

**Progetto Chieti Towards 2020 – Programma ELENA**  
**DISCIPLINARE PER FORNITURA DI PRESTAZIONE DI SERVIZI TECNICI**  
**E PROTOCOLLO OPERATIVO PER ATTIVITA' DI AUDIT DI DETTAGLIO**  
**E DIAGNOSI ENERGETICA SU EDIFICI**

**1. Premessa: finalità e campo di applicazione**

Il presente documento ha la finalità di disciplinare le attività di audit di dettaglio e diagnosi energetica e fornire ai professionisti incaricati una serie di procedure operative standardizzate, relativamente agli edifici inseriti nel Programma ELENA "Chieti Towards 20120" della Provincia di Chieti. Vengono inoltre stabiliti i requisiti e i contenuti minimi dei Rapporti di Diagnosi Energetica da realizzarsi in conformità allo schema generale della norma UNI CEI TR 11428, gli elaborati da produrre alla committenza e le modalità e forma di presentazione dei report di diagnosi energetica,

Per diagnosi energetica del sistema edificio-impianto si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia, all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche dell'edificio e degli impianti presenti, allo studio delle modalità e delle tecniche di miglioramento delle inefficienze energetiche. La finalità di una diagnosi energetica è infatti quella di individuare modalità con cui ridurre il fabbisogno energetico e valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi, che vanno dalle azioni di retrofit a modelli di esercizio/gestione ottimizzati delle risorse energetiche.

A tale scopo, la diagnosi energetica prevede una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni standard di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.), nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

Gli obiettivi evidenziati sono perseguiti attraverso due distinte fasi:

1. Caratterizzazione del sistema edificio-impianto, stesura dei modelli energetici, valutazione dei consumi specifici, elaborazione dei bilanci di energia e confronto con tecnologie e dati di riferimento.
2. Valutazione della fattibilità tecnico-economica di eventuali interventi finalizzati ad un incremento dell'efficienza energetica del sistema edificio-impianto.

## 2. Approccio metodologico e normativa di riferimento

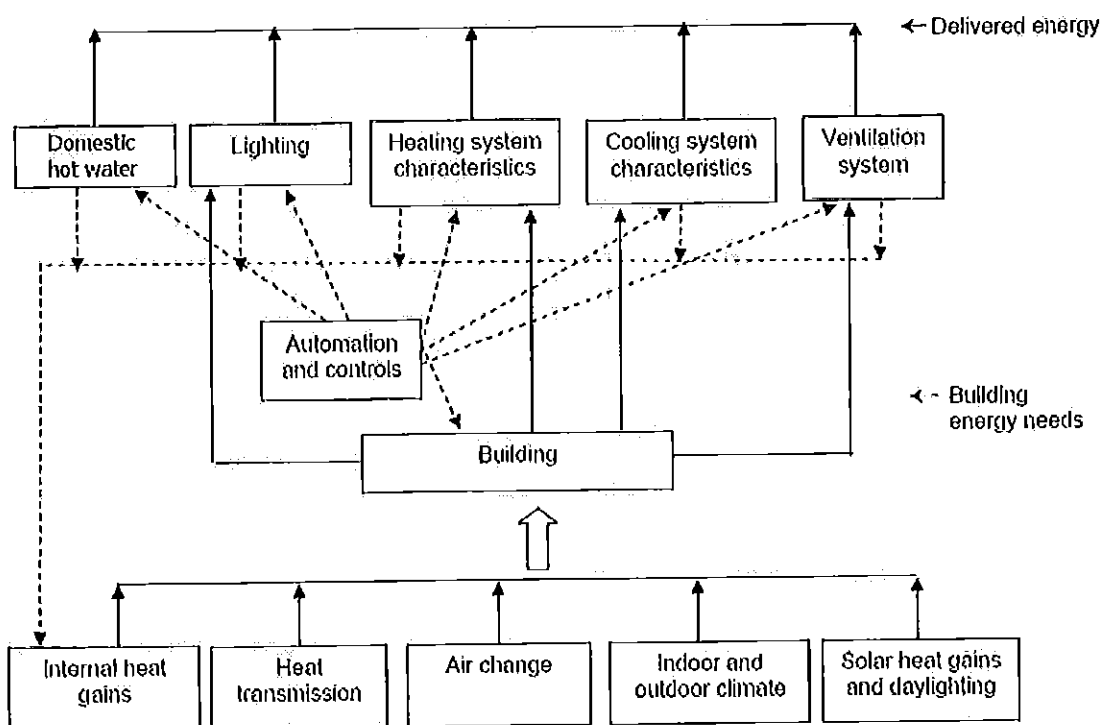
### 2.1 Metodologia di calcolo

Per le definizioni e le finalità del presente documento, dal punto di vista dell'approccio metodologico generale e delle modalità di calcolo relativamente a tutti i sistemi e sottosistemi degli edifici, si dovrà fare esclusivo riferimento alle metodologie di calcolo previste dalla normativa tecnica nazionale Italiana ed Europa (Norme UNI, EN).

