



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

# Linee guida per le diagnosi energetiche degli edifici pubblici

*Ischia – Comune di Forio, 8 giugno 2019*

**Ing. Carmen Lavinia**  
**Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano**



**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

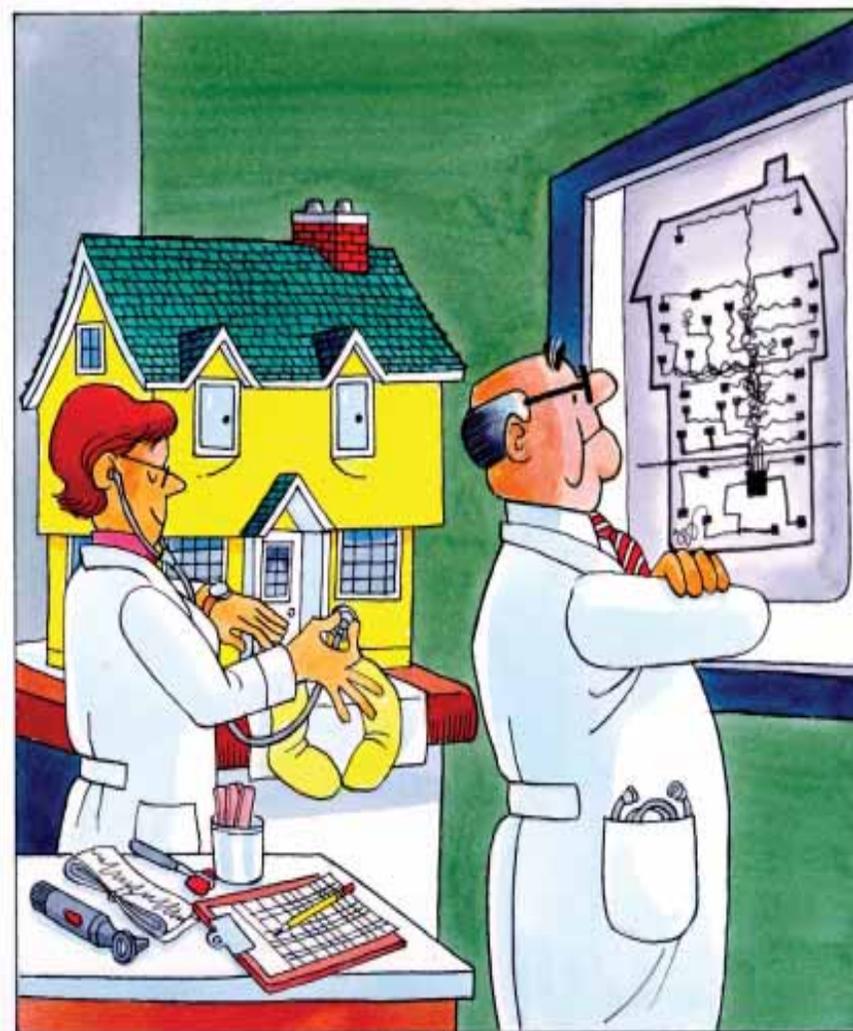


**GOVERNANCE  
E CAPACITÀ  
ISTITUZIONALE  
2014-2020**

# Definizione di DIAGNOSI ENERGETICA (DE)

*“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”*

Fonte: Dlgs 141/2016





ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

# APE

# DE



## IMPORTANTE

La DE differisce dall'Attestato di Prestazione Energetica (APE).  
Per la DE, si tratta di un tipo di valutazione Adattata all'Utenza che ha come dati in ingresso: Profili di utilizzo, Clima e caratteristiche dell'Edificio REALI (non standard).  
La valutazione Adattata all'Utenza consente una stima realistica dei consumi energetici.



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



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

**PNR** GOVERNANCE  
E CAPACITÀ  
ISTITUZIONALE  
2014-2020



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

UNI CEI EN  
16247-1:2012  
DE - Requisiti  
generali

UNI CEI EN  
16247-2:2014  
DE - Edifici

DE  
NORME  
TECNICHE  
NAZIONALI

UNI CEI EN  
16247-5:2015  
DE - Competenze  
del Referente della  
DE (REDE)

UNI CEI EN  
16247-3:2014  
DE - Processi

UNI CEI EN  
16247-4:2014  
DE - Trasporto



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



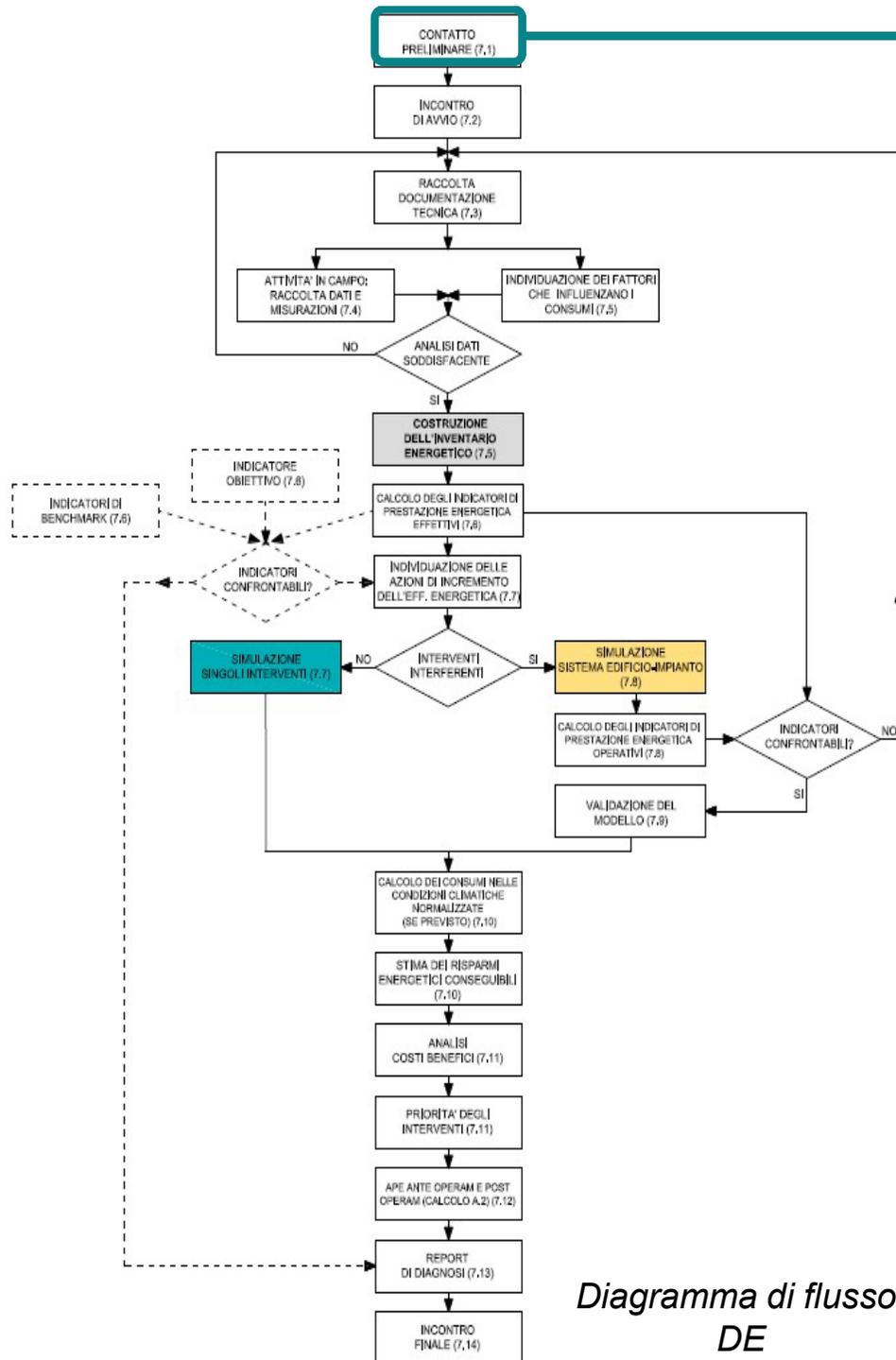
*Agenzia per  
Coesione Territoriale*

e tecnologie,  
micro sostenibile

**pin** GOVERNANCE  
E CAPACITÀ  
ISTITUZIONALE  
2014-2020

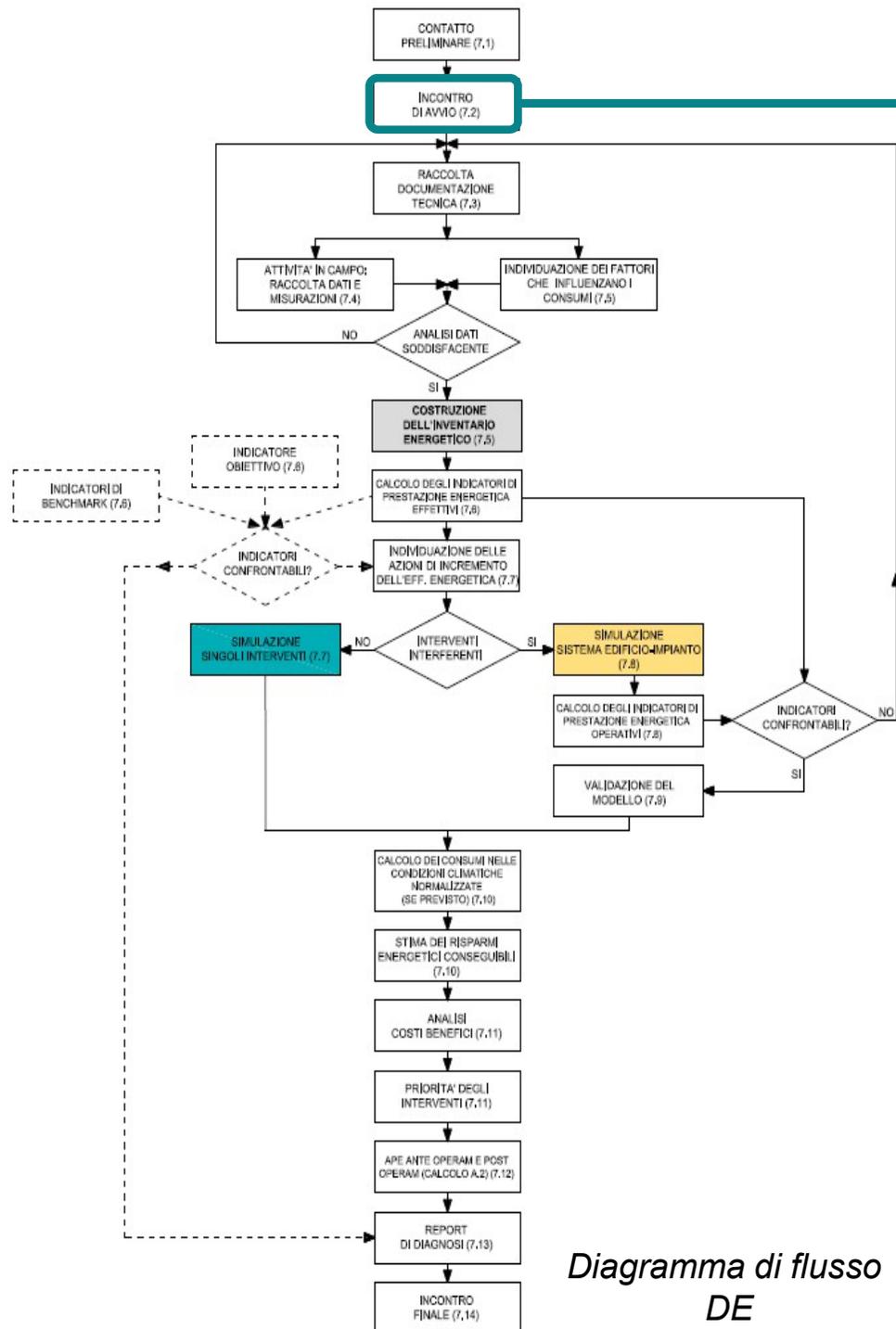
## Contatto preliminare

Il Referente della Diagnosi Energetica (REDE) deve concordare con il committente **scopo, grado di accuratezza e finalità** della DE. Il REDE deve chiedere al committente di nominare un interlocutore, informare il personale e assicurare la cooperazione delle parti interessate



## Incontro di avvio

- ✓ 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



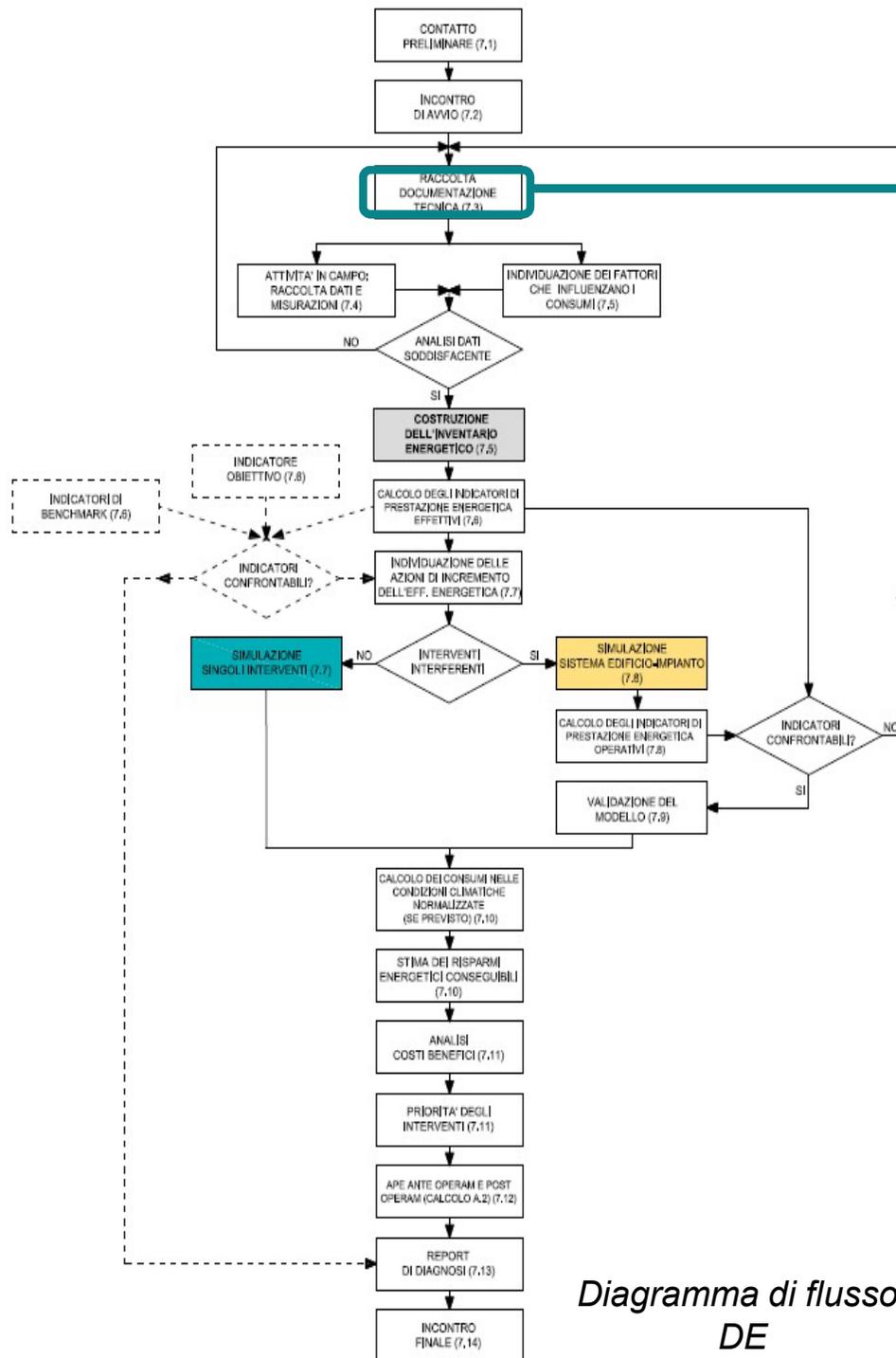


Diagramma di flusso  
DE

## Raccolta documentazione tecnica:

- ✓ Documenti esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti (planimetrie...)
- ✓ Valori di impostazione di parametri ambientali interni (temperature...) ed ogni variazione stagionale degli stessi
- ✓ Profili di occupazione per tipologia di attività svolta nell'edificio
- ✓ Cambiamenti avvenuti negli ultimi 3 anni o per il periodo di disponibilità di dati
- ✓ Certificazione energetica dell'edificio e relazione tecnica (ex legge 10), qualora disponibili
- ✓ Documentazione relativa ad interventi di manutenzione/riqualificazione precedentemente eseguiti

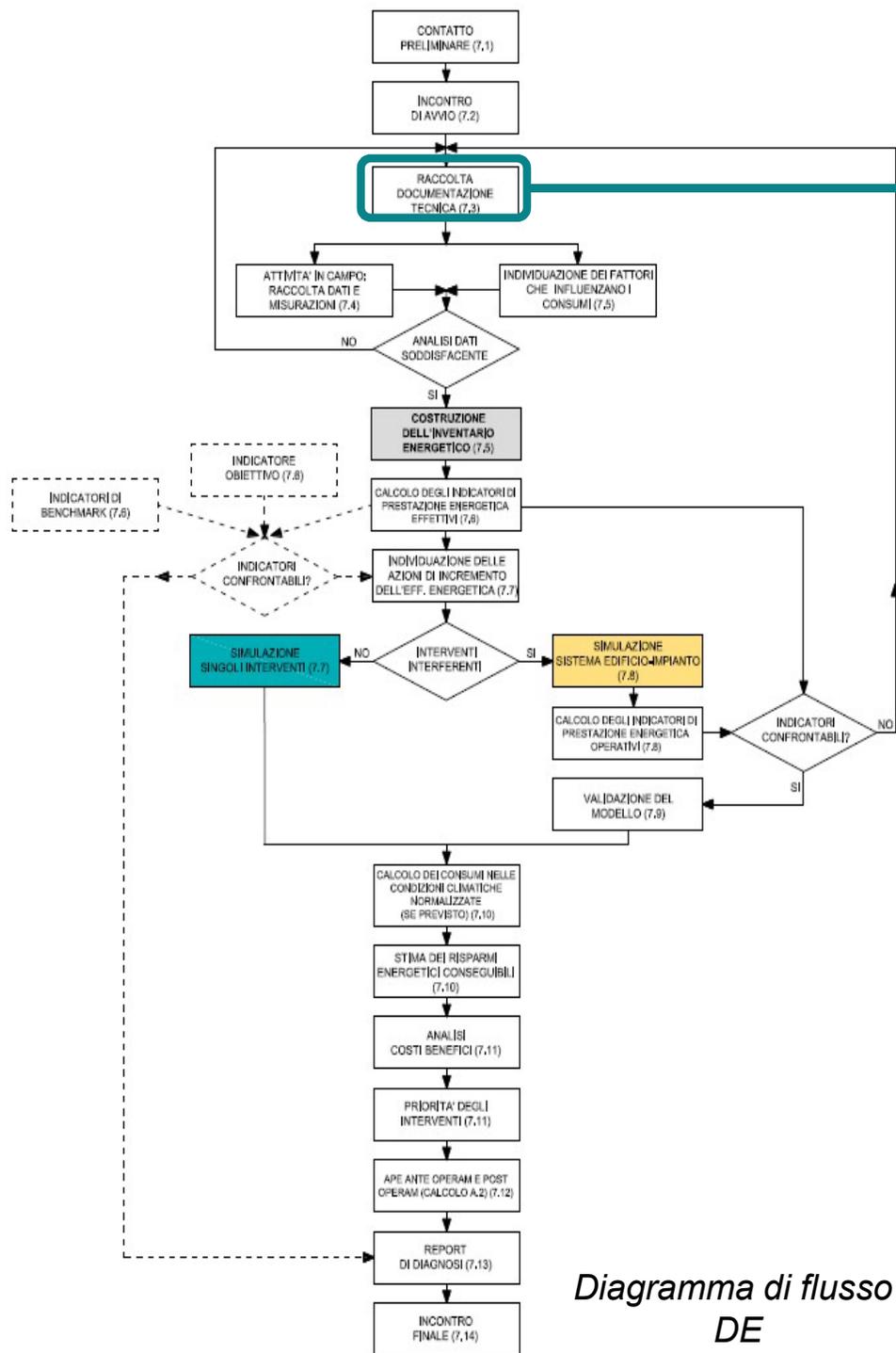


Diagramma di flusso DE

# Raccolta documentazione tecnica

## Schede di rilievo

**DATI GENERALI**

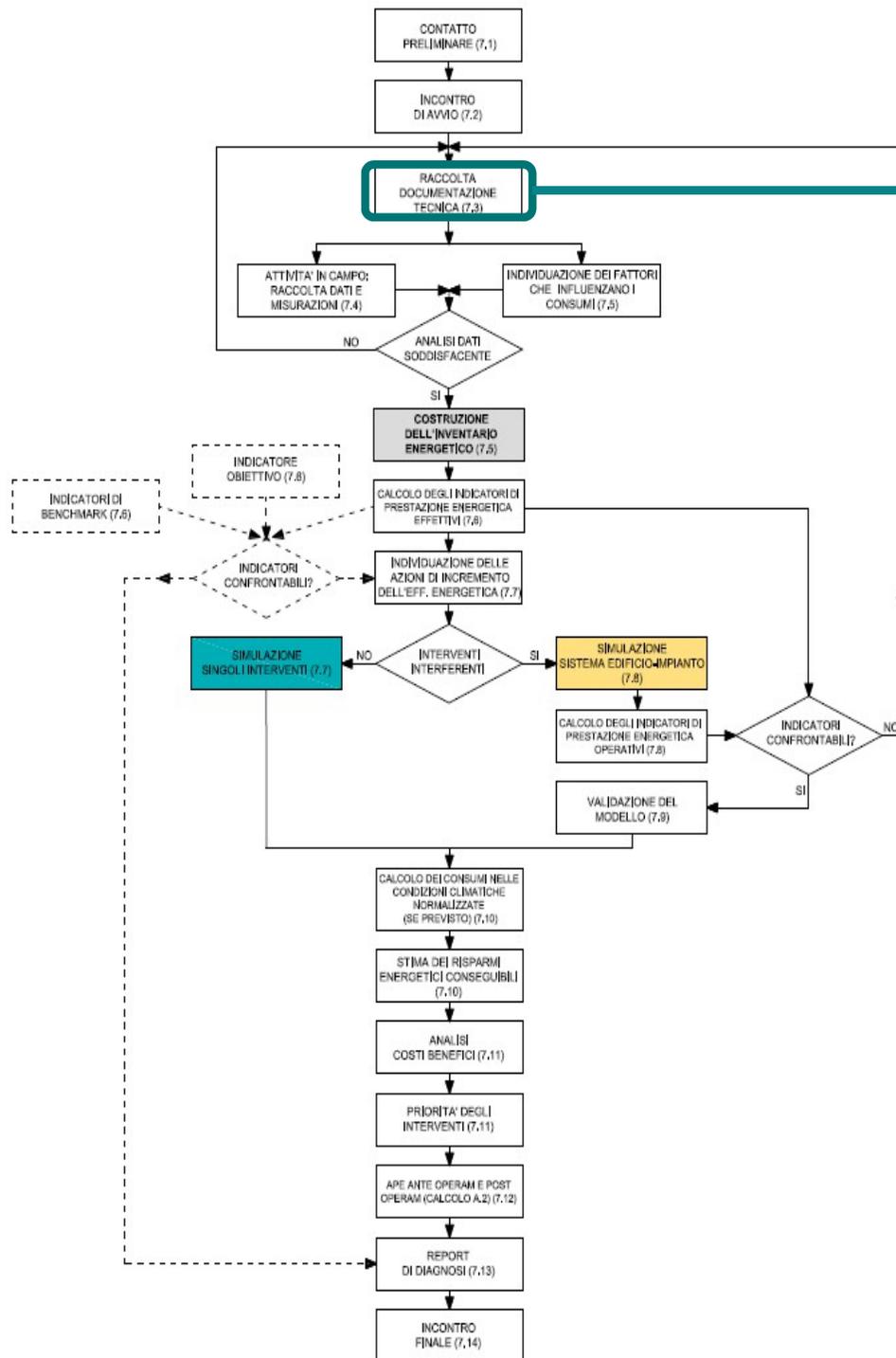
Dati tecnico rilevatore

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		SI	NO
Tipologia di ufficio*		SI	NO
Tipo A		SI	NO
Tipo B		SI	NO
Tipo C		SI	NO
Ufficio pubblico		SI	NO
Comune		SI	NO
CAP		SI	NO
Latitudine	Longitudine	SI	NO
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



## Raccolta documentazione tecnica

### Contenuti schede di rilievo:

- ✓ 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

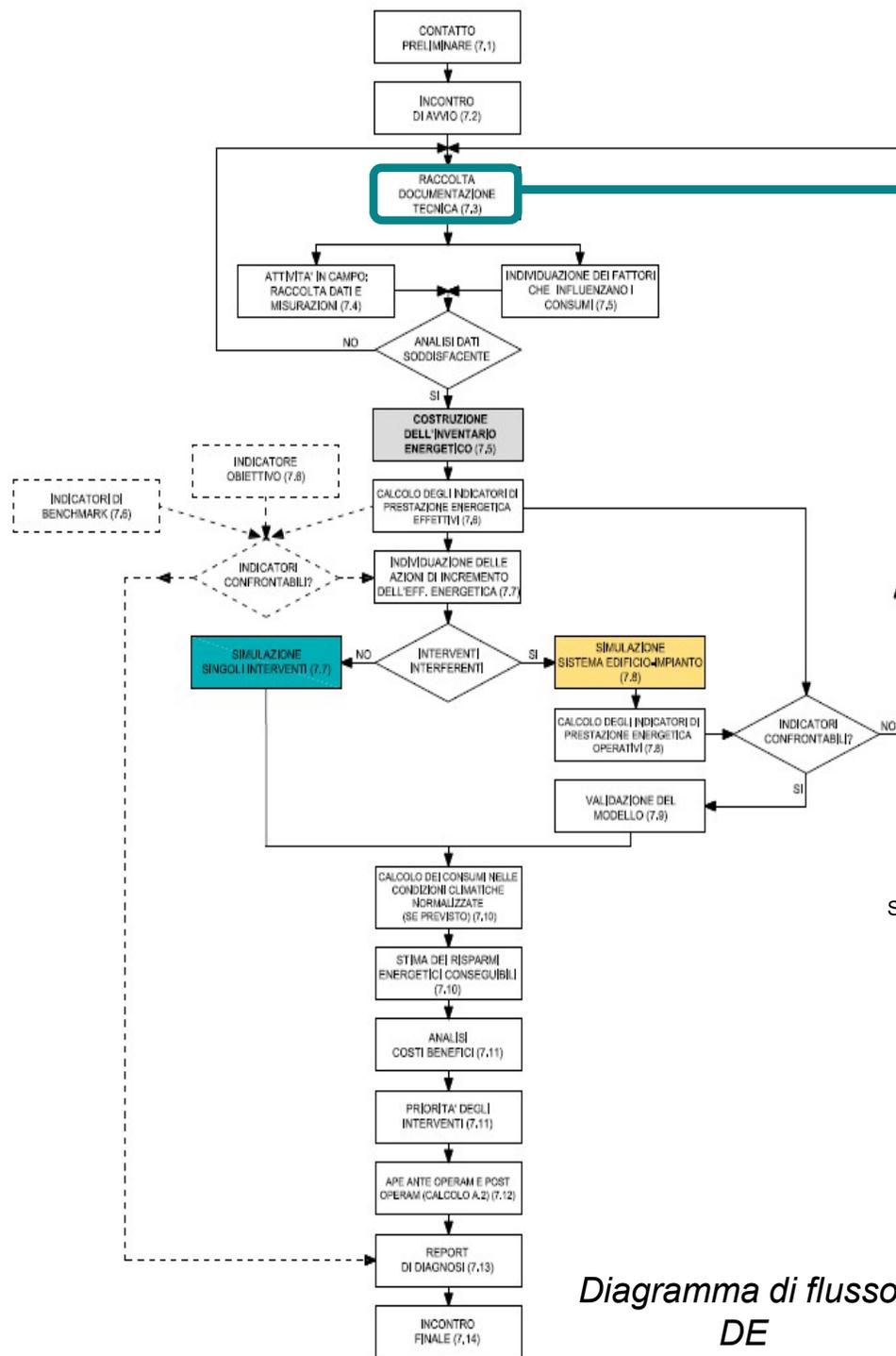


Diagramma di flusso DE

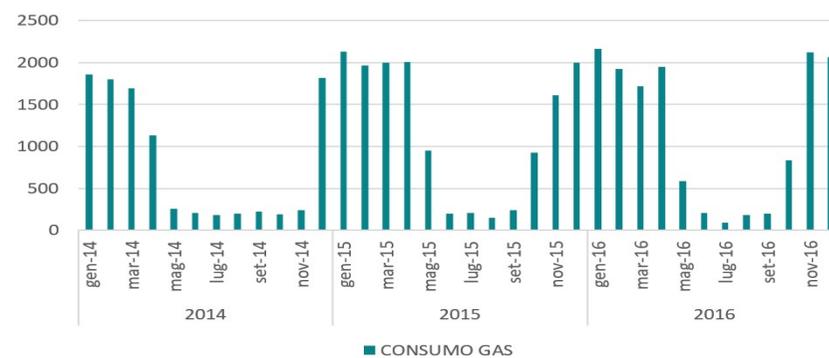
## Raccolta documentazione tecnica

### Dati di consumo:

- ✓ BOLLETTE
- ✓ LETTURE

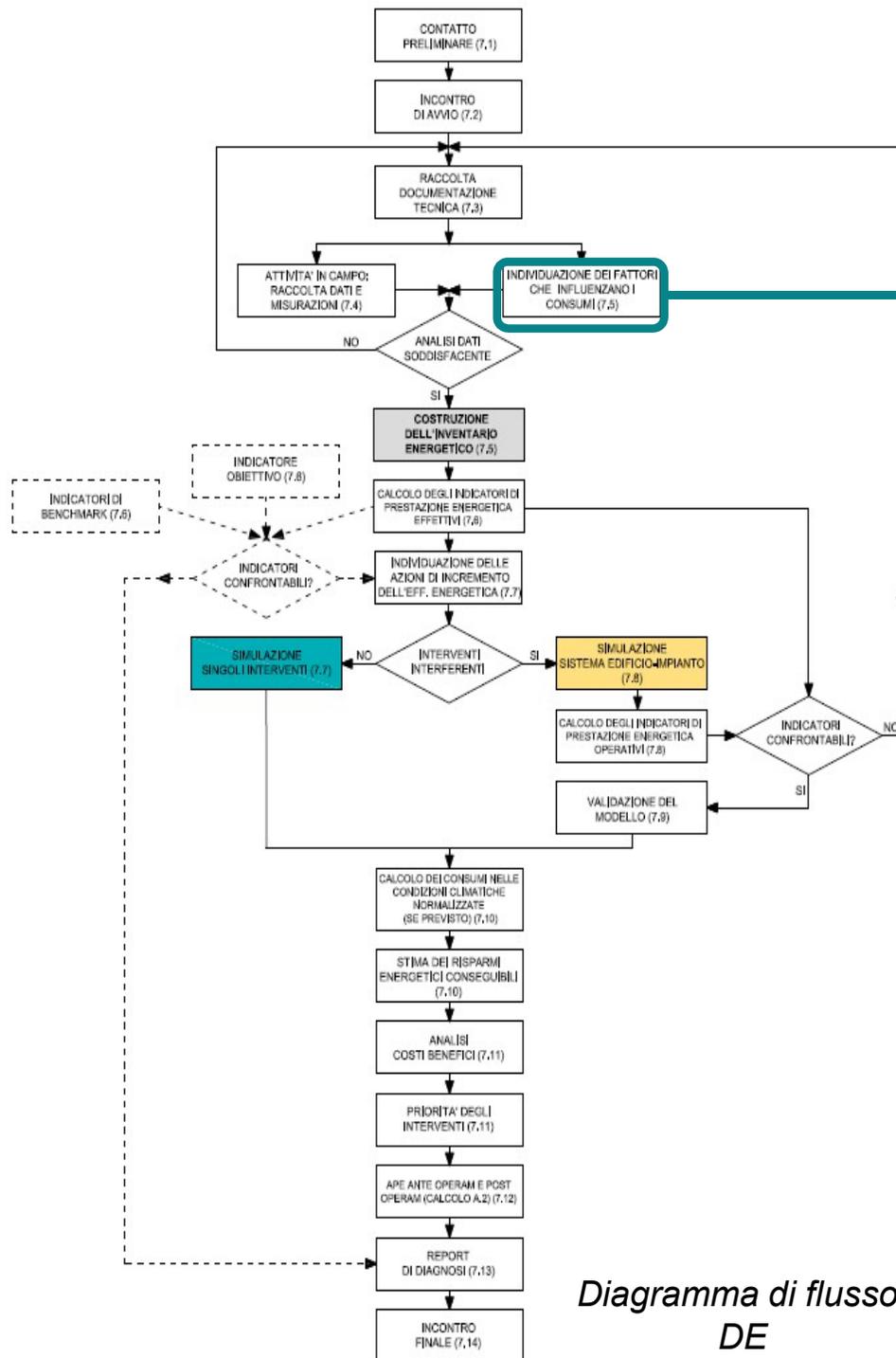
### Ricostruzione dell'andamento dei consumi di 3 anni

[Sm <sup>3</sup> ]	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
<b>Consumi gas metano 2014</b>	1.855	1.804	1.695	1.135	258	208	182	203	222	192	237	1.816	9.805
<b>Consumi gas metano 2015</b>	2.127	1.966	2.000	2.007	952	200	210	151	237	926	1.609	1.995	14.380
<b>Consumi gas metano 2016</b>	2.165	1.922	1.720	1.950	590	210	90	185	202	835	2.119	2.064	14.052



## Individuazione dei fattori che influenzano i consumi:

- ✓ Dati climatici anomali
- ✓ Gestione dell'edificio anomala (date e orari di funzionamento degli impianti, periodi di chiusura, turni lavorativi...)
- ✓ Cambio di destinazione d'uso dell'edificio
- ✓ Diverse esigenze degli utenti (condizioni termo-igrometriche, illuminamento...)
- ✓ Variazioni sostanziali degli elementi del fabbricato

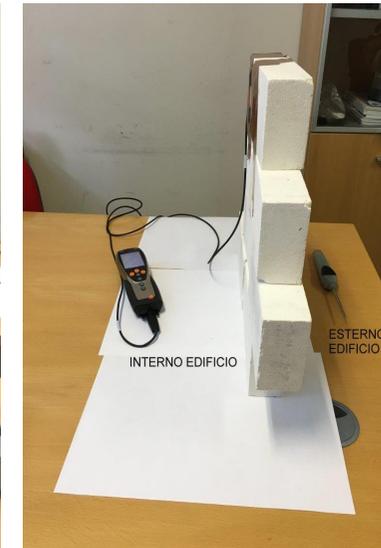


## Attività in campo: raccolta dati e misurazioni

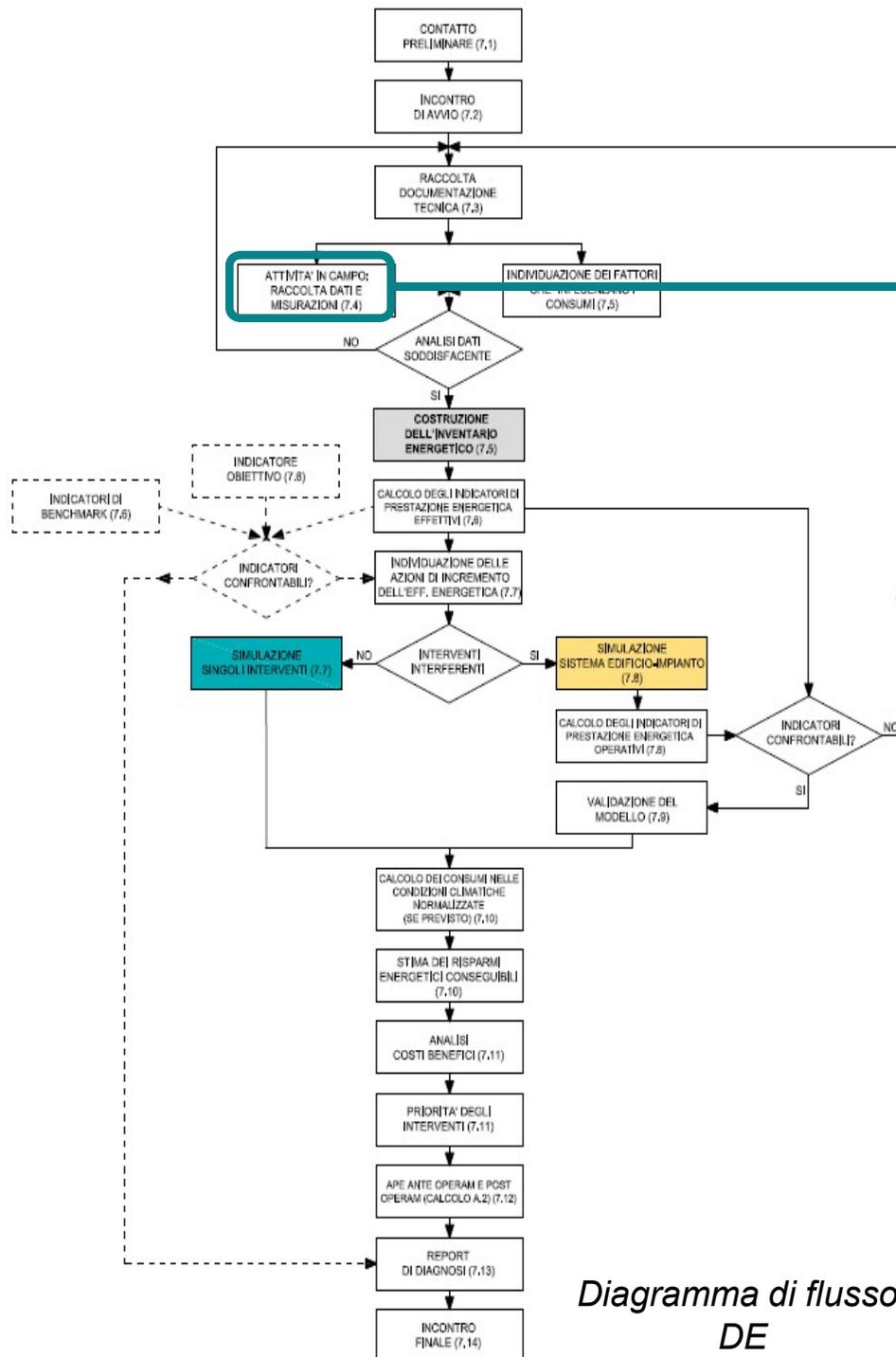
Valutazione di aspetti non riscontrabili nella documentazione disponibile (trasmittanza, pacchetti murari...)



**Termocamera/  
Telecamera  
termografica**  
Mappe di  
temperatura



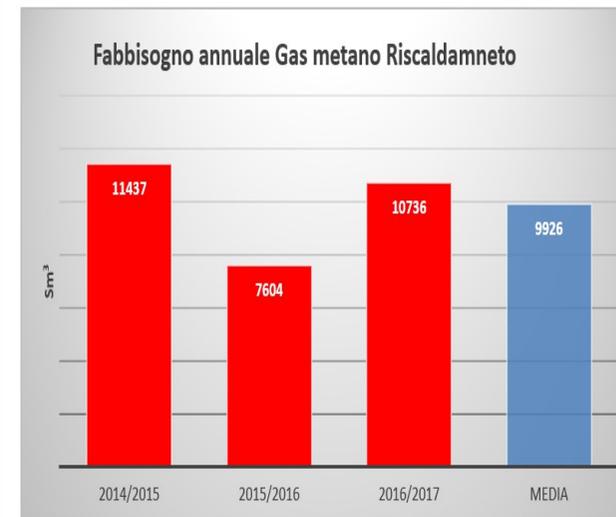
**Termoflussimetro**  
Trasmittanza  
termica



# Analisi dati

## Consumo di riferimento

Si ottiene dalla media dei consumi dei 3 anni in esame. *Se il consumo di 1 dei 3 si discosta, fortemente, da quello degli altri 2, si analizzano le possibili cause ed, eventualmente, il consumo di riferimento è definito dalla media tra i 2 anni coerenti*



**Media triennale.**  
**Analogo approccio per i consumi di energia elettrica**

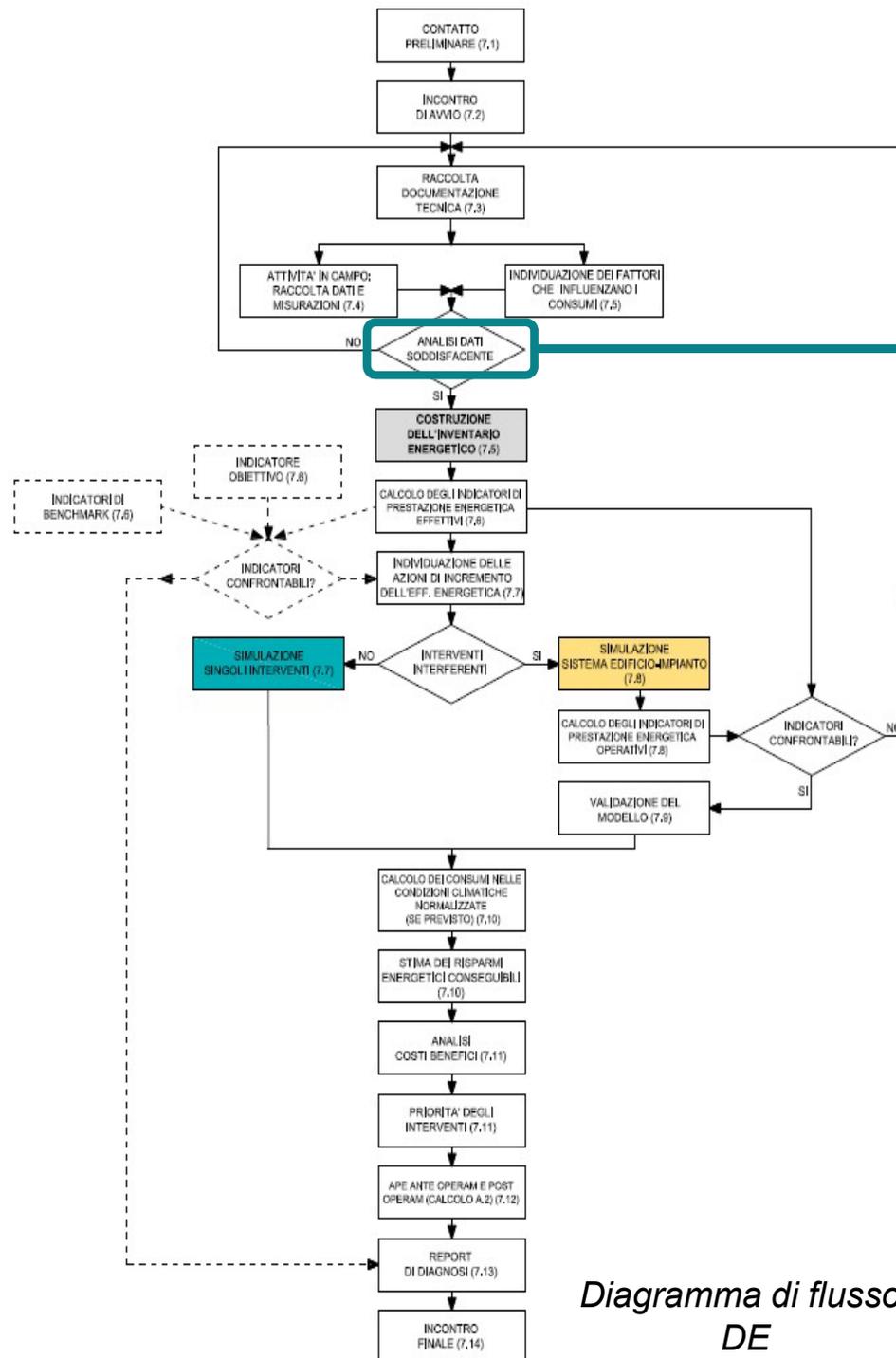


Diagramma di flusso DE

# Costruzione dell'inventario energetico

Descrizione analitica dei consumi relativi ai vettori energetici.

