

Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

Napoli, 18 settembre 2019



Relatore:
Ing. Sergio La Mura
Professore a.c. Corso Laurea Ingegneria Diagnostica e
Certificazioni Energetiche –
Dipartimento ENERGIA Politecnico di Milano
Titolate Studio Ingegneria La Mura – Milano

- Il 18 giugno 2010 è stata pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea la nuova [Direttiva 2010/31/UE](#).

Nella Direttiva 2012/27/UE, nota anche come Energy Performance Building Directive (EPBD) recast, viene espresso che gli edifici sono responsabili del 40% del consumo globale di energia dell'Unione Europea. Il settore edilizio è in espansione e di conseguenza anche il consumo energetico è destinato ad aumentare. La riduzione del consumo energetico e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili in tal settore costituiscono misure importanti necessarie per la riduzione della dipendenza energetica dell'Unione e le emissioni di gas effetto serra. Inoltre, le misure adottate consentirebbero anche all'Unione di conformarsi al protocollo di Kyoto allegato alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e di rispettare sia l'impegno a lungo termine di mantenere l'aumento della temperatura globale al di sotto dei 2°C e un'economia a bassa intensità di carbonio per il 2050, sia l'impegno di ridurre entro il 2020 le emissioni globali di gas effetto serra di almeno il 20% al di sotto dei livelli del 1990. La Direttiva EPBD prevede che gli Stati membri provvedano affinché entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero e a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano ad energia quasi zero.

Direttiva UE 2018/844 che modifica l'EPBD sulla prestazione energetica degli edifici

La Direttiva 2018/844, pubblicata il 19 giugno in Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea e datata 30 maggio 2018, modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia (EPBD) e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (DEE).

Il provvedimento, risultato della negoziazione del pacchetto di misure Clean Energy for all Europeans, pubblicato nel novembre 2016 dalla Commissione, rafforza e semplifica le disposizioni vigenti e mira a raggiungere gli obiettivi dell'Unione per l'energia e il clima al 2030.

Gli obiettivi della nuova direttiva:

- rendere più efficaci le strategie di ristrutturazione degli immobili a lungo termine che dovranno avere obiettivi chiari e misurabili per un settore edile idealmente decarbonizzato e un parco di edifici NZEB al 2050
 - consolidare la componente finanziaria e promuovere investimenti privati per il recupero del patrimonio edilizio esistente
 - sostenere lo sviluppo delle infrastrutture per l'elettromobilità
 - innalzare le soglie per l'obbligo delle ispezioni degli impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria, affidando nell'apporto dei sistemi automatici di monitoraggio e controllo
 - incoraggiare l'uso delle tecnologie informatiche per edifici efficienti
 - migliorare la trasparenza delle metodologie di calcolo della prestazione energetica definite dagli stati membri
 - accrescere il ruolo dei consumatori, informandoli e proteggendoli dalla povertà energetica.
- Gli Stati membri dovranno recepirli entro marzo 2020.

Direttiva UE 2018/844 che modifica l'EPBD sulla prