattori e dal livello di accuratezza che si desidera ottenere. In ogni caso, devono essere anch'essi preventivamente individuati e descritti nel contratto.

## RAPPORTO ENERGETICO ANNUALE

La gestione dei dati della contabilità energetica è un'attività di tipo tecnico, necessita quindi di un'"interfaccia" che consenta a tutti gli interessati, in primis i decisori politici, di comprendere l'andamento dei consumi comunali e delle relative spese, le inefficienze e le criticità che devono essere approfondite, gli esiti delle azioni di miglioramento energetico effettuate nel corso degli anni.

Una possibile e utile strategia è quella di produrre un report con cadenza annuale, che raccolga il riepilogo dei dati di consumo dell'ultimo anno e che consenta di confrontare i risultati con gli anni precedenti o con degli scenari di riferimento. A questo scopo, dai dati di consumo devono essere ricavati degli indicatori di prestazione energetica (**EnPI**), funzionali alle valutazioni dello stato di fatto e dell'impatto di iniziative di efficientamento energetico. Gli indicatori di prestazione energetica sono calcolati mettendo in relazione i dati assoluti di consumo e produzione, più o meno aggregati in relazione alle esigenze di valutazione, con una o più variabili indipendenti che possono differire a seconda del settore di valutazione e del livello di approfondimento dell'analisi. Per esempio, si possono riportare i valori di consumo con il numero di abitanti del Comune, la superficie degli edifici ed eventualmente i gradi giorno nel caso dei consumi termici, il numero di punti luce o l'estensione degli impianti nel caso della pubblica amministrazione, le distanze percorse nel caso dei consumi di carburante dei veicoli comunali. Gli indicatori che è possibile utilizzare sono davvero molti e possono essere presi in considerazione sotto forma di energia o energia primaria (kWh), di costo energetico (€), di emissioni di CO<sub>2</sub>, ecc. Il catasto energetico dell'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia consente di ottenere un report energetico piuttosto articolato, con numerosi grafici che illustrano:

- l'andamento dei consumi comunali e delle relative spese energetiche nel corso degli anni; i consumi sono aggregati per settore (energia termica, energia elettrica per gli edifici, illuminazione pubblica, veicoli comunali), per vettore energetico (energia elettrica, gas, gasolio, biomassa, benzina, ecc.) e per valore di consumo totale;
- l'andamento dei consumi termici ed elettrici per categoria di edifici (le scuole, il municipio e gli altri edifici amministrativi, gli edifici sportivi, ecc.);
- la ripartizione dei consumi e delle spese energetiche nei vari settori e nelle varie categorie di edifici;
- l'andamento dei valori annui di produzione di energia termica ed elettrica da fonti rinnovabili;
- l'andamento dei valori annui di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, aggregati per settore;
- gli indicatori di prestazione energetica dei vari consumi rapportati al numero di abitanti;
- gli indicatori di prestazione energetica dei consumi nei vari settori, rapportati rispettivamente alla superficie degli edifici, al numero di punti luce dell'impianto di illuminazione pubblica, ai chilometri percorsi dai veicoli di proprietà comunale.

Gli indicatori possono essere confrontati con quelli degli anni precedenti, oppure con i benchmark elaborati dal software che consentono di capire come si colloca l'utenza, o l'insieme delle utenze, all'interno di un panorama di riferimento. Il benchmark è infatti rappresentato da due valori: il "valore limite" che rappresenta i casi peggiori e il "valore obiettivo" che invece rappresenta i casi virtuosi. Questi valori sono ricavati mediando i dati di consumo di tutti i Comuni della regione presenti nel catasto energetico.

## Comunicazione dei consumi

All'interno della pubblica amministrazione, riuscire a rappresentare e comunicare efficacemente lo stato dei consumi è un'operazione importante in quanto consente agli amministratori di:

- operare scelte consapevoli e appropriate in direzione del risparmio energetico;
- evidenziare il livello di raggiungimento degli obiettivi;
- divulgare le azioni intraprese.

Tutte queste attività sono agevolate se è disponibile un report energetico annuale. Il report andrebbe presentato al Consiglio Comunale affinché tutti gli amministratori – e non solo – siano al corrente delle politiche energetiche del Comune, che possono essere tanto più efficaci quanto più sono coinvolti i politici, i dirigenti e i funzionari.

Il report può essere inoltre pubblicato e comunicato alla cittadinanza, per far conoscere a tutti e in maniera trasparente le iniziative del Comune in tema di risparmio energetico e i risultati conseguiti, andando così anche a rafforzare il ruolo esemplare che è proprio della pubblica amministrazione.



### 3. AZIONI PER LA RIDUZIONE DEI CONSUMI

Le azioni di miglioramento dell'efficienza energetica (talvolta indicate con gli acronimi AMEE o ECM, energy conservation measure) dovrebbero essere individuate nell'ambito delle attività di gestione e pianificazione descritte nei capitoli precedenti, sulla base di un'analisi della contabilità energetica da cui dovrebbero emergere le criticità e le priorità di intervento. In ogni caso, tutte le iniziative e gli approvvigionamenti della pubblica amministrazione dovrebbero essere orientati alla massima riduzione dell'impatto ambientale.

#### ACQUISTI VERDI E CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Gli acquisti verdi nella pubblica amministrazione o Green Public Procurement (**GPP**) sono stati introdotti per favorire, come si legge sul sito del Ministero dell'Ambiente, «lo sviluppo di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la leva della domanda pubblica. I prodotti “ambientalmente preferibili” sono, per esempio, quelli meno energivori, costituiti da materiale riciclato e privi di sostanze nocive, di facile riciclabilità e di maggior durata ovvero sono il risultato di processi produttivi meno impattanti. Dato il peso rilevante degli acquisti pubblici sull'intero sistema economico dei Paesi europei, il ruolo della pubblica amministrazione è fondamentale per avviare la transizione verso un modello di produzione e consumo sostenibile.

Gli acquisti verdi si attuano tenendo conto dei criteri ambientali minimi (**CAM**) nelle gare per le forniture e per gli affidamenti di servizi e lavori. Il Codice degli appalti (D.Lgs. 50/2016 modificato dal D.Lgs. 56/2017) ha reso obbligatoria l'applicazione dei criteri ambientali minimi e le stazioni appaltanti sono tenute ad inserirli nella documentazione progettuale e di gara, per gli affidamenti di qualunque importo.

I criteri ambientali minimi sono adottati con decreti ministeriali, suddivisi per categoria di prodotto o servizio. Attualmente sono adottati i CAM per le seguenti categorie: arredi per interni, arredo urbano, ausili per l'incontinenza, calzature da lavoro e accessori in pelle, carta, cartucce per stampanti, apparecchiature informatiche da ufficio, edilizia (servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici), illuminazione pubblica (fornitura e progettazione), illuminazione pubblica (servizio), illuminazione, riscaldamento e raffrescamento per edifici, pulizia per edifici, rifiuti urbani, ristorazione collettiva, sanificazione delle strutture sanitarie, prodotti tessili, veicoli, verde pubblico.

## L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

I fabbisogni energetici di un edificio possono essere descritti con diversi parametri:

- il fabbisogno di energia netta (o energia utile) ovvero l'energia che realmente utilizziamo all'interno dei nostri ambienti e che viene erogata dagli impianti;
- il fabbisogno di energia fornita (o energia consegnata), cioè l'energia che entra nell'edificio e che gli impianti trasformano in energia netta; il rapporto tra energia netta ed energia fornita definisce il rendimento dell'impianto, ovvero la percentuale di energia che viene persa nelle fasi di trasformazione, distribuzione ed erogazione;
- il fabbisogno di energia primaria, che equivale all'energia utilizzata da tutto il sistema dalla fonte primaria di energia all'utilizzo da parte del cliente finale, quindi all'energia fornita si somma l'energia consumata all'esterno dell'edificio nelle operazioni di estrazione, stoccaggio, trasporto, trasformazione e consegna del vettore energetico. L'energia primaria rappresenta il nostro impatto energetico sull'ambiente e può essere di tipo rinnovabile, non rinnovabile o totale (la somma delle altre due).

Una riduzione dell'energia netta comporta sempre una riduzione dell'energia fornita e quest'ultima comporta una riduzione dell'energia primaria, ma non viceversa. Pertanto, un approccio corretto all'efficientamento energetico degli edifici parte sempre dall'analisi delle possibilità di contenere prima di tutto i consumi di energia netta, poi quelli di energia fornita ed infine quelli di energia primaria non rinnovabile. Gli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica si possono quindi suddividere in tre categorie:

- interventi che riducono i fabbisogni di energia netta: isolamento termico di pareti, solai e coperture, isolamento dei ponti termici, sostituzione dei serramenti, gestione delle superfici vetrate e degli ombreggiamenti, impermeabilità all'aria, recupero del calore perso per ventilazione, ottimizzazione delle modalità di utilizzo dell'edificio, gestione del comportamento degli utenti anche attraverso campagne di sensibilizzazione e DSM (vedere capitolo 6), ecc.;
- interventi che riducono i fabbisogni di energia fornita: utilizzo di generatori con rendimenti più elevati, pompe ad alta efficienza, isolamento dei canali di distribuzione dei fluidi termovettori, impianti di illuminazione a led con sensori di presenza e luminosità, BACS e sistemi "intelligenti" di gestione e controllo, adeguata manutenzione degli impianti, ecc.;
- interventi che riducono l'utilizzo di energia primaria non rinnovabile a favore di quella rinnovabile: impianti solari termici e fotovoltaici, impianti alimentati a biomassa, sfruttamento della geotermia, ecc.



La progettazione e la realizzazione degli interventi devono garantire la rispondenza ai requisiti minimi per l'efficienza energetica previsti dalla legislazione vigente. Tale rispondenza è attestata in due fasi:

- «i progettisti, nell'ambito delle rispettive competenze edili, impiantistiche termotecniche, elettriche e illuminotecniche, devono inserire i calcoli e le verifiche previste dal presente decreto nella relazione tecnica di progetto attestante la rispondenza alle prescrizioni per il contenimento del consumo di energia degli edifici e dei relativi impianti termici, che il proprietario dell'edificio, o chi ne ha titolo, deve depositare presso le amministrazioni competenti, in doppia copia, contestualmente alla dichiarazione di inizio dei lavori complessivi o degli specifici interventi proposti, o alla domanda di concessione edilizia» (D.Lgs. 192/2005, art. 8 comma 1);
- «la conformità delle opere realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti ed alla relazione tecnica di cui al comma 1, nonché l'attestato di qualificazione energetica dell'edificio come realizzato, devono essere asseverati dal direttore dei lavori e presentati al Comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori senza alcun onere aggiuntivo per il committente. La dichiarazione di fine lavori è inefficace a qualsiasi titolo se la stessa non è accompagnata da tale documentazione asseverata» (D.Lgs. 192/2005, art. 8 comma 2).

I requisiti minimi per l'efficienza energetica degli edifici sono stati pubblicati in via transitoria come allegato al D.Lgs. 192/2005 e poi inseriti nel D.P.R. 59/2009 (oggi sostituito dal D.M. 26 giugno 2015). Tenere traccia del numero di edifici costruiti o sottoposti ad interventi di ristrutturazione importante dopo l'emanazione dei requisiti minimi, consente di avere un primo quadro sulla qualità energetica del patrimonio edilizio comunale. Quadro che può essere completato evidenziando gli edifici classificati come NZEB e quelli eventualmente certificati secondo protocolli di qualità (ad esempio CasaClima, Passivhaus, Leed).

### Requisiti minimi per l'efficienza energetica degli edifici

Il decreto con i requisiti minimi prevede un'applicazione differenziata in funzione del tipo di intervento (vedere il paragrafo su leggi e norme per l'efficienza energetica degli edifici nel capitolo 1).

Nei casi di riqualificazione energetica sono previsti singoli parametri da rispettare, con riferimento ai soli componenti del fabbricato o dell'impianto che sono oggetto di intervento, quali per esempio i valori di trasmittanza termica  $U$ , i fattori di ombreggiamento delle superfici vetrate  $g_{gl+sh}$  ed i rendimenti dei generatori di calore. Il discorso è analogo nei casi



di ristrutturazione importante di secondo livello, anche se è richiesta una verifica aggiuntiva per gli elementi soggetti a isolamento termico, basata sul valore medio di scambio termico  $H'_T$ .

Per le nuove costruzioni, le demolizioni e ricostruzioni e le ristrutturazioni importanti di primo livello, le verifiche vengono effettuate utilizzando prevalentemente indicatori di prestazione globale quali il coefficiente di scambio termico  $H'_T$  che dipende dal grado di coibentazione del fabbricato, il valore medio di ombreggiamento estivo rappresentato dal rapporto  $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ , i fabbisogni di energia netta per riscaldamento e raffrescamento  $EP_{H,nd}$  e  $EP_{C,nd}$ , l'efficienza media degli impianti di riscaldamento  $\eta_H$ , raffrescamento  $\eta_C$  e produzione di acqua calda sanitaria  $\eta_W$ , il fabbisogno di energia primaria complessivo dell'edificio  $EP_{gl,tot}$ . Oltre a questo, è richiesto un valore minimo di trasmittanza termica  $U$  per gli elementi divisorii tra unità immobiliari confinanti e per gli elementi che separano gli ambienti non climatizzati dall'esterno adiacenti al volume climatizzato. Con esclusione degli edifici residenziali, è obbligatorio prevedere un sistema di automazione e controllo BACS di classe B. In tutti i casi, per gli elementi opachi deve essere effettuata la verifica del rischio di condensazioni interstiziali e di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici, e per le coperture va eseguita una verifica dell'efficacia delle possibili soluzioni atte a contenere il surriscaldamento estivo.

Agli anzidetti requisiti, definiti dal D.M. 26 giugno 2015, si aggiungono gli obblighi di energia rinnovabile del D.Lgs. 28/2011 che, per gli edifici di nuova costruzione e le ristrutturazioni rilevanti, prevedono:

- il 50% di copertura da fonti rinnovabili dei fabbisogni di energia termica per acqua calda sanitaria;
- il 50% di copertura da fonti rinnovabili dei fabbisogni complessivi intesi come la somma dell'energia termica per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria;
- l'installazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con una potenza minima pari a 1/50 della superficie in pianta dell'edificio.

Per gli edifici pubblici, i suddetti obblighi di copertura da fonti rinnovabili sono incrementati del 10%. Sono esclusi dagli obblighi gli edifici vincolati dal D.Lgs. 42/2004 o dagli strumenti urbanistici, mentre per gli edifici in zona A le soglie possono essere ridotte del 50%.

Infine, non va dimenticato che anche i decreti ministeriali di adozione dei criteri ambientali minimi contengono alcuni ulteriori requisiti di efficienza energetica, che devono essere inseriti nella documentazione progettuale e nelle gare degli appalti pubblici.



## Nearly zero energy building

Dal 1° gennaio 2019, tutti gli edifici pubblici di nuova costruzione devono essere edifici ad energia quasi zero (NZEB). Non solo: la Direttiva 2018/844/UE auspica, come obiettivo per il 2050, la graduale trasformazione di tutti gli edifici esistenti in edifici ad energia quasi zero che, secondo la definizione europea, sono edifici ad altissima prestazione energetica, il cui «fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze».

Il D.M. 26 giugno 2015 ha introdotto i valori numerici necessari per capire se un edificio può essere considerato – a norma di legge – un edificio a energia quasi zero (l'inciso “a norma di legge” è d'obbligo poiché vi sono interpretazioni del concetto di NZEB più virtuose rispetto alla legislazione italiana, per esempio – per rimanere nell'ambito di esperienze già citate – quelle di CasaClima e Passivhaus).

La verifica dello stato di NZEB viene eseguita sulla base dei requisiti minimi con il meccanismo dell'edificio di riferimento; non vi è quindi un controllo delle prestazioni di singoli componenti o prodotti, bensì un confronto tra i risultati del calcolo energetico dell'edificio in progetto e quelli dell'edificio di riferimento, entrambi rappresentati dagli indicatori di prestazione medi o complessivi descritti nel paragrafo precedente. Per modellare l'edificio di riferimento, si prendono in considerazione alcuni parametri energetici predeterminati che val la pena di conoscere perché, seppur non vincolanti singolarmente, danno un'idea di quali sono gli aspetti energetici che influenzano le prestazioni dell'edificio a energia quasi zero secondo le disposizioni del legislatore; essi sono:

- le trasmittanze termiche  $U$  delle strutture che delimitano lo spazio climatizzato (in funzione della fascia climatica: 0,24-0,26  $W/m^2K$  per pareti e pavimenti, 0,20-0,22  $W/m^2K$  per le coperture, 1,10-1,40  $W/m^2K$  per i serramenti e cassonetti, 0,80  $W/m^2K$  per gli elementi di separazione tra unità immobiliari; i valori sono comprensivi dei ponti termici e possono essere maggiorati per gli elementi dell'involucro che confinano con locali non climatizzati);
- i valori di schermatura solare delle finestre esposte a est, sud e ovest, rappresentati dal fattore di trasmissione solare totale  $g_{gl+sh}$  (valore di riferimento 0,35);
- l'efficienza media dei sottosistemi di utilizzazione degli impianti  $\eta_u$ , ovvero emissione, regolazione, distribuzione ed eventuale accumulo (0,81±0,83 per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a seconda del tipo di distribuzione, 0,70 per l'acqua calda sanitaria);





Antico edificio di Sedegliano ristrutturato NZEB, con un fabbisogno di energia termica per riscaldamento di soli 9 kWh/m<sup>2</sup>a (progettazione ing. Domenico Pepe).

- l'efficienza media dei sottosistemi di generazione  $\eta_{gn}$  degli impianti di riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria e di produzione di energia da fonti rinnovabili quali il solare termico, fotovoltaico, mini eolico, mini idroelettrico, cogenerazione (per i valori si rimanda all'Appendice A del D.M. 26 giugno 2015);
- i valori di efficienza dell'impianto di illuminazione (corrispondenti ad un impianto con sistema automatico di regolazione di classe B con riferimento alla norma UNI EN 15232);
- il fabbisogno di energia elettrica  $E_{ve}$  per l'impianto di ventilazione, se presente (0,25÷0,50 Wh/m<sup>3</sup> a seconda del tipo di impianto di ventilazione meccanica e con riferimento alle portate d'aria di progetto).

Devono essere inoltre verificati:

- il coefficiente medio globale di scambio termico  $H'_T$ , che dev'essere inferiore a un valore compreso tra 0,48 e 0,75 W/m<sup>2</sup>K in funzione della zona climatica e del rapporto di forma S/V dell'edificio;
- il rapporto tra l'area solare equivalente estiva e la superficie utile dell'edificio  $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$  deve risultare al massimo 0,040 per gli edifici non residenziali e 0,030 per quelli residenziali;
- il grado di copertura da fonti rinnovabili, così come indicato al paragrafo precedente.

Tutte le altre caratteristiche relative ai componenti del fabbricato ed agli impianti installati, pur influenzando sulla prestazione energetica dell'edificio, non concorrono alla definizione di NZEB.

### Criteri ambientali minimi

Il "Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione" (**PAN GPP**) introduce i seguenti obiettivi

di sostenibilità nelle procedure pubbliche di acquisto di beni e servizi:

- riduzione dell'uso delle risorse naturali;
- sostituzione delle fonti energetiche non rinnovabili con fonti rinnovabili;
- riduzione della produzione di rifiuti;
- riduzione delle emissioni inquinanti;
- riduzione dei rischi ambientali.

I criteri ambientali minimi rappresentano le indicazioni tecniche del PAN GPP e comprendono una serie di indicazioni specifiche di natura ambientale e, quando possibile, etico-sociale volta al raggiungimento degli anzidetti obiettivi. Per il settore edilizio, i criteri ambientali minimi che devono essere presi in considerazione nelle gare di appalto, come requisiti obbligatori o premianti a seconda del tipo di criterio, sono raccolti nel D.M. 11 ottobre 2017 "CAM edilizia: affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici".

I temi considerati dai CAM edilizia spaziano dalle competenze professionali alle certificazioni di prodotto, dalla certificazione delle imprese a quella dell'edificio, dalla progettazione preliminare alla gestione del cantiere, dalle caratteristiche di sostenibilità dell'intero lotto alla qualità dei singoli materiali dell'edificio, dal consumo del suolo alla gestione del verde, dal risparmio idrico alla gestione dei rifiuti, dalla qualità ambientale interna ed esterna all'efficienza energetica.

Rispetto alle altre categorie di acquisto, l'applicazione dei CAM edilizia risulta più complessa perché deve inserirsi in un processo di progettazione e costruzione e non in un singolo bando di gara. Non è sufficiente prevedere solo una sezione del capitolato, né una semplice relazione integrativa al progetto, poiché diversi requisiti vanno ad incidere sulle caratteristiche del progetto stesso, quindi devono essere incorporati nelle scelte progettuali, nella documentazione grafica e nelle relazioni tecniche. Inoltre, onde evitare incrementi di spesa tra una fase e l'altra dell'iter edilizio, l'integrazione dei criteri ambientali minimi va programmata fin dalle fasi preliminari della progettazione. Per quanto riguarda l'efficienza energetica, oltre a richiamare le leggi di settore descritte nei paragrafi precedenti, i CAM indicano che:

- il progetto di nuovi edifici o la riqualificazione energetica di edifici esistenti deve prevedere una copertura parziale o totale dei fabbisogni con fonti rinnovabili, attraverso almeno uno dei seguenti interventi: cogenerazione o trigenerazione, impianti fotovoltaici o eolici, collettori solari termici, impianti geotermici a bassa entalpia, sistemi a pompa di calore, impianti a biomassa;
- al fine di ridurre l'impatto sul microclima, le superfici esterne e le coperture devono essere trattate con soluzioni atte a contrastare il surriscaldamento (superfici drenanti, aree a verde, tetti verdi, materiali con elevato indice di riflettanza solare);

- vanno dimostrate adeguate condizioni di comfort estivo negli ambienti interni, attraverso un controllo delle temperature operanti da effettuarsi in accordo con la norma UNI EN 15251, oppure garantendo per ogni struttura opaca dell'involucro una capacità termica areica interna periodica (Cip) di almeno 40 kJ/m<sup>2</sup>K (nel caso di riqualificazioni con isolamento termico dall'interno o in intercapedine, deve essere mantenuta la capacità termica areica interna periodica precedente all'intervento);
- devono essere garantite condizioni interne di benessere termoigrometrico e di qualità dell'aria conformi almeno alla classe B secondo la norma ISO 7730 in termini di PMV (voto medio previsto) e di PPD (percentuale prevista di insoddisfatti);
- la scelta dei materiali deve essere orientata alla sostenibilità, che deve essere attestata – a seconda del tipo di materiale o prodotto – con certificazioni di prodotto, dichiarazioni ambientali tipo EPD, etichette energetiche o marchi ecologici.

## SETTORE DEI TRASPORTI

Le azioni di miglioramento dell'efficienza energetica nel settore trasporti si possono dividere in due famiglie: le azioni volte alla riduzione dei chilometri percorsi (vedere capitolo 5) e le azioni di miglioramento tecnologico. Riguardo queste ultime, la pubblica amministrazione può:

- aggiornare il parco dei propri mezzi di trasporto prediligendo l'acquisto di veicoli con motori con consumi ridotti e alimentati da carburanti meno inquinanti (motori a metano o GPL, veicoli elettrici di tipo ibrido o di tipo plug-in), come previsto anche dal D.M. 27 marzo 1998 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane" e in accordo con le indicazioni del D.M. 8 maggio 2012 "Criteri ambientali minimi per l'acquisizione dei veicoli adibiti al trasporto su strada";
- agevolare il passaggio a veicoli più sostenibili anche da parte dei privati, mediante incentivi oppure installando colonnine elettriche di ricarica per biciclette o per autovetture, meglio se collegate ad un impianto fotovoltaico di produzione di energia elettrica rinnovabile.

## ILLUMINAZIONE PUBBLICA

L'impianto di illuminazione pubblica può essere descritto da una serie di parametri che comprendono:

- una serie di grandezze che caratterizzano la luce in modo qualitativo e quantitativo;
- le classi illuminotecniche per le strade e gli spazi pubblici;
- le proprietà delle tecnologie impiegate.

La luce è caratterizzata, limitatamente ai nostri fini, dalle seguenti grandezze:

Grandezza e unità di misura	Descrizione ed esempi
<b>Flusso luminoso <math>\Phi</math> – lumen [lm]</b>	tipico per lampada Sodio Alta Pressione SAP 100 W - 10.000 lm
<b>Illuminamento E – lux [lm/m<sup>2</sup>]</b>	tipico per strade urbane 30 lux, per quartieri 10 lux circa
<b>Luminanza – L [cd/m<sup>2</sup>]</b>	Luminanza media mantenuta del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto. Valore tipico per strade urbane 2 cd/m <sup>2</sup> , per quartieri 0,75 cd/m <sup>2</sup>
<b>Efficienza luminosa – <math>\eta = \Phi / P</math> [lm/W]</b>	Rapporto tra il flusso luminoso ( $\Phi$ espresso in lm) emesso da una sorgente e la potenza elettrica assorbita dalla stessa (Watt): tipico per lampada Sodio Alta Pressione 70-120 lm/W tipico per lampada Ioduri Metallici 60-100 lm/W tipico per LED "freddo" 100-130 lm/W tipico per LED "caldo" 60-90 lm/W
<b>Temperatura di colore [K] o CCT</b>	tipico per luce calda 2700-3200 K luce fredda 4500-6000 K tipico per lampada Sodio Alta Pressione 2100 K tipico per LED "freddo" 5600 K LED "caldo" 3000 K
<b>Indice di Resa Cromatica Ra o CRI</b>	SAP 24-30 Ioduri Metallici e LED > 85
<b>Uniformità generale minima – Uo</b>	Rapporto tra la luminanza minima dell'insieme dei punti di calcolo e la luminanza media.
<b>Uniformità longitudinale minima – UI</b>	Minore dei rapporti fra luminanza minima e massima calcolate o rilevate in punti situati lungo l'asse di ciascuna corsia, con il punto di osservazione assunto lungo l'asse stesso.
<b>Indice di abbagliamento debilitante – IT</b>	Valore percentuale della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi.
<b>Rapporto di prossimità / Surround ratio – EIR</b>	Rapporto tra gli illuminamenti medi interni ed esterni al bordo della strada.
<b>Utilanza – u</b>	Il fattore di utilizzazione o utilanza rappresenta la quota parte di illuminazione che investe la sede stradale: tipico per Sodio Alta Pressione 15 anni: 0,35 tipico per Sodio Alta Pressione nuovo: 0,55 tipico per LED: 0,70
<b>Indice energetico complessivo – SL [W/m<sup>2</sup>/(cd/m<sup>2</sup>)]</b>	tipico per Sodio Alta Pressione 15 anni: 0,66 tipico per Sodio Alta Pressione nuovo: 0,54 tipico per LED: 0,35
<b>Indice energetico complessivo – PDI Dp Power Density Indicator [W/lux/m<sup>2</sup>]</b>	tipico per Sodio Alta Pressione 15 anni: 0,046 tipico per Sodio Alta Pressione nuovo: 0,038 tipico per LED: 0,025

### Categorie illuminotecniche

Le categorie illuminotecniche sono indicate da una sigla alfanumerica dove la lettera stabilisce il campo di applicazione e il parametro di

riferimento per il progetto dell'illuminazione, mentre al numero è associato il livello prestazionale. I casi più frequenti corrispondono alle lettere:

- M, relativi alle strade a transito motorizzato dove il parametro di riferimento è la luminanza, per condizioni atmosferiche prevalentemente asciutte;
- C, che indica le zone a traffico motorizzato in cui non è possibile ricorrere al calcolo della luminanza;
- P, utilizzata per le aree a carattere ciclopedonale.

Ulteriori definizioni delle classi illuminotecniche sono riportate nella seguente tabella:

Classe illuminotecnica	Parametro di riferimento	Utilizzo prevalente
<b>M</b>	Luminanza [cd/m <sup>2</sup> ]	Classe per strade, urbane o extraurbane, con traffico prevalentemente motorizzato e dove è possibile calcolare i valori di luminanza.
<b>C</b>	Illuminamento orizzontale [lx]	Classe per strade motorizzate, pedonali, dove sono presenti zone di conflitto o dove non è possibile calcolare i valori di luminanza, p.e. strade commerciali, centri storici, rotonde, incroci, strade con pedoni e ciclisti, sottopassi.
<b>P + HS</b>	Illuminamento orizzontale [lx]	Classi per aree con utilizzi prevalentemente pedonali o ciclabili, strade residenziali, zone adiacenti alla carreggiata come corsie di emergenza, parcheggi, marciapiedi.
<b>SC + EV</b>	Illuminamento semicilindrico e verticale [lx]	Classi aggiuntive dove è importante calcolare gli illuminamenti semicilindrici o verticali, ovvero dove il riconoscimento dei volti o delle superfici verticali assumono notevole importanza, (es. per motivi di sicurezza e riduzione della propensione al crimine e per passaggi pedonali, caselli ecc.).

Definita la categoria d'ingresso, il progettista valuta le eventuali variazioni, considerando diversi parametri riguardanti il traffico effettivo, la complessità visiva e l'influenza di diverse condizioni al contorno, e determina la categoria di progetto e infine la categoria di esercizio. Dall'analisi dei rischi segue la possibilità di variare la categoria illuminotecnica d'ingresso fino a un massimo di due classi per la categoria di progetto e, a seconda dei casi, di ulteriori due classi per la categoria di esercizio; in ogni caso, esclusi gli impianti adattivi denominati FAI (Full Adaptive Installation) con un flusso di traffico inferiore al 12,5% del flusso orario di progetto, il decremento totale può essere al massimo di tre categorie. Per la categoria ottenuta si ricavano i valori di luminanza media o illuminamento, di uniformità generale o longitudinale e di abbagliamento massimo: un progetto che definisce correttamente le categorie illuminotecniche può ridurre sprechi ed eccessi di illuminazione ove non necessari.

## Tecnologie

Le tecnologie utilizzate per l'illuminazione sono riassunte nella tabella seguente:

Sorgente luminosa	CCT	Ra
Sodio bassa pressione (LPS/SOX)	1800 K	~ 5
Vapori di mercurio - bulbo senza fosfori (HG)	6410 K	17
Sodio alta pressione (HPS/SON) (SAP)	2100 K	24
Vapori di mercurio - bulbo con fosfori (HG)	3600 K	49
Fluorescenti con alofosfati (luce bianca calda)	2940 K	51
Fluorescenti con alofosfati (luce bianca fredda)	4230 K	64
Fluorescenti con tri-fosforo (luce bianca calda)	2940 K	73
Fluorescenti con alofosfati (daylight)	6430 K	76
Sodio alta pressione (luce calda)	3000 K	85
Alogenuri metallici con bruciatore ceramico (MH) - luce bianca calda	3000 K	85
Alogenuri metallici con tecnologia al quarzo (MH)	4200 K	85
Fluorescenti con tri-fosforo (bianco freddo)	4080 K	89
Alogenuri metallici con bruciatore ceramico (MH) - luce bianca fredda	5400 K	96
Incandescenti / alogene	3200 K	100

Il parametro che spesso si utilizza nelle scelte è l'efficienza luminosa della lampada ( $\eta$ ) e le installazioni recenti propendono per le lampade SAP (Sodio Alta Pressione,  $\eta = 70-120$  lm/W) e le lampade a LED ( $\eta = 60-130$  lm/W), con una preferenza generale per il LED per motivi di mercato e di efficienza energetica.

Le lampade SAP hanno bassa manutenzione, basso costo, grande affidabilità. La temperatura del colore è bassa e la luce è gialla. Il LED richiede ancor meno manutenzione, il costo è più alto di circa 150 € per punto luce ma il consumo di energia è più basso: l'utilizzo di lampade LED consente risparmi del 30% rispetto a corpi illuminanti con tecnologia SAP di recente installazione, e risparmi del 55% rispetto ai corpi illuminanti SAP più datati. Inoltre, nel caso dei LED si può ottenere una riduzione ancora maggiore qualora si faccia uso di sistemi intelligenti di rilevazione del traffico collegati con gli impianti illuminanti.

Le produzioni in massa del LED, lo sviluppo di nuovi fosfori e nuovi sistemi ottici per orientare il flusso luminoso sono fattori discriminanti che indicano senza dubbio il LED quale migliore tecnologia per il futuro dell'illuminazione pubblica, almeno per i prossimi 15 anni. Anche i prezzi sono destinati a calare.

Va altresì sottolineato che le case produttrici dei sistemi illuminanti stanno abbandonando la produzione di nuovi apparecchi con tecnologia SAP,

riservando a questo tipo di lampade solo alcune soluzioni di nicchia e conservando nei cataloghi i modelli storici per consentirne la reperibilità ai fini delle manutenzioni degli impianti esistenti.