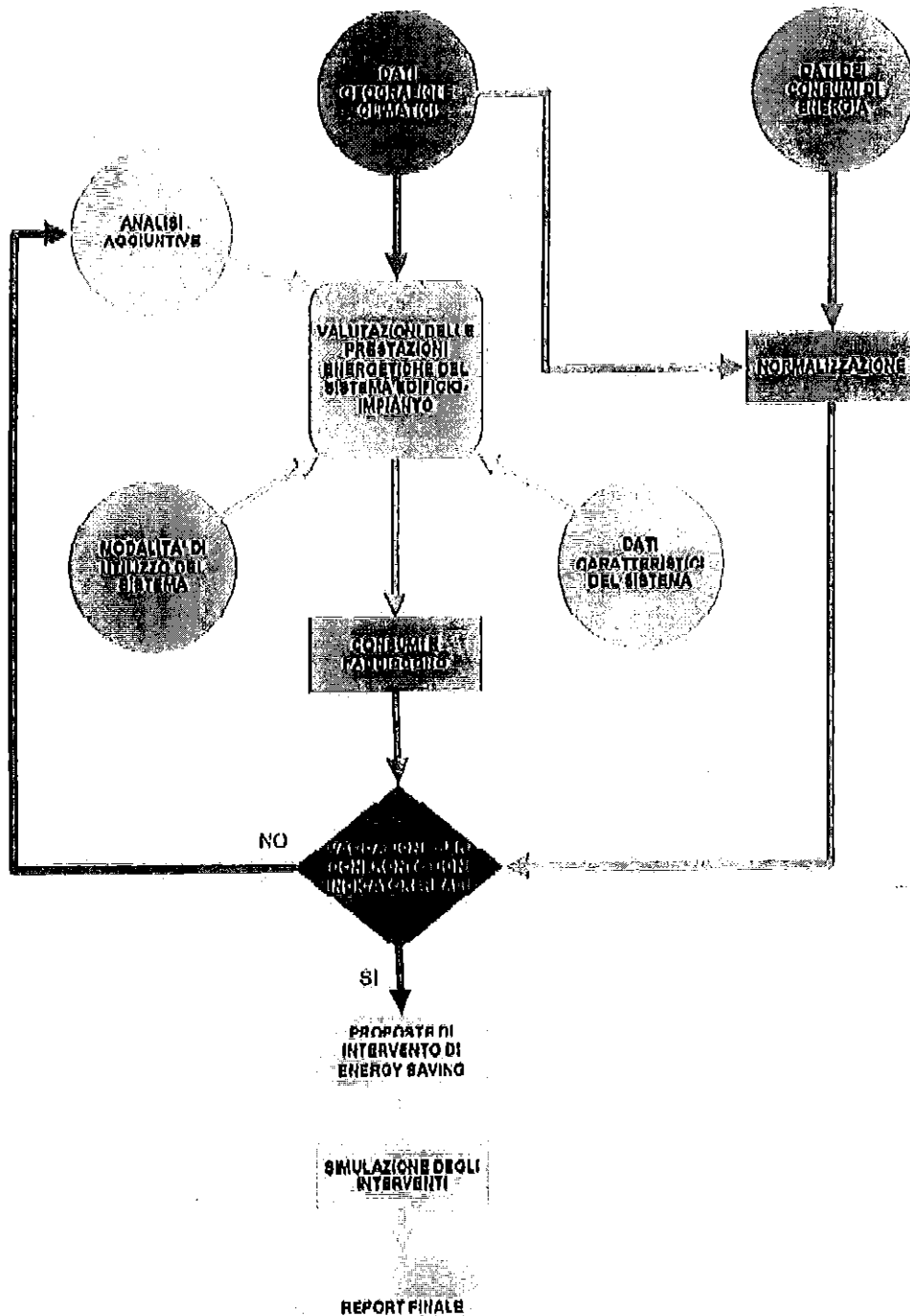
Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianto occorre predisporre:

- un modello energetico (termico ed elettrico) che riassume la tipologia di utenza, le potenze installate, i profili di utilizzazione e le ore di funzionamento degli impianti;
- un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale i consumi specifici, le criticità e gli interventi da considerare.

Nello schema seguente, tratto dalla UNI EN 15265:2008 "Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici – Criteri generali e procedimenti di validazione", sono mostrati i principali flussi energetici di un edificio.



L'esito della diagnosi energetica consente, in conclusione, di valutare il fabbisogno caratteristico del sistema edificio-impianto e di individuare degli indicatori specifici di richiesta di energia primaria (kWh/m<sup>2</sup> o kWh/m<sup>3</sup>), rappresentativi della prestazione energetica dell'edificio, come spiegato nel dettaglio nei paragrafi successivi.



## 2.2 Riferimenti normativi

### 2.2.1 Normativa tecnica

- Direttiva Consiglio UE n. 92/42/CEE, *Requisiti di rendimento per le nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi*, 1992
- EN 61829, *Crystalline silicon photovoltaic array – On-site measurement of I-V characteristics*, 1998.
- ISO 9869, *Thermal insulation – Building elements – In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance*, 1994
- prEN 14825, *Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling – Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance*, 2010
- prEN 16247-1, *Energy audits – Part 1: General requirements*, 2011
- UNI 7979, *Edilizia - Serramenti esterni (verticali) - Classificazione in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento*, 1979
- UNI 9019, *Ripartizione delle spese di riscaldamento basata sulla contabilizzazione del gradi-giorno*, 1987
- UNI 10200, *Impianti di riscaldamento centralizzati – Ripartizione delle spese di riscaldamento*, 2005.
- UNI 10348, *Riscaldamento degli edifici – Rendimenti dei sistemi di riscaldamento: metodo di calcolo*, 1993.
- UNI 10349, *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici*, 1994
- UNI 12464-1, *Illuminazioni dei posti di lavoro – parte 1: Posti di lavoro in Interni*, 2004
- UNI EN 303, *Caldaie per riscaldamento – Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale ed automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW – Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura*, 2004
- UNI EN 442-2, *Radiatori e convettori – Metodi di prova e valutazione*, 2004
- UNI EN 1264-2, *Riscaldamento a pavimento – Impianti e componenti – Determinazione della potenza termica*, 1999
- UNI EN 12207, *Finesstre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione*, 2000
- UNI EN 12309-2, *Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Utilizzazione razionale dell'energia*, 2002
- UNI EN 12815, *Termocucine a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova*, 2006

- UNI EN 12831, *Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto*, 2006
- UNI EN 13203-2, *Apparecchi a gas domestici per la produzione di acqua calda – Apparecchi di portata termica nominale non maggiore di 70 kW e capacità di accumulo di acqua non maggiore di 300 l*, 2007
- UNI EN 13229, *Inserti e caminetti aperti alimentati a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova*, 2006
- UNI EN 13240, *Stufe a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova*, 2006
- UNI EN 13829, *Prestazione termica degli edifici - Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici - Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore*, 2002. UNI EN 14037, *Strisce radianti a soffitto alimentate con acqua a temperatura minore di 120°C*, 2005.
- UNI EN 14785, *Apparecchi per il riscaldamento domestico alimentati con pellet di legno*
- *Requisiti e metodi di prova*, 2008.
- UNI EN 15193, *Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione*, 2008.
- UNI EN 15242, *Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni*, 2008.
- UNI EN 15251, *Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica*, 2008.
- UNI EN 15265, *Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici - Criteri generali e procedimenti di validazione*, 2008.
- UNI EN 15316-2, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 2.3: Sistemi di distribuzione di calore negli ambienti*, 2007.
- UNI EN 15316-3, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 3.1: Impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, caratterizzazione dei fabbisogni (fabbisogni di erogazione)*, 2008.
- UNI EN 15316-4-1, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 4-1: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi a combustione (caldaie)*, 2008.
- UNI EN 15316-4-3, *Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici*, 2008.

- UNI EN 15316-4-6, *Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici*, 2008.
- UNI EN 15316-4-7, *Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-7: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi di combustione a biomassa*, 2009.
- UNI EN 15450, *Impianto di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti di riscaldamento a pompa di calore*, 2008.
- UNI EN ISO 6946, *Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo*, 2008.
- UNI EN ISO 7726, *Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche*, 2002.
- UNI EN ISO 7730, *Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*, 2006.
- UNI EN ISO 13370, *Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo*, 2008.
- UNI EN ISO 13790, *Prestazioni energetiche degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento*, 2008.
- UNI EN ISO 13791, *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati in calcestruzzo*, 2005.
- UNI EN ISO 14683, *Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento*, 2001.
- UNI EN ISO 15927, *Prestazione termo-igrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici*, 2005.
- UNI/TR 11328-1, *Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia*, 2009.
- UNI/TR 11388, *Sistemi di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale utilizzando valvole di corpo scaldante e totalizzatore dei tempi di inserzione*, 2010.
- UNI/TS 11300-1, *Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, 2008.
- UNI/TS 11300-2, *Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*, 2008.
- UNI/TS 11300-3, *Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*, 2010.

- 
- UNITS 11300-4, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, 2012.*



### 2.2.2 Legislazione

- D.L. 18.06.07 n. 73, *Misure urgenti per l'attuazione di disposizioni comunitarie in materia di liberalizzazione dei mercati dell'energia*, 2007 (convertito con legge 3 agosto 2007, n. 125) D.Lgs. 192/2005 *Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*, 2005.
- D.Lgs. 152/2006, *Norme in materia ambientale*, 2006.
- D.Lgs. 311/2006, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, 2006.
- D.Lgs. 81/2008, *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*, 2008.
- D.Lgs. 115/2008, *Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE*, 2008
- D.M. 16.02.82, *Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi*, 1982
- D.M. 09.04.94, *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere*, 1994.
- D.M. 19.08.96, *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo*, 1996.
- D.M. 10.03.98, *Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro*, 1998.
- D.M. 06.10.03, *Approvazione della regola tecnica recante l'aggiornamento delle disposizioni di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico-alberghiere esistenti di cui al decreto 9 aprile 1994*, 2003.
- D.M. 11.03.08, *Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296*, 2008
- D.M. 26.06.09, *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*, 2009
- D.P.R. n. 412/1993, *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione,*

*l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10, 1993*

- *D.P.R. n. 660/1996, Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua, alimentate con combustibili liquidi o gassosi, 1996.*
- *D.P.R. n. 59/2009, Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, 2009.*
- *Legge 30.04.76, n. 373, Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, 1976*
- *Legge 09.01.91, n.10, Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia, 1991.*



### 3. Procedure operative

#### 3.1 Analisi del sito e dell'utenza energetica

##### 3.1.1 Contestualizzazione geografica, climatica e urbana

Per la contestualizzazione geografica e urbana, si utilizzeranno estratti di mappa fisica e satellitare aggiornati del luogo in cui è ubicata la zona soggetta ad audit, la raccolta di fotografie esterne eventualmente disponibili prima del sopralluogo per attestare lo stato ante-operam.

Gli elaborati cartografici e le fotografie dovranno consentire l'esatta individuazione del contesto naturale in cui l'edificio è ubicato, l'orografia del territorio, la presenza di piante, di flussi d'acqua, di infrastrutture viarie ed energetiche, di schermature; la presenza di altri edifici e la loro posizione.

Inoltre dovranno essere individuati in maniera chiara e univoca i riferimenti catastali dell'immobile oggetto di audit.

Per la caratterizzazione climatica, invece, le variabili di cui occorre registrare i dati sono principalmente:

- Temperatura. Valore medio mensile (da UNI 10349:1994 o da database meteo di enti pubblici locali). Se sono disponibili, valori massimo e minimo del giorno medio mensile o valori puntuali su base oraria.
- Irraggiamento solare su piano orizzontale. Valore medio mensile diretto e diffuso (da UNI 10349 o da database meteo di enti pubblici locali).
- Valore medio annuale della velocità media giornaliera e direzione prevalente del vento (da UNI 10349). Se sono disponibili, valori puntuali orari.
- Valore medio mensile di pressione parziale media giornaliera del vapore nell'aria (da UNI 10349).
- Gradi giorno del comune di appartenenza (come da all. A del D.P.R. 412/93 e s.m.i.).

Per valutare le caratteristiche dimensionali, distributive e tipologiche dell'edificio dovranno essere prodotti elaborati grafici almeno in scala 1:100 o 1:200 relativamente a planimetrie, sezioni e prospetti dell'edificio. Tali rappresentazioni dovranno essere conformi allo stato di fatto e, se necessario in mancanza di elaborati progettuali preesistenti attendibili, restituite a partire da rilievo diretto dell'edificio in tutte le sue parti.

### **3.1.2 Dati di progetto**

Oltre alla contestualizzazione naturale dell'edificio, dovranno essere acquisiti dalla persona di riferimento (tecnico comunale, progettista, responsabile manutenzione), se sono disponibili e in modo più preciso possibile, i progetti esecutivi termico, elettrico e di impianti di produzione da fonti rinnovabili eventualmente presenti. Inoltre devono essere documentati tutti gli elaborati che possano attestare la ristrutturazione o la manutenzione straordinaria di qualsiasi elemento delle zone interessate dall'audit e tutte le dichiarazioni di conformità degli impianti e i libretti d'impianto presenti.

Le schede utilizzate da compilare con tutti i dati disponibili nei progetti sono quelle riportate nei paragrafi successivi e dovranno contenere le seguenti informazioni:

- Involucro edilizio: planimetrie, sezioni e prospetti aggiornati (cfr. paragrafo 3.1.1).
- Impianto elettrico: progetto e schemi elettrici, dichiarazioni di conformità (DM 37/08), eventuali piani di manutenzione.
- Impianti termici: progetto esecutivo termico e meccanico, eventuale piano di manutenzione, ex legge 10/91 (attuale all. E del D.Lgs. 311/2006 e s.m.l.) e tutte le modifiche ed integrazioni, libretto di impianto, eventuale Certificato di Prevenzione Incendi (CPI).  
In particolare è fondamentale, oltre alla relazione tecnica, l'acquisizione delle tavole di progetto (layout di impianto e disposizione terminali di riscaldamento per ciascun locale).
- Impianti di produzione da fonti rinnovabili: relazione tecnica di progetto, schemi d'impianto.  
Per il calcolo della producibilità ottenibile, ad esempio un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile, va compilata la scheda relativa a partire dai dati di progetto o dai dati monitorati; in caso contrario dovranno essere stimate i producibilità ottenibili mediante metodi di cui ai riferimenti normativi del paragrafo 2.2.1.

Gli elaborati grafici dovranno contenere anche indicazioni relativamente agli edifici circostanti (altezza, numero di piani, tipologia costruttiva) ed ogni altro elemento atto a schermare la radiazione solare o a influenzare il profilo dei venti.