I consumi reali, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), si ripartiscono in base ai servizi energetici presenti che possono essere (Decreto 26 giugno 2015):

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

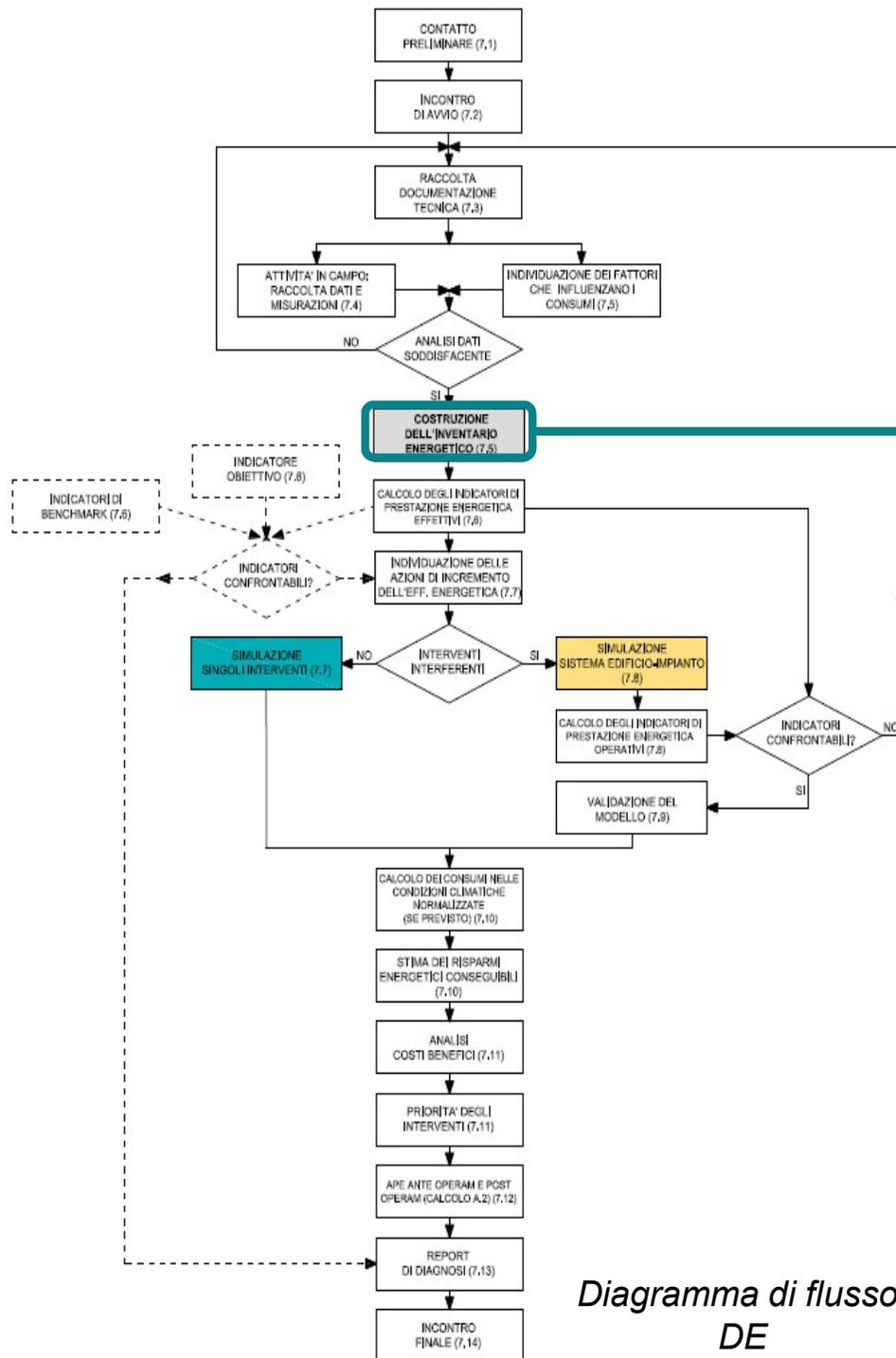
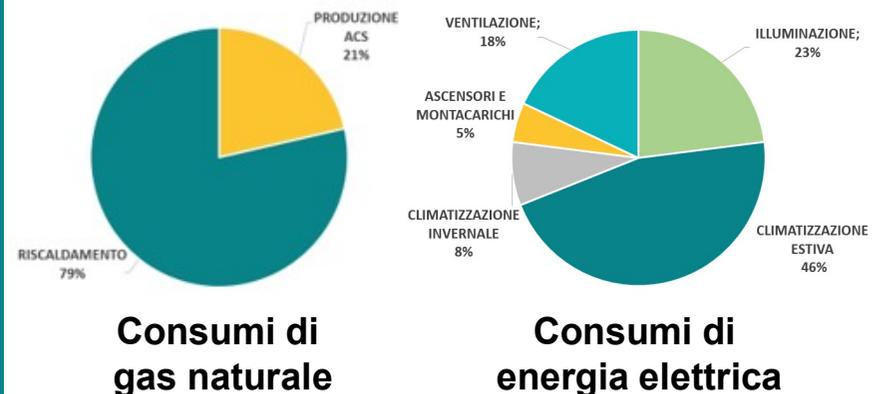


Diagramma di flusso DE

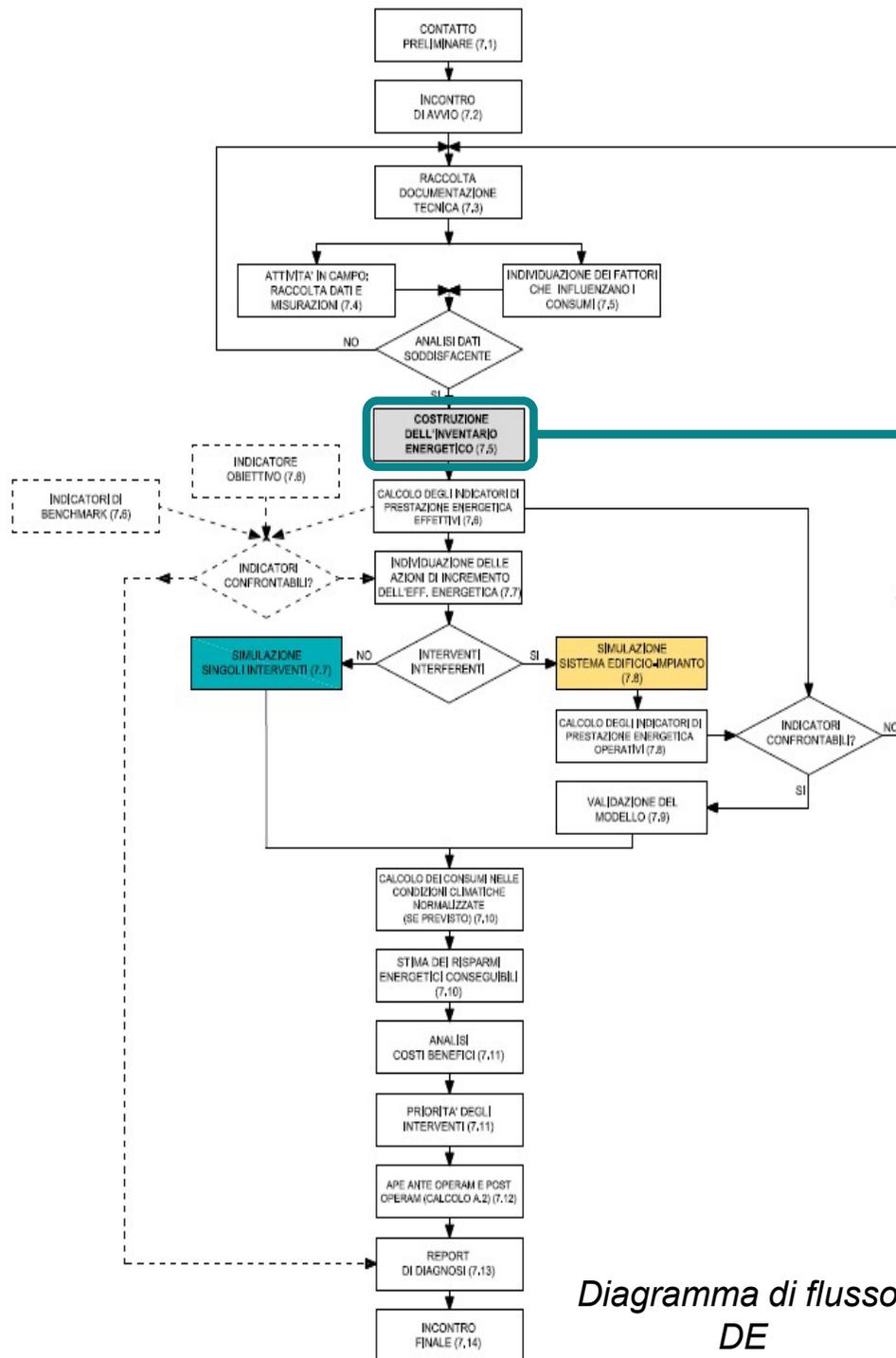


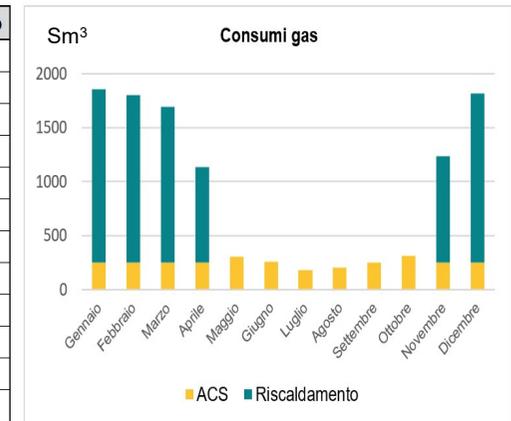
Diagramma di flusso DE

## Costruzione dell'inventario energetico

Relativamente ai consumi di gas naturale, se è presente un contatore unico per ACS e CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, è necessario fare una **stima del consumo di ACS**.

Si attribuisce al fabbisogno energetico mensile per la produzione di ACS nei mesi invernali, un consumo pari alla media mensile dei consumi di combustibile rilevati in estate

Mese	Sm <sup>3</sup>		
	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



# Costruzione dell'inventario energetico

Per i consumi elettrici, bisogna quantificare quelli che possono essere ridotti intervenendo sul sistema edificio-impianto, scomputando quelli che non ricadono nel campo dell'efficienza energetica

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

*Esempio: nella valutazione dei consumi elettrici di un ospedale, occorre valutare ed escludere i consumi delle apparecchiature elettromedicali*

