



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

LA VALUTAZIONE DELLA PERFORMANCE ENERGETICA

Le linee guida per le diagnosi energetiche negli edifici pubblici

Napoli, Venerdì 29 Marzo 2019

**Ing. Domenico Palladino (domenico.palladino@enea.it)
Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano**



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Cos'è una DIAGNOSI ENERGETICA

DIAGNOSI ENERGETICA: elaborato tecnico che individua e quantifica le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, individua gli interventi per la riduzione della spesa energetica e i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di certificazione energetica e la motivazione delle scelte impiantistiche che si vanno a realizzare. La diagnosi deve riguardare sia l'edificio che l'impianto.



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Diagnosi energetica: RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Con il Dlgs 141/2016, di integrazione del Dlgs 102/2014, all'art .2 lettera b-bis), viene reintrodotta in Italia la seguente definizione di diagnosi energetica:

“Procedura sistematica finalizzata ad ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi - benefici e a riferire in merito ai risultati”.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Allo stato attuale, rispetto al quadro normativo completo in tema di DE, in Italia, per eseguire la DE di edifici, si deve fare riferimento alle seguenti norme:

UNI CEI EN 16247-1: 2012 “Diagnosi Energetiche - Parte 1: Requisiti generali” che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le DE;

UNI CEI EN 16247-2: 2014 “Diagnosi Energetiche - Parte 2: Edifici” che si applica alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendone i requisiti, la metodologia e la reportistica. Essa si applica anche al settore terziario.

UNI CEI EN 16247-5: 2015 “Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell’auditor energetico” che specifica le competenze che deve possedere il REDE.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La UNI CEI EN 16247-2: 2014 è corredata da undici appendici:

A – “Diagramma di flusso del processo di diagnosi energetica” che riporta le fasi del processo di DE;

B – “Esempi di soggetti coinvolti in una diagnosi energetica di edifici” che indica gli attori coinvolti in una DE ed il loro ruolo;

C – “Esempi di scopo, finalità ed accuratezza delle diagnosi energetiche negli edifici” che illustra i confini, il grado di approfondimento e lo scopo della DE;

D – “Esempi di liste di controllo per l’attività in campo di diagnosi energetica negli edifici” che fornisce la check-list esemplificativa degli elementi da indagare in fase di sopralluogo;

E – “Esempi di analisi dell’uso dell’energia negli edifici” che descrive esempi di analisi degli usi energetici tramite modellistica;

F – “Esempi di liste di controllo per l’analisi nelle diagnosi energetiche negli edifici” che riporta, in base all’uso energetico, le misure di risparmio energetico eseguibili;

G – “Esempi di indicatori di prestazione energetica negli edifici” che riporta esempi di IPE;

H – “Esempi di opportunità di miglioramento dell’efficienza energetica negli edifici” che contiene esempi di ORE;

I – “Esempi di analisi e calcolo dei risparmi nelle diagnosi energetiche negli edifici” che riporta esempi di calcolo dei risparmi energetici;

J – “Esempi di rapporto di una diagnosi energetica di edifici” che indica un indice-tipo del rapporto di DE;

K – “Esempio di metodo di verifica del miglioramento energetico negli edifici” che riporta l’esempio di un metodo di verifica del miglioramento della performance energetica dell’edificio.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

IL REDE

*Il REDE è la **figura tecnica esperta che esegue ed è REsponsabile della procedura di Diagnosi Energetica**. Tale funzione può essere svolta da un singolo professionista (libero o associato), da una società di servizi (pubblica o privata, incluse le società d'ingegneria), da un Ente Pubblico competente, da un team di lavoro. Infatti, i tecnici chiamati a svolgere la DE devono essere esperti nella progettazione degli edifici e degli impianti ad essi asserviti e, qualora un unico tecnico non sia competente in tutti i campi necessari all'esecuzione della DE, può costituirsi un team di lavoro che implichi la collaborazione fra diversi tecnici, in modo che vengano coperti tutti gli ambiti professionali richiesti dalla DE.*

Il ruolo dell'auditor è stato definito nella norma UNI CEI EN 16247-5 "Diagnosi energetiche. Parte 5: Competenze dell'auditor energetico".

Affianco alle conoscenze tecniche necessarie allo svolgimento dell'intero processo di diagnosi, il REDE dovrà possedere una spiccata capacità comunicativa, essenziale in quanto dovrà relazionarsi con tecnici e non tecnici.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

REQUISITI DELLA DIAGNOSI

*La diagnosi energetica deve possedere cinque requisiti fondamentali che si evincono dal punto 4.1 del rapporto UNI CEI/TR 11428 (**Data ritiro: 01 marzo 2018**):*

- 1. Completezza:** Definizione puntuale del sistema energetico;
- 2. Attendibilità:** Raccolta di dati con sopralluoghi e indagini approfondite, in numero e qualità idonee;
- 3. Tracciabilità:** Ricostruzione del percorso logico e tecnico seguito nel processo di diagnosi;
- 4. Utilità:** Valutazione dei possibili interventi migliorativi effettuata con un'analisi costi-benefici.
- 5. Verificabilità:** Verifica dell'effettivo aumento di efficienza energetica a seguito degli interventi proposti in linea con quanto preventivato

REQUISITI DELLA DIAGNOSI

In quanto procedura sistematica nel conseguimento degli obiettivi stabiliti, la diagnosi energetica deve possedere cinque requisiti fondamentali

Completezza

Per completezza si intende la capacità di descrivere il sistema energetico includendo tutti gli aspetti significativi:

- *involucro dell'edificio;*
- *impianto di riscaldamento;*
- *impianto di ventilazione e trattamento aria;*
- *impianto di raffrescamento estivo;*
- *impianto elettrico;*
- *impianti a fonti rinnovabili;*
- *sistemi di automazione e controllo (BACS);*
- *componenti di movimentazione all'interno degli edifici, quali ascensori, scale mobili, nastri trasportatori;*
- *comfort termico, qualità dell'aria, acustica e illuminazione.*

REQUISITI DELLA DIAGNOSI

Attendibilità

L'attendibilità si esplicita attraverso l'acquisizione di dati soddisfacenti dal punto di vista quantitativo e qualitativo, ossia di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico. Tale requisito è perseguibile attraverso sopralluoghi e rilievi strumentali dell'edificio per la definizione delle caratteristiche essenziali del sistema e del consumo energetico, il quale sarà soggetto a verifica di coerenza con i dati di fatturazione o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura.

Tracciabilità

La tracciabilità consiste nell'agevole individuazione delle fonti di dati, delle modalità di elaborazione dei risultati e delle ipotesi di lavoro assunte. Ciò si traduce nell'utilizzo di una procedura standardizzata di diagnosi energetica, nell'identificazione dei consumi energetici del sistema edificio-impianto, nella documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati della diagnosi includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

REQUISITI DELLA DIAGNOSI

Utilità

L'utilità è intesa nell'accezione di identificazione e valutazione degli interventi di efficienza energetica sotto il profilo costi/benefici. Per ogni scenario di intervento saranno formulati la descrizione, l'analisi dei benefici energetici, economici ed ambientali, le cautele e interazioni con altri interventi, i fattori di costo, i riferimenti tecnici normativi e legislativi, le misure e verifiche da effettuare a valle dell'applicazione.

Verificabilità

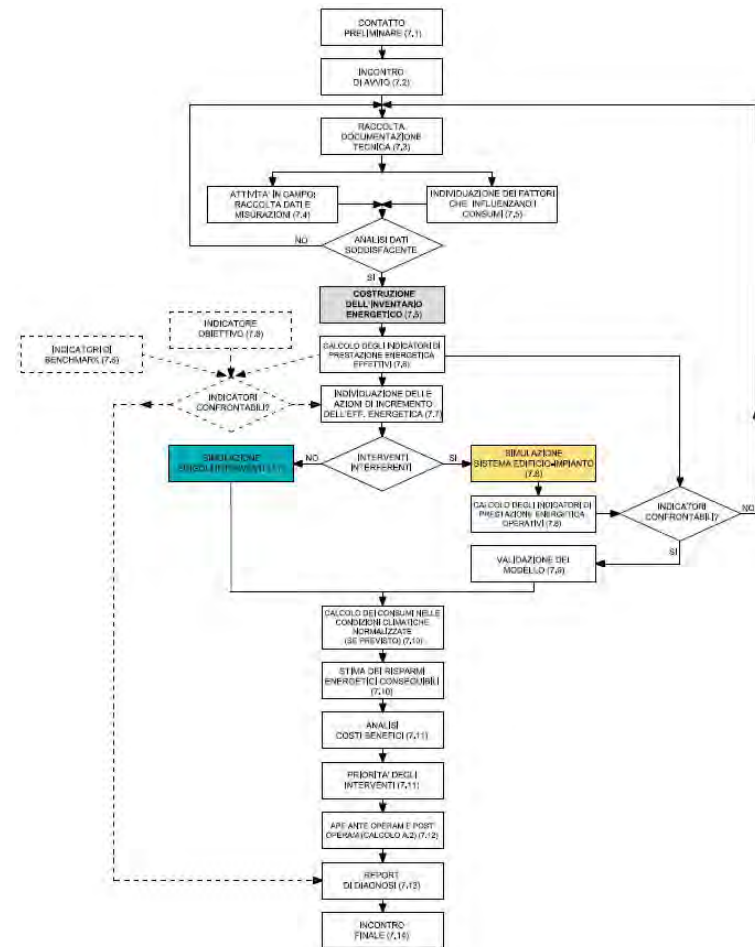
La verificabilità si esplicita nell'identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dall'applicazione degli interventi proposti.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Diagnosi energetica

IMPORTANTE:

La diagnosi energetica è differente da un Attestato di Prestazione Energetica (APE).
E' un tipo di valutazione Adattata all'utenza che ha come dati in ingresso Profili di utilizzo, Clima e caratteristiche Edificio non standard ma REALI. La valutazione adattata all'utenza può consentire una stima realistica dei consumi energetici.
(CALCOLO A3 UNI TS 11300)



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

UNI TS 11300-1: 2014

Nel caso di applicazione all'intero edificio in modo omogeneo (progetto di nuovi edifici o ristrutturazioni globali o diagnosi energetica dell'intero edificio) si fa riferimento al prospetto 2, ricavato dalla UNI EN 15603.

prospetto 2 – Classificazione tipologie di valutazione energetica per applicazioni omogenee all'intero edificio

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto (<i>Design Rating</i>)	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard (<i>Asset Rating</i>)	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all'utenza (<i>Tailored rating</i>)	In funzione dello scopo		Reale

La valutazione energetica sul progetto (A1) o standard (A2) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo. La valutazione adattata all'utenza (A3) può consentire una stima realistica dei consumi energetici.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

UNI TS 11300-1: 2014

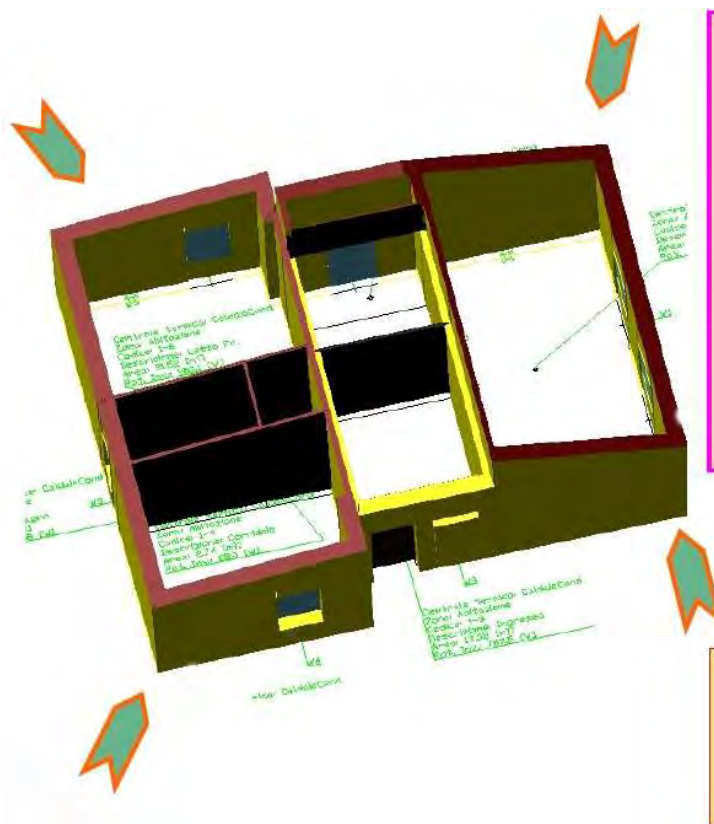
prospetto 3 **Classificazione tipologie di valutazione energetica e relative applicazioni**

		Edificio		
		Progetto	Reale	Misto
Utenza	Standard	<ul style="list-style-type: none"> - Richiesta del permesso di costruire (nuova costruzione) - Certificazione energetica del progetto (nuova costruzione) 	<ul style="list-style-type: none"> - Certificazione energetica dell'edificio - Qualificazione energetica dell'edificio 	<ul style="list-style-type: none"> - Richiesta di titolo abilitativo (ristrutturazione) - Certificazione energetica del progetto (ristrutturazione)
	Reale	<ul style="list-style-type: none"> - Ottimizzazione del progetto (nuova costruzione) 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnosi energetica (analisi dell'esistente) - Validazione modelli di calcolo (confronto con consumi reali) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ottimizzazione del progetto (ristrutturazione)

La valutazione energetica sul progetto (A1) o standard (A2) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo. La valutazione adattata all'utenza (A3) può consentire una stima realistica dei consumi energetici.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

TIPO DI VALUTAZIONE: Esempio



INTERVENTI PROPOSTI

- ISOLAMENTO A CAPPOTTO
- ISOLAMENTO DEL SOLAIO SU CANTINA
- ISOLAMENTO DEL TETTO
- SOSTITUZIONE CALDAIA CON UNA A CONDENSAZIONE CON Sonda ESTERNA
- INSERIMENTO VALVOLE TERMOSTATICHE
- FINESTRE CON $U < 2,8 \text{ W} / (\text{M}^2 \text{ K})$

ALTRI INTERVENTI RICHIESTI

- FOTOVOLTAICO
- SOLARE TERMICO

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

TIPO DI VALUTAZIONE: Esempio

CONSUMI E RISPARMI

CONSUMO IN REGIME DI FUNZIONAMENTO INTERMITTENTE (REALE) (UNI 13790 e UNI 10348)

Litri di GPL consumati per la climatizzazione invernale (confronto tra la situazione attuale con due possibili soluzioni di isolamento delle pareti esterne: 8 e 12 cm di spessore)	2711 (base)	[litri/anno]	2277	[€/anno]
	1070 (8cm)	[litri/anno]	899	[€/anno]
	961 (12cm)	[litri/anno]	807	[€/anno]

CONSUMO IN REGIME DI FUNZIONAMENTO CONTINUO (NORMALIZZATO) (UNI 13790 E UNI 10348)