Dovranno inoltre essere indicati in maniera chiara le diverse zone termiche, gli spazi riscaldati e non riscaldati e le rispettive destinazioni d'uso.

### **3.1.3 Destinazione d'uso e profili di utilizzo dell'immobile**

Per completare la raccolta d'informazioni relative all'edificio, occorre conoscere come viene vissuto dagli utenti, in termini di occupazione, di attività che vi sono svolte, di abitudini quotidiane. Tutte queste informazioni sono fondamentali per un calcolo energetico veritiero e il più possibile concorde con l'effettiva spesa energetica che gli utenti sostengono.

Quindi è fondamentale reperire il maggior numero di informazioni e col maggior dettaglio possibile attraverso:

- Sopralluogo, verifiche e rilevazioni sul campo;
- Intervista all'utenza
- Dati di monitoraggio (se disponibili)

### **3.1.4 Acquisizione e analisi dei dati storici relativi alla fatturazione energetica**

Per effettuare una diagnosi energetica, è fondamentale la raccolta dei dati per l'individuazione degli ingressi energetici della zona/edificio soggetto ad audit e quindi del profilo caratteristico di consumo energetico. Tali ingressi possono riguardare differenti vettori energetici, i più comuni dei quali sono l'energia elettrica e il gas naturale (metano) o il GPL.

Tali consumi energetici sono deducibili o dall'acquisizione e lo studio dei dati di contabilizzazione termica (diretta o indiretta, in base alla UNI 10200) eventualmente presente e dall'acquisizione e lo studio delle fatturazioni sui pagamenti relativi alle forniture elettriche e dei combustibili.

Una volta determinati i consumi energetici reali è possibile utilizzarli per effettuare un tuning dei profili di utilizzo degli impianti termico ed elettrico e dell'edificio in generale da parte dell'utenza. Inoltre, sarà altrettanto importante confrontare i dati di consumo reale con i risultati delle simulazioni termiche dell'edificio per validare il modello di calcolo e tutte le ipotesi adottate, e per stimare in modo preciso la bontà degli interventi di riqualificazione energetica proposti e il loro tempo di ritorno economico.

Per valutare il profilo di assorbimento di energia elettrica e di combustibili occorre associare le spese energetiche della zona soggetta ad audit alla fatturazione (relativa ad un certo vettore energetico) disponibile.

Si ricorda che i "consumi reali", si riferiscono ai consumi rilevati dalla società di distribuzione dell'energia elettrica (ad esempio Enel Distribuzione o altri); poichè i consumi riportati nella fattura per il mese fatturato possono non essere reali (letture presunte o conguagli), occorre servirsi dello storico riportato su ogni fattura, relativo ai mesi precedenti.

L'ubicazione esatta dei contatori di energia dovrà essere riportata sulla planimetria dell'edificio in scala di rappresentazione appropriata.

Per ciascuna utenza energetica, oltre all'acquisizione dei dati relativi ai consumi reali per almeno tre annualità solari complete (2012, 2011, 2010), dovranno essere altresì registrate le seguenti informazioni ricavabili dalla fatturazione, per i rispettivi vettori energetici.

#### *Energia elettrica*

- a) Dati di intestazione fattura
- b) Società di fornitura
- c) Indirizzo di fornitura
- d) Punto di dispacciamento (POD):
- e) Potenza elettrica installata
- f) Tipologia di contratto e opzione tariffaria<sup>1</sup>
- g) Andamento consumi negli ultimi tre anni solari
- h) Prezzi di fornitura dell'energia elettrica<sup>2</sup>

#### *Gas naturale*

- a) Dati d'intestazione fattura
- b) Società di fornitura:
- c) Indirizzo di fornitura:
- d) Punto di riconsegna (PDR):
- e) Classe del contatore:
- f) Tipologia di contratto e opzione tariffaria:
- g) Valore del coefficiente correttivo dei consumi (C) come stabilito da:
- h) Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile:
- i) Andamento consumi negli ultimi tre anni solari (da compilare una tabella per anno):
- j) Prezzi di fornitura del combustibile

Il dato di consumo mensile si ricava dalla formula:

$$Q_{\text{fuel, mese}} = (L_{v,p,1} - L_{v,p,2}) * C * 30 / (T1 - T2)$$

Dove:

- $L_{v,p,1}$  è l'ultima lettura effettiva disponibile del contatore effettuata nel giorno T1;

<sup>1</sup> per fatture non mensili, la spesa economica mensile andrà suddivisa percentualmente in base ai valori di consumo energetico mensile.

<sup>2</sup> con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendite, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

- $L_{v,p,2}$  è la lettura effettiva disponibile precedente alla  $L_{v,p,1}$ , effettuata nel giorno T2;
- la differenza (T1-T2) rappresenta il periodo di riferimento, in giorni, sul quale si hanno consumi effettivi.

#### GPL o Gasolio

- a) Dati di intestazione fattura
- b) Società di fornitura
- c) Indirizzo di fornitura
- d) Volume del serbatoio
- e) Livello di riempimento al momento della ricarica
- f) Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile
- g) Andamento consumi negli ultimi tre anni solari
- h) Prezzi di fornitura del combustibile<sup>3</sup>

Il dato di consumo mensile si ricava dalla formula:

$$Q_{\text{fuel,mese}} = (Q_{\text{carica}} + (L_{v,p,2} - L_{v,p,1})) * 30 / (T1 - T2)$$

Dove:

- $L_{v,p,1}$  è l'ultimo valore disponibile del livello di riempimento del serbatoio nel giorno T;
- $L_{v,p,2}$  è il valore disponibile precedente a  $L_{v,p,1}$ , e precedente alla ricarica effettuata nel giorno T2;  $Q_{\text{carica}}$  è la quantità di combustibile ricaricato al momento T2 (che rappresenta il giorno di ricarica); la differenza (T1-T2) rappresenta il periodo di riferimento, in giorni, sul quale si hanno consumi effettivi.

#### Teleriscaldamento

Nel caso la zona o l'edificio soggetti ad audit sia parte di un impianto di teleriscaldamento, non vi saranno fatture per fornitura di combustibile, ma andranno analizzati i documenti di ripartizione energetica o le convenzioni di fornitura di calore.

<sup>3</sup> con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita. Sono escluse le imposte e ogni altro corrispettivo addizionale.

### 3.2 Caratterizzazione del sistema edificio - impianto

#### 3.2.1. Caratterizzazione dei componenti dell'involucro e della struttura edilizia.

Ai fini della corretta caratterizzazione dell'involucro edilizio relativamente allo stato di fatto, dovranno essere rilevati, tramite misure e verifiche dirette, tutti i parametri dimensionali, geometrici e termo fisici dei componenti opache e trasparenti

Per i componenti opachi si procederà a rilevare:

- a) tipologia costruttiva;
- b) spessore;
- c) stratigrafia e componenti costruttive
- d) ambiente confinante (esterno, locale non riscaldato, terrapieno, ecc.)
- e) finitura esterna
- f) finitura interna
- g) tipologia di struttura portante.

Per gli infissi si procederà a rilevare:

- a) tipologia di vetro
- b) tipologia di telaio
- c) tipologia dell'eventuale oscuramento esterno;
- d) dimensioni dell'eventuale cassonetto;
- e) dimensioni e tipologia del sottofinestra

Si procederà inoltre all'individuazione dei ponti termici significativi, attraverso la definizione della tipologia e delle dimensioni.

Le indicazioni di cui sopra dovranno essere correlate in maniera univoca con gli elaborati grafici mediante rimandi a planimetrie, prospetti o sezioni

Per quanto riguarda le strutture disperdenti trasparenti, si adotteranno, se disponibili, informazioni specifiche sulla qualità dei singoli serramenti installati, applicando le norme vigenti e le leggi di riferimento. Dovranno altresì essere calcolate le trasmittanze degli elementi trasparenti (trasmittanza della vetrata  $U_g$ ) e del tipo di telaio (trasmittanza termica del telaio  $U_f$ ), oltre che alla trasmittanza unitaria del serramento ( $U_w$ ) secondo i metodi di calcolo previsti dalle norme UNI UNI EN ISO 10077-1 e 14351.



### 3.2.2. Diagnostica strumentale

Le caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio dovrà avvenire con strumenti e metodi riconducibili alla diagnostica strumentale (rilevamento diretto) e al calcolo (rilevamento indiretto), come specificato di seguito.

#### *Termografia all'infrarosso*

Dovrà obbligatoriamente essere effettuata l'ispezione della struttura superficiale e sub-superficiale dei materiali costituenti l'involucro opaco dell'edificio relativamente a tutto l'edificio oggetto di indagine;

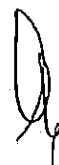
Le norme di riferimento per la misura in opera con il metodo della termografia all'infrarosso sono:

- UNI 9252:1988 "Isolamento termico - Rilievo e analisi qualitative delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici - Metodo della termografia all'infrarosso"
- UNI 10824-1:2000 "Prove non distruttive - Termografia all'infrarosso - Termini e definizioni"
- UNI EN 13187:2000 "Prestazione termica degli edifici - Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi - Metodo all'infrarosso"

Il report termografico dovrà essere allegato al report di diagnosi energetica, redatto secondo i contenuti minimi di cui alla norma UNI 9252, così come specificato nel paragrafo 4 del presente disciplinare. A titolo esemplificativo si riportano di seguito alcuni contenuti minimi:

- a) la descrizione dell'indagine, dati del committente e ubicazione dell'edificio oggetto dell'analisi;
- b) la descrizione dell'edificio sulla base della documentazione progettuale;
- c) la descrizione delle tipologie e dei materiali di rivestimento dell'edificio con i relativi valori di emissività;
- d) l'orientamento, da riportare su una pianta dell'edificio, e una descrizione dell'ambiente circostante (presenza di edifici prospicienti, di vegetazione ecc.);
- e) le specifiche della strumentazione impiegata: produttore, modello e numero di serie;
- f) la data e l'ora della prova;
- g) la temperatura dell'aria esterna durante la prova e durante le 24 ore precedenti all'analisi (è sufficiente riportare i valori minimi e massimi osservati);
- h) la descrizione delle condizioni di irraggiamento solare, osservate durante le 12 ore prima dell'inizio della prova e durante la prova;
- i) l'annotazione di eventuali precipitazioni e della velocità e direzione del vento durante la prova;

- j) la temperatura dell'aria interna e la differenza di temperatura dell'aria tra interno ed esterno, durante la prova;
- k) la differenza di pressione dell'aria tra il lato sopravvento e il lato sottovento per ogni piano (se ritenuto necessario);
- l) gli altri fattori che potrebbero condizionare il risultato, come ad esempio rapide variazioni delle condizioni meteorologiche;
- m) l'indicazione di tutti gli scostamenti rispetto ai requisiti di prova richiesti;
- n) la documentazione fotografica e gli schizzi planimetrici dell'edificio indicanti le posizioni dei termogrammi;
- o) i termogrammi registrati durante l'esame, con la scala delle temperature;
- p) l'indicazione della posizione delle anomalie termiche, l'ubicazione della posizione della termocamera rispetto alla zona analizzata, la descrizione dell'anomalia termica e il confronto con zone analoghe dell'involucro edilizio prive di anomalie;
- q) l'identificazione delle zone esaminate dell'edificio;
- r) i risultati dell'analisi con la descrizione del tipo e dell'importanza degli eventuali difetti di costruzione riscontrati;
- s) i risultati di eventuali altre indagini e misurazioni correlati con la termografia;
- t) la data e la firma.



#### *Termoflussimetria*

Ai fini della determinazione quantitativa delle caratteristiche termo fisiche delle chiusure opache dell'involucro, potrà essere utilizzata in via sperimentale la tecnica diagnostica termoflussimetrica, in particolare per quanto concerne il rilievo della trasmittanza termica in opera.

Il riferimento normativo fondamentale per l'installazione dello strumento di misura, la realizzazione delle misure, l'analisi dei dati e la redazione del report dei dati per il settore edilizio è la ISO 9869:1994 *Thermal insulation. Building elements. In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance (facoltativa, alternativa all'indagine endoscopica)*.

#### *Endoscopia*

L'indagine endoscopica potrà essere utilizzata per osservare e valutare le caratteristiche delle murature esistenti, da effettuarsi comunque successivamente alla termografia; una volta stabilita la stratigrafia, il calcolo di resistenza, conduttanza e trasmittanza termica dovrà essere eseguito ai

sensi della UNI EN ISO 6946:2008. I metodi della termoflussimetria e della endoscopia, ai fini del presente disciplinare sono da intendersi alternativi o complementari fra loro.

#### *Metodo di calcolo*

In alternativa ai metodi strumentali di diagnosi energetica, note le caratteristiche fisiche e geometrico – costruttive relative ai componenti l'involucro opaco, le caratteristiche termo fisiche possono essere determinate mediante metodi computazionali previsti dalla vigente normativa tecnica (si veda a titolo di riferimento il paragrafo 2.2).