Va anche segnalato che i corpi illuminanti dotati di tecnologia LED sono alimentati da dispositivi elettronici che sono particolarmente sollecitati dalle sovratensioni e dai disturbi esterni (guasti, inserzioni discontinue di carichi sulla linea, scariche atmosferiche, ecc.). Si raccomanda pertanto di installare, ove possibile, corpi illuminanti dotati di limitatori di sovratensione SPD (Surge Protective Devices) e con classe di isolamento I (impianti dotati di dispersore di terra unico e conduttore PE). Vi è infine una terza tecnologia che comprende le lampade MH (Ioduri Metallici) con alimentatore elettronico, che offrono una luce bianca e calda con temperatura di colore di 3000-3500 K molto indicata per l'utilizzo in vie e piazze di pregio. Le lampade MH sono:

- più efficienti rispetto alle SAP, ma hanno un costo più alto e una durata più breve;
- meno efficienti del LED, ma hanno una qualità della luce migliore.

#### **Riduzione notturna di illuminazione e sistemi di telecontrollo**

Attualmente si fa uso del sistema di riduzione notturna dell'illuminazione tramite la regolazione del flusso luminoso con l'adozione di regolatori di flusso centralizzati e dei sistemi di spegnimento alternato dei punti luce denominato TuttaNotte-MezzaNotte, che può portare ad una riduzione complessiva dei consumi del 20% o anche maggiore ove sia possibile operare una ulteriore riduzione del flusso luminoso in presenza di sistemi intelligenti di rilevazione del traffico.

Generalmente, i nuovi corpi illuminanti sono dotati di un dispositivo di controllo per la riduzione notturna, preimpostato in fabbrica sulla base di parametri standard. Tuttavia, sistemi di telecontrollo e telegestione consentono di personalizzare le impostazioni di regolazione, variare il funzionamento per motivi legati ad esigenze particolari quali eventi o festeggiamenti, rilevare eventuali guasti, gestire le manutenzioni, ecc. a seconda della complessità del software adottato.

Non vi è ancora una tecnologia semplice e uguale per tutti gli impianti, che permetta a chiunque – e non solo agli specialisti – di intervenire nella regolazione e gestione di tali sistemi; però, poiché i vantaggi energetici prodotti dal telecontrollo potrebbero essere dell'ordine del 10-20% rispetto all'impiego dei soli meccanismi preimpostati in fabbrica, non è lontano il momento in cui tali sistemi potrebbero essere adottati su larga scala. In particolare, qualora l'amministrazione comunale utilizzasse strumenti quali i contratti di prestazione energetica

o la finanza di progetto per il rinnovamento e la gestione dell'illuminazione pubblica, l'uso di tali tecnologie potrebbe essere inserito tra le richieste dell'amministrazione o tra le proposte dell'appaltatore.

#### **Illuminazione architettonica**

Diverse sono le esigenze per l'illuminazione di edifici di interesse storico, architettonico o monumentale, per le quali si può far riferimento alla L.R. 15/2007.

Considerando i soggetti da illuminare, che generalmente sono di grandi dimensioni e necessitano di bassi livelli di illuminamento, una delle principali difficoltà è garantire l'illuminazione uniforme della struttura, con valori di luminanza media e luminanza puntuale contenuti in un rapporto massimo di 1:3. In tal caso, il contrasto risulterà appena evidente, ma inizierà ad essere apprezzabile per un rapporto 1:5 ed assumerà un effetto drammatico per rapporti di luminanza pari a 1:10. Per ottenere un effetto visivo gradevole ed efficace, la componente fondamentale da analizzare è la percentuale di luce riflessa dalla superficie e non l'illuminamento della stessa. Andranno pertanto valutati la rugosità, la riflettanza, l'indice di assorbimento del colore delle superfici da illuminare e la resa cromatica delle lampade. È preferibile utilizzare luci bianche quando si richiede una restituzione fedele del colore, per non correre il rischio che sorgenti luminose monocromatiche, o basate su una gamma ristretta di colori, rivelino solamente alcuni dei colori della struttura.



## 4. FONTI RINNOVABILI

### ANALISI DELLA DISPONIBILITÀ DI FONTI RINNOVABILI

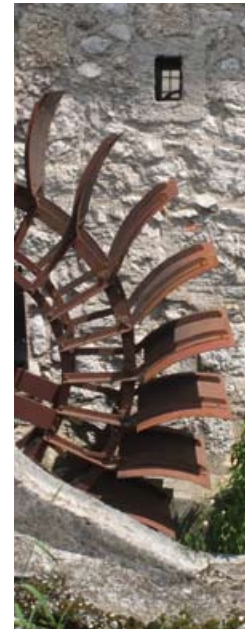
Lo sviluppo sostenibile di un territorio non può prescindere da una sempre più rapida transizione verso un adeguato mix di fonti di energia rinnovabile, ovvero l'energia solare, quella eolica, aerotermica (energia accumulata nell'aria ambiente sotto forma di calore), geotermica (energia immagazzinata sotto forma di calore nella crosta terrestre), idrotermica (energia immagazzinata nelle acque superficiali sotto forma di calore), idraulica, energia da biomassa (che comprende la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani), da gas di discarica, da gas residuati dai processi di depurazione e da biogas.

La conoscenza delle potenzialità dell'area geografica comunale e dello stato degli impianti già installati è essenziale per poter sfruttare al massimo l'energia rinnovabile disponibile in loco. Ed è importante non soffermarsi esclusivamente sui tipi di impianti più diffusi, come il fotovoltaico, ma indagare tutte le opportunità offerte dal territorio attraverso, per esempio, un piano per il recupero del calore di scarto (descritto nel capitolo 1) oppure un documento di analisi del potenziale locale di fonti energetiche rinnovabili quali la biomassa per alimentare eventuali impianti a biogas o a biomasse, le microturbine o piccole centrali idroelettriche, ecc.

#### Impianti a biogas e a biomasse

Le biomasse, nella forma vergine o come sottoprodotti di altri processi produttivi, rappresentano in molti territori comunali una risorsa di energia locale e rinnovabile. È importante stimare quali siano i quantitativi disponibili sul proprio territorio, avendo presente che la biomassa interessante è quella effettivamente retraibile, ovvero disponibile per l'utilizzo energetico, e non quella potenziale (ossia tutti gli alberi che crescono sul territorio comunale). Infatti parte della biomassa potenziale potrebbe non essere immediatamente utilizzabile perché non accessibile, si pensi ad esempio ad ampie zone di bosco che non sono servite da strade forestali, condizione ostativa all'utilizzo sostenibile di quella particolare biomassa.

Le biomasse possono anche derivare da processi di trasformazione della materia prima: scarti di segheria, scarti di produzioni agricole, reflui zootecnici, scarti di produzioni agroindustriali, ecc. Anche questi sottoprodotti possono rappresentare un'interessante fonte di energia locale rinnovabile, se disponibili in quantità significative e sufficientemente costanti nel corso dell'anno. Pertanto tutte quelle realtà produttive da cui si originano biomasse come scarti e sottoprodotti sono interessanti per una potenziale valorizzazione energetica. Quest'ultima può avvenire principalmente in due modi: se la biomassa è prevalentemente secca (per esempio il legno) l'utilizzazione energetica più diffusa è quella per combustione, solo raramente per gassificazione: la prima modalità è adatta a produrre calore, la seconda energia elettrica. Se invece nella biomassa è prevalente la frazione umida (come per reflui zootecnici e scarti di produzioni agroalimentari) il suo utilizzo avviene attraverso impianti di digestione anaerobica per la produzione di biogas, da cui si può ricavare energia termica ed elettrica per successiva trasformazione. Queste risorse sono spesso scarsamente monitorate sul territorio comunale e una scarsa consapevolezza rappresenta un ostacolo – cosiddetto “non di mercato” – legato a processi inefficienti di pianificazione. Le Amministrazioni che si dotano di strumenti per la stima di questo potenziale (ad esempio atlanti o catasti energetici, piani di utilizzo, ecc.) saranno avvantaggiate nel momento in cui si presenterà l'occasione per sviluppare un investimento nell'ambito della produzione locale e sostenibile di energia.



### Micro-turbine e piccole centrali idroelettriche

Al pari delle biomasse, la produzione di energia idroelettrica è stata e continua ad essere una risorsa energetica locale rinnovabile. Larga parte del potenziale disponibile sul territorio è già stato utilizzato, tuttavia esistono ancora condizioni locali che potrebbero rendere questa fonte interessante. Non stiamo parlando di impianti a bacino (impianti in cui l'acqua viene accumulata tramite la realizzazione di dighe) che per loro natura hanno un forte impatto ambientale e paesaggistico, bensì di impianti ad acqua fluente, ovvero impianti in cui l'acqua viene generalmente prelevata dall'alveo del corso d'acqua naturale attraverso un'opera di presa, canalizzata verso una turbina idroelettrica e restituita subito dopo al suo deflusso originale. Con riferimento ai nostri bacini imbriferi e al minimo deflusso ecologico da garantire nella derivazione delle acque, tali impianti di produzione idroelettrica potranno essere solo di piccole dimensioni, con opere di presa e restituzione il più possibile vicine, ben inserite o mascherate nel contesto paesaggistico naturale, trovando il più equilibrato rapporto tra salti di quota e portate d'acqua derivabile.

La presenza sul territorio comunale di corsi d'acqua e di canali di irrigazione, associati a sufficienti salti di quota (almeno 4 metri) costituiscono una preconditione per valutarne un potenziale impiego idroelettrico. La ricognizione delle potenzialità presenti rappresenta solo una prima stima dell'impiego idroelettrico che dovrà essere verificata dal punto di vista della fattibilità tecnica, economica ed ambientale per un'eventuale ipotesi di investimento. Tali impianti sono stati molto avversati dalla popolazione residente negli ultimi anni a causa del sovrasfruttamento delle acque e al mancato rispetto del deflusso minimo vitale, condizione non monitorata dagli organi preposti a tale controllo. Pertanto, anche da un punto di vista sociale, l'accettabilità di tali investimenti sarà maggiore se l'energia idroelettrica così prodotta beneficerà la comunità locale o l'ente pubblico che la ospita sul proprio territorio.

### Geotermia

Con energia geotermica ci riferiamo al calore contenuto nel terreno. In alcune aree geografiche il calore geotermico può essere sfruttato direttamente, quando viene prelevata acqua calda o vapore dal sottosuolo, generalmente ad alta temperatura. Altrimenti, ed è il caso più diffuso nella nostra regione, lo scambio di calore col terreno avviene senza prelievo di acqua: tale scambio è reso possibile dall'uso di sonde geotermiche combinate con macchine ad elevato rendimento energetico,

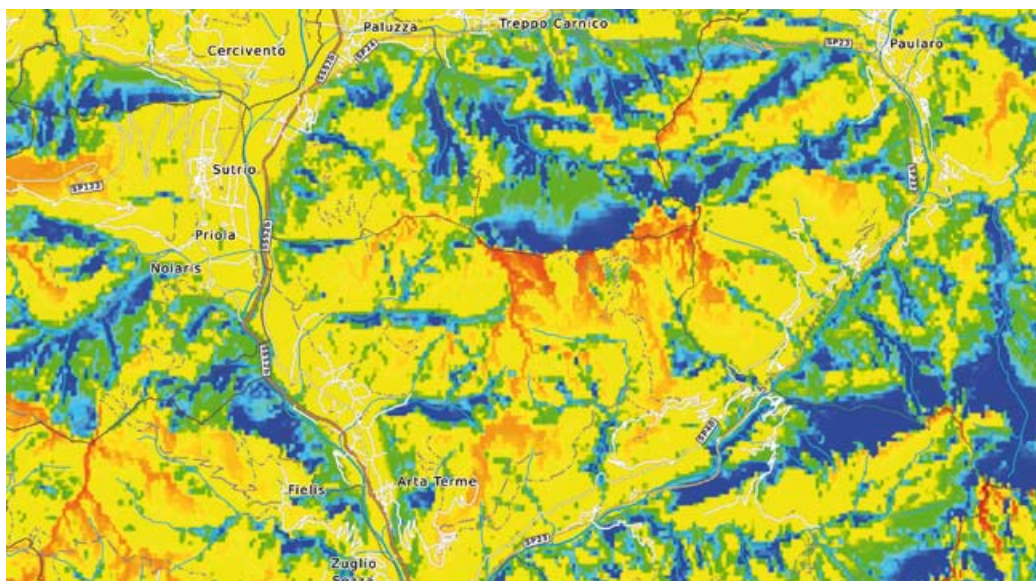
come le pompe di calore che, per questo utilizzo, vengono definite pompe geotermiche. In questo caso si parla genericamente di “energia a bassa entalpia” ovvero a bassa temperatura.