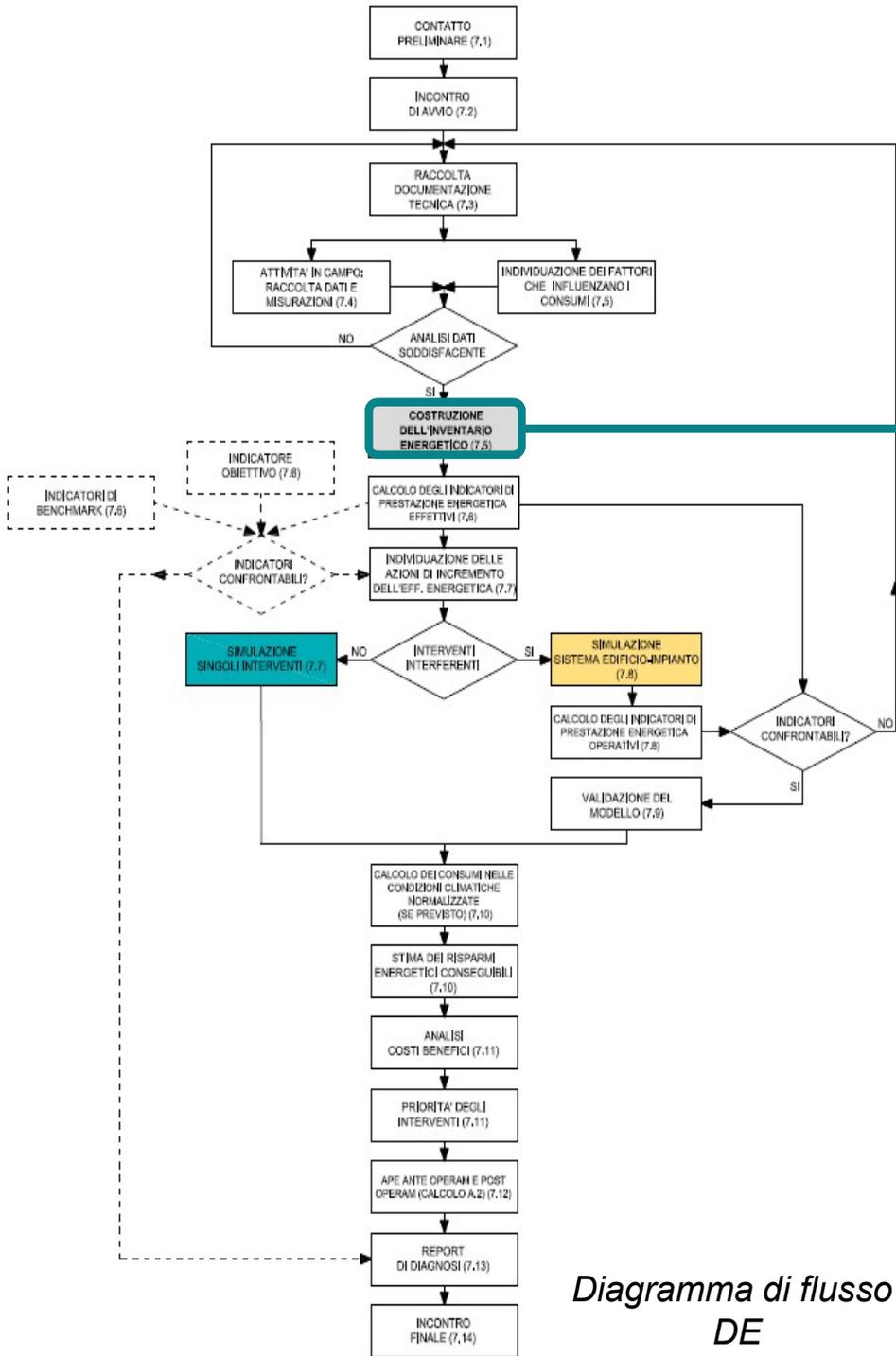


Diagramma di flusso DE

# Calcolo degli indicatori di prestazione energetica effettivi

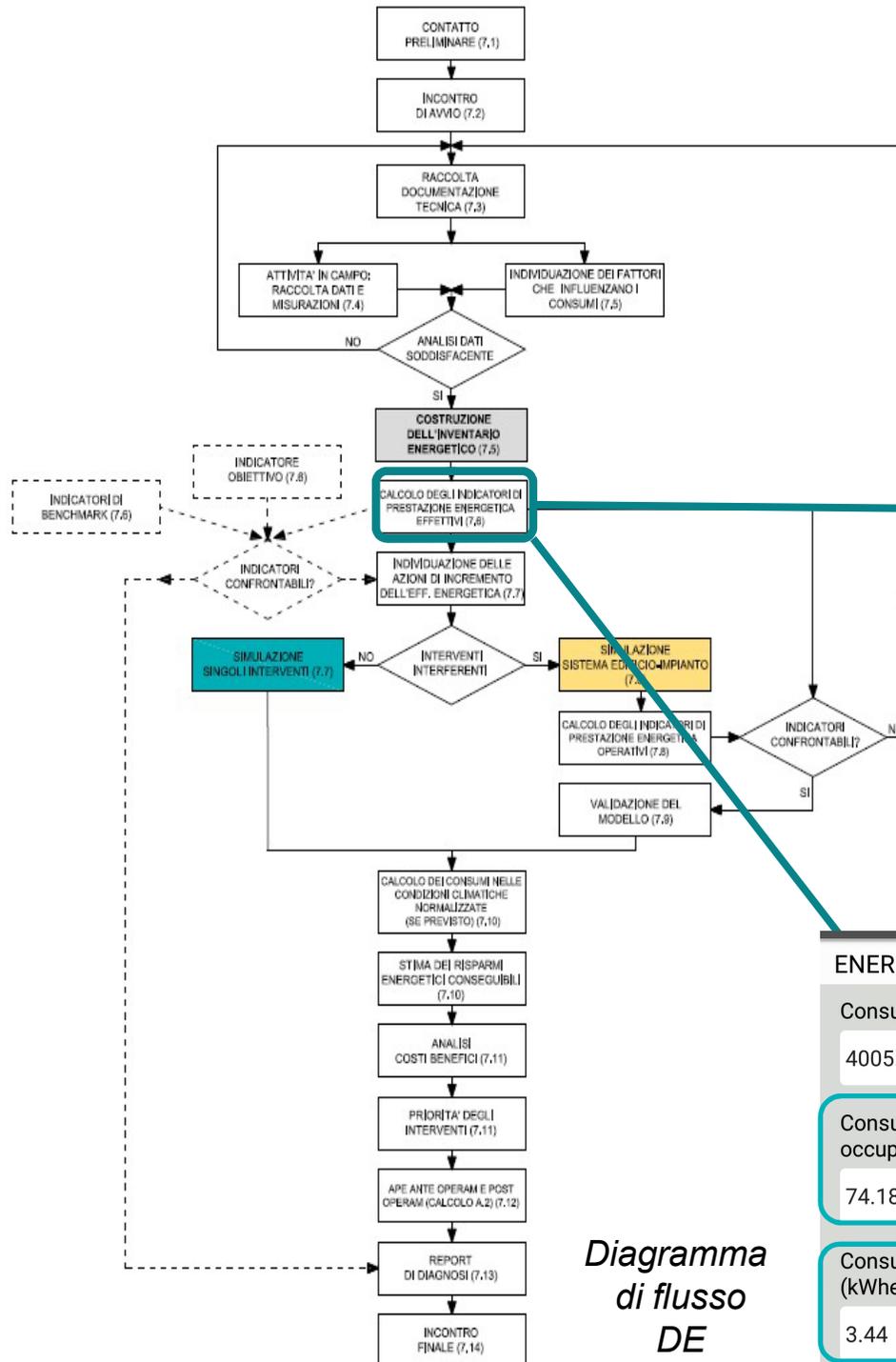


Diagramma di flusso DE

## RISCALDAMENTO

Consumo medio annuo vettore energetico (Sm<sup>3</sup>)

22627.50

Consumo medio annuo altro vettore energetico (kWh)

-

Consumo vettore energetico per superficie riscaldata (Sm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> riscaldati)

19.42

Consumo altro vettore energetico per superficie riscaldata (kWh/m<sup>2</sup> riscaldati)

-

Consumo vettore energetico per occupante (Sm<sup>3</sup>/occupante)

419.03

## ENERGIA ELETTRICA

Consumo elettrico annuo (kWh)

4005.50

Consumo elettrico per occupante (kWh/occupante)

74.18

Consumo elettrico per superficie servita (kWh/m<sup>2</sup>)

3.44

# Individuazione delle azioni di incremento dell'efficienza energetica

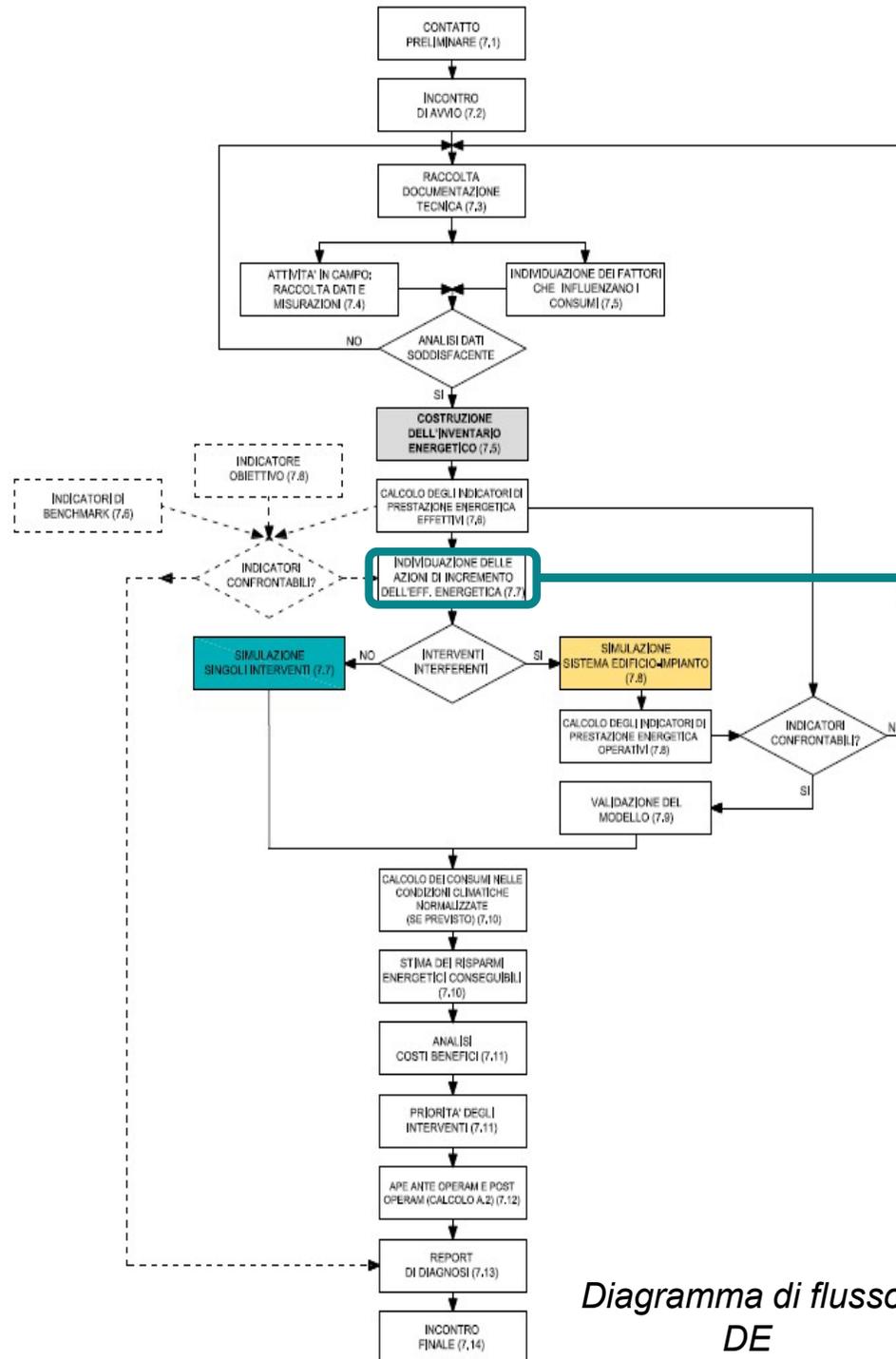
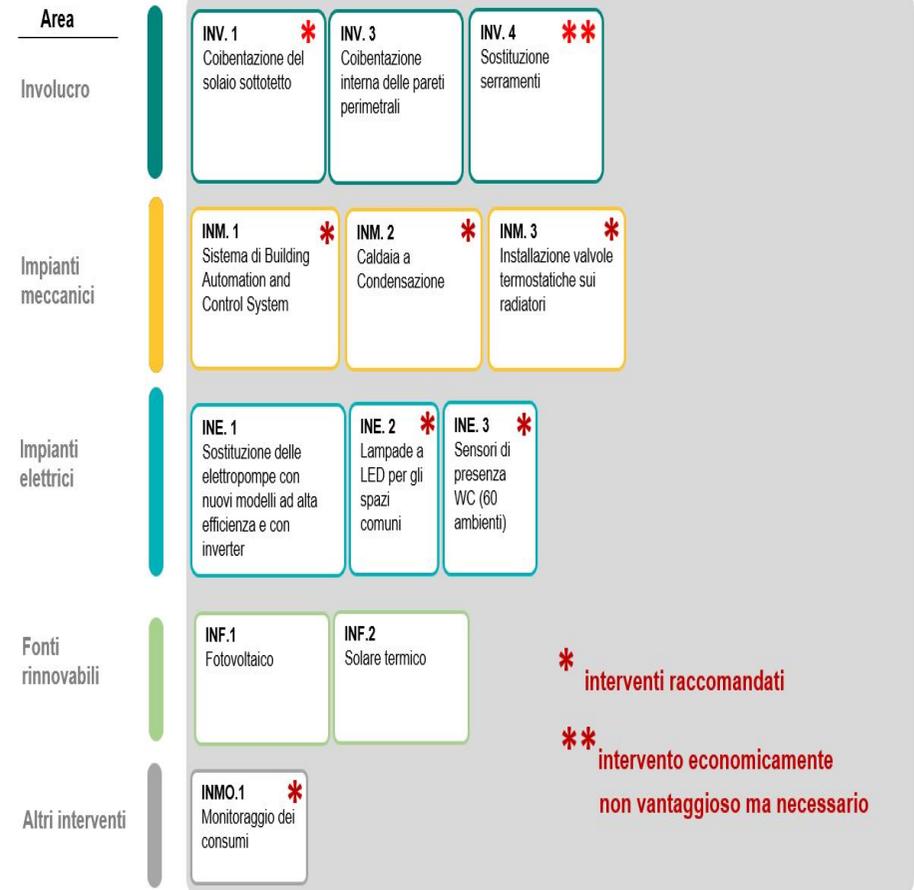


Diagramma di flusso DE

Schema di sintesi:

Interventi individuati





# Simulazione singoli interventi

## SERVIZI PRESENTI



RISCALDAMENTO

ACS

ILLUMINAZIONE

## Interventi individuati:

- VALVOLE TERMOSTATICHE
- LAMPADINE A LED



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

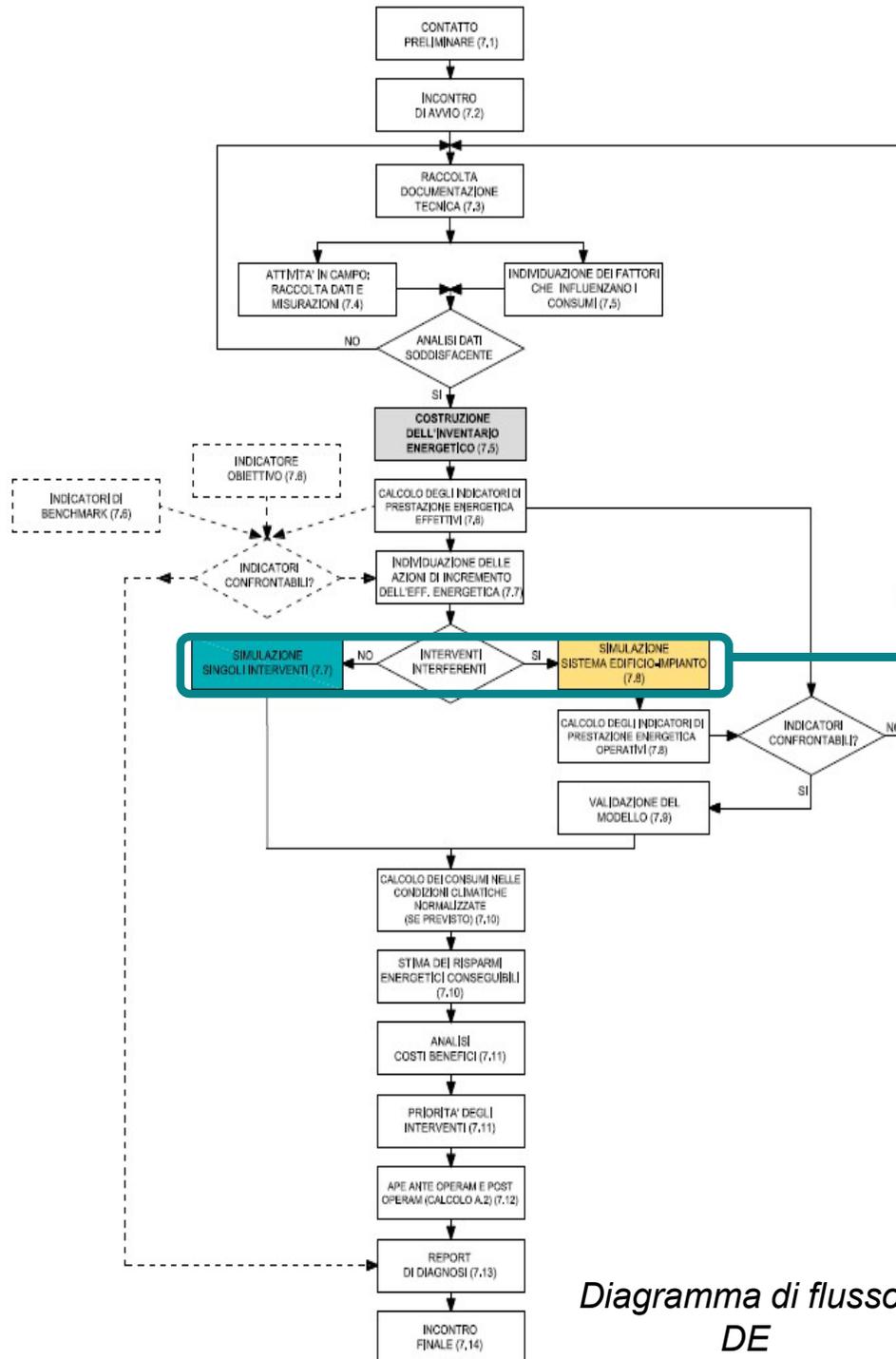


Diagramma di flusso DE

# Simulazione sistema edificio-impianto

## SERVIZI PRESENTI



RISCALDAMENTO



ACS



ILLUMINAZIONE

## Interventi individuati:

- ISOLAMENTO A CAPPOTTO
- SOSTITUZIONE CALDAIA



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

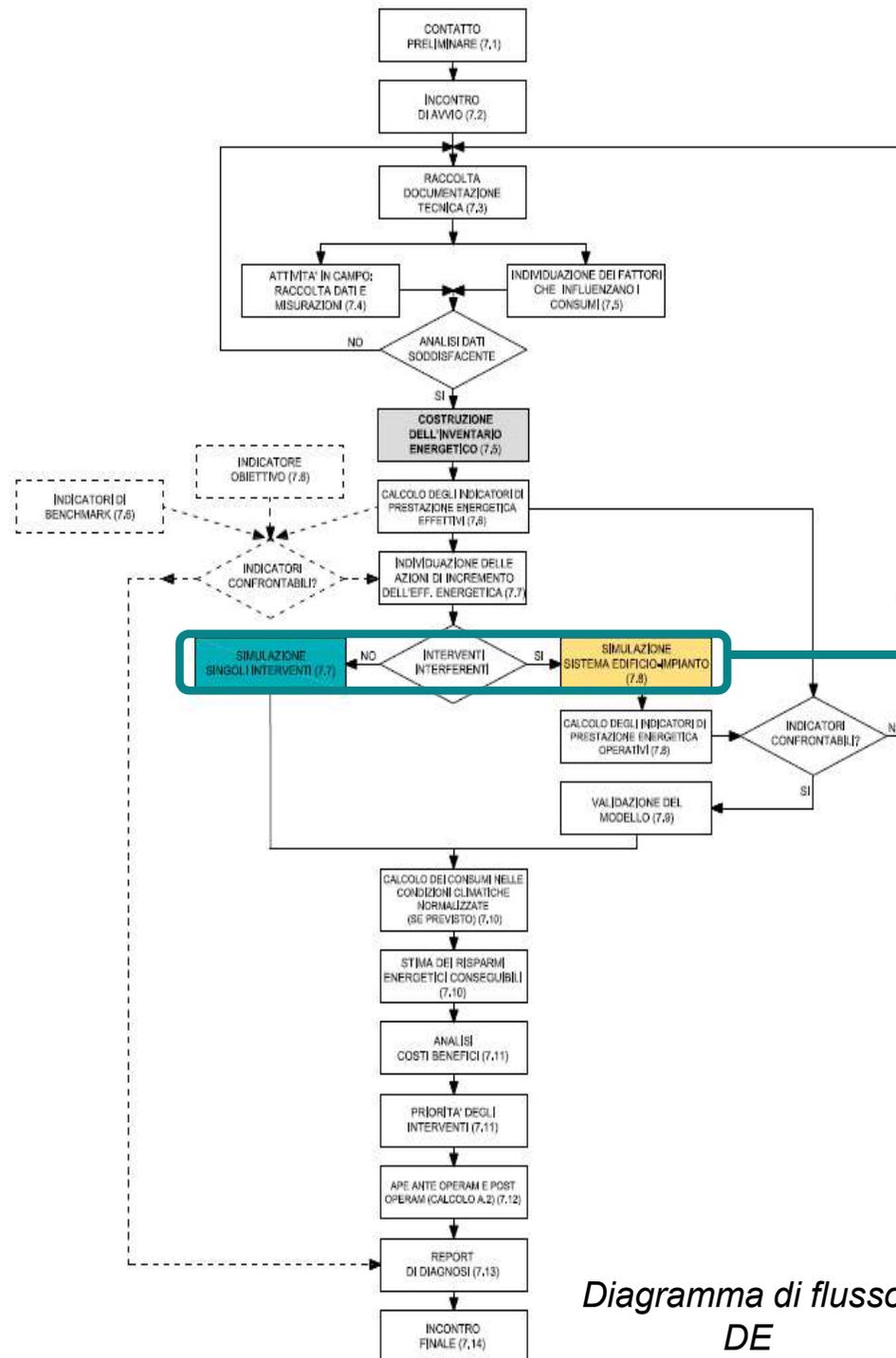
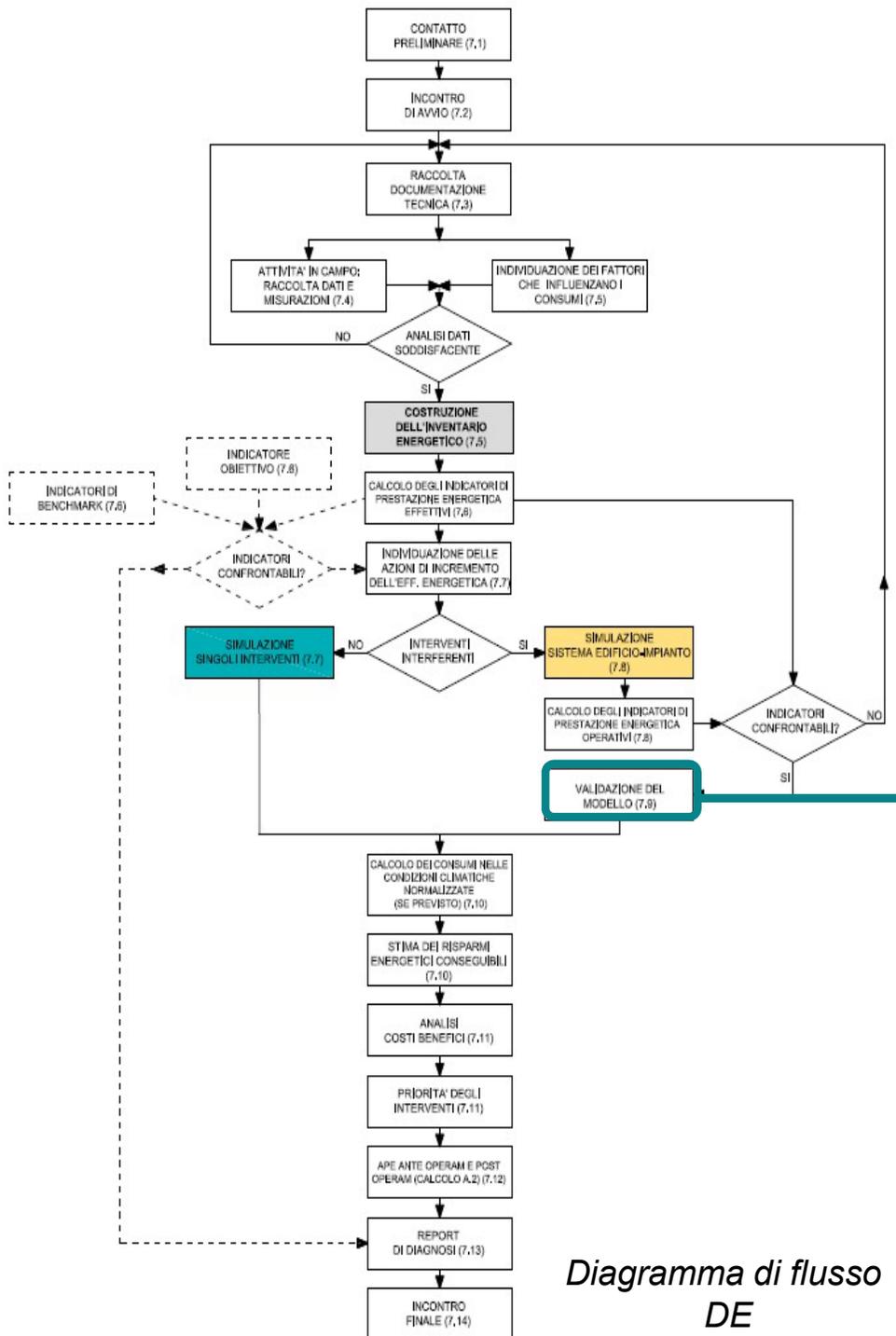
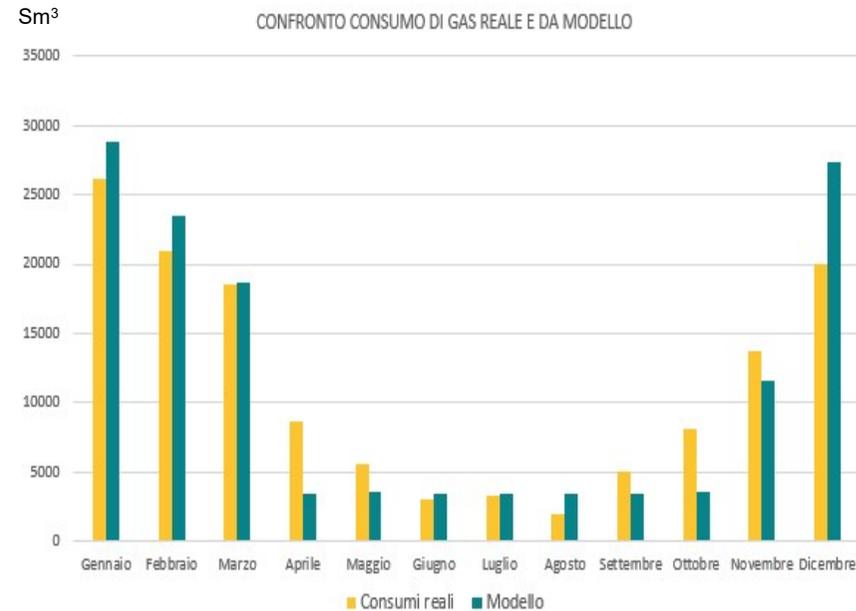


Diagramma di flusso DE



# Validazione del modello

Confronto tra consumi di riferimento reali (Ce) e consumi da modello in condizioni climatiche reali (Co)



Verifica dello scostamento tra i consumi:

$$\frac{Co - Ce}{Ce} \leq 0,1$$

La validazione è condizione necessaria per proseguire

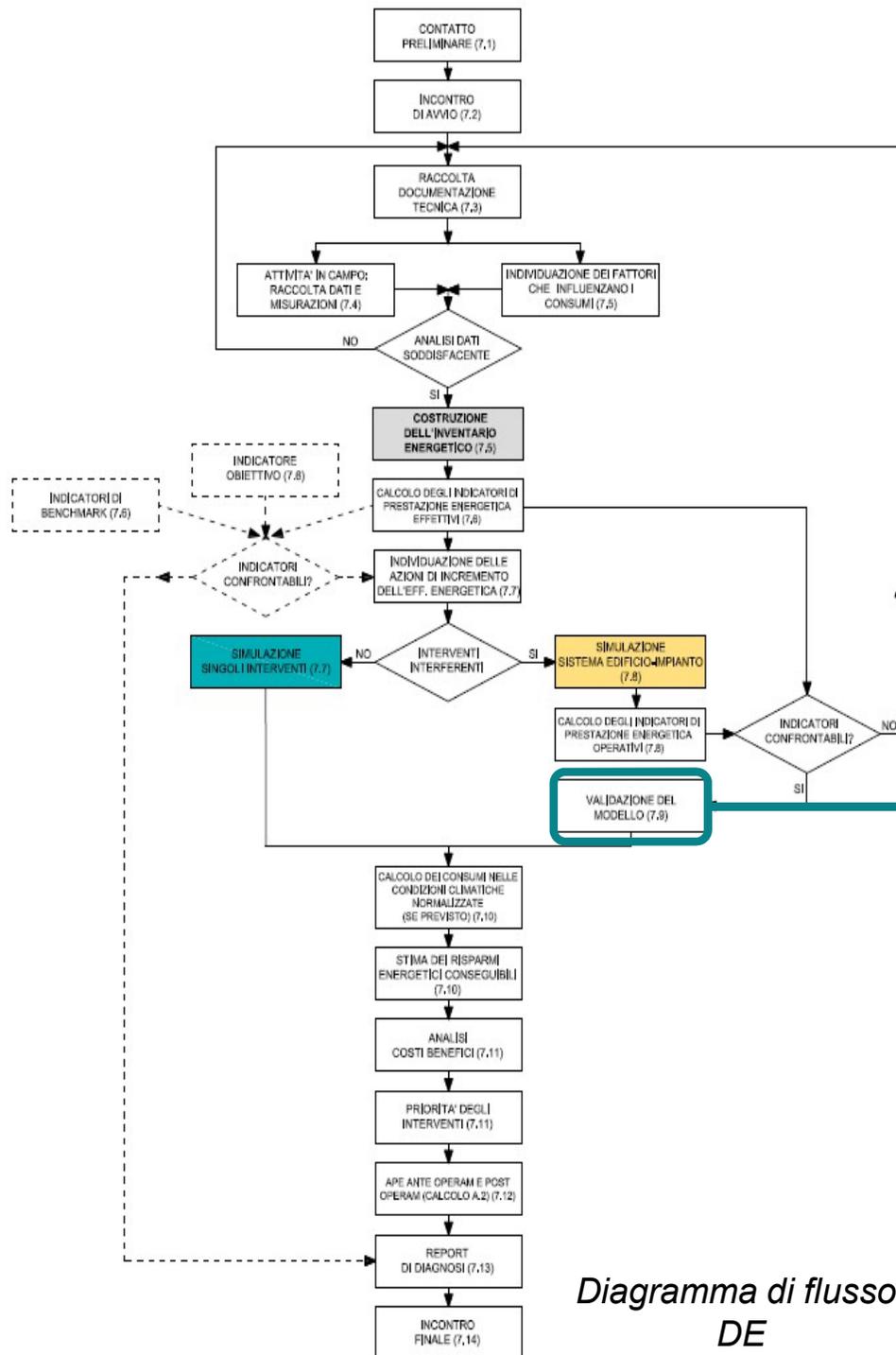
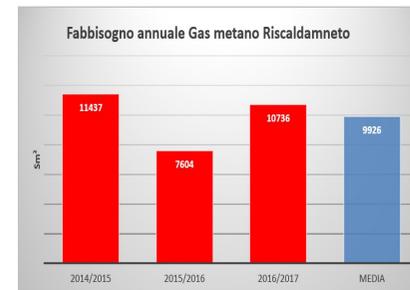


Diagramma di flusso DE

## Validazione del modello

Per confrontare il consumo da modello con quello di riferimento, è necessario effettuare la simulazione in condizioni climatiche reali. Le temperature (esterne ed interne) sono date dalla media delle temperature degli anni considerati



CONSUMO DI RIFERIMENTO



CONSUMO DA MODELLO

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

## Calcolo dei consumi nelle condizioni climatiche normalizzate

Validato il modello, occorre effettuare una nuova simulazione impostando i dati climatici standard - **destagionalizzazione**. I risultati della simulazione si confrontano con i risultati delle simulazioni del modello su cui vengono inseriti gli interventi, svolte anch'esse in condizioni standard



I modelli di confronto differiscono dal modello validato solo per i dati climatici