#### **3.2.2. Caratterizzazione degli impianti termici**

L'attività di diagnosi energetica, deve prendere in considerazione tutto il periodo di funzionamento degli Impianti, ovvero il periodo effettivo di accensione. Infatti, per valutazioni in condizioni effettive di utilizzo o basate sul rilievo dei consumi, il periodo di riferimento deve coincidere con il periodo di funzionamento reale dell'impianto.

Il metodo di calcolo proposto dalle norme UNI TS 11300 prevede che l'analisi energetica dell'intero impianto – di climatizzazione o per produzione di acqua calda sanitaria (ACS) – venga scorporata nei suoi differenti sottosistemi: emissione, regolazione, distribuzione, accumulo, generazione.

La procedura consente di determinare: rendimento, perdite e consumo energetico degli ausiliari di ogni sottosistema permettendo il controllo e la valutazione dell'impatto che ognuno di questi ha sulla prestazione energetica totale del sistema edificio-impianto.

La prima operazione che porta alla diagnosi energetica degli impianti è quindi una schematizzazione della sua struttura, della sua interfaccia con le zone termiche dell'edificio e una suddivisione in sottosistemi più facilmente analizzabili.

Le tipologie di sottosistemi si suddividono in:

- Emissione (o erogazione in caso di ACS)
- Regolazione
- Distribuzione
- Accumulo
- Generazione

La diagnosi energetica dell'impianto deve portare a due risultati principali:

Il calcolo dei consumi energetici durante il funzionamento degli impianti (profilo di carico reale)

Il calcolo dell'energia primaria corrispondente (Epi)

Ai fini della caratterizzazione dei sistemi impiantistici sotto il profilo dei rendimenti dei sottosistemi, dovranno essere rilevati i seguenti dati:

#### **SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE**

- Tipologia, numero e potenza dei terminali per ogni zona termica
- Esponente n (curva di emissione)
- Potenza ausiliari elettrici

#### **SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE**

- Tipologia di sistema di regolazione in ambiente (climatica, di zona, di locale)
- Tipo di regolatore in uso (on/off, proporzionale, PI, PID)

#### **SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE**

- Tipologia di fluido termovettore (aria, acqua)
- Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni: diametro, materiale, coibentazione, lunghezza, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare
- Temperatura di mandata
- Potenza idraulica di progetto
- Lunghezza di tubazione posta rispettivamente in ambiente riscaldato e non riscaldato
- Potenza elettrica elettropompa/elettrocircolatore

#### **SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO**

- dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare
- Temperatura di accumulo

#### **SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE**

- Tipologia di generatore (a combustione, pompa di calore a compressione, pompa di calore ad assorbimento, gruppo frigorifero, centrale di trattamento aria).
- Configurazione di sistemi misti e multipli
- Tipo di combustibile
- Potenza ausiliari elettrici

In particolare per:

#### **GENERATORI A COMBUSTIONE**

- Tipologia (condensazione, modulante)
- Potenza utile a carico nominale
- Potenza al focolare a carico nominale

- Potenza a carico parziale
- Potenza minima
- Potenza ausiliari elettrici

#### *POMPE DI CALORE*

- Temperature sorgenti fredda e calda
- COP (o GUE) nominale e a carichi parziali
- Potenza ausiliari elettrici

#### *CENTRALI TRATTAMENTO ARIA*

- Potenza riscaldamento/raffrescamento nominale
- Potenza ausiliari elettrici
- Lunghezza e Isolamento tubazioni generatore-CTA
- Caratteristiche tubazioni generatore caldo
- Caratteristiche gruppo frigorifero

#### *GRUPPO FRIGORIFERO*

- Valori di riferimento EER (o GUE)
- Potenza ausiliari elettrici

#### *SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE ACS*

- Caratteristiche tubazioni: diametro, materiale, coibentazione, lunghezza, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare

#### *SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO ACS*

- Caratteristiche: dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare

#### *SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE ACS*

- Configurazione di sistemi misti e multipli

### 3.2.3 Caratterizzazione del consumo per Illuminazione ed usi elettrici

Per la valutazione del fabbisogno e del consumo energetico per l'illuminazione è necessario individuare una serie d'informazioni concernenti le caratteristiche degli impianti, il sito dell'edificio e il contributo della luce diurna (daylight).

Si riporta di seguito l'elenco dei principali dati richiesti dalla metodologia di calcolo prevista dalla norma UNI EN 15193:2008:

- latitudine del sito;
- individuazione delle zone dell'edificio con accesso alla luce diurna e delle modalità di ricezione (facciate verticali, lucernari);
- parametri dimensionali dei locali interessati;
- ostruzioni che riducono la luce incidente (lineari, sporgenze, cortili e atri, doppie facciate in vetratura);
- tipologia superfici trasparenti;
- livello di illuminamento mantenuto;
- caratteristiche dei sistemi di controllo del daylight;
- caratteristiche dei sistemi di controllo di presenza;
- caratteristiche dei sistemi di controllo ad illuminamento costante;
- tipologia degli impianti di illuminazione presenti (lampade, alimentatori, ecc.);
- potenza degli apparecchi di illuminazione;
- potenza installata per la carica degli apparecchi di emergenza;
- potenze parassite (apparecchio illuminante, sistema di emergenza, sistemi di controllo);
- numero di ore in uso degli impianti di illuminazione;
- tempo di carica degli apparecchi di emergenza.

Il calcolo dell'indice di prestazione energetica per l'illuminazione (E<sub>pill</sub>) prevede la valutazione dell'energia totale annuale utilizzata W (kWh/anno); questa può essere espressa attraverso la somma di due distinte componenti:

$$W = W_L + W_P$$

dove

$W_L$  = energia necessaria a soddisfare il servizio di illuminazione richiesto;

*WP* = energia (parassita) necessaria al funzionamento in condizioni di standby dei sistemi di controllo (con gli apparecchi di illuminazione spenti), e alla carica delle batterie degli apparecchi di illuminazione di emergenza.

*Metodi di valutazione – Misurazione.*

I metodi di misura considerati sono di carattere generale e prevedono la possibilità di una misura diretta attraverso strumentazione dedicata oppure tramite l'utilizzo di sistemi di gestione dell'illuminazione (elaborazione dati specifici, misura dei consumi, ecc.).

I metodi possibili sono:

- Misure dirette
- Contatori di energia sui circuiti della distribuzione elettrica dedicati all'illuminazione.
- Wattmetri accoppiati o integrati alle centraline di illuminazione di un sistema di gestione dell'illuminazione.