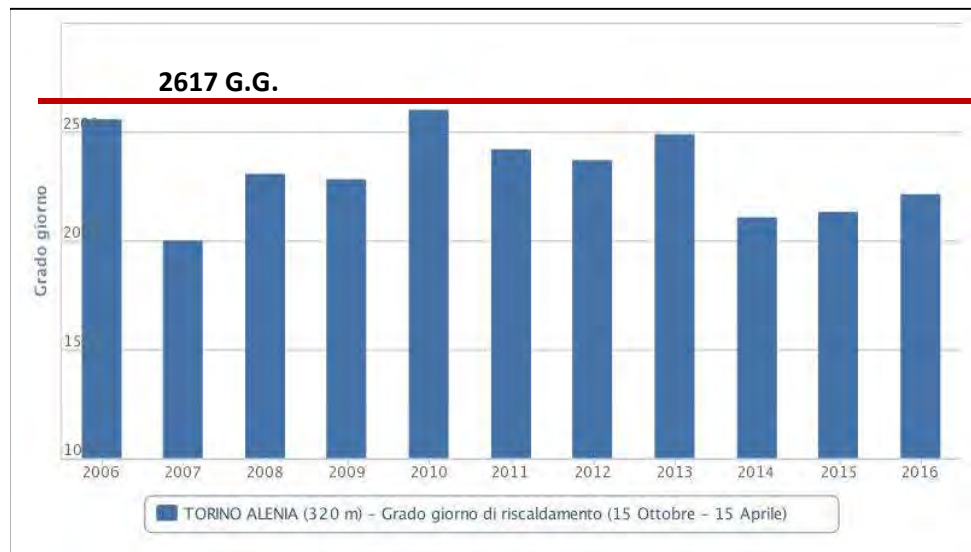
Litri di GPL consumati per la climatizzazione invernale (confronto tra la situazione reale con due possibili soluzioni di isolamento delle pareti esterne)	5460 (base)	[litri/anno]	4587	[€/anno]
	1391 (8 cm)	[litri/anno]	1169	[€/anno]
	1240 (12 cm)	[litri/anno]	1042	[€/anno]

Da notare l'enorme differenza tra i valori convenzionali, calcolati in regime continuo, e quelli reali, calcolati in regime intermittente. Nel primo caso, con 8 cm di isolante risulta un risparmio annuo di costi di combustibile (identificabile con il flusso di cassa) pari a $4587 - 1169 \text{ €} = 3418 \text{ €/anno}$; nel secondo caso il risparmio è "solo" di $2277 - 899 = 1378 \text{ €/anno}$.

Effettuare i calcoli del VAN con il primo valore porterebbe a errori inaccettabili.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Le differenti condizioni climatiche realmente registrate nella località d'interesse, rispetto ai valori standard (calcolo A1 e A2), incidono pesantemente sul calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio:



	2012	2013	2014	2015	2016
G.G.	2.369	2.493	2.111	2.137	2.218

Regime normativo: UNI 10349:2016, UNI 10349:1994

Dati geografici

Comune: Torino
 Provincia: Torino
 Gradi giorno: 2617 gg
 Distanza dal mare: > 40 km
 Regione di vento: A
 Direzione prevalente vento: NE
 Velocità vento media: 1,40 m/s
 Velocità vento max: 2,80 m/s
 Codice ISTAT: 1272

Dati invernali

Stazione di rilevazione per:
 Temperatura: TO - Bauducchi
 Irraggiamento: TO - Bauducchi
 Ventosità: TO - Bauducchi

Temperatura esterna:
 Località di rif.: Torino
 Della località: -8,0 °C
 Variazione: 0,0 °C
 Adottata: -8,0 °C

Periodo convenzionale riscaldamento:
 Zona climatica: E
 Durata: 183 giorni
 Dal giorno: 15 ottobre
 Al giorno: 15 aprile

Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 277,8 W/m²

Dati estivi

Località riferimento estiva: Torino

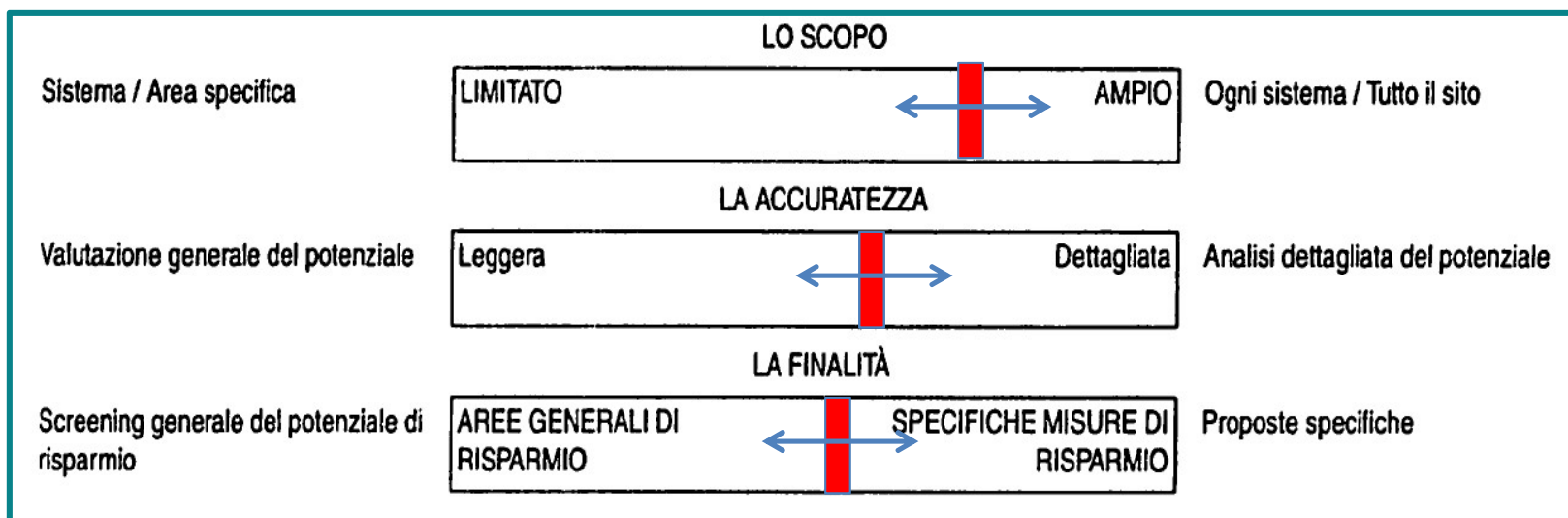
Temperatura bulbo secco: 31,0 °C
 Temperatura bulbo umido: 22,7 °C
 Umidità relativa: 50,0 %
 Umidità assoluta: 14,4 g/kg
 Escursione termica giornaliera: 11,0 °C

Fonte: www.arpa.piemonte.gov.it

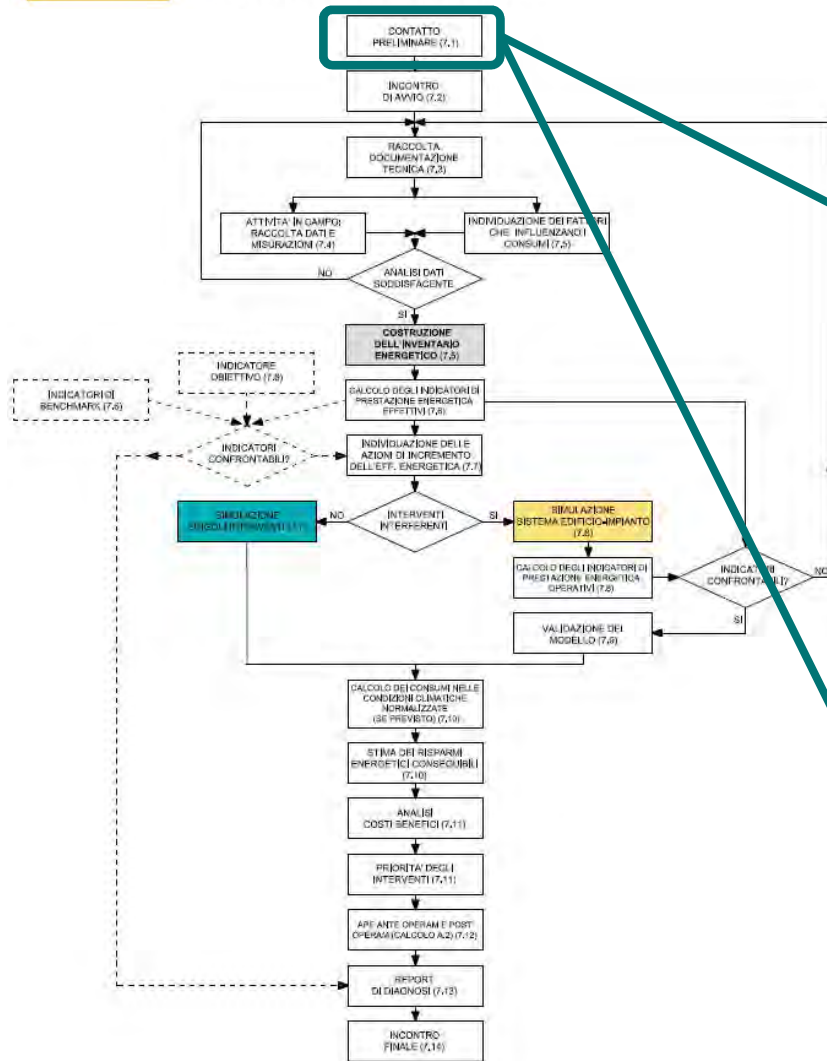
LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

SCOPO, ACCURATEZZA E FINALITÀ' DELLE DE

Come indicato nella UNI CEI EN 16247-2, nella fase di contatto preliminare è necessario concordare con il committente scopo, grado di accuratezza e finalità (ambito di intervento) in modo da definire i confini dell'attività di diagnosi.

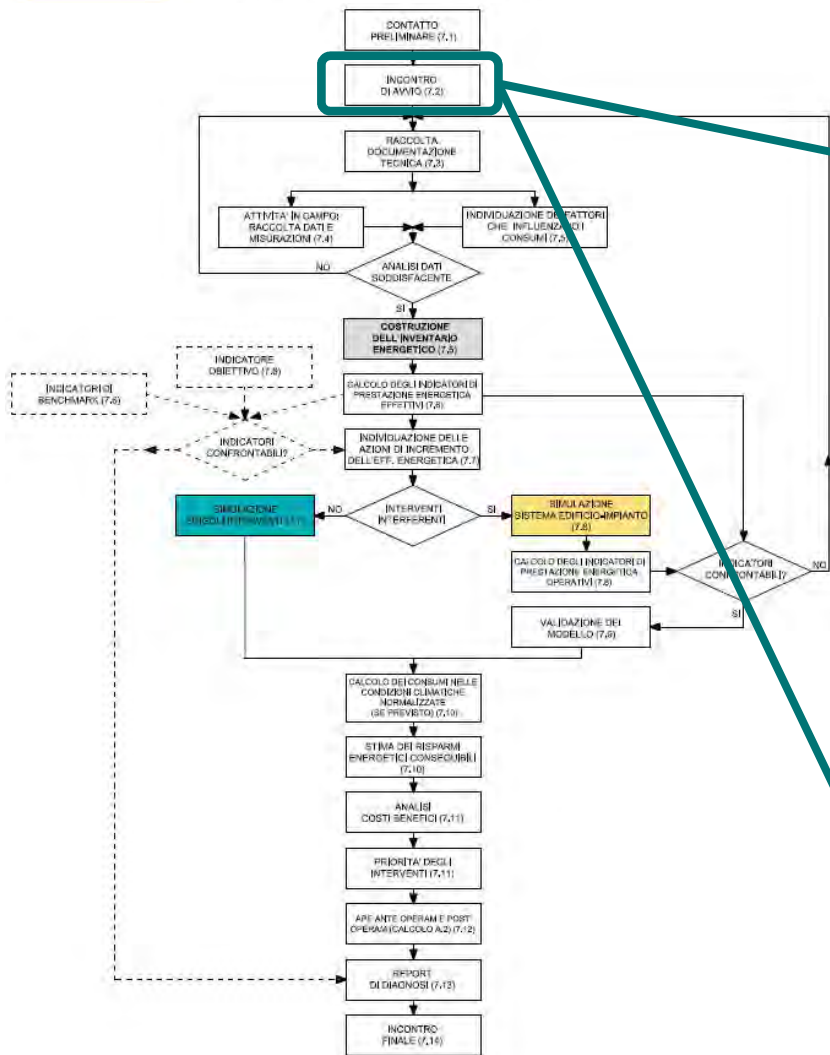


LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



*Il referente della diagnosi energetica (REDE) deve concordare con il committente **scopo, grado di accuratezza e finalità** della diagnosi energetica. Il rede deve chiedere al committente di nominare un referente, informare il personale e assicurare la cooperazione delle parti interessate*

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

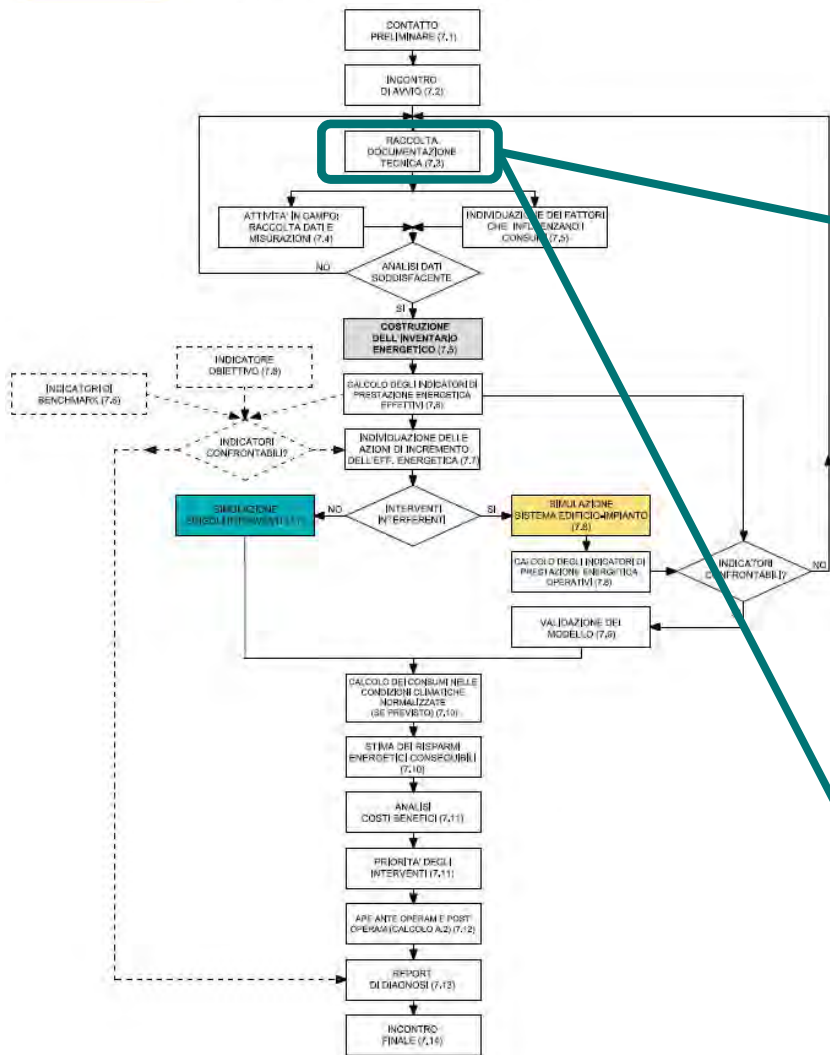


Il REDE concorda con l'organizzazione la modalità di accesso al sistema edificio-impianti, i dati da fornire ed il programma di esecuzione della diagnosi energetica.