L’individuazione e lo sfruttamento sostenibile della risorsa geotermica è un’attività complessa: la temperatura del sottosuolo aumenta con la profondità secondo un gradiente geotermico che mediamente è di 3°C ogni 100 metri. Tale gradiente può essere localmente maggiore, come nella parte meridionale della Bassa Pianura Friulana e nella fascia lagunare della nostra regione. In tal caso si hanno a disposizione grossi serbatoi di acqua calda da cui attingere calore nella stagione fredda, a profondità tecnicamente raggiungibili, che possono rappresentare un’interessante fonte locale di energia da valutare. I Comuni interessati da tali fenomeni possono ipotizzare l’utilizzo di tale risorsa potenzialmente su larga scala.

### Solare termico e fotovoltaico

Il sole è la fonte di energia più “democratica” disponibile sul nostro territorio, nel senso che i suoi raggi raggiungono ogni luogo, anche se con intensità e frequenza diverse. L’energia solare può essere utilizzata sia per produrre calore che energia elettrica, sempre utilizzando pannelli solari ma con tecnologie di conversione del tutto diverse. Tuttavia, in entrambi i casi vi sono alcuni fattori che determinano la quantità di energia potenzialmente utilizzabile:

- l’esposizione (a sud è meglio);



Esempio di carta del soleggiamento (fonte: SIM - Sistema Informativo Montano dell'Unione della Carnia, <http://webgis.simvfg.it>).

- gli ombreggiamenti (i raggi devono poter colpire direttamente i pannelli solari);
- la superficie disponibile (un tetto, un terreno non utilizzato);
- l'inclinazione della superficie captante (un pannello capta energia solare in quantità diversa a seconda della sua inclinazione, perché cambia il rapporto con l'angolo di incidenza dei raggi solari).

L’analisi dell’irraggiamento sul piano orizzontale è già disponibile per ogni posizione del nostro territorio, tramite svariate applicazioni gratuite (per esempio <https://solaritaly.enea.it>). La correlazione della posizione con gli altri fattori critici sopraelencati è invece un’attività che rientra tra quelle di pianificazione, attività che può agevolare la valutazione della fattibilità dell’installazione da parte degli investitori, fornendo una stima della produzione potenziale di energia. Alcuni Comuni si sono dotati di questi strumenti e, in alcuni casi, li hanno messi a disposizione delle proprie comunità sia per agevolare gli investimenti, sia per individuare le aree idonee ad ospitare gli impianti di dimensioni più grandi. L’energia solare è disponibile ovunque ma con bassa densità energetica: pertanto è generalmente necessaria molta superficie per produrre quantità di energia significative. È dunque necessario identificare tutte le aree potenzialmente idonee alla produzione di energia solare, privilegiando i territori meno vocati ad utilizzi più nobili come ad esempio le aree inquinate, le aree poco fertili, le aree edificate da dismettere o i tetti degli edifici. Il risultato è una mappa in cui le aree idonee si colorano



Carta della disponibilità di energia solare nella città di Jena (fonte: [www.solarrechner-thueringen.de](http://www.solarrechner-thueringen.de)). I tetti sono colorati dal bianco al rosso in funzione della produzione potenziale di energia.

in modo variabile in base alla produzione potenziale raggiungibile (un esempio, anche se solo in lingua tedesca, lo si trova all'indirizzo [www.solarrechner-thuringen.de](http://www.solarrechner-thuringen.de)).

Anche la realizzazione di serbatoi per lo stoccaggio stagionale di calore richiede una pianificazione territoriale volta ad individuare le aree idonee ad ospitare simili infrastrutture. In questo caso, si possono prevedere grandi campi di pannelli solari termici per convertire l'irraggiamento estivo in acqua calda (fino ad 80°C) che viene immagazzinata in grossi serbatoi interrati per essere riutilizzata nella stagione fredda tramite piccole reti di teleriscaldamento.

## LE FONTI RINNOVABILI NEL SETTORE EDILIZIO

L'obiettivo di coprire completamente i fabbisogni energetici degli edifici con fonti rinnovabili è ostacolato da due fattori:

- il livello molto alto della domanda di energia dovuto alla scarsa efficienza dei fabbricati esistenti e – in parte – degli impianti installati;
- il funzionamento complesso degli edifici, che richiede diversi tipi di energia (termica ed elettrica) per alimentare diversi impianti (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, usi elettrici, usi cucina, ecc.) con diversi vettori energetici (gas, energia elettrica, ecc.).

Gli edifici sono quindi sistemi energetici complessi che per essere alimentati in buona misura da fonti rinnovabili richiedono normalmente l'installazione di più di una tecnologia. A seconda dei casi, gli impianti a fonti rinnovabili possono integrare o sostituire i sistemi esistenti, e le possibilità offerte dal mercato sono molteplici. La scelta ottimale dovrà essere valutata confrontando i diversi scenari possibili mediante una diagnosi energetica, a garanzia che la soluzione da realizzare porti effettivamente dei benefici economici, energetici e ambientali.

Le tecnologie più diffuse sono:

- gli impianti fotovoltaici per la copertura dei fabbisogni di energia elettrica (in alcuni casi favorevoli potrebbero essere anche valutati, in alternativa o in abbinamento al fotovoltaico, impianti mini-eolici o mini-idroelettrici). È importante ricordare che, negli edifici di nuova costruzione o in quelli ristrutturati in standard NZEB, i fabbisogni termici sono spesso coperti da pompe di calore elettriche, quindi il fotovoltaico dovrà essere dimensionato per coprire entrambi i consumi, termici ed elettrici; negli edifici pubblici questo può tradursi nel superamento della soglia dei 20 kW<sub>p</sub> indicata come limite inferiore per la classificazione dell'officina elettrica (con relativa denuncia presso l'Agenzia delle Dogane) e, in caso di fabbricati di grandi dimensioni, può rendere necessario installare potenze ancora maggiori che necessitano della costruzione di una cabina di trasformazione dedicata;



- i sistemi di cogenerazione, ovvero sistemi in grado di produrre contemporaneamente energia elettrica e termica (o sistemi di trigenerazione che coprono anche il raffrescamento); la convenienza di questi impianti deve essere valutata attentamente, considerando che si hanno vantaggi ambientali solo se viene utilizzata anche l'energia termica prodotta;
- i generatori di calore alimentati a biomassa, in particolare cippato o pellet che consentono l'alimentazione automatica della caldaia (purché sia disponibile un ambiente di adeguate dimensioni per lo stoccaggio del combustibile); la biomassa si presta anche all'utilizzo nelle centrali di teleriscaldamento che, in determinate condizioni, consentono di ottimizzare i costi di gestione del generatore e del combustibile rispetto agli impianti singoli;
- i generatori in pompa di calore elettrica che prelevano il calore da una sorgente fredda per spostarla, per mezzo di un ciclo frigorifero, al sistema di riscaldamento ed eventualmente all'acqua calda sanitaria; la sorgente fredda può essere l'aria esterna (pompe di calore aria-acqua), l'acqua di falda (pompe di calore acqua-acqua) o il terreno (pompe di calore terra-acqua con sonde geotermiche) e l'energia termica prelevata da questi ambienti è considerata rinnovabile. Il trasferimento dell'energia termica avviene a fronte di un consumo di energia elettrica (o gas nel caso delle pompe ad assorbimento),



la cui quantità determina l'efficienza del sistema; va sottolineato che l'efficienza delle pompe di calore varia a seconda delle condizioni di installazione e funzionamento, ed è significativamente migliore negli edifici con un buon livello di isolamento termico e con sistemi di emissione a bassa temperatura. Un altro vantaggio di questo tipo di tecnologia, è che il medesimo generatore può servire anche l'impianto di raffrescamento; inoltre, la quantità di energia rinnovabile utilizzata dall'impianto può essere incrementata abbinando la pompa di calore al fotovoltaico;

- i collettori solari per la produzione di energia termica per l'acqua calda sanitaria e in certi casi – più rari negli edifici pubblici – con integrazione del riscaldamento. Vi sono invece delle applicazioni che prevedono l'integrazione dei pannelli solari (generalmente del tipo sottovuoto) con pompe di calore ad assorbimento per alimentare l'impianto di raffrescamento con la modalità definita solar cooling.

## FER E CONTRATTI DI FORNITURA ENERGETICA

Una delle possibili strategie per incentivare la produzione di energie rinnovabili è quella di aumentare la domanda sul mercato concordando con i fornitori di energia elettrica una quota minima garantita di energia verde.

La provenienza dell'energia da fonti rinnovabili è attestata dalle Garanzie di Origine (**GO**), certificati elettronici rilasciati secondo le indicazioni della Direttiva 2009/28/CE dal Gestore dei Servizi Energetici (**GSE**), che qualificano sia gli impianti e i produttori di energia, sia il cliente finale che acquista l'energia verde. È importante non fidarsi soltanto di ciò che viene pubblicizzato dai fornitori e verificare il mix energetico dichiarato dal venditore in bolletta e nel sito dell'azienda, oltre a richiedere il titolo GO che il GSE invia al fornitore per ogni MWh di energia verde acquistata e poi rivenduta al cliente finale. In gergo si chiama energia "annullata" perché si vanno ad annullare le quote di energia verde ancora disponibili all'interno del mercato energetico. Questa azione serve a evitare che un fornitore dichiari di vendere energia verde che in realtà verde non è, in quanto una volta "annullate" quelle quote non possono essere acquistate e quindi vendute un'altra volta.

Sui titoli GO sono riportati i MWh consumati, la tecnologia utilizzata (da cui si può vedere se la fonte è effettivamente "pulita") e, su richiesta del cliente, il proprio nome o la propria ragione sociale e il POD (l'indirizzo a cui è associata la fornitura di energia). Tutti i titoli GO vengono rilasciati, trasferiti e annullati in maniera elettronica tramite l'apposito portale web del GSE.

Il GSE si occuperà di creare un "conto proprietà", su cui saranno depositati i titoli:

- ai produttori che lo richiedono o all'atto del rilascio della qualifica dell'impianto;
- alle imprese di vendita soggette all'obbligo (D.M. 31/07/2009) che lo richiedono;
- ai trader operanti nel mercato elettrico italiano o estero che lo richiedono.