Per le altre utenze elettriche alcuni dati si possono rilevare dal sopralluogo attraverso la lettura dei dati di targa, altri si possono rilevare con misurazioni strumentali e altri ancora prevedono la consultazione delle schede tecniche del fabbricante, sulla base del

Nel caso di presenza di generatori di energia elettrica da fonti rinnovabili (ad esempio solare fotovoltaico, cogenerazione, ecc.) possono essere utilizzati i dati di produzione da misure dirette (contatori di produzione) o mediante stime di producibilità effettuate secondo i metodi computazionali previsti dalle rispettive norme tecniche di settore (si veda a titolo di riferimento il paragrafo 2.2).



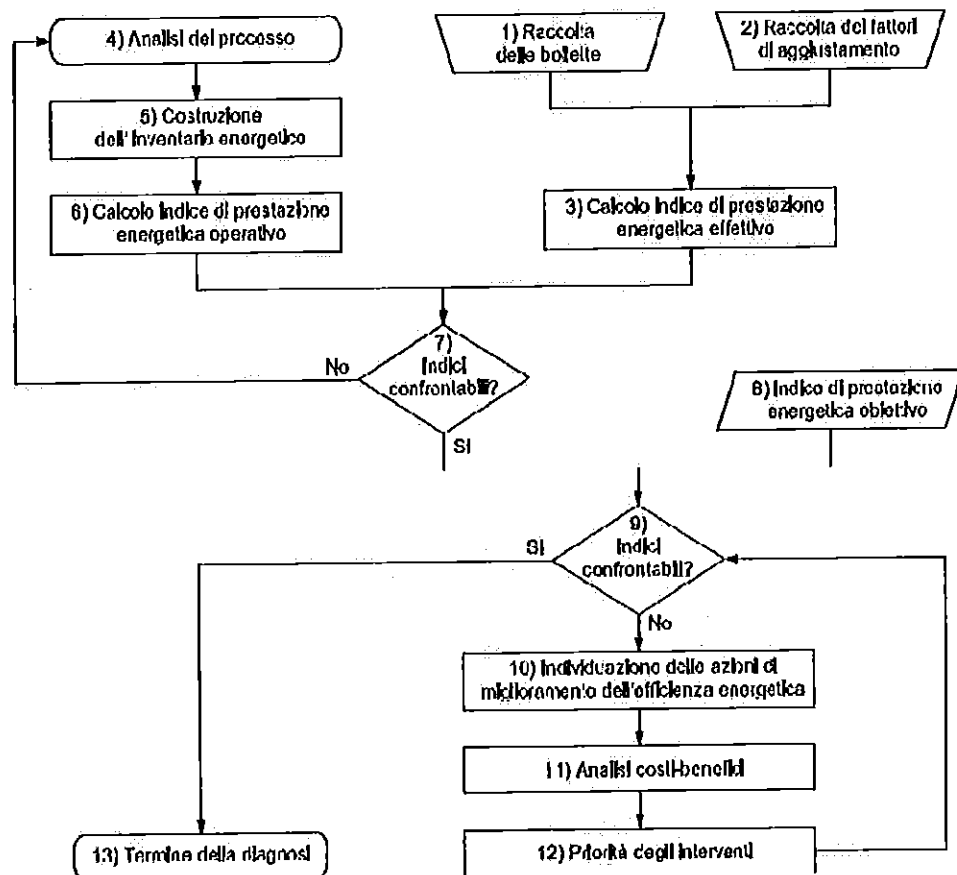
#### 4. Elaborazione, analisi dei dati e presentazione dei risultati

##### 4.1 Procedura di calcolo

Il calcolo dei consumi energetici è eseguito, attraverso l'equazione di bilancio eseguita per ogni blocco (sottosistema) in cui è rappresentato ciascuno dei diversi impianti a servizio dell'edificio (riscaldamento, raffrescamento, trattamento aria, produzione ACS) secondo quanto indicato dalle norme UNI TS 11300.

I termini del bilancio energetico da individuare in particolare dovranno essere:

- Energia termica in ingresso fornita
- Energia termica utile in uscita
- Perdite di energia termica
- Perdite di energia termica recuperate
- Energia fornita agli ausiliari
- Energia prodotta da sistemi di conversione energetica da fonte rinnovabile



La procedura di calcolo del bilancio energetico dell'impianto è riassumibile nei seguenti passaggi, secondo quanto previsto dalla norma UNI CEI/TR 11428:

- a) Creazione del diagramma a blocchi modulare rappresentativo dell'impianto e dei flussi energetici.
- b) Determinazione dei periodi di funzionamento dell'impianto per tutte le tipologie di servizio energetico: riscaldamento invernale, raffrescamento estivo, fornitura di ACS, illuminazione, utenze elettriche.
- c) Determinazione dei fabbisogni reali di energia per la climatizzazione invernale/estiva e il consumo di ACS delle diverse zone termiche. Con questa operazione si ottiene il valore di energia che deve essere fornito dai diversi blocchi (sottosistemi) di emissione.
- d) Calcolo del bilancio energetico dei sottosistemi costituenti gli impianti termici e determinazione dei rispettivi rendimenti (UNI TS 11300:2)
- e) Calcolo del fabbisogno di energia primaria dell'impianto (UNI TS 11300:2,3,4).

Una volta verificata la possibilità di poter ottenere una diminuzione sostanziale dei fabbisogni energetici dell'edificio (ad esempio attraverso un confronto fra indicatori reali e benchmark di best practice di riferimento con riferimento al contesto climatico, geografico e tipologico), si procede alla simulazione degli interventi, ipotizzandone la realizzazione a livello di involucro, di impianti termici, di impianto elettrico e di illuminazione, di impianti di produzione da fonti rinnovabili. Sono da valutare non solo le singole azioni ma anche possibili interventi integrati su più sistemi, in modo da evidenziare eventuali conflitti o sinergie fra diversi sistemi energetici e/o differenti vettori energetici, allo scopo di rispondere alle esigenze di diversificazione nell'approvvigionamento energetico dell'utenza. Le proposte di introduzione di fonti di energia rinnovabili, saranno inoltre valutate anche in considerazione delle possibilità offerte dall'assetto normativo nazionale in materia di incentivi e agevolazioni fiscali, vigenti al momento dell'effettuazione della diagnosi energetica.

Nella relazione finale di diagnosi energetica saranno descritti soltanto i possibili interventi di riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica (incluso il rispetto dei vincoli paesaggistici, ambientali, architettonici, archeologici ...) ed economica.

La fattibilità economica degli interventi proposti dovrà essere valutata a partire dalla redazione di un computo metrico sommario delle opere da eseguire per conseguire le migliori performance energetiche utilizzando, come riferimento per l'elaborazione dei prezzi unitari e delle voci di computo, il Prezzario Regionale delle Opere Edili della Regione Abruzzo edizione 2012 o, in

alternativa per le voci di elenco prezzi mancanti, da altri Prezzari Regionali relativi a regioni limitrofe (Marche, Lazio, Molise, Umbria), prezzari di Camere di Commercio o produttori di materiali e sistemi per l'edilizia e l'impiantistica. L'utilizzo di fonti dati differenti dovrà essere preventivamente concordata con lo staff tecnico del Programma ELENA.