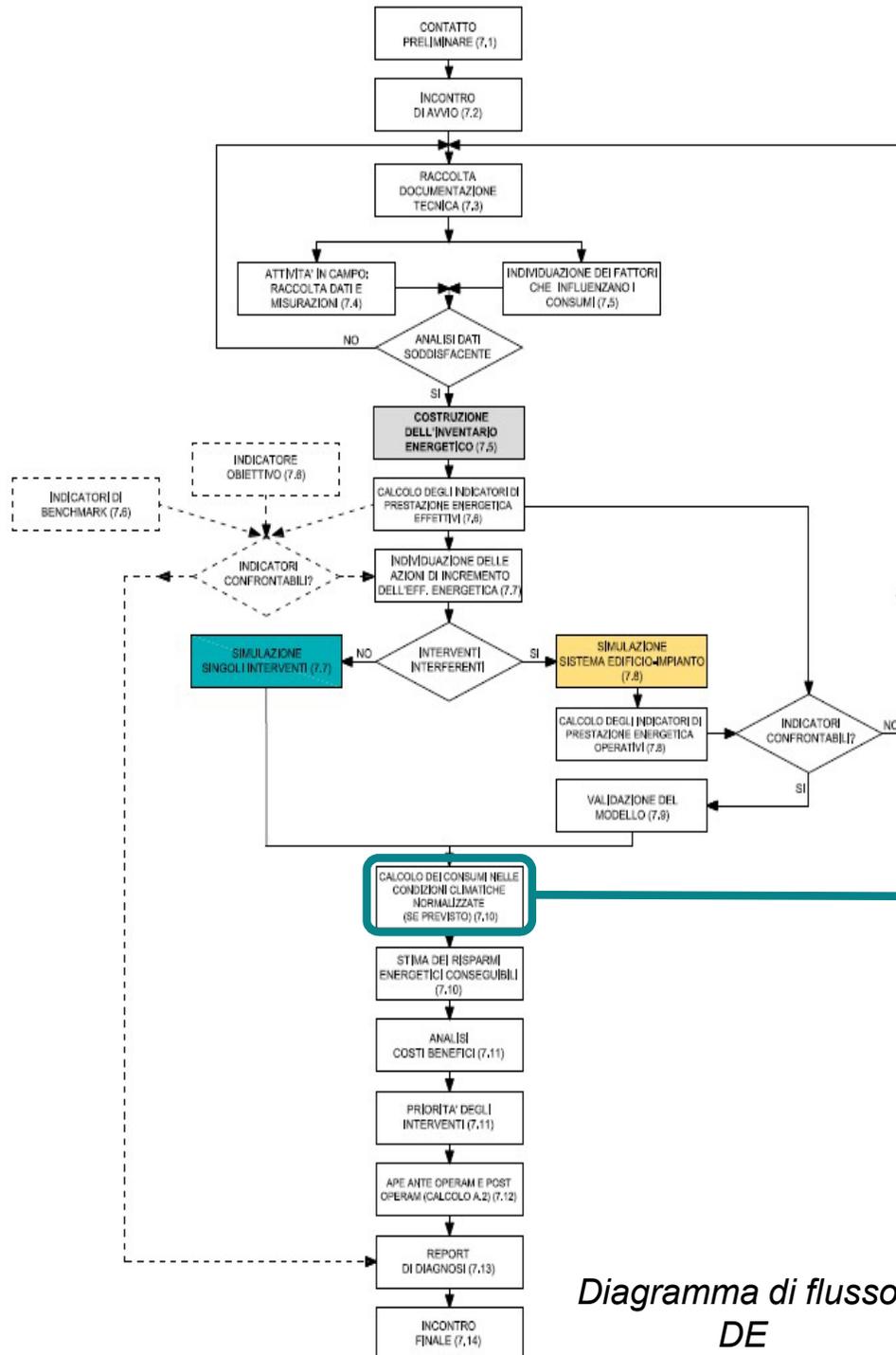


Diagramma di flusso DE

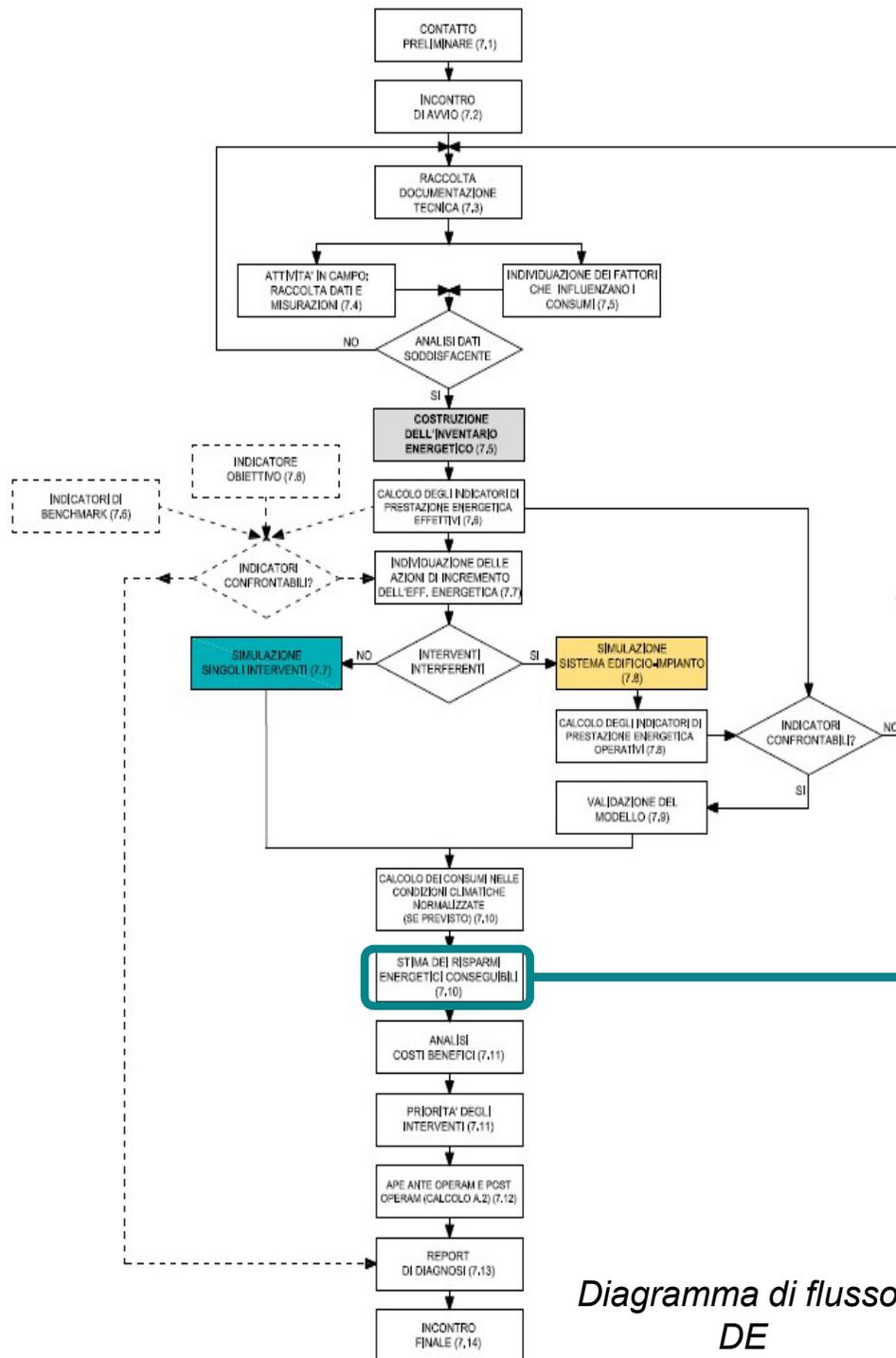


Diagramma di flusso DE

## Stima dei risparmi energetici conseguibili

Fabbisogno energia elettrica kWh/anno	Rif.	Risparmio energetico conseguibile	
		Energia elettrica	Gas naturale
Fabbisogno gas metano Sm <sup>3</sup> /anno		kWh/anno	Rif2%

INVOLUCRO	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	—	—		

FONTI 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. Nella riga scenario completo, invece, si considerano le interferenze tra gli interventi

## Analisi costi - benefici

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

Di ciascun intervento viene 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 all'intervento calcolato come il prodotto fra il **prezzo unitario del vettore energetico** e il **risparmio energetico** conseguito

$$FC = C_u \times R_e$$

Vengono, inoltre, individuate le possibili **misure incentivanti** a sostegno di ogni intervento

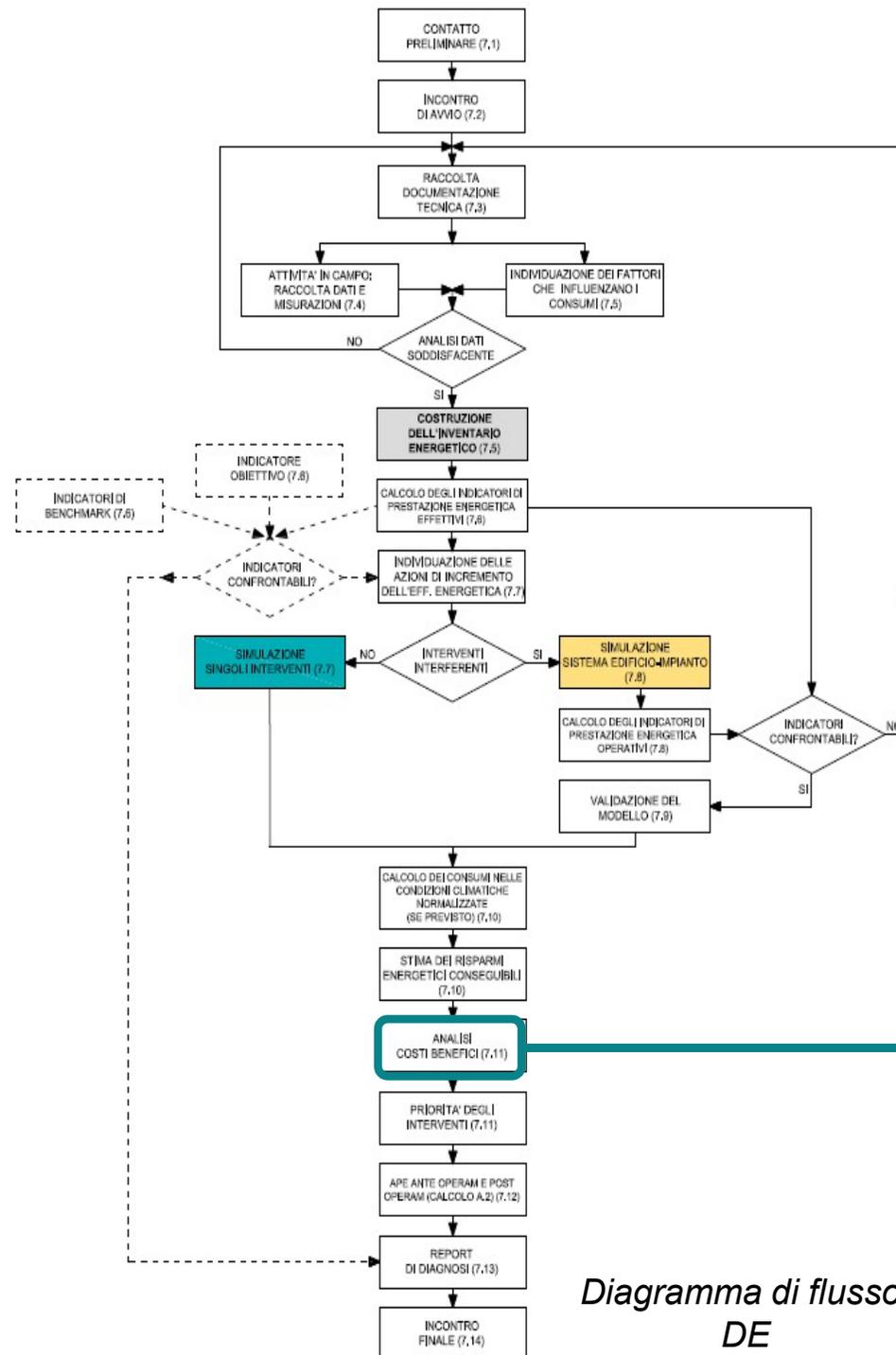


Diagramma di flusso DE

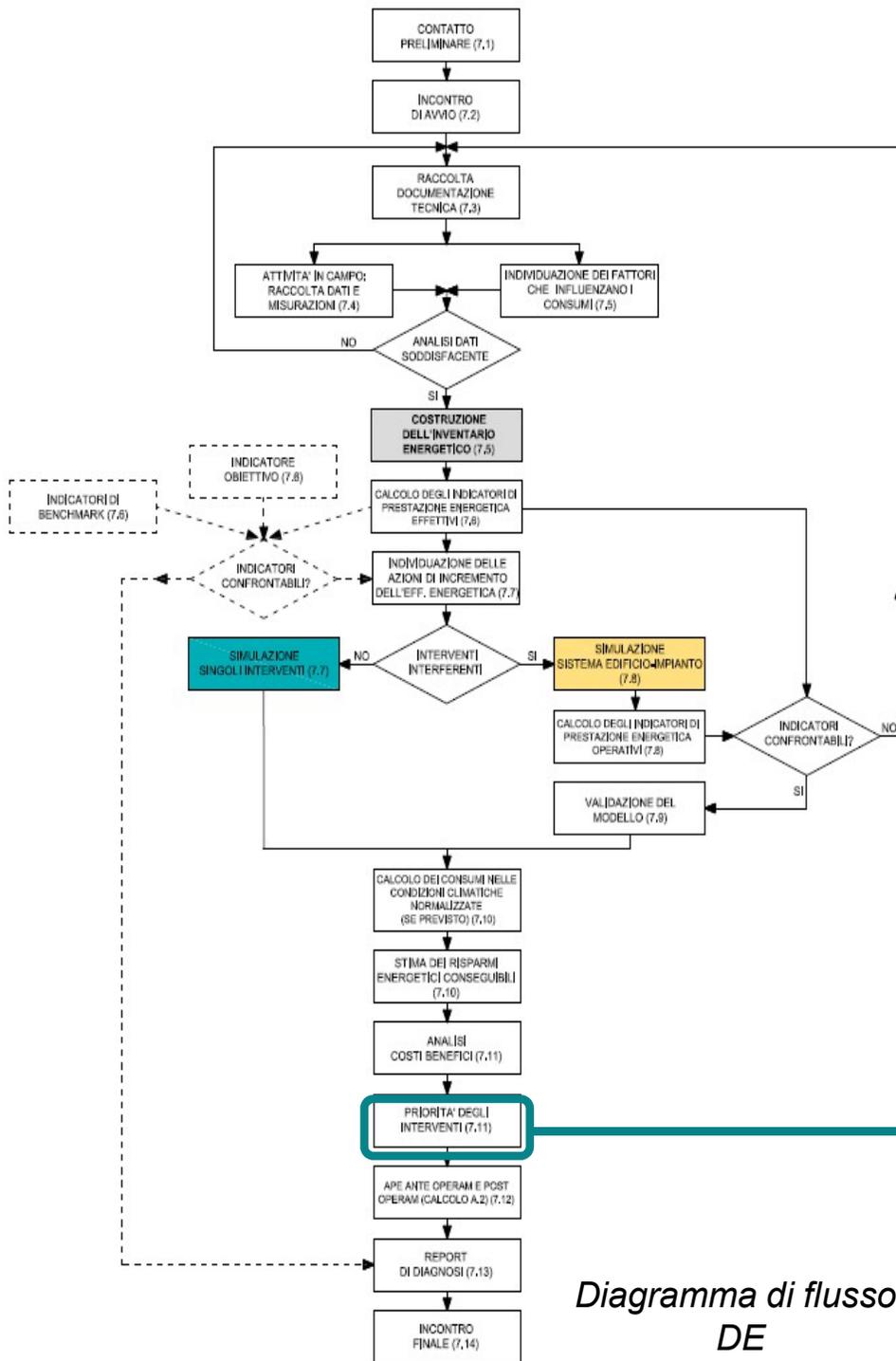


Diagramma di flusso DE

## Priorità degli interventi

Scenario	Intervento	Costo [€]	Risparmio [€]	Tempo di ritorno semplice [anni]
S.1	Coibentazione del solaio su pilotis con pannello in polistirene espanso	21.910	2.212	9,9
S.2	Sostituzione infissi in alluminio senza taglio termico con Infissi in PVC e doppi vetri 4-12-4	52.404	420	125
S.3	Sostituzione caldaia tradizionale con caldaia a condensazione	15.000	676	22
S.4	Installazione valvole termostatiche sui radiatori	5.000	570	8,8
S.5	Sostituzione corpi illuminanti con lampade Led	35.750	3.689	9,7
S.6	Sensori di presenza nei WC	320	1.067	<1
S.7	Sistema di Bulding automation and control system BACS Passaggio classe di automazione da C a B	8.000	1.284	6,2

SCENARIO INTERVENTI CONSIGLIATI				
risparmi dei singoli interventi NON SI SOMMANO				
S1+S4+S5+S.6+S.7	-Coibentazione del solaio su pilotis -Installazione valvole termostatiche -Lampade Led -Sensori di presenza WC -Sistema BACS	70.980	7.058	10