Oggetto dell'incontro:

- ✓ *Crono-programma dei sopralluoghi;*
- ✓ *Livello di coinvolgimento degli occupanti dell'edificio;*
- ✓ *Condizioni di accesso alle aree oggetto di indagine;*
- ✓ *Rischi e pericoli per la salute;*
- ✓ *Documentazione tecnica esistente.*

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

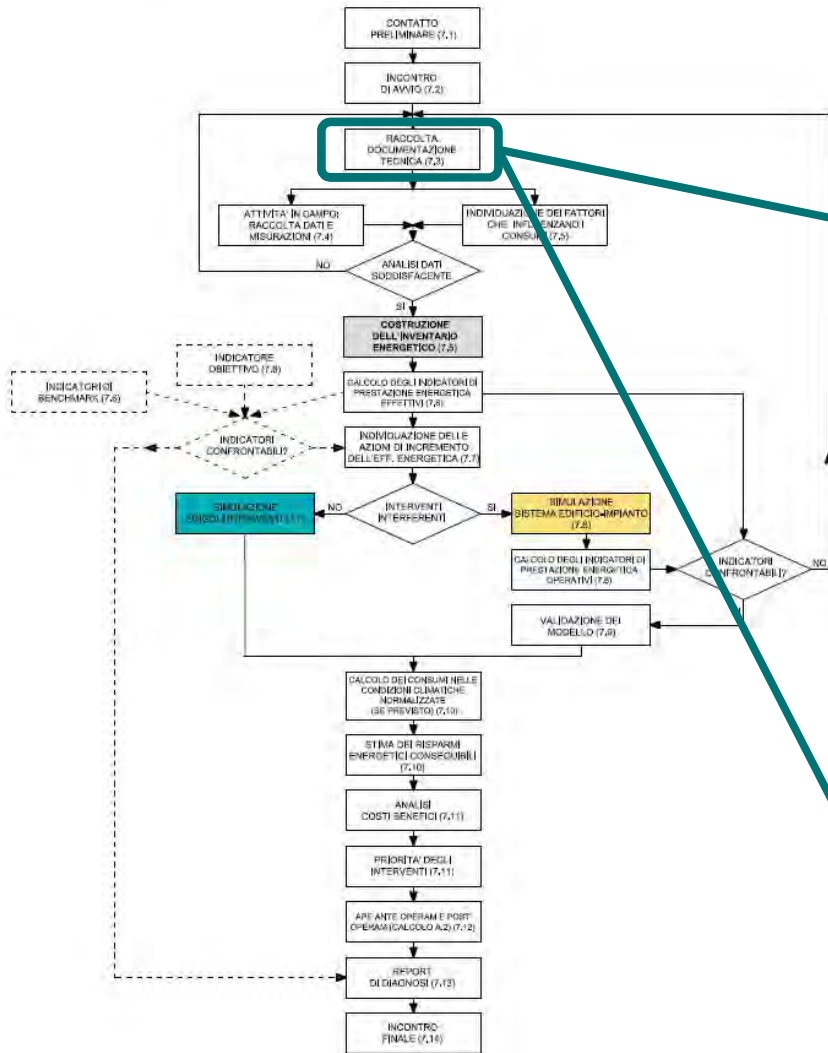


REPERIMENTO DATI DA DOCUMENTAZIONE TECNICA

- Documenti esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti (planimetrie, disegni tecnici, schemi di impianto, abaco infissi...)
- Valori di impostazione di parametri ambientali interni (temperature, portate d'aria, illuminamento, rumore) ed ogni loro variazione stagionale;
- Profili di occupazione per le differenti tipologie di attività svolte all'interno dell'edificio;
- Eventuali cambiamenti avvenuti negli ultimi tre anni o per il periodo di disponibilità dei dati;
- Certificazione energetica dell'edificio e relazione tecnica (ex legge 10), qualora disponibili;
- Documentazione relativa ad interventi di manutenzione/riqualificazione precedentemente eseguiti;

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

ALLEGATO 1 - SCHEDE DI RILIEVO



DATI GENERALI

Dati tecnico rilevatore

Cognome		
Nome	SI	NO
Titolo		
Ordine/Albo di iscrizione	SI	NO
Numero di iscrizione		
Indirizzo	SI	NO
Civico	SI	NO
Comune	SI	NO
CAP	SI	NO
Provincia	SI	NO
Telefono	SI	NO
Indirizzo mail	SI	NO
Indirizzo PEC	SI	NO

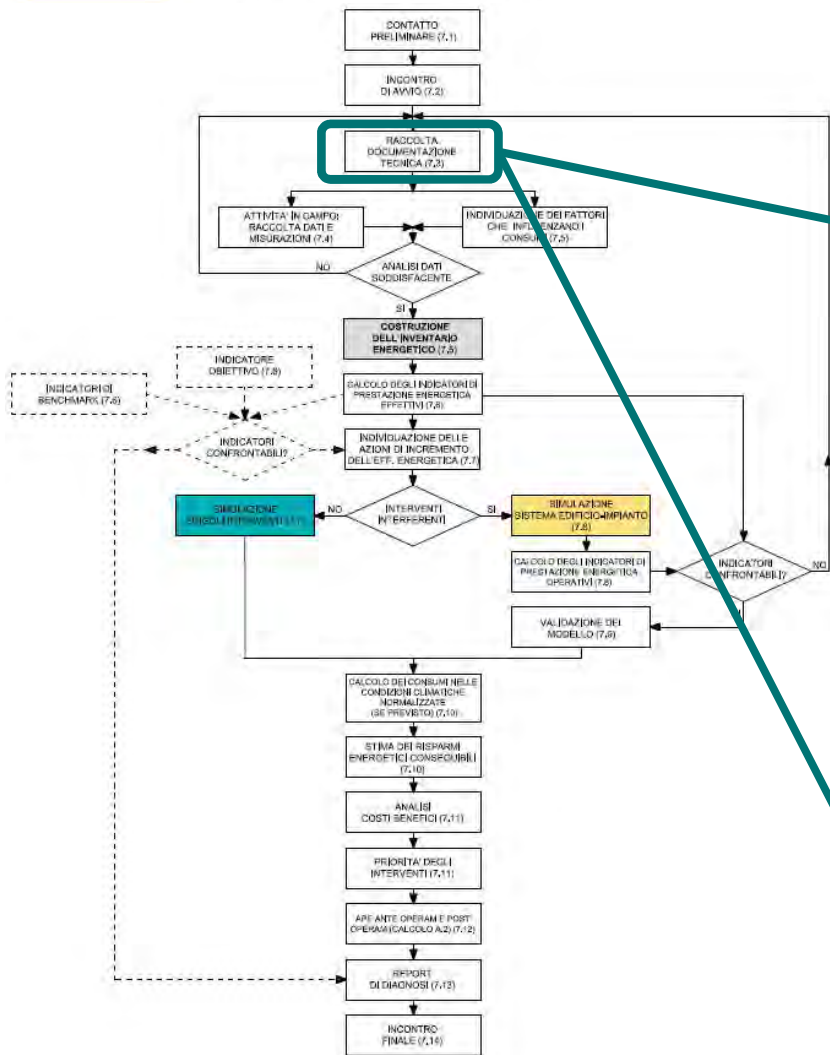
Dati generali

Nome dell'ufficio		
Codice dell'ufficio		
Codice dell'edificio		
Tipologia di ufficio*	SI	NO
Tipo A		
Tipo B	SI	NO
Tipo C	SI	NO
Ufficio pubblico	SI	NO
Comune	SI	NO
CAP		
Latitudine		
Longitudine		
ad uso	SI	NO
Possibilità di chiusura dell'ufficio per breve periodo	SI	NO
Possibilità di chiusura dell'ufficio per lungo periodo	SI	NO
Edificio sottoposto a Vincolo di Tutela del Patrimonio Culturale	SI	NO
Biomasse liquide		
Biomasse gassose		

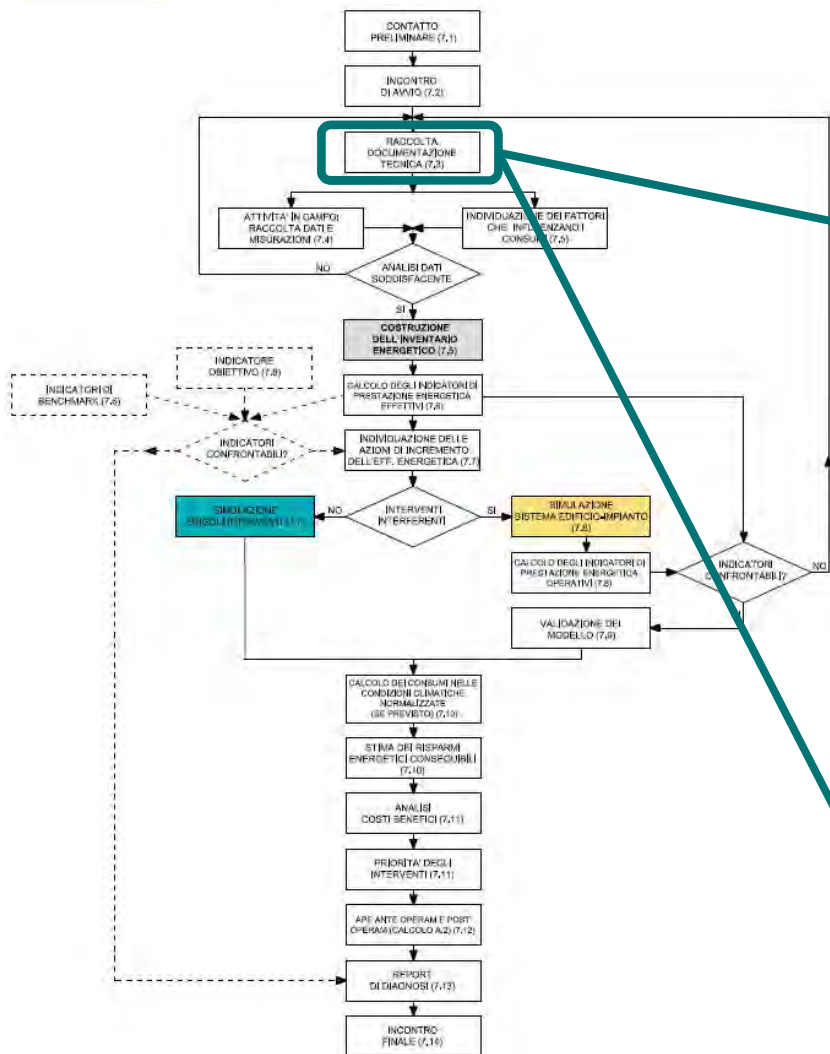
LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

ALLEGATO 1 - SCHEDE DI RILIEVO CONTENUTI

- *Dati tecnico rilevatore*
- *Dati generali*
- *Dati geometrici*
- *Manutenzione edilizia*
- *Manutenzione impianti e servizi presenti*
- *Conformità normativa*
- *Consumi*
- *Involucro*
- *Impianto di climatizzazione invernale*
- *Impianto di climatizzazione estiva*
- *Impianto ACS*
- *Ventilazione*
- *Energia elettrica ed illuminazione*
- *Fonti rinnovabili*
- *Gestione del verde*
- *Valutazione energetica*



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

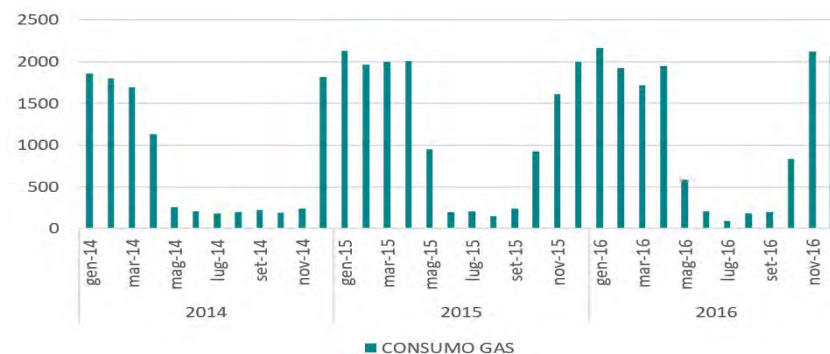


RACCOLTA DATI DI CONSUMO:

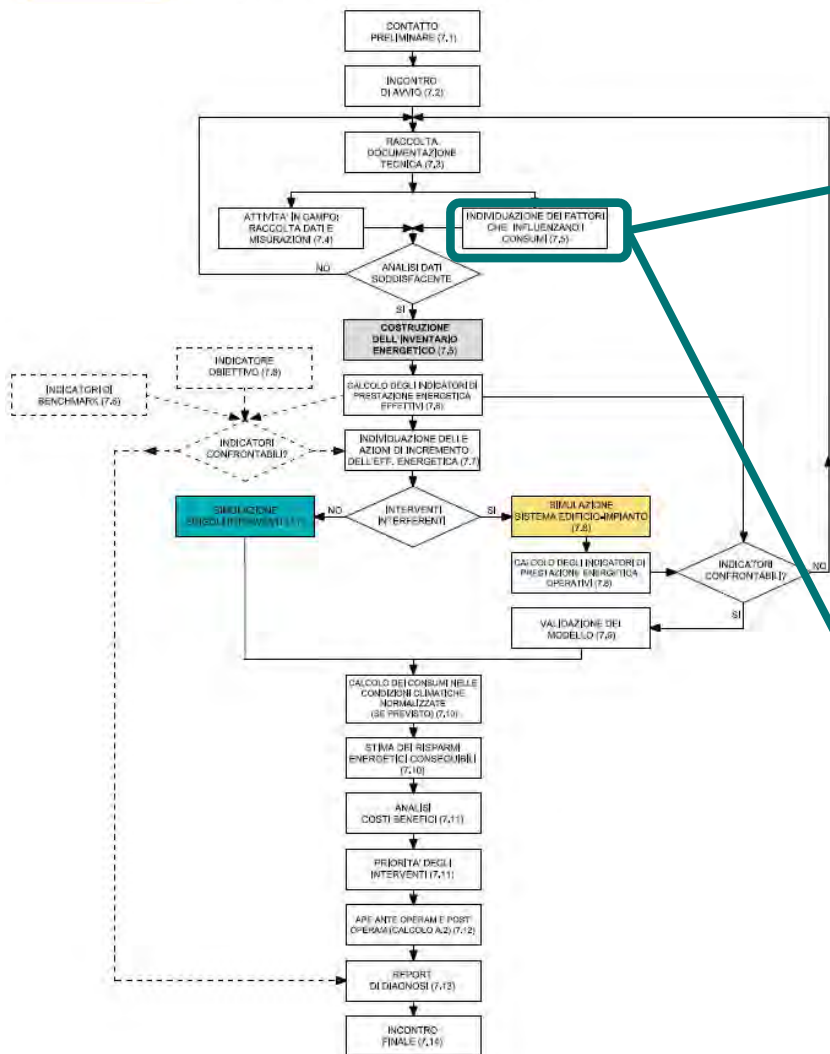
- ✓ BOLLETTE
- ✓ LETTURE

Ricostruzione dell'andamento dei consumi di tre anni

[Sm ²]	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi gas metano 2014	1.855	1.804	1.695	1.135	258	208	182	203	222	192	237	1.816	9.805
Consumi gas metano 2015	2.127	1.966	2.000	2.007	952	200	210	151	237	926	1.609	1.995	14.380
Consumi gas metano 2016	2.165	1.922	1.720	1.950	590	210	90	185	202	835	2.119	2.064	14.052