I principali indicatori economici d'investimento che è possibile utilizzare in queste valutazioni dovranno essere:

- VAN (valore attuale netto);
- IP (indice di profitto);
- TIR (tasso interno di rendimento) o IRR (internal rate of return);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- TR (tempo di ritorno semplice) o SP (simple payback time).

I tassi di interesse da utilizzare per le operazioni di attualizzazione e analisi economico - finanziaria verranno concordati con lo staff tecnico del Programma ELENA, anche sulla base degli scenari e degli Indicatori economici di riferimento al momento dell'effettuazione delle operazioni di audit.

#### **4.2 Contenuti minimi del Rapporto di Diagnosi Energetica**

Per ciascun edificio oggetto di incarico, e con fascicolazione separata, dovrà essere presentato al Committente il relativo rapporto di DE, in forma di relazione tecnica con allegati e dovrà essere organizzato secondo la seguente struttura e contenuti minimi:

##### *Contesto*

- informazioni generali sul committente e sulla metodologia di DE,
- contesto della DE,
- descrizione del sistemi oggetto di DE,
- norme tecniche e legislazione pertinenti,
- personale impiegato nella DE;

##### *Diagnosi Energetica*

- descrizione della DE,
- scopo e livello di dettaglio, tempi di esecuzione e limiti di indagine,
- informazioni sulla raccolta dati,
- strumentazione di misura (stato corrente),
- indicazione di quali dati siano stati utilizzati (e quali sono frutto di misure e quali di stime),

- elenco dei fattori di aggiustamento e dei dati di riferimento utilizzati, compresi costi e tariffe, certificati di taratura, ove rilevante, nonché elenco delle unità di misura e dei fattori di conversione,
- analisi dei consumi energetici,
- criteri per l'ordinamento delle raccomandazioni per la riduzione dei consumi energetici;

#### *Individuazione dei benchmark energetici e ambientali*

Gli indici energetico ambientali da utilizzare nella presentazione dovranno essere almeno i seguenti:

- EPI = indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale;
- EPacs = indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria
- EPGI = EPI+EPacs indice di prestazione globale.
- EPe, *invol i* = indice di fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento estivo;
- EPe = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;
- EPIII = indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale.
- CO<sub>2eq</sub> = emissioni equivalenti di CO<sub>2</sub>, calcolati secondo le tabelle IPCC, per ciascun vettore energetico, relativamente alla situazione di consumo reale e agli scenari di miglioramento energetico ipotizzati.

#### *Raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica redatte in accordo con l'appendice A della UNI CEI/TR 11428 :*

- azioni di risparmio energetico proposte, raccomandazioni, piano e programma di implementazione;
- ipotesi assunte durante il calcolo dei risparmi energetici e loro impatto sull'accuratezza delle raccomandazioni;
- analisi economica appropriata;

## Conclusioni

Nelle conclusioni dovranno essere sinteticamente rappresentati i seguenti elementi:

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico - economica,
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni;

## Allegati

Gli allegati rappresentano parte integrante e sostanziale del Report di Diagnosi Energetica e saranno costituiti da:

- a) elaborati grafici e documentazione fotografica relativi alla contestualizzazione geografica, climatica, urbana e di progetto (a titolo non esaustivo ed esemplificativo: mappe catastali, fotografie, ecc.);
- b) report di indagine termografica, redatto secondo quanto disposto dalla norma UNI 9252;
- c) report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali (termoflussimetria, endoscopia, ecc);
- d) schede di rilievo ed acquisizione dati, predisposte secondo il format digitale fornito dal Committente, in restituite compilate in ogni sezione, in formato cartaceo e su supporto di archiviazione digitale;
- e) copie delle fatture relative alle forniture energetiche considerate ai fini dell'audit energetico, relative ad almeno tre annualità (2012, 2011, 2010) per ciascun edificio;
- f) cd-rom o altro supporto di archiviazione digitale contenente tutta la documentazione relativa al Rapporto di Diagnosi Energetica e ai relativi allegati, in formato PDF con firma digitale certificata per gli elaborati documentali e formato DWG compatibile con i più diffusi software CAD (compatibilità Autocad 2007).

## 5. Allegati

Al presente disciplinare di incarico sono allegate in formato digitale excel le schede da utilizzare per il rilievo e l'acquisizione dei dati relativi al rapporto di diagnosi energetica.

Tali schede costituiscono allegato obbligatorio da presentare unitamente al Report di Diagnosi Energetica, sia in formato cartaceo sia in formato digitale XLS e PDF.

## 6. Bibliografia

A supporto della Diagnosi Energetica di cui al presente Disciplinare, si riportano alcuni riferimenti bibliografici e sitografici quali utili strumenti di consultazione e reperimento dati.

- *P. Conti, D. Della Vista, F. Fantozzi, G. Fasano, W. Grassi, R. Manetti, E. Menchetti, E. Schito, P. Signoretti, D. Testi, Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario, ENEA, 2011.*
- Cammarata G., Elementi di Impianti Termotecnici, Università di Catania, 2006.
- Dall'Ò G., Green Energy Audit, 2011.  
De Santoli L., Mancini F., Procedura Semplificata per la Valutazione dei Fabbisogni Energetici dei Trattamenti dell'Aria, Università La Sapienza, Roma, Condizionamento Dell'Aria, AICARR, 2005.
- Ferrari S., Procedure di calcolo semplificate e valutazioni dinamiche, Ricerca, 2009
- Grassi W., Testi D., Della Vista D., E. Menchetti E., Simulazione del Comportamento Dinamico di Edifici Ospedali e Validazione, Atti del III Congresso Nazionale AIGE, Parma, 2009.
- Grassi W., Conti P., Testi D., Development of a Simple Transient Model for Radiant Heating and Cooling Systems and Coupling with Building Energy Simulation, Proceedings of the XXIX UIT Heat Transfer Conference, Torino, 2011.
- PhotoVoltaic Geographical Information System.
- Thumann A., Younger W. J., Handbook of Energy Audits, Seventh Edition, 2007.
- Van Dijk H.A.L. e Splekman M.E., Energy Performance of Buildings; Outline for Harmonised EP Procedures, Rapporto finale del Progetto EU ENPER, TNO Building and Construction Research, Delft, Paesi Bassi, 2004.
- World Meteorological Organization, Guide to Meter Instruments and Methods of Observation, 2006.