I titoli vengono rilasciati mensilmente e scadono dopo un anno dalla produzione di energia elettrica cui si riferiscono e, al più tardi, il 31 marzo dell'anno successivo.

Oltre all'accesso volontario a questo tipo di meccanismo, vi sono alcuni obblighi per la pubblica amministrazione derivanti dai decreti relativi agli acquisti verdi (capitolo 3) ed ai criteri ambientali minimi (**CAM**). In particolare, i CAM per il servizio di illuminazione pubblica (D.M. 28/03/2018) prevedono che nelle gare di affidamento del servizio sia previsto un punteggio premiante all'offerente che si impegna ad offrire energia verde per il 100% del fabbisogno espresso dall'amministrazione; il fornitore, ai sensi della deliberazione ARERA (già AEEGSI) 118/2016/R/efr, deve attestare annualmente l'adempimento del requisito attraverso i certificati di Garanzia di Origine.

Invece, i CAM per il servizio di illuminazione e forza motrice per i servizi di riscaldamento e raffrescamento (D.M. 7/03/2012) prevedono che l'appaltatore:

- fornisca energia elettrica che non sia stata prodotta utilizzando combustibili fossili solidi o liquidi (fatta eccezione per il gpl nei luoghi non raggiunti da gasdotti);
- la fornitura annuale sia costituita per almeno il 30% da energia da fonti rinnovabili e per almeno un altro 15% o da energia da fonti rinnovabili o da cogenerazione ad alto rendimento;
- le fonti energetiche rinnovabili di cui al punto precedente, se costituite da biomasse o biogas, siano state prodotte in una filiera corta cioè entro un raggio di 70 chilometri dall'impianto che le utilizza per produrre l'energia elettrica;
- l'offerta relativa alla fornitura di energia rinnovabile sia presentata nel rispetto dei criteri della delibera dell'AEEG ARG/elt 104/11;
- evidenzi l'eventuale maggior costo dell'energia da fonte rinnovabile rispetto all'energia da fonte non rinnovabile e la destinazione del ricavo relativo a tale maggior costo.

Anche in questo caso, la fornitura deve essere corredata dai certificati di Garanzia d'Origine.



## 5. MOBILITÀ

### PROMOZIONE DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE

Puntare sulla mobilità sostenibile significa conseguire tre importanti obiettivi: ridurre i consumi energetici e ridurre l'inquinamento, aumentare la qualità della vita, migliorare la salute delle persone con conseguente riduzione della spesa sanitaria. L'unica reale strategia per raggiungere tali obiettivi è quella di disincentivare l'uso (e l'abuso) dell'auto privata, mettendo in atto azioni che incidano sugli stili di vita e sulle abitudini delle persone con lo scopo di:

- aggregare le persone negli spostamenti, sui mezzi pubblici o in modalità car pooling sui percorsi lunghi;
- incoraggiare l'uso del trasporto pubblico e la mobilità ciclistica sui percorsi medi;
- incoraggiare la mobilità pedonale e ciclistica sui percorsi brevi.

Per massimizzare gli esiti delle politiche sulla mobilità, si aggiungono anche le azioni di miglioramento tecnologico dei mezzi motorizzati descritte nel paragrafo sui trasporti (capitolo 3), ma non si può pensare esclusivamente ai miglioramenti tecnologici per costruire un valido sistema di mobilità sostenibile.

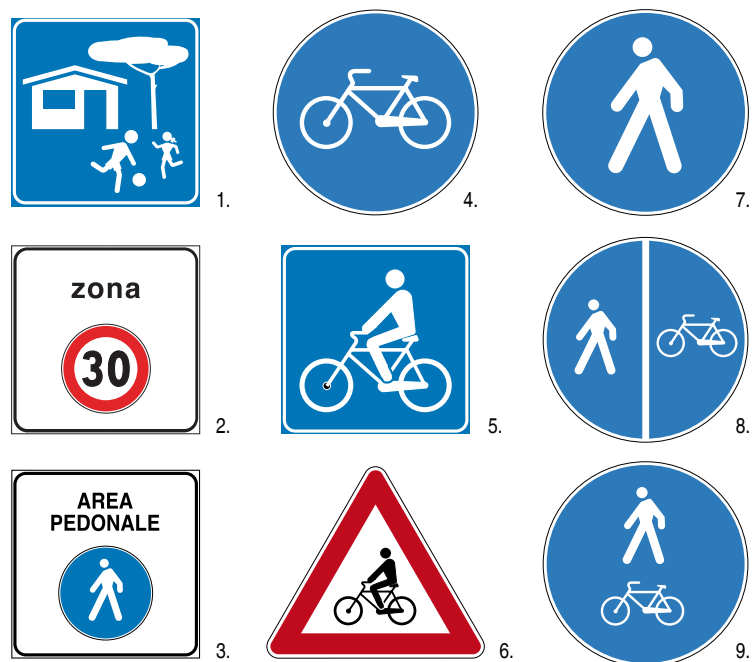
#### Strategie per la riduzione del traffico veicolare privato nei centri urbani

Oltre ad abbassare il livello di emissioni climalteranti grazie agli spostamenti motorizzati evitati, una politica efficace a favore della mobilità ciclopeditone ha un triplo e benefico effetto sulla salute dei cittadini, in quanto concorre alla riduzione dell'inquinamento dell'aria, alla riduzione degli incidenti (soprattutto quelli gravi) ed alla riduzione delle patologie correlate al problema della sedentarietà delle persone.

L'incentivazione degli spostamenti a piedi e in bicicletta, però, non può prescindere dalla riqualificazione degli spazi urbani al fine di renderli più sicuri e attrattivi. Significa ridurre la congestione veicolare a favore di spazi pubblici liberi, dedicati alla cosiddetta mobilità lenta, spazi di socialità dedicati alle persone, spazi a velocità ridotta o accesso limitato dove sia possibile la convivenza tra tutti gli utenti, che siano a piedi, in bici o in macchina. In ogni caso, non si tratta solo di cambiare destinazione d'uso e apporre nuova segnaletica, bensì è necessario un ridisegno degli spazi, delle geometrie stradali, della pavimentazione, dell'arredo urbano, per riportare concretamente le aree pubbliche a misura d'uomo. Viste le molteplici interconnessioni e i flussi che caratterizzano i sistemi

urbani, le iniziative per la mobilità sostenibile dovrebbero derivare da una accurata analisi del contesto effettuata nel processo di pianificazione (vedere capitolo 1), così da individuare le migliori soluzioni infrastrutturali tra:

- **zone a traffico limitato**, con limiti di accesso basati su orari prestabiliti o su particolari categorie di utenti e veicoli, tra cui possono essere annoverate anche le **strade scolastiche**, con specifiche limitazioni di accesso correlate agli orari di ingresso e di uscita delle scuole al fine di migliorare la sicurezza e l'accessibilità degli alunni;
- **zone 30**, ovvero «zone urbane in cui è preponderante la funzione di soggiorno (abitare, spostarsi a piedi, fare compere, incontrarsi) e in cui la circolazione è principalmente di interesse locale» (da «Ecologia urbana per decisori locali» della Regione Piemonte). Quest'idea di zona 30 non coincide con le definizioni di **zona a velocità limitata** (D.P.R. 495/1992) o di **strada 30** (L. 2/2018), entrambe basate solo sul concetto di limitazione della velocità ma senza alcun riferimento alla vivibilità ed alla qualità ambientale dello spazio urbano. Inoltre, la «zona 30 si riferisce, per definizione, ad un ambito areale e non a singoli tratti di strada [...]. Tale ambito è delimitato da un poligono di strade di scorrimento, cioè interessate da traffico di attraversamento: all'interno della zona 30 esistono solo strade di quartiere e strade locali» dove le priorità sono la sicurezza e la continuità degli spazi dedicati agli utenti più vulnerabili «quindi, ad ogni intersezione,



Segnaletica del Codice della Strada per la mobilità ciclopedonale (rif. D.P.R. 495/1992).

Dall'alto in basso:

1. zona residenziale;
2. zona a velocità limitata;
3. area pedonale;
4. pista ciclabile;
5. attraversamento ciclabile;
6. preavviso di attraversamento ciclabile;
7. percorso pedonale;
8. corsia ciclabile contigua al marciapiede;
9. percorso pedonale e ciclabile.

- non è il pedone che “attraversa la strada”, ma è il conducente del veicolo a motore che “attraversa il percorso pedonale (e la pista ciclabile)”» (dal “Piano regionale della sicurezza stradale” della Regione Piemonte). Anche le linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana (Circ.Min.II.pp. 3698/2001) sottolineano che la zona 30 «non comporta semplicemente una prescrizione normativa (di riduzione della velocità), ma anche un particolare disegno dell'infrastruttura, che interessa in particolare l'accesso e l'uscita della zona». Ritroviamo obiettivi analoghi nella definizione di **zona residenziale**, ovvero una «zona urbana in cui vigono particolari regole di circolazione a protezione dei pedoni e dell'ambiente» (D.Lgs. 285/1992) e «nella quale vigono particolari cautele di comportamento» (D.P.R. 495/1992), oppure nelle indicazioni delle direttive per la redazione dei piani urbani del traffico (Dir.Min. 12 aprile 1995) concernenti le **isole ambientali**, «“isole”, in quanto interne alla maglia di viabilità principale; “ambientali” in quanto finalizzate al recupero della vivibilità degli spazi urbani», e le **zone a traffico pedonale privilegiato**, «isole ambientali costituite in genere da strade-parcheggio» dove la disciplina del traffico prevede tra l'altro «la precedenza generalizzata per i pedoni rispetto a veicoli» e «il limite di velocità per i veicoli pari a 30 km/h»;
- altri tipi di spazi urbani condivisi, o **shared space** (come il woonerf olandese o le cosiddette living streets o naked streets), aree pubbliche



Tavagnacco: esempio di riorganizzazione della sede stradale per agevolare la condivisione degli spazi da parte di tutti gli utenti (pedoni, ciclisti, automobilisti).

progettate per essere utilizzate da tutti gli utenti, generalmente senza delimitazioni o confini fisici quali marciapiedi, corsie o altre barriere; la segnaletica è solo a supporto di un preciso disegno generale: la bassa velocità dei veicoli, la sicurezza degli utenti a piedi o in bicicletta, la fruibilità e la vivibilità degli spazi sono garantite dalla geometria stradale, dal tipo di pavimentazione e dall'arredo urbano;

- **aree pedonali**, zone interdette «alla circolazione dei veicoli, salvo quelli in servizio di emergenza, i velocipedi e i veicoli al servizio di persone con limitate o impedito capacità motorie» (D.Lgs. 285/1992);
- **piste ciclabili**, piste ciclabili contigue ai marciapiedi e corsie ciclabili in carreggiata;
- **percorsi pedonali**;
- **percorsi ciclopedonali**, evitando però la realizzazione di percorsi promiscui sui marciapiedi dove il flusso dei pedoni è significativo o la sezione del marciapiede è ridotta;
- elementi di **moderazione del traffico** (traffic calming) per migliorare la sicurezza di pedoni e ciclisti sulle strade aperte al traffico motorizzato.