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

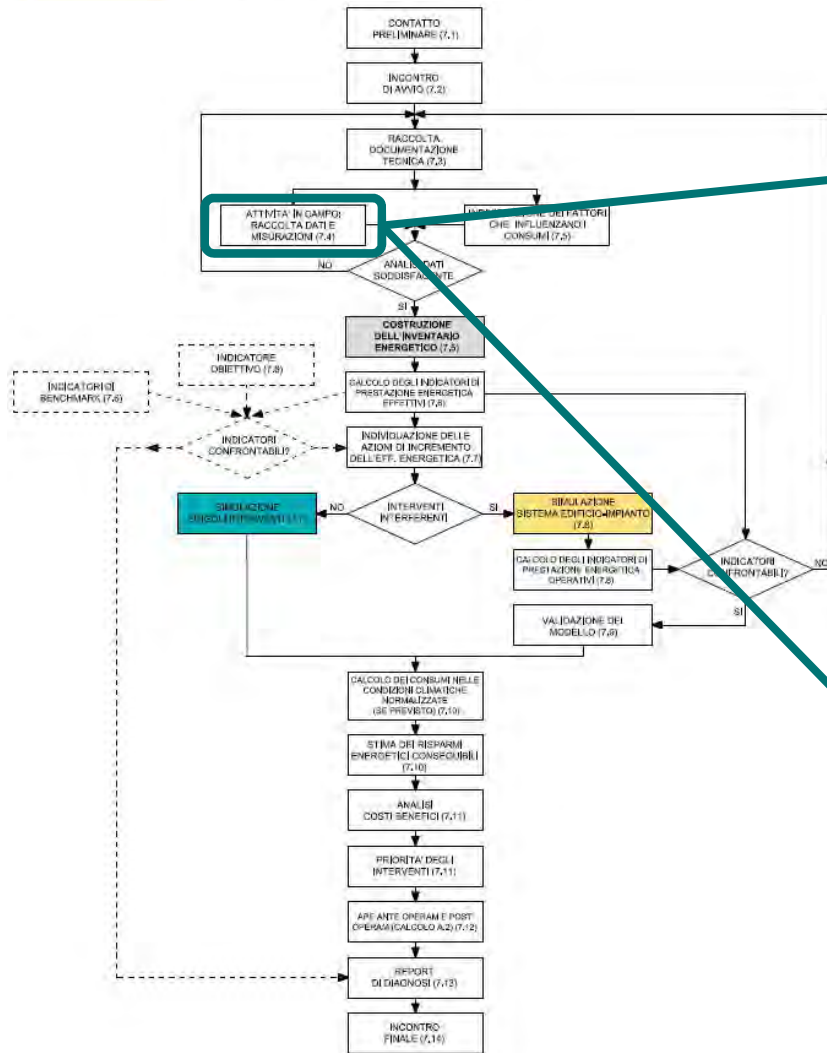


FATTORI CHE INFLUENZANO I CONSUMI

I fattori che potrebbero alterare l'andamento dei consumi di un anno rispetto agli altri presi in esame sono ad esempio:

- *Dati climatici anomali;*
- *Gestione dell'edificio (variazione date e orari utilizzo e funzionamento degli impianti e periodi di chiusura, turni lavorativi, ecc.) anomali rispetto allo standard;*
- *Cambi di destinazione d'uso all'interno dell'edificio;*
- *Diverse esigenze degli utenti (diverse condizioni termoigrometriche – diverso illuminamento);*
- *Variazione sostanziali degli elementi del fabbricato;*

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

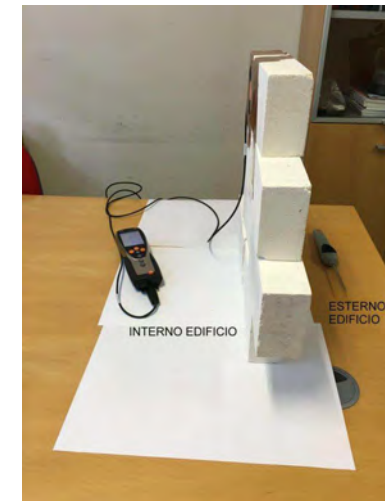


MISURAZIONI IN CAMPO

Qualora si rendessero necessarie per valutare aspetti non riscontrabili nella documentazione disponibile (es. trasmittanza pacchetti murari), si potranno effettuare misure in campo:

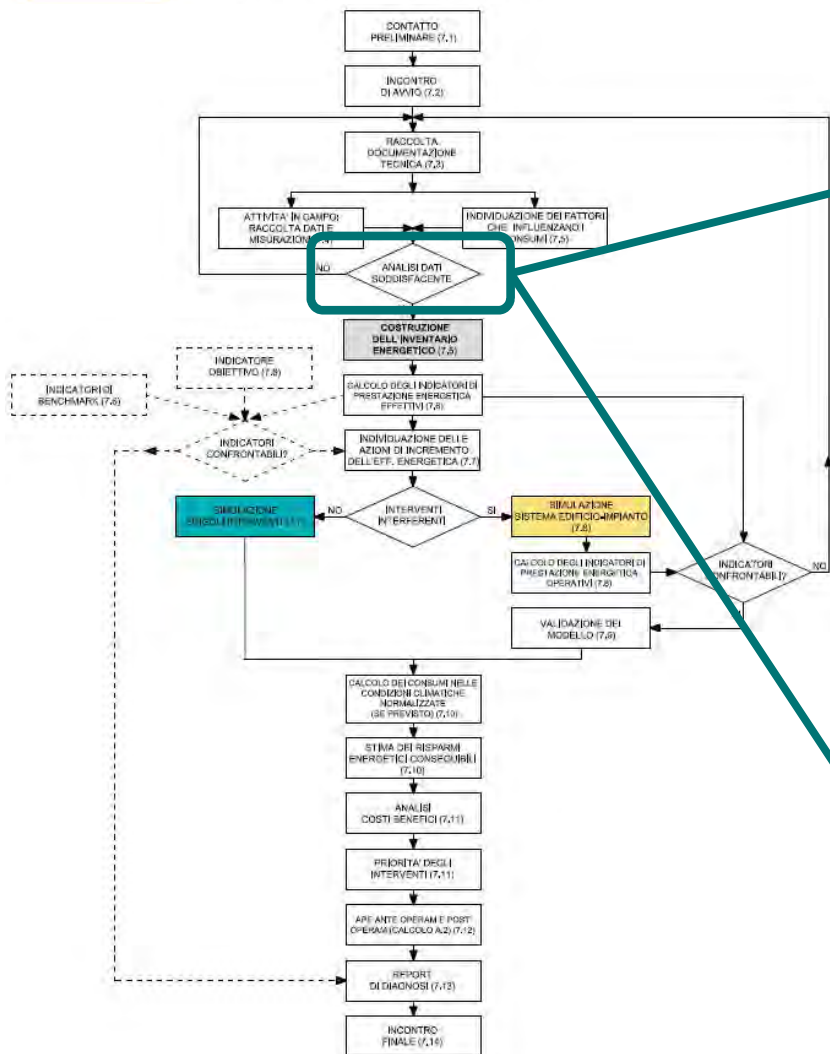


Termocamera



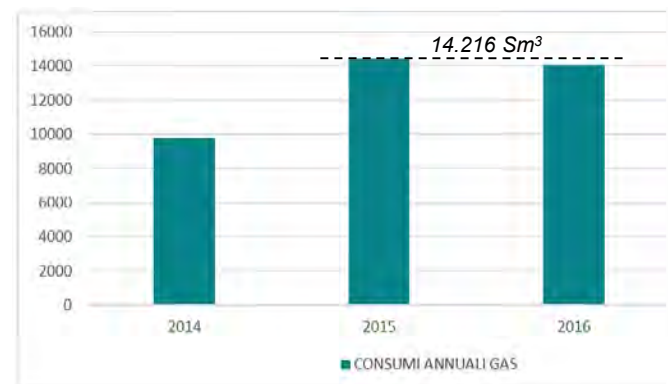
Termoflussimetro

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



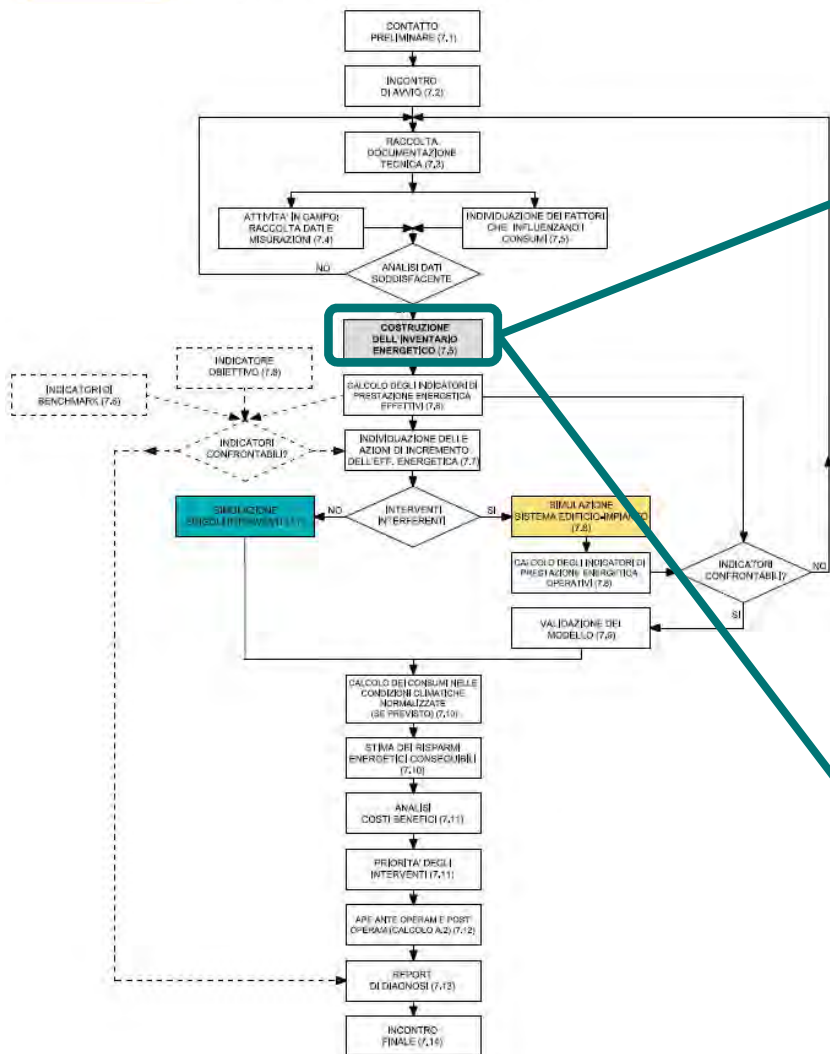
CONSUMO DI RIFERIMENTO

Il consumo di riferimento si ottiene dalla media dei consumi dei tre anni in esame. Se l'andamento dei consumi di uno dei tre è differente rispetto a quello degli altri due, come nell'esempio, si analizzano le possibili cause ed eventualmente si decide di escludere l'utilizzo del consumo di quell'anno. Il **consumo di riferimento** è definito, in questo caso, come la media tra i due anni tra loro coerenti.



Le temperature esterne considerate saranno quindi la media delle temperature degli anni presi in considerazione

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



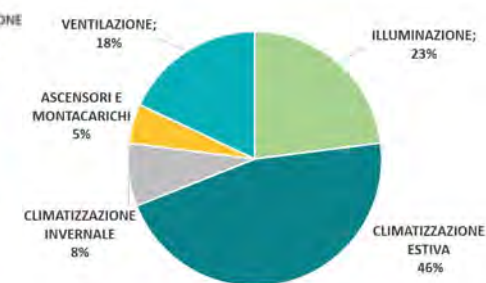
I consumi reali, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), possono essere:

- **climatizzazione invernale**
- **climatizzazione estiva**
- **produzione di ACS**
- **illuminazione**
- **ventilazione**
- **ascensori e scale mobili**

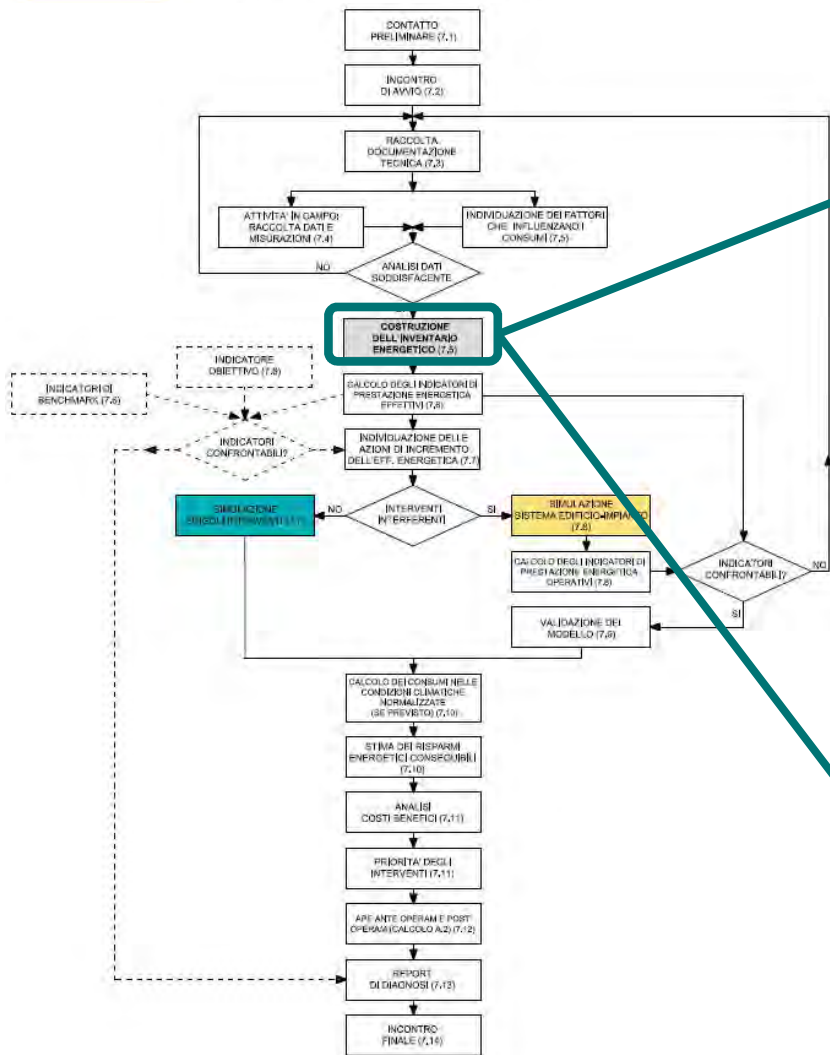
CONSUMI DI GAS



CONSUMI DI EN. ELETTRICA



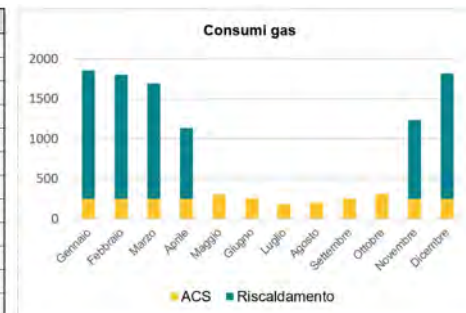
LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