Gli interventi vengono valutati, prima, singolarmente e, poi, in scenari, in modo da individuare interferenze e priorità

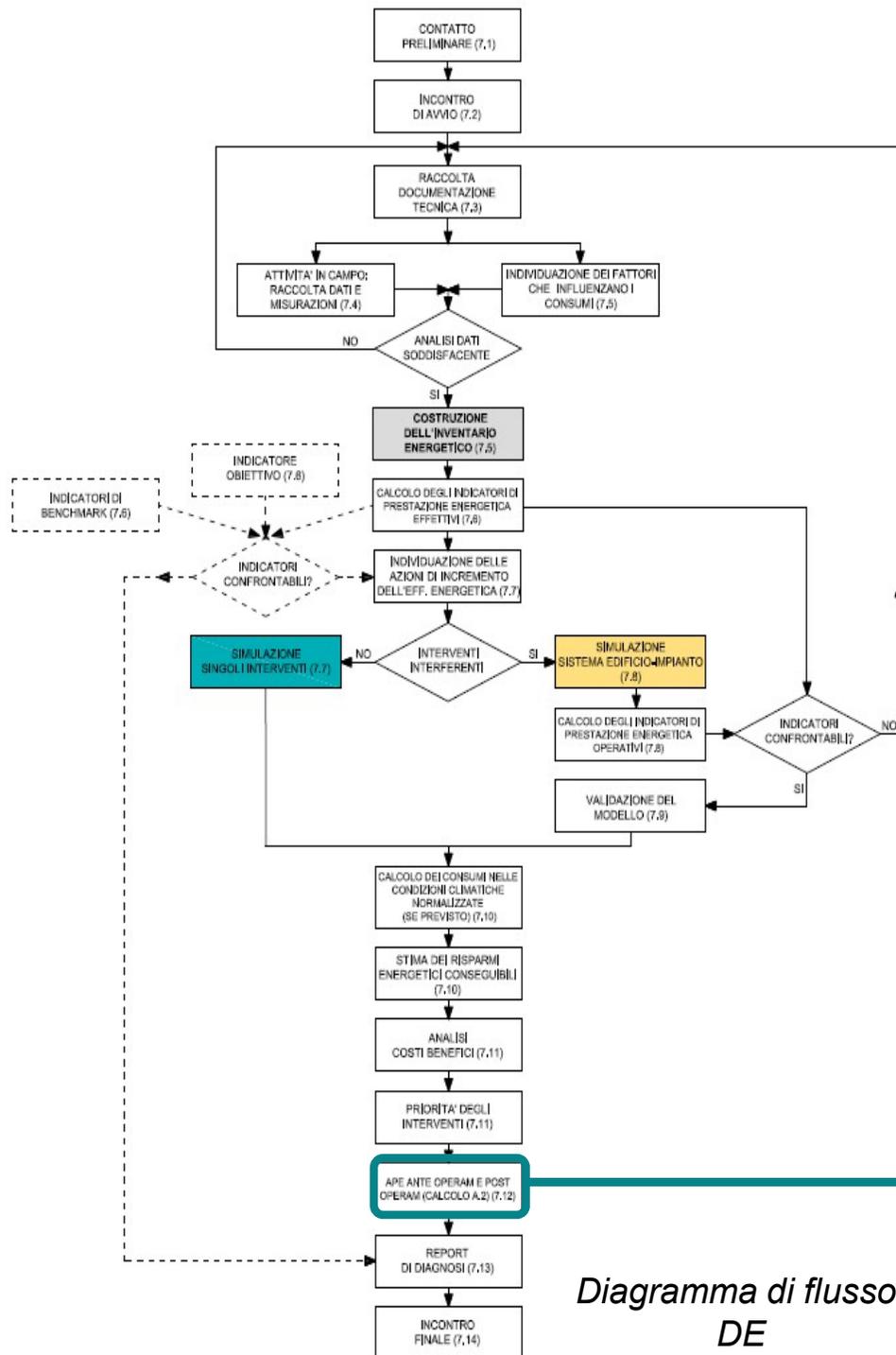
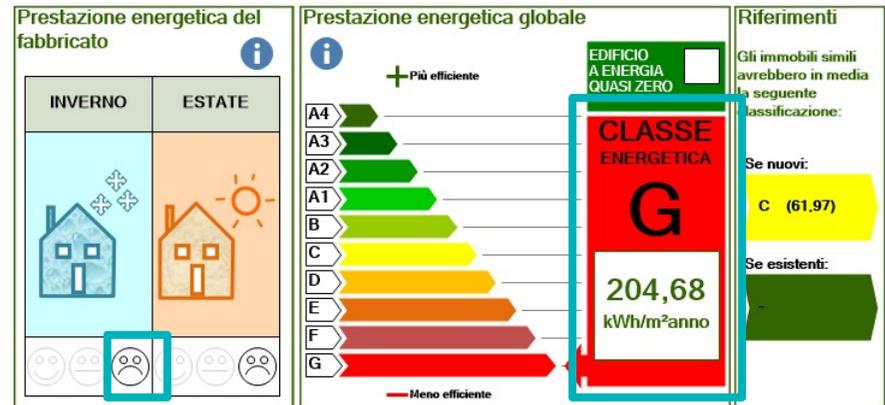


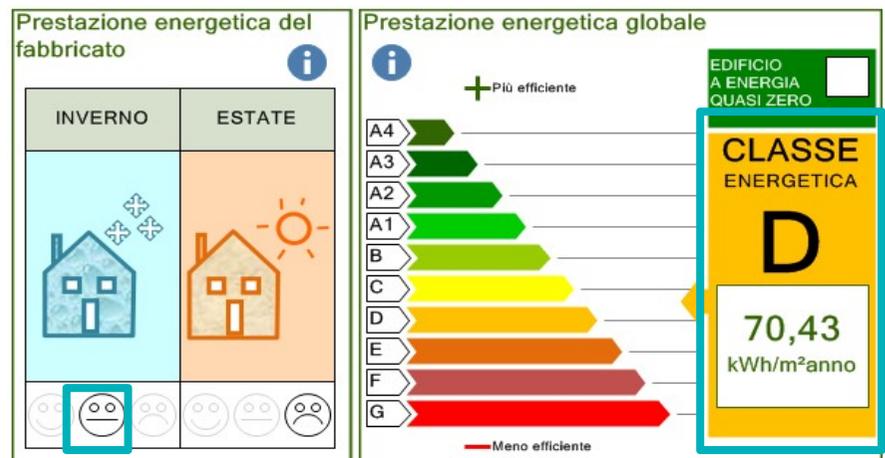
Diagramma di flusso DE

**Servizi energetici presenti**

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



APE ANTE OPERAM



APE POST OPERAM



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



GOVERNANCE E CAPACITÀ ISTITUZIONALE 2014-2020

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 ACS
  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 CO<sub>2</sub>
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

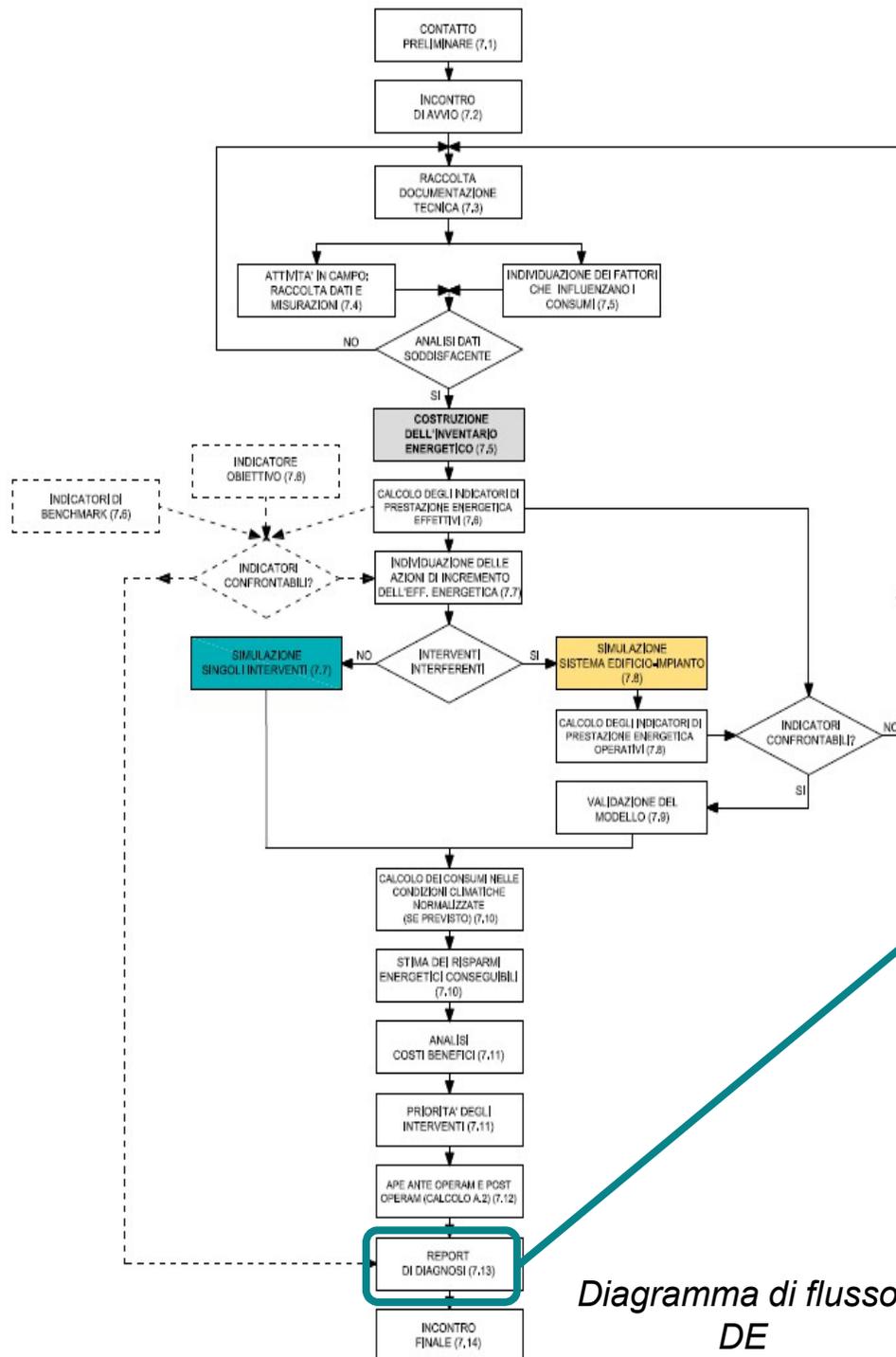


Diagramma di flusso DE

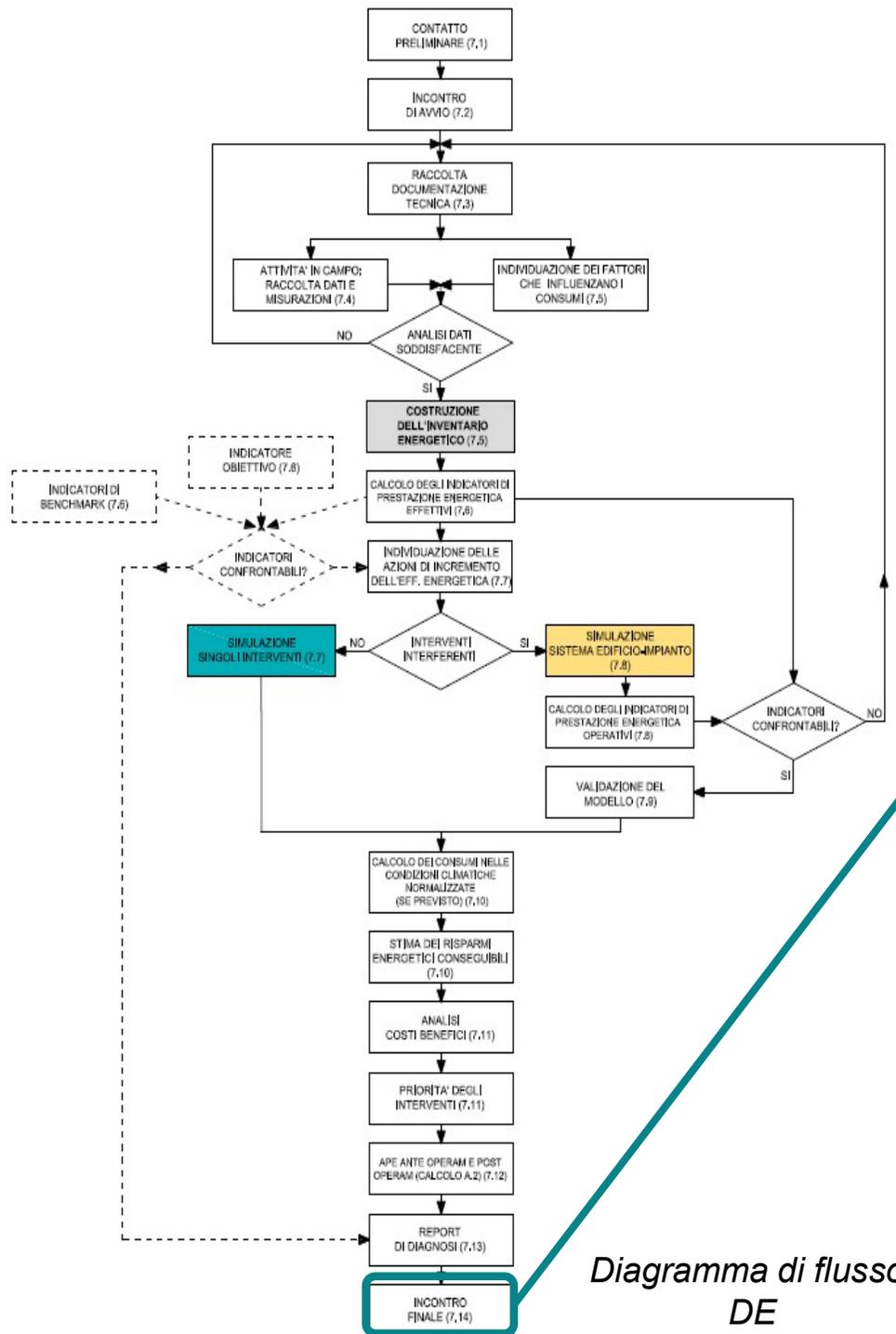


Diagramma di flusso DE

## Incontro finale

Il REDE deve:

- ✓ consegnare il report di DE
- ✓ presentare i risultati della DE, di modo da agevolare il processo decisionale del committente

Discussione circa la necessità di un supplemento di indagine.

# Download Linee Guida DE



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

## LINEE GUIDA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI PUBBLICI

*Nicolandrea Calabrese*

*Americo Carderi*

*Carmen Lavinia*

*Francesca Caffari*

*Elisa Passafaro*

Gennaio 2019

### Allegati:

1. Schede di rilievo scuole
2. Schede di rilievo uffici
3. Format report di diagnosi

<https://www.espa.enea.it/>

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



**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**

Grazie per  
l'attenzione

Ing. Carmen Lavinia  
carmen.lavinia@enea.it  
nicolandrea.calabrese@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**