Una adeguata infrastrutturazione è fondamentale per innalzare la quota della mobilità sostenibile all'interno della ripartizione modale (modal split), ma è altrettanto importante offrire ai cittadini quei servizi – utili o necessari – per guidare e incentivare la commutazione modale (modal shift) verso gli spostamenti più sostenibili (a piedi, in bici, con i mezzi pubblici).

Tra le innumerevoli possibilità, ricordiamo:

- potenziamento e miglioramento del servizio di trasporto pubblico, anche in direzione dell'intermodalità;
- disponibilità di parcheggi per biciclette sul territorio comunale e, in particolare, in prossimità degli edifici pubblici e dei principali servizi;
- bike sharing;
- iniziative per la promozione del bike to work e del bike to school;
- servizi di pedibus e bicibus;
- servizi "smart" e applicazioni a supporto degli spostamenti (disponibilità parcheggi, bike sharing, mezzi pubblici, intermodalità, car pooling, ecc.);
- campagne di comunicazione e sensibilizzazione dei cittadini e di educazione nelle scuole (vedere capitolo 6);
- meccanismi di disincentivazione dell'uso dell'auto privata quali la tariffazione della sosta e i transiti a pagamento;
- promozione dell'uso collettivo ottimale delle autovetture e di forme di multiproprietà delle autovetture destinate ad essere utilizzate da più persone (D.M. 27 marzo 1998), cosiddetti car pooling e car sharing.

### Promozione della mobilità sostenibile del personale

Il D.M. 27 marzo 1998 prevede la nomina, obbligatoria per gli enti pubblici con singole unità locali con più di 300 dipendenti e facoltativa negli altri

casi, di un responsabile della mobilità aziendale (mobility manager).

Il suo compito principale è occuparsi del piano degli spostamenti casa-lavoro (**PSCL**) del personale dipendente, che è finalizzato alla riduzione dell'uso del mezzo di trasporto privato individuale e ad una migliore organizzazione degli orari per limitare la congestione del traffico. Il piano viene aggiornato con un rapporto annuale che contiene la descrizione delle misure adottate ed i risultati raggiunti.

Le strategie per la promozione della mobilità sostenibile dei dipendenti possono comprendere, per esempio:

- contributi per l'uso del trasporto pubblico o per il bike to work;
- realizzazione di parcheggi per biciclette protetti riservati al personale;
- realizzazione di spogliatoi e docce per i dipendenti che utilizzano la bicicletta;
- disponibilità di biciclette per il personale;
- iniziative per favorire il car pooling;
- riorganizzazione degli orari di lavoro e telelavoro.



## 6. COMUNICAZIONE

Il grado di diffusione delle pratiche di risparmio energetico dipende anche dalla sensibilità e dalla conoscenza delle persone. Certo, oggi viviamo in un periodo storico in cui non mancano né le notizie né la possibilità di accesso ai canali di informazione, però non tutte le informazioni disponibili sono corrette o adatte al contesto e raramente si dedica la dovuta attenzione ai temi energetici e ambientali. Rispetto ai media, specialmente rispetto ai social media, la pubblica amministrazione può farsi portavoce di un messaggio diverso, indipendente, più autorevole, più vicino alle esigenze del territorio e che sia di esempio per la popolazione. La comunicazione del Comune può essere sviluppata sui seguenti obiettivi:

- divulgare ai cittadini le caratteristiche e gli esiti delle proprie politiche in tema energetico e ambientale;
- stimolare i cittadini ad intraprendere azioni per il miglioramento dell'efficienza energetica in sinergia con le politiche comunali, così da ottimizzare i risultati;
- sensibilizzare la cittadinanza verso ulteriori pratiche per la riduzione dei consumi energetico e dell'impatto ambientale.

Le modalità di comunicazione adottate dal Comune possono essere le più disparate e comprendono conferenze, incontri di approfondimento, attività didattiche ed educative nelle scuole, articoli sulla stampa o sul bollettino comunale, manifesti, brochure e pubblicazioni divulgative, comunicazioni online. Il Comune può anche dotarsi di un ufficio o uno sportello dedicato ai cittadini per offrire informazioni sul tema dell'efficienza energetica e della sostenibilità ambientale.

### CAMPAGNE DI COMUNICAZIONE

Come per tutti gli altri argomenti trattati in precedenza, anche per la comunicazione vale il principio secondo cui i migliori risultati si hanno solo a seguito di una attività di pianificazione e coordinamento. Vanno bene gli eventi spot, o una tantum, ma l'adozione di un piano di comunicazione consente di definire la strategia ideale, ottimizzare le risorse, individuare i target, gli argomenti più urgenti e le modalità di comunicazione più efficaci, dare continuità nel tempo all'informazione così da raggiungere più persone possibile.

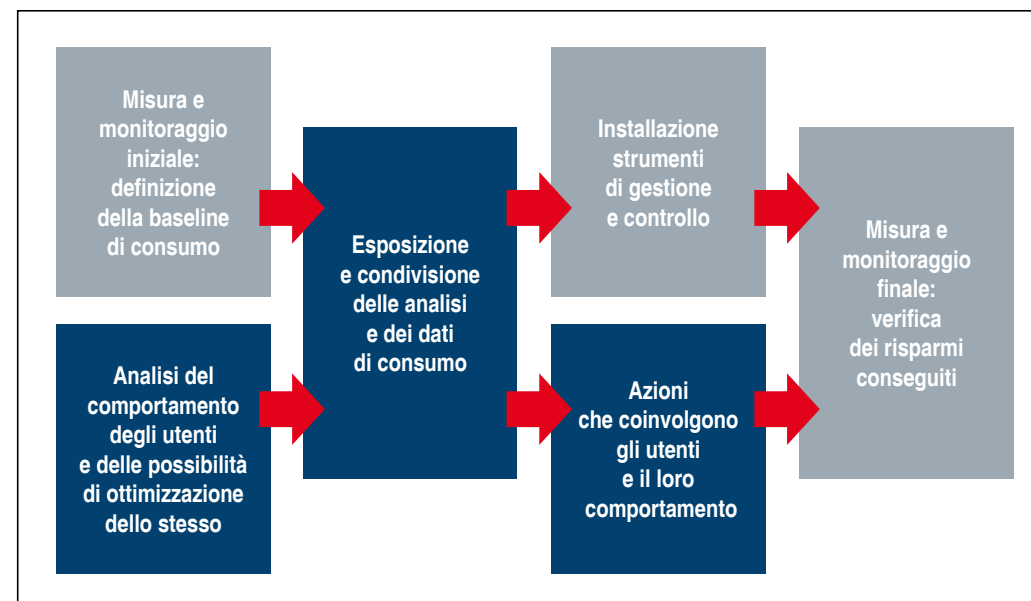
Approfondire i temi dell'energia e dell'ambiente al di fuori dagli ambiti tecnici non è semplice e questo è un ulteriore motivo per inserire la programmazione di eventi e iniziative all'interno di una campagna di comunicazione, soprattutto se lo scopo è quello di incidere sulle abitudini per orientare il comportamento della gente verso l'efficienza energetica.

### Behavioural demand side management

Il termine demand side management (**DSM**) sembra essere nato a seguito delle crisi energetiche degli anni Settanta, quando alcuni governi hanno programmato una serie di iniziative finalizzate alla riduzione della domanda di energia, soprattutto nelle ore di punta. Per spingere gli utenti a spostare i consumi elettrici nelle ore notturne e nei fine settimana, in modo da riequilibrare le curve di carico appianando i picchi (peak shaving), sono state previste – a seconda dei casi – campagne informative e incentivi.

Oggi la pratica ci dice che entrambe le strategie hanno dei limiti: educazione e formazione innalzano il livello di conoscenza ma non necessariamente producono cambiamenti nel comportamento; premi e incentivi sono generalmente efficaci, ma di breve durata. Tuttavia, è possibile ottenere degli ottimi risultati combinando queste ed altre iniziative in una campagna di comunicazione e sensibilizzazione, che sia strutturata e progettata con cura per migliorare la gestione della domanda di energia negli edifici attraverso il cambiamento comportamentale degli utenti (behavioural demand side management). Negli edifici pubblici, dove gli utenti non sono i proprietari (quindi non pagano l'energia che consumano) e non usano attrezzature proprie (quindi non sono necessariamente interessati a prendersene cura), i margini di risparmio di energia dovuti a comportamenti più virtuosi vanno mediamente dal 5 al 20%. Ma interagire con il comportamento umano non è semplice (e non è una questione prettamente tecnica come le altre affrontate in questo libro): bisogna tener conto del contesto sociale e psicologico, delle norme di comportamento e degli stili di vita, delle abitudini, dei processi cognitivi, delle modalità – razionali e irrazionali – secondo cui l'essere umano prende le decisioni. Bisogna tener conto che i comportamenti sono la conseguenza di scelte che derivano da una complessa interazione tra fattori interni (processi cognitivi ed abitudini), fattori esterni (costi monetari e non monetari) e fattori sociali (regole sociali, aspetti culturali, mentalità).

È evidente che la programmazione di una campagna di behavioural demand side management richiede un approccio multidisciplinare,



Principali fasi di sviluppo di una campagna finalizzata al cambiamento comportamentale degli utenti.

in cui gli aspetti tecnici di calcolo, misura e monitoraggio si combinano con competenze di settori diversi, come la comunicazione, l'economia, le scienze comportamentali e cognitive. La campagna necessita di una fase di pianificazione e, dopo l'esecuzione, di una fase di verifica e riesame, con una modalità organizzativa che di fatto ricalca lo schema dei sistemi di gestione dell'energia (capitolo 1).

Questo tipo di attività rientra nelle azioni di miglioramento dell'efficienza energetica che l'amministrazione può avviare a basso costo, rispetto agli interventi tecnologici che richiedono investimenti sicuramente superiori. Per di più, oltre ai benefici diretti sui consumi dell'edificio interessato, vanno considerati i benefici indiretti dati dalla componente culturale e formativa dell'iniziativa.

Dal punto di vista operativo, la campagna può essere strutturata in diversi modi, in funzione degli edifici, del numero e del tipo di utenti coinvolti. Gli strumenti che possono essere utilizzati, singolarmente o combinati tra di loro, sono molteplici:

- incontri di formazione e informazione, con esperti del settore o con proiezione di film e documentari;
- disseminazione delle buone pratiche di comportamento mediante volantini, opuscoli, manifesti, newsletter, ecc.;
- condivisione dei dati dei consumi, mediante pubblicazioni, etichette energetiche, marchi di qualità, display collegati ai sistemi di smart metering, ecc.;

- norme e regolamenti interni;
- incentivi finanziari ed economici, come premi, sovvenzioni, sconti, ecc. collegati ai comportamenti più virtuosi;
- riconoscimento pubblico dei risultati conseguiti e degli utenti che hanno contribuito maggiormente, con attestati, diplomi, affissioni in bacheca o pubblicazione sui social network, ecc.;
- sistemi di tassazione e multe per i comportamenti sfavorevoli;
- messaggi, solleciti e promemoria riguardanti i comportamenti corretti, divulgabili attraverso le postazioni informatiche, con slogan e indicazioni appese alle pareti, con biglietti e adesivi posti in prossimità dei punti esatti dove ci si attende una modifica comportamentale (interruttori, prese, apparecchiature, ecc.);
- meccanismi che mettano in evidenza le buone pratiche e le storie di successo da una parte, gli esempi negativi e i comportamenti scorretti dall'altra (per esempio incontri educativi, poster, comunicazioni via email o social network, affissioni in bacheca);
- azioni di marketing per la promozione di nuove regole sociali, anche attraverso slogan, gadget e testimonial;
- competizioni tra gruppi di utenti, tra reparti, tra classi scolastiche o tra edifici, anche con il supporto di specifiche app;
- giochi a scopo educativo (serious game).