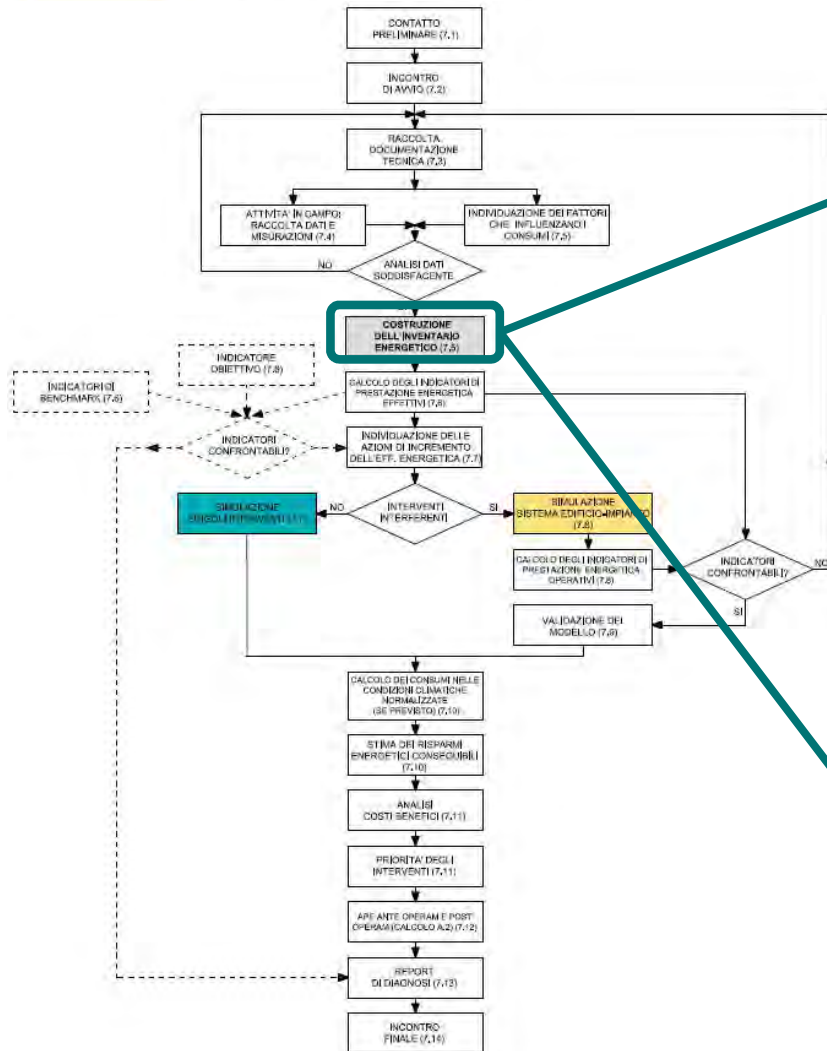
INVENTARIO ENERGETICO

Relativamente ai consumi di gas, nel caso si disponga di un unico contatore per acs e riscaldamento, è necessario stimare il consumo di acs a partire dai dati di consumo dei mesi in cui non è presente il riscaldamento, ipotizzando che si mantenga più o meno costante durante tutto l'arco dell'anno. Si attribuirà quindi al fabbisogno energetico mensile per la produzione di acqua calda sanitaria nei mesi invernali, un consumo pari alla media mensile dei consumi di combustibile rilevati durante il periodo estivo

Mese	Totale	ACS	Riscaldamento
Gennaio	1855	251	1604
Febbraio	1804	251	1553
Marzo	1695	251	1444
Aprile	1135	251	884
Maggio	302	302	0
Giugno	260	260	0
Luglio	182	182	0
Agosto	203	203	0
Settembre	251	251	0
Ottobre	308	308	0
Novembre	1237	251	986
Dicembre	1814	251	1563



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



INVENTARIO ENERGETICO

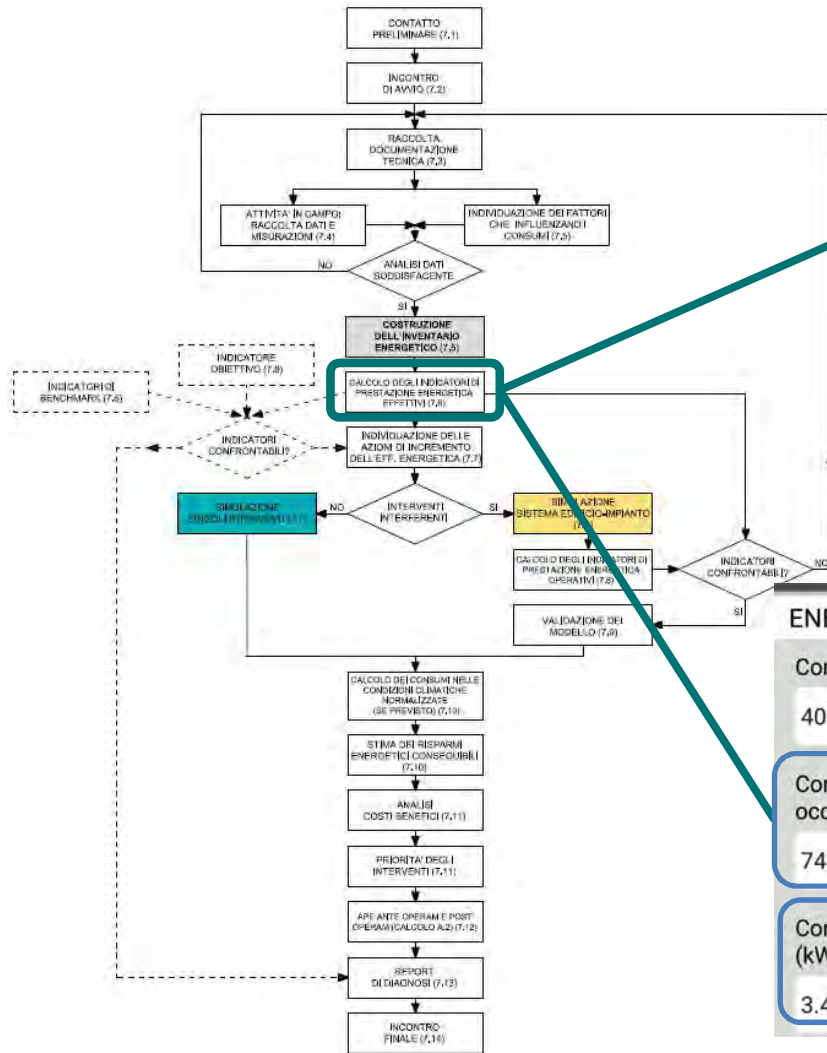
Descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico

Relativamente ai consumi elettrici, è importante quantificare i consumi che possano essere ridotti intervenendo sul sistema edificio-impianto, scomputando quelli che non ricadono nel campo dell'efficienza energetica. Si riporta a titolo d'esempio la valutazione dei consumi elettrici di un ospedale, caso in cui bisogna valutare ed escludere i consumi delle apparecchiature elettromedicali.

Descrizione utilizzatori	Potenza (kW)	Coefficiente di utilizzo	ore/giorno	giorni/anno	ore/anno	Consumo annuo (kWh)
Ausiliari caldaia 1	0,39	0,341	9	120	1080	143,63
Ausiliari caldaia 2	0,55	0,254	9	120	1080	150,88
Ausiliari caldaia 3	0,46	0,725	9	120	1080	360,18



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



RISCALDAMENTO

Consumo medio annuo vettore energetico (Sm³)

22627.50

Consumo medio annuo altro vettore energetico (kWh)

-

Consumo vettore energetico per superficie riscaldata (Sm³/m² riscaldati)

19.42

Consumo altro vettore energetico per superficie riscaldata (kWh/m² riscaldati)

-

ENERGIA ELETTRICA

Consumo elettrico annuo (kWh)

4005.50

Consumo elettrico per occupante (kWh/occupante)

74.18

Consumo elettrico per superficie servita (kWh/m²)

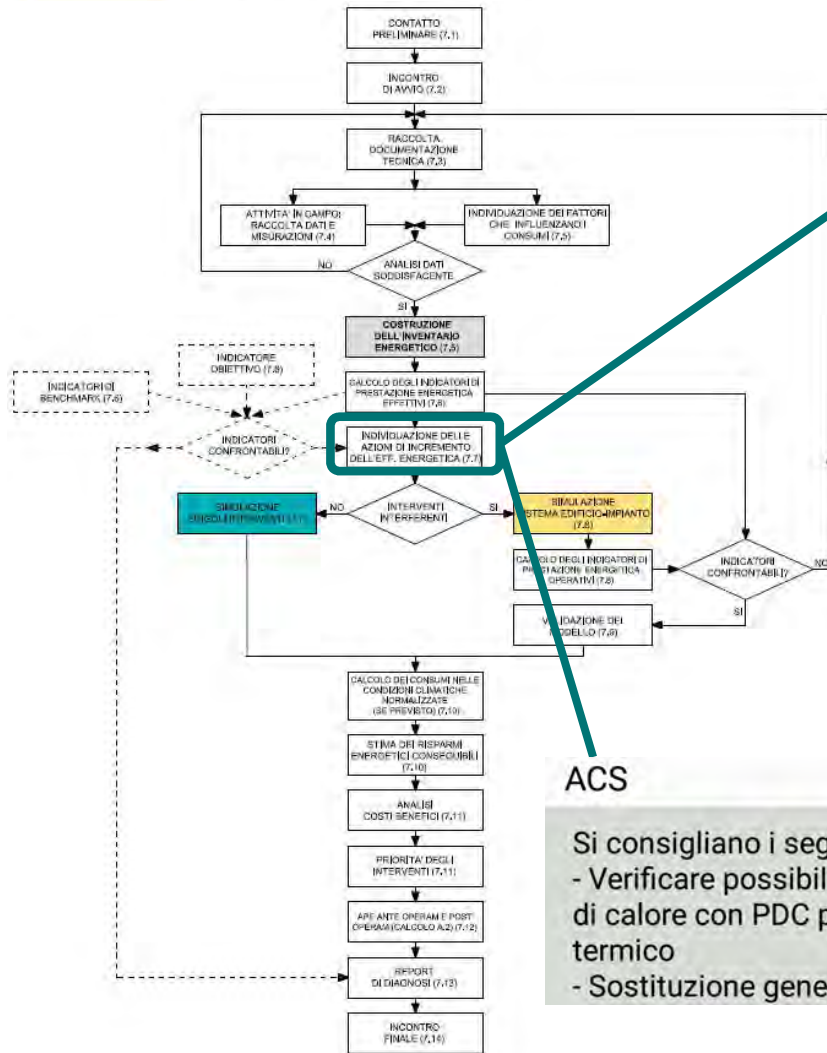
3.44

Consumo vettore energetico per occupante (Sm³/occupante)

419.03



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



← Interventi

Involucro

Si consigliano i seguenti interventi :

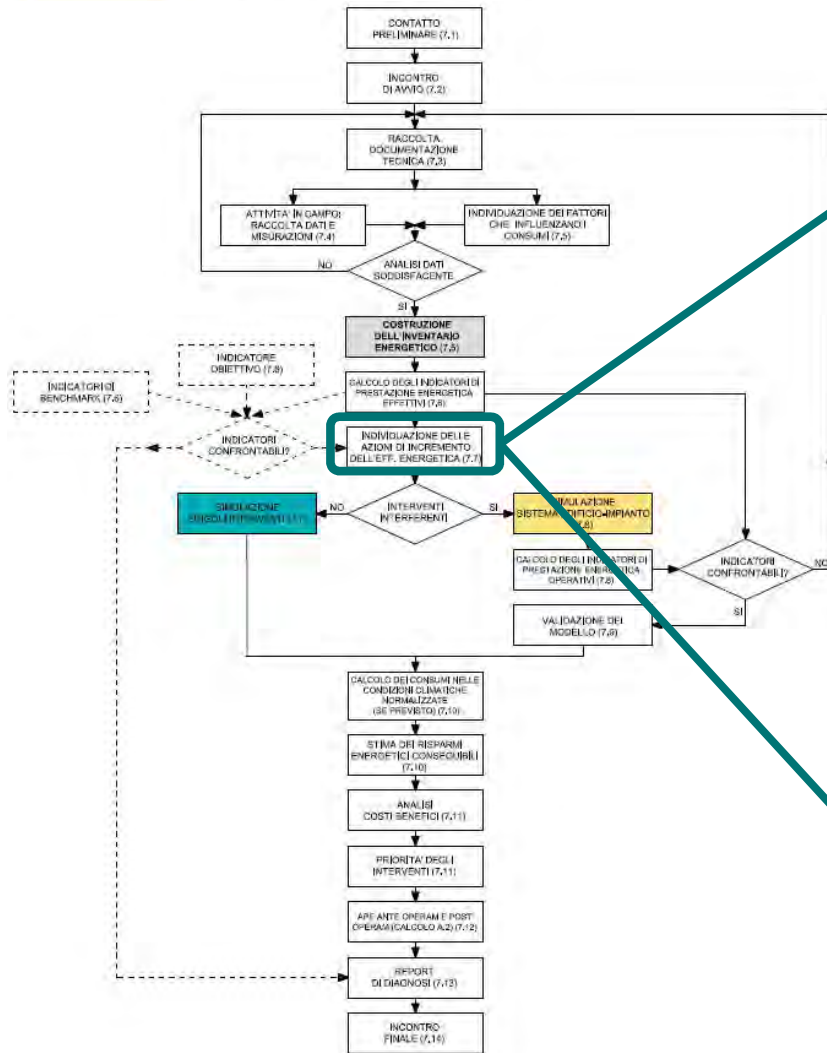
- Installazione di sistemi schermanti (orizzontali/verticali, interni/esterni, frangisole fissi/orientabili, veneziane, tende avvolgibili, lamelle nel vetrocamera)
- Cappotto esterno
- Coibentazione intradosso solaio con stesura di tappetino coibente
- Sostituzione infissi
- Sostituzione completa del serramento con serramento metallico a taglio termico, o in legno, o in PVC e doppi vetri
- Installazione di un serramento in adiacenza a quello esistente
- Coibentazione intradosso coperture
- Coibentazione estradosso coperture