In ogni caso, il successo di una campagna indirizzata al cambiamento comportamentale dipende da quanto si riescono a coinvolgere ed appassionare gli utenti. Per puntare al massimo coinvolgimento non bastano gli strumenti che prevedono le tradizionali informazioni top-down, anzi: vanno privilegiati quegli strumenti in grado di stimolare il flusso di informazioni e feedback di tipo orizzontale, direttamente tra gli utenti, tra i colleghi o tra gli studenti, anche via web o social network.

## FORMAZIONE

Con questo vademecum abbiamo voluto fare una panoramica dei diversi settori e delle numerose azioni che interessano le pubbliche amministrazioni che si impegnano nella riduzione dei consumi energetici, delle emissioni climalteranti e dell'impatto ambientale. Ne è emerso un quadro complesso e multidisciplinare, che richiede sempre maggiori competenze da parte dei tecnici e degli amministratori.

La formazione del personale dipendente assume quindi un ruolo molto importante, in particolare la formazione del personale dell'area

tecnica. Ed è altrettanto importante tenere traccia della formazione effettuata, individuando le figure di riferimento per i diversi temi all'interno dell'organizzazione. La presenza di risorse interne e la conoscenza di tale disponibilità consente di aumentare l'efficienza dei processi, migliorare il controllo e accelerare i tempi.

Si tratta quindi di stabilire ruoli e responsabilità, e di fare in modo che tutta l'organizzazione sia aggiornata su quali sono gli interlocutori di riferimento nei rispettivi settori. Si tratta insomma di operare secondo le indicazioni dei sistemi di gestione (capitolo 1).

## APPENDICE: GLI ACRONIMI DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

<b>AE</b>	Auditor Energetico
<b>AF / FA</b>	Adjustment factors / Fattori di Aggiustamento
<b>AICARR</b>	Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione
<b>AMEE</b>	Azioni di Miglioramento dell'Efficienza Energetica
<b>AQE</b>	Attestato di Qualificazione Energetica
<b>APE</b>	Attestato di Prestazione Energetica
<b>APE FVG</b>	Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia
<b>APEA</b>	Aree Produttive Ecologicamente Attrezzate
<b>ARERA</b>	Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente
<b>BACS</b>	Building Automation and Control System
<b>BDSM</b>	Behavioural Demand Side Management
<b>BDT</b>	Blower Door Test (test di tenuta all'aria)
<b>BEMS</b>	Building and Energy Management System
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle
<b>BMS</b>	Building Management System
<b>BREEAM</b>	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<b>CAM</b>	Criteri Ambientali Minimi
<b>CAR</b>	Cogenerazione ad Alto Rendimento
<b>CCS</b>	Carbon Capture and Storage (sistemi di cattura e stoccaggio della CO <sub>2</sub> )
<b>CEI</b>	Comitato Elettrotecnico Italiano
<b>CSS</b>	Combustibili Solidi Secondari
<b>CTI</b>	Comitato Termotecnico Italiano
<b>DAP</b>	(o EPD) Dichiarazione Ambientale di Prodotto
<b>DMS</b>	Digital Monitoring System
<b>DSM</b>	Demand Side Management
<b>ECM(s)</b>	Energy Conservation Measure(s)
<b>EEA</b>	European Environment Agency
<b>EEMS</b>	Electrical Energy Management System
<b>EEV</b>	Enhanced Environmentally friendly Vehicle (veicolo ecologico migliorato o veicolo ecologicamente avanzato)
<b>EGE</b>	Esperto in Gestione dell'Energia
<b>EMAS</b>	Eco-Management and Audit Scheme (sistema comunitario di ecogestione e audit)
<b>EnB</b>	Energy Baseline
<b>ENEA</b>	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
<b>EnMS</b>	Energy Management System (sistema di gestione dell'energia)
<b>EnPI(s)</b>	Energy Performance Indicator(s)
<b>EnSP(s)</b>	Energy Saving Project(s)



<b>EPC</b>	Energy Performance Contract (contratto di rendimento energetico o contratto di prestazione energetica)	<b>O&amp;M</b>	Operations and Maintenance (gestione e manutenzione)
<b>EPD</b>	Environmental Product Declaration (dichiarazione ambientale di prodotto)	<b>ORC</b>	Organic Rankine Cycle
<b>EPIA</b>	Energy Performance Improvement Action (azione di miglioramento della prestazione energetica)	<b>PACC</b>	Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
<b>ESCo</b>	Energy Service Company	<b>PAEE</b>	Piano d'Azione nazionale per l'Efficienza Energetica
<b>ESG</b>	Environment Social Governance	<b>PAES</b>	Piano di Azione per l'Energia Sostenibile
<b>ETICS</b>	External Thermal Insulation Composite Systems (sistemi di isolamento termico a cappotto)	<b>PAESC</b>	Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima
<b>EU-ETS</b>	EU Emissions Trading System (sistema europeo di scambio di quote di emissione)	<b>PAN</b>	Piano d'Azione Nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione
<b>FER</b>	Fonti Energetiche Rinnovabili	<b>PEBA</b>	Piano di Eliminazione delle Barriere Architettoniche
<b>FIRE</b>	Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia	<b>PF</b>	Project Financing
<b>FLD(m)</b>	Fattore di Luce Diurna (medio)	<b>PMV</b>	Predicted Mean Vote (voto medio previsto)
<b>FTT</b>	Finanziamento Tramite Terzi	<b>PNIEC</b>	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima
<b>GHG</b>	Greenhouse Gases (gas a effetto serra)	<b>PPD</b>	Predicted Percentage of Dissatisfied (percentuale prevista di insoddisfatti)
<b>GME</b>	Gestore dei Mercati Energetici	<b>PPP</b>	Partenariato Pubblico Privato
<b>GO</b>	Garanzia di Origine dell'energia	<b>PREMOCI</b>	Piano Regionale della Mobilità Ciclistica
<b>GOPP</b>	Goal Oriented Project Planning	<b>PREPAC</b>	Programma di Riqualificazione Energetica della Pubblica Amministrazione Centrale
<b>GPP</b>	Green Public Procurement (acquisti verdi nella pubblica amministrazione)	<b>PSCL</b>	Piano degli Spostamenti Casa Lavoro del personale dipendente
<b>GSE</b>	Gestore Servizi Energetici	<b>PUM</b>	Piano Urbano della Mobilità
<b>HBES</b>	Home and Building Electronic System	<b>PUMS</b>	Piano Urbano della Mobilità Sostenibile
<b>HEV</b>	Hybrid Electric Vehicle	<b>PUT</b>	Piano Urbano del Traffico
<b>HVAC</b>	Heating, Ventilation, Air Conditioning (impianto di riscaldamento, ventilazione e raffrescamento)	<b>RAEE</b>	Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche
<b>IAFR</b>	Impianto Alimentato a Fonti Rinnovabili	<b>REDE</b>	Referente della Diagnosi Energetica
<b>IBE</b>	Inventario di Base delle Emissioni	<b>RES</b>	Renewable Energy Sources
<b>ICEV</b>	Internal Combustion Engine Vehicle	<b>RUE</b>	Rational Use of Energy
<b>IME</b>	Inventario di Monitoraggio delle Emissioni	<b>SCADA</b>	Supervisory Control And Data Acquisition
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change	<b>SEN</b>	Strategia Energetica Nazionale
<b>IPE</b>	Indice di Prestazione Energetica	<b>SIAPE</b>	Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica
<b>IPMVP</b>	International Performance Measurement and Verification Protocol	<b>SIRAPE</b>	Sistema Informativo Regionale Attestati di Prestazione Energetica
<b>IPP</b>	Integrated Product Policy (politica integrata dei prodotti)	<b>SGA</b>	Sistema di Gestione Ambientale
<b>ISPRED</b>	Indice di sicurezza energetica, prezzo energia e decarbonizzazione	<b>SGE</b>	Sistema di Gestione dell'Energia
<b>ITACA</b>	Istituto per l'innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale	<b>SNSvS</b>	Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
<b>LCA</b>	Life Cycle Assessment (analisi del ciclo di vita)	<b>SRF</b>	Solid Recovered Fuels (combustibili solidi secondari)
<b>LCC</b>	Life Cycle Cost (costo del ciclo di vita)	<b>SRI</b>	Smart Readiness Indicator for Building (indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza)
<b>LCCA</b>	Life Cycle Cost Analysis (analisi del costo nel ciclo di vita)	<b>SRI</b>	Solar Reflectance Index (indice di riflettanza solare)
<b>LEED</b>	Leadership in Energy and Environmental Design	<b>SRSvS</b>	Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile
<b>LENI</b>	Lighting Energy Numeric Indicator	<b>TBM</b>	Technical Building Management
<b>LULUCF</b>	Land Use, Land-Use Change and Forestry	<b>TEE</b>	Titoli di Efficienza Energetica (certificati bianchi)
<b>M&amp;V</b>	Measurement and Verification (misura e verifica)	<b>TEP</b>	Tonnellata Equivalente di Petrolio
<b>NZEB</b>	Nearly Zero Energy Building (edificio a energia quasi zero)	<b>UTA</b>	Unità di Trattamento Aria
		<b>ValERI</b>	Valuation Energy Related Investments (valutazione economica degli investimenti energetici)
		<b>VMC</b>	Ventilazione Meccanica Controllata
		<b>ZEA</b>	Zone Economiche Ambientali

**Edito da:**

*Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia*

**Progetto e coordinamento:**

*Matteo Mazzolini, Fabio Dandri*

**Contenuti:**

*Martina Arteni, Daniele Barbieri, Irene Cosano, Fabio Dandri, Matteo Mazzolini, Manuela Ortis, Anna Sappa, Sara Ursella, Massimiliano Zampieri*

**Grafica e layout:**

*Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia*

**Crediti fotografici:**

*Foto di Fabio Dandri, eccetto:*

*- pg. 18, 19, 23, 59 archivio APE FVG*

*- pg. 21 Costruzioni Bordignon s.r.l.*

*- pg. 22 arch. Ernesto Costalunga*

*- pg. 62 ing. Domenico Pepe*

*- pg. 86 Luca Papinutti*

*Tablelle, diagrammi e schemi grafici a cura di APE FVG (salvo dove diversamente specificato)*

*Marzo 2020*

**Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia**

*via Santa Lucia, 19 - 33013 Gemona del Friuli (UD)*

*tel. 0432 980 322 - [www.ape.fvg.it](http://www.ape.fvg.it) - [info@ape.fvg.it](mailto:info@ape.fvg.it)*



**Agenzia Per l'Energia  
del Friuli Venezia Giulia**  
[www.ape.fvg.it](http://www.ape.fvg.it)