ACS

Si consigliano i seguenti interventi :

- Verificare possibilità sostituzione generatore di calore con PDC per ACS abbinato a solare termico
- Sostituzione generatore ACS

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



INTERVENTI

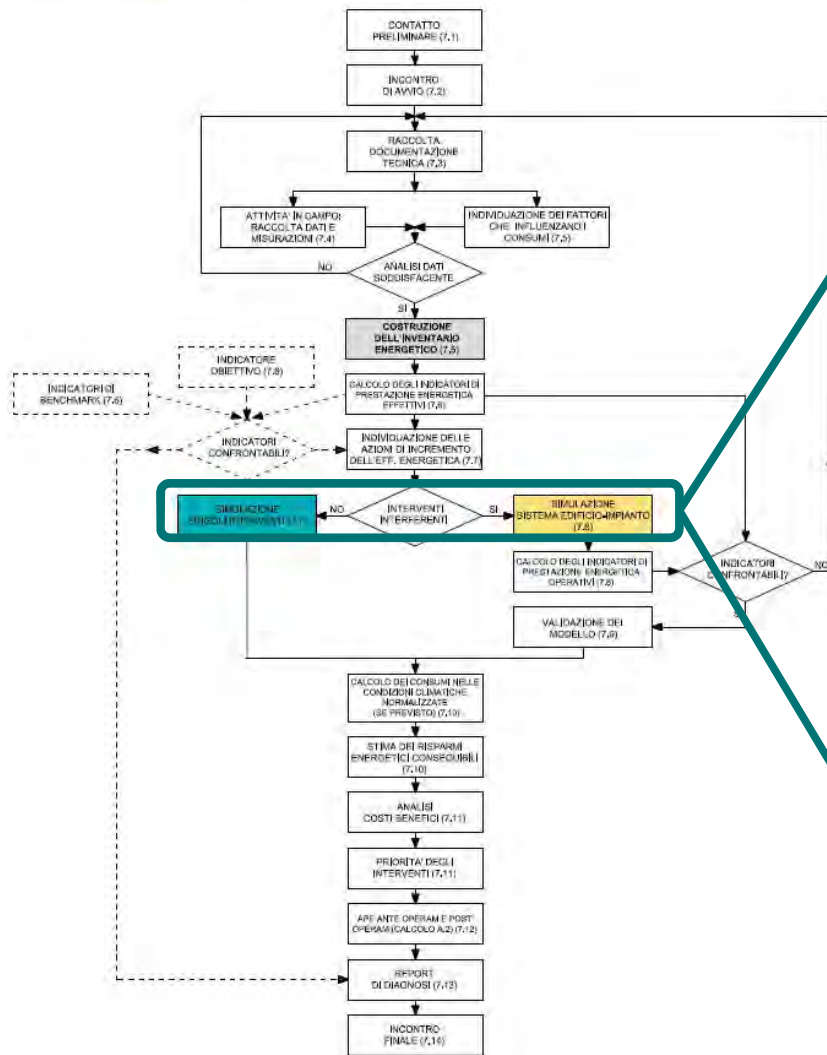
Schema di sintesi:

Interventi individuati

Area	Interventi individuati		
Involucro	INV. 1 * Coibentazione del solaio sottotetto	INV. 3 * Coibentazione interna delle pareti perimetrali	INV. 4 ** Sostituzione serramenti
Impianti meccanici	INM. 1 * Sistema di Building Automation and Control System	INM. 2 * Caldaia a Condensazione	INM. 3 * Installazione valvole termostatiche sui radiatori
Impianti elettrici	INE. 1 * Sostituzione delle elettropompe con nuovi modelli ad alta efficienza e con inverter	INE. 2 * Lampade a LED per gli spazi comuni	INE. 3 * Sensori di presenza WC (60 ambienti)
Fonti rinnovabili	INF.1 Fotovoltaico	INF.2 Solare termico	
Altri interventi	INMO.1 * Monitoraggio dei consumi		

* interventi raccomandati
** intervento economicamente non vantaggioso ma necessario

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



INDIVIDUAZIONE INTERVENTI INTERFERENTI

**INTERVENTI NON
INTERFERENTI**

**INTERVENTI
INTERFERENTI**

**SIMULAZIONE SINGOLI
INTERVENTI**

**SIMULAZIONE
SISTEMA EDIFICIO-
IMPIANTO**

**VALUTAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO
ANALISI COSTI/BENEFICI
PRIORITÀ DEGLI INTERVENTI
APE PRE E APE POST
REPORT DI DIAGNOSI**



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

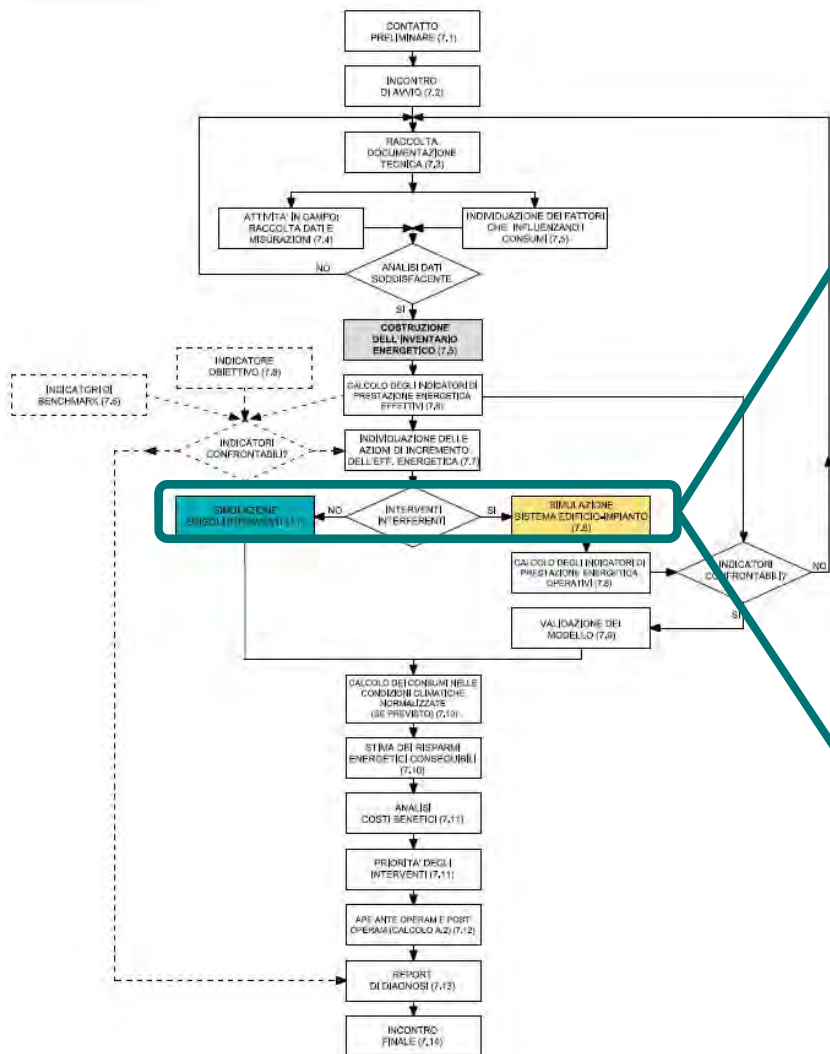
INDIVIDUAZIONE INTERVENTI INTERFERENTI

- INV. 1 Isolamento termico componenti opachi
- INV. 2 Sostituzione di chiusure trasparenti
- INV. 3 Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento
- INM. 1 Sostituzione del generatore di calore
- INM. 2 Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore
- INM. 3 Installazione di sistemi di termoregolazione
- INM. 4 Installazione di sistemi BACS
- INE. 1 Riqualificazione degli impianti di illuminazione
- INE. 2 Sostituzione elettropompe di circolazione con nuove ad alta efficienza e inverter
- INE. 3 Installazione di sensori di presenza

	INV. 1	INV. 2	INV. 3	INM. 1	INM. 2	INM. 3	INM. 4	INE. 1	INE. 2	INE. 3
INV. 1										
INV. 2										
INV. 3										
INM. 1										
INM. 2										
INM. 3										
INM. 4										
INE. 1										
INE. 2										
INE. 3										



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



SERVIZI PRESENTI



Interventi individuati:

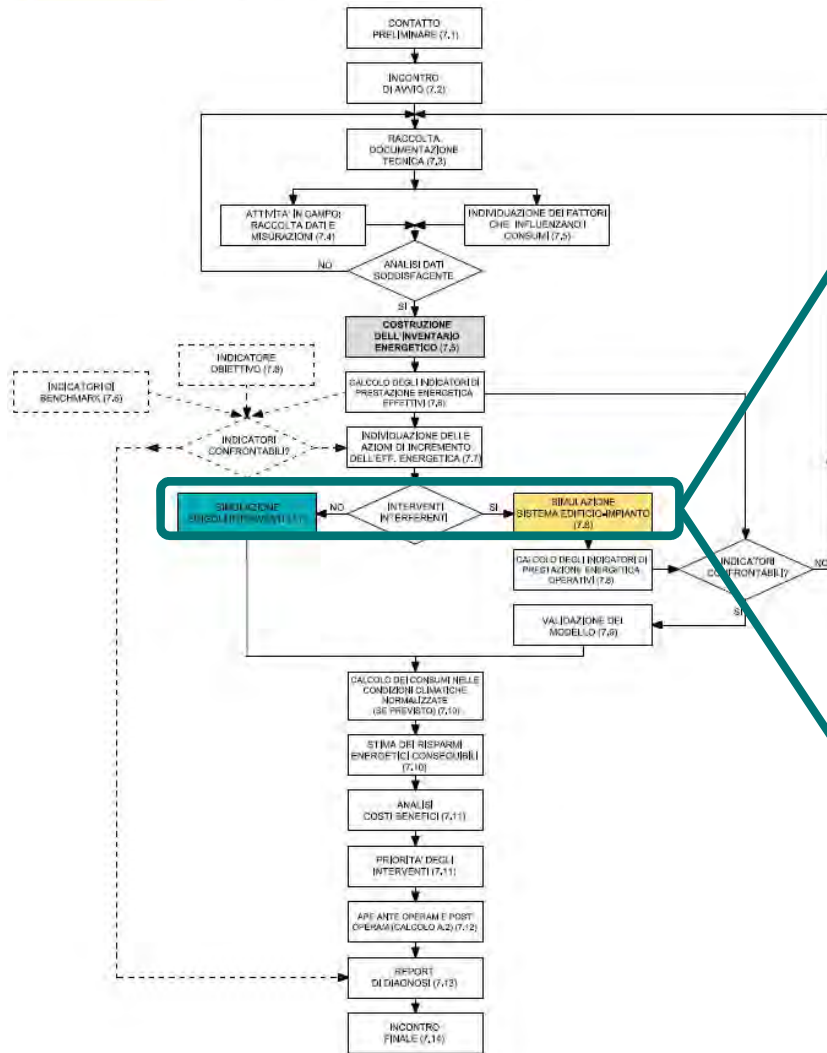
- VALVOLE TERMOSTATICHE
- LAMPADINE A LED



SIMULAZIONE DEL SINGOLO INTERVENTO

Gli interventi individuati non presentano interferenze: è possibile valutare il risparmio energetico del singolo intervento

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



SERVIZI PRESENTI



RISCALDAMENTO

ACS

ILLUMINAZIONE

Interventi individuati:

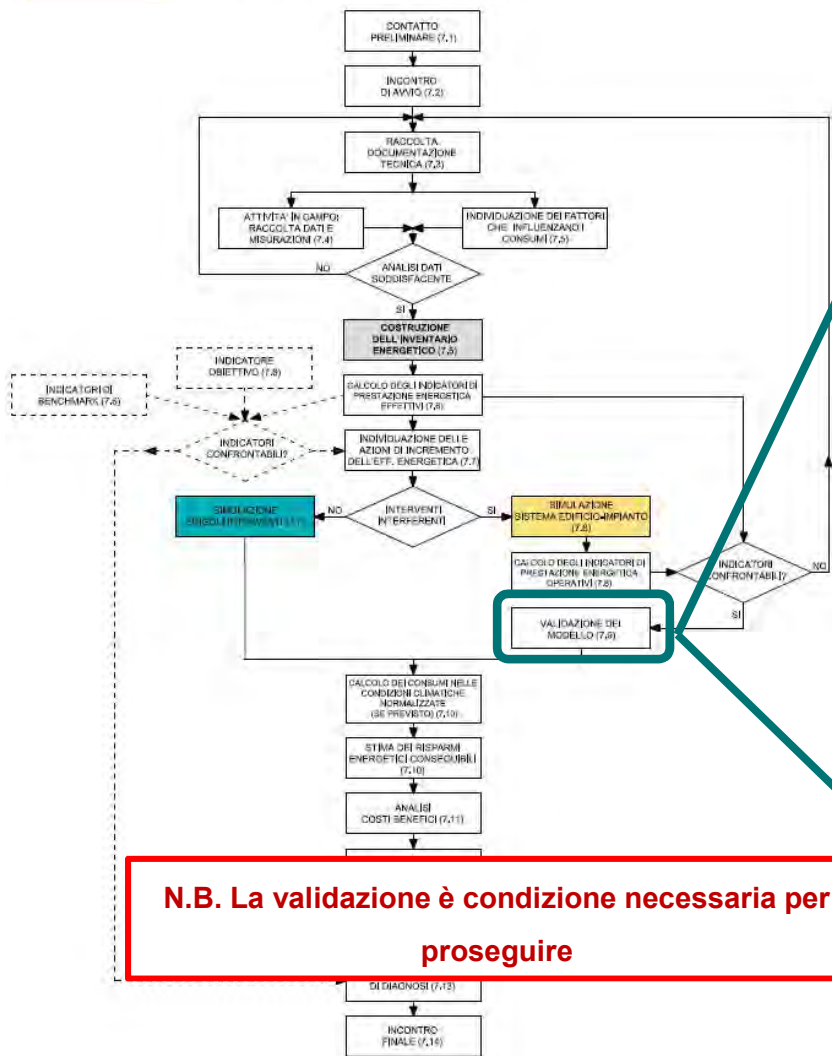
- ISOLAMENTO A CAPPOTTO
- SOSTITUZIONE CALDAIA



SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

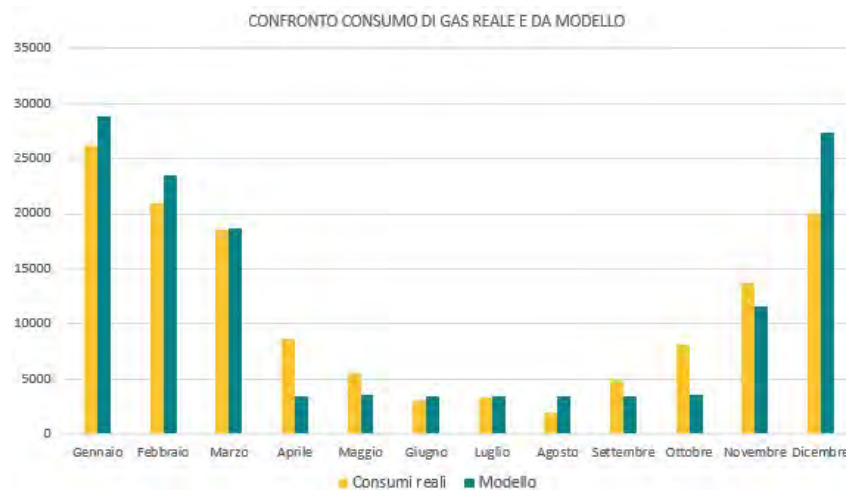
Gli interventi individuati presentano interferenze reciproche: è necessario valutare il risparmio energetico attraverso un modello di simulazione energetica.

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



VALIDAZIONE DEL MODELLO

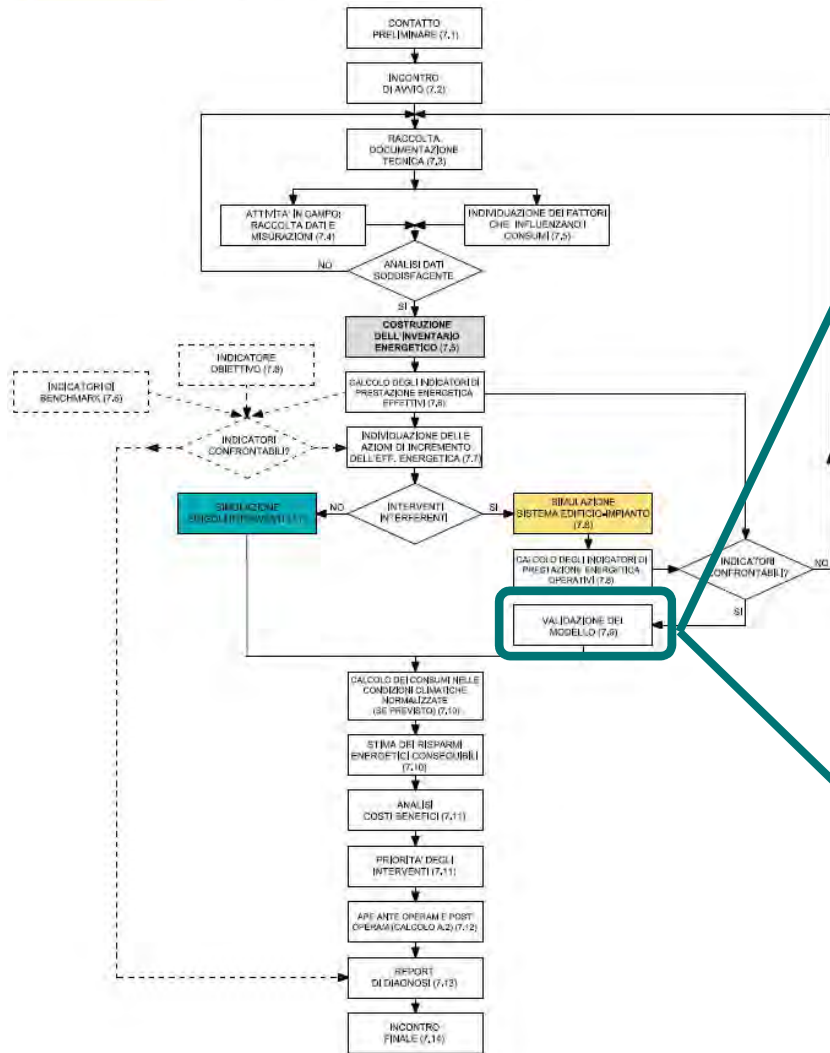
- Confronto tra consumi di riferimento reali (C_e) e consumi da modello in condizioni climatiche reali (C_o)



- Verifica dello scostamento tra i consumi

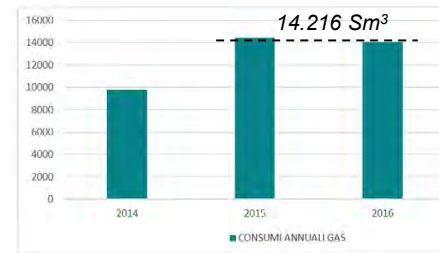
$$\frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,5$$

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



VALIDAZIONE DEL MODELLO

Per confrontare il consumo da modello con quello di riferimento, è necessario effettuare la simulazione in condizioni climatiche reali di riferimento. Le temperature (esterne ed interne) considerate saranno quindi la media delle temperature degli anni presi in considerazione



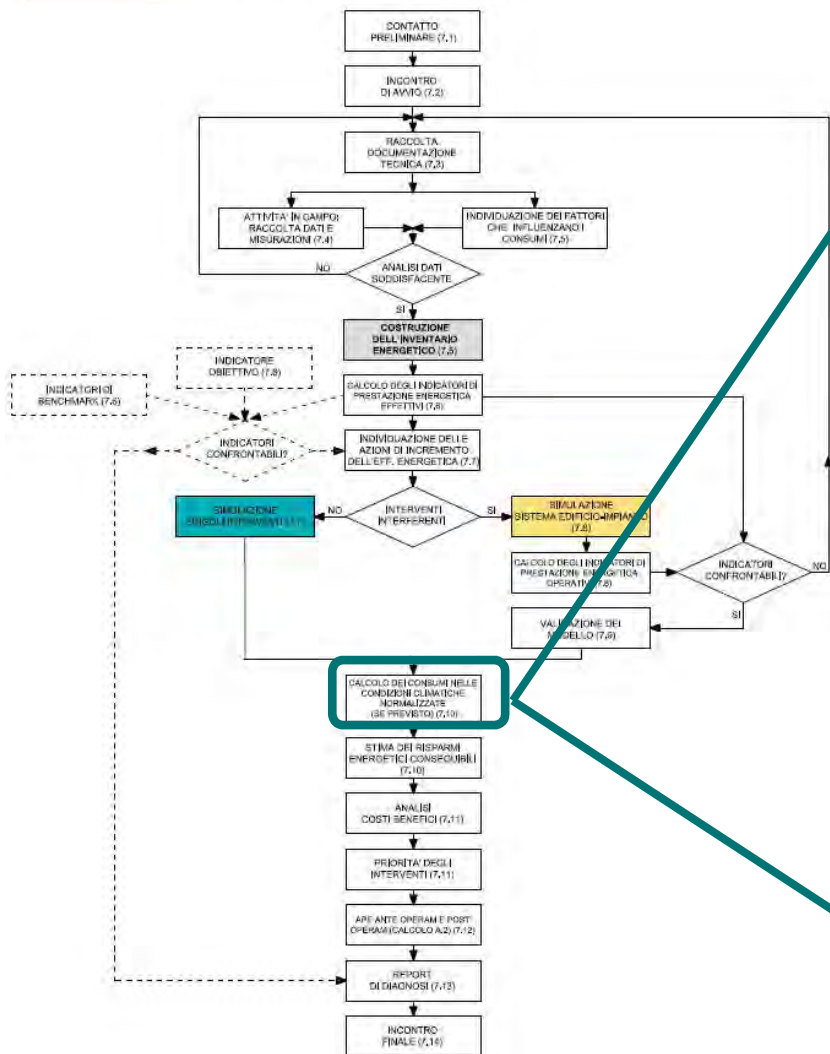
**CONSUMO DI
RIFERIMENTO**



**CONSUMO DA
MODELLO**

Le temperature esterne considerate nel calcolo saranno quelle reali misurate, riferite al periodo di attivazione dell'impianto termico

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



DESTAGIONALIZZAZIONE DEI CONSUMI

Validato il modello occorre effettuare una nuova simulazione impostando i dati climatici standard. I risultati di questa simulazione diventeranno la base di confronto con i risultati delle simulazioni del modello su cui vengono inseriti gli interventi, svolte anch'esse in condizioni standard



CONSUMO ANTE OPERAM

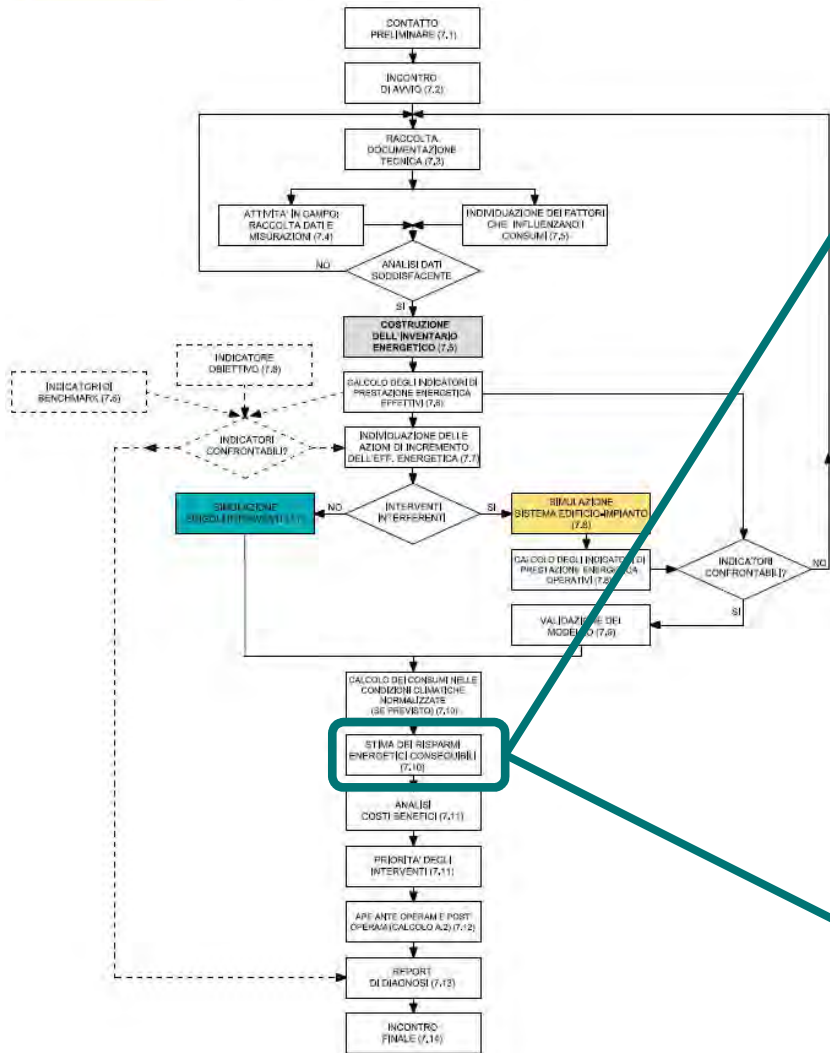


CONSUMO POST OPERAM

=
RISPARMIO

N.B. I modelli a confronto differiscono dal modello validato solo per i dati climatici!

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



RISPARMI ENERGETICI PREVISTI

Fabbisogno energia elettrica kWh/anno	Rif.	Risparmio energetico conseguibile	
		Energia elettrica kWh/anno	Gas naturale Sm ³ /anno
Fabbisogno gas metano Sm ³ /anno		Rif%	Rif%

IMPIANTO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1				
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2				
	Coibentazione pareti perimetrali	INV.3				
	Sostituzione infissi	INV.4				

IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1				
	Caldaia a condensazione	INM.2				
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3				

IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe di circolazione	INE.1				
	Lampade LED corridoi	INE.2				
	Sensori presenza VC	INE.3				

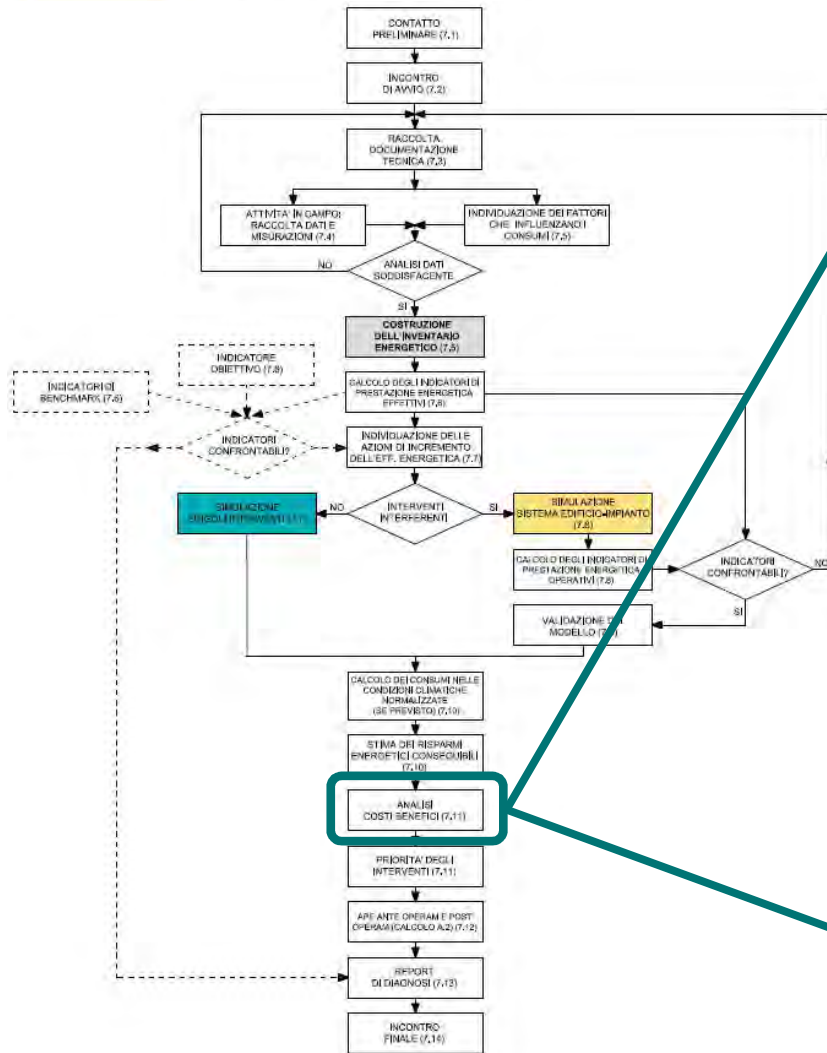
PONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1				
	Solare termico	INF.2				

SCENARIO COMPLETO	Tutti gli interventi	TOT				
-------------------	----------------------	-----	--	--	--	--

Ogni riga rappresenta il risparmio energetico conseguibile valutando il singolo intervento.

La riga scenario completo tiene, invece, conto delle interferenze tra gli interventi

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



ANALISI COSTI-BENEFICI

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		 €
		Incentivi	Ritorno dell'investimento
		 anni

Di ciascun intervento andrà verificato il tempo di ritorno semplice, che definisce la redditività dell'investimento.

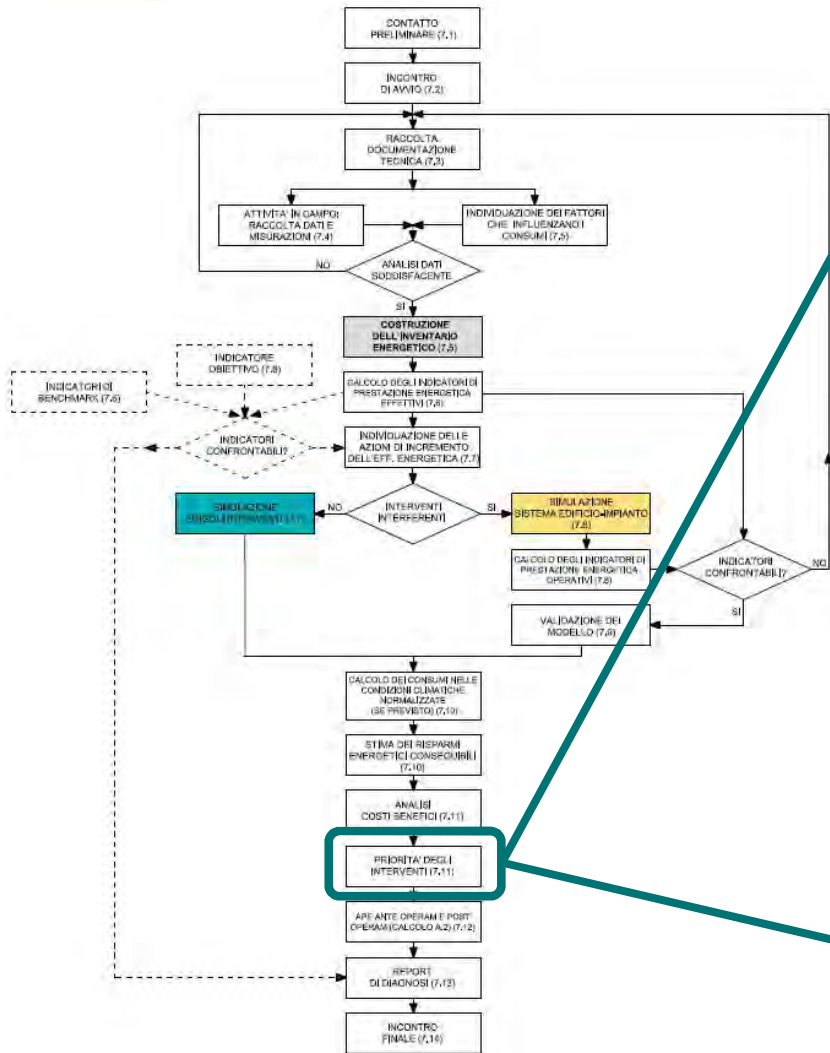
$$T_R = \frac{I_0}{FC}$$

Come flusso di cassa si considera il risparmio economico conseguente l'intervento, calcolato come il prodotto fra il prezzo unitario del vettore energetico e il risparmio energetico conseguito.

$$FC = C_u \times R_e$$

Saranno inoltre individuate le possibili misure incentivanti a sostegno di ogni singolo intervento

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



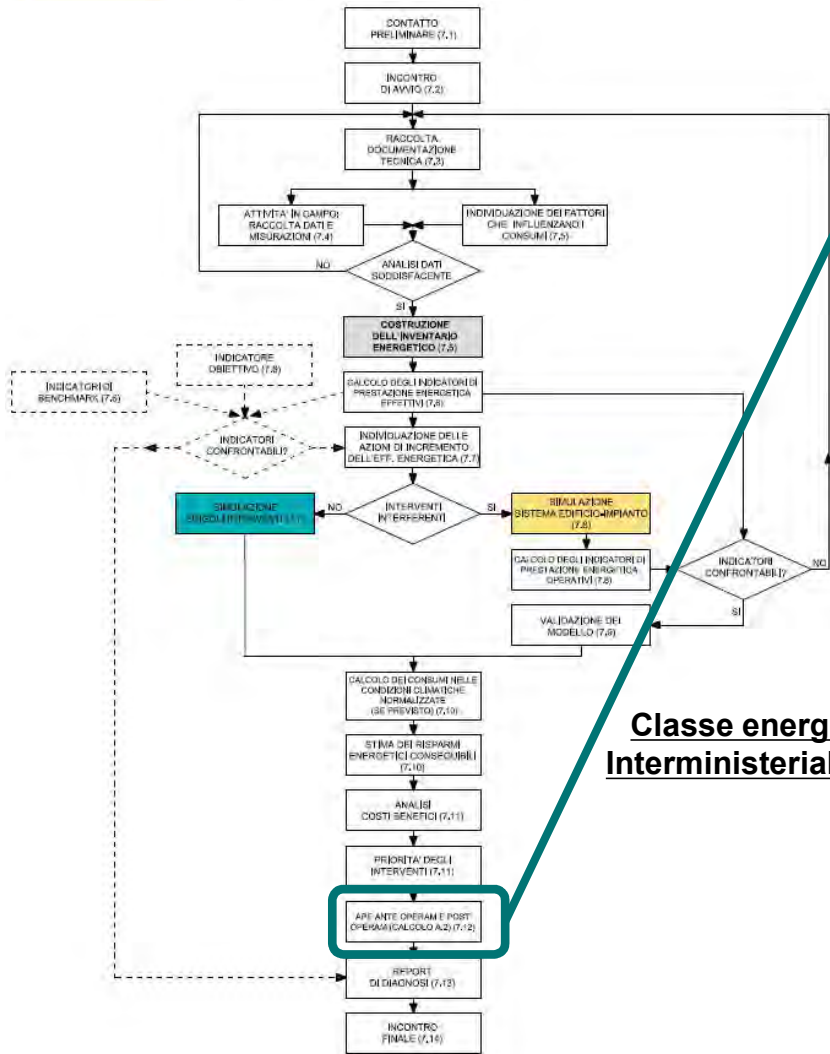
PRIORITA' DEGLI INTERVENTI

SCENARIO ECONOMICAMENTE PIU' VANTAGGIOSO

Bolletta energetica dell'edificio (€/anno)		Rif.	Risparmio economico	Costo di investimento	Tempo di ritorno semplice	Percentuale risparmio %
€						
INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1	€	€	—	—
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2	€	€	—	—
	Coibentazione perimetrali pareti	INV.3	€	€	—	—
	Sostituzione infissi	INV.4	€	€	—	—
Tot. INV			€	€		
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control	INM.1	€	€	—	—
	Caldaia a condensazione	INM.2	€	€	—	—
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3	€	€	—	—
Tot. INM			€	€		
IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe di circolazione	INE.1	€	€	—	—
	Lampade LED corridoi	INE.2	€	€	—	—
	Sensori presenza WC	INE.3	€	€	—	—
Tot. INE			€	€		
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1	€	€	—	—
	Solare termico	INF.2	€	€	—	—
Tot. INF			€	€		
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1	€	€	—	—
	Tot. INMO			€	€	
RIASSUNTO TOTALE:			€	€		

Gli interventi andranno valutati prima singolarmente e successivamente in scenari, in modo da individuare le interferenze e le priorità

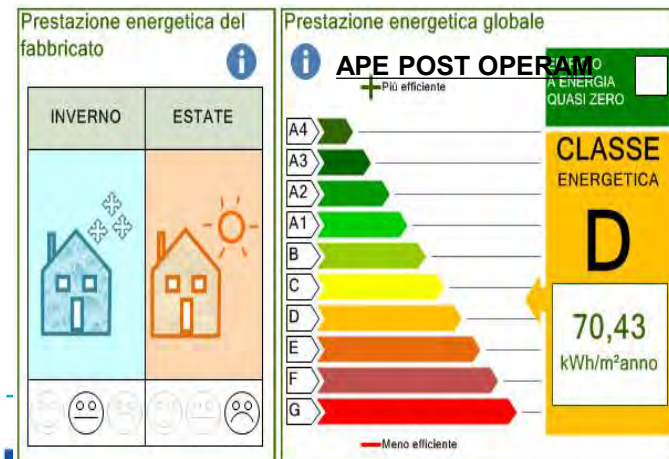
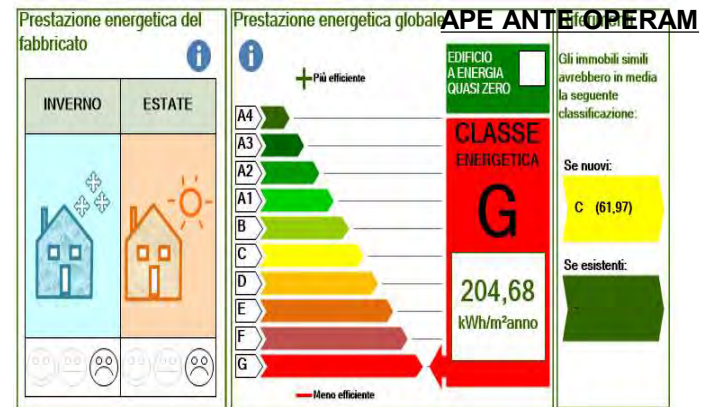
LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



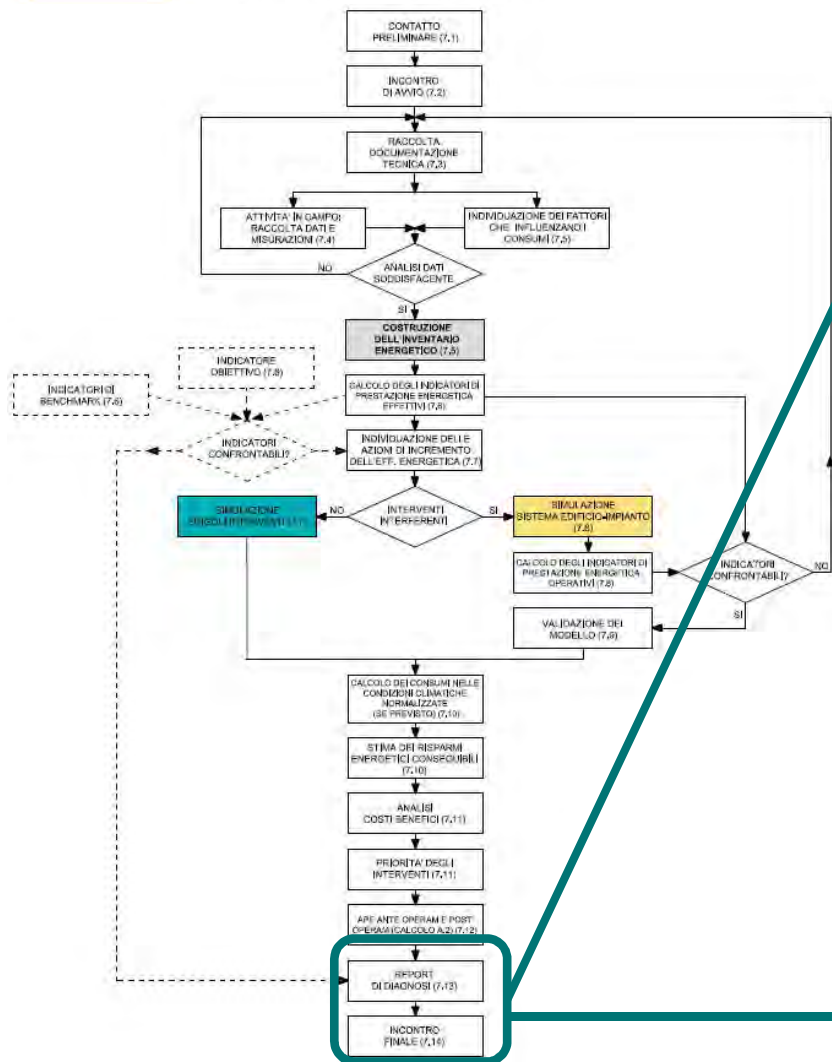
**Classe energetica - (D.
Interministeriale 26/06/15)**

Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale
- Climatizzazione estiva
- Ventilazione meccanica
- Prod. acqua calda sanitaria
- Illuminazione
- Trasporto di persone o cose



LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI



REPORT DI DIAGNOSI

1. **PREMESSA**
2. **PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO**
3. **DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO**
 1. **Involucro**
 1. Pareti verticali esterne
 2. Copertura
 3. Solai inferiori
 4. Solai intermedi
 5. Serramenti
 2. **Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di acs**
 1. Impianto di riscaldamento
 2. Impianto produzione di acqua calda sanitaria
 3. Impianto di ventilazione meccanica controllata
 4. Impianto di climatizzazione estiva
 5. Sistemi di termoregolazione
 3. **Impianto elettrico**
 1. Illuminazione
4. **ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI**
 1. Metano
 2. Energia elettrica
 3. Principali indicatori di prestazione energetica
 4. Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO₂
 5. Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione
5. **SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO**
 1. Risultati simulazione sistema edificio impianto
 2. Validazione del modello
6. **INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**
 1. Individuazione delle potenziali aree d'intervento
 2. Interventi sull'involucro
 3. Interventi sugli impianti meccanici
 4. Interventi sugli impianti elettrici
 5. Monitoraggio dei consumi
 6. Utilizzo di fonti rinnovabili
 7. Misure di formazione e sensibilizzazione degli utenti
 8. Scenari di intervento e analisi costi benefici
7. **CONCLUSIONI**

LINEE GUIDA PER LE DIAGNOSI ENERGETICHE DI EDIFICI PUBBLICI

La trasformazione di un sistema edificio-impianto in una realtà ad alte prestazioni energetiche, attraverso l'adozione di tecnologie per il miglioramento dell'efficienza energetica, **non può prescindere da un'accurata analisi dello status quo del sistema edificio-impianto**, al fine di individuare gli interventi più opportuni sull'involucro edilizio, sugli impianti tecnici anche attraverso il ricorso a fonti energetiche rinnovabili. La DE si configura come una procedura sistematica che dalla conoscenza del profilo di consumo energetico dell'edificio perviene all'individuazione degli interventi di miglioramento della prestazione energetica accompagnati da un'analisi costi-benefici che consente una classificazione degli stessi, in ordine di priorità decrescente.

Si sottolinea che le linee guida rappresentano la chiave di volta per facilitare la conduzione delle DE, garantire l'omogeneità di esecuzione delle stesse **al fine di organizzare i risultati ottenuti in banche dati utili per eventuali confronti** tra i fabbisogni energetici degli edifici esistenti e quelli di riferimento per la stessa destinazione d'uso.

La redazione delle linee guida per l'esecuzione della Diagnosi Energetica (DE) di edifici pubblici si inserisce nell'ambito del Progetto dell'ENEA ES-PA Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione: <https://www.espa.enea.it/>

<http://www.agenziaefficienzaenergetica.it/pubblica-amministrazione/edilizia-pubblica/diagnosi-energetica-di-edifici-pubblici-linee-guida-enea>

ing. Domenico Palladino
domenico.palladino@enea.it



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per la
Coesione Territoriale*

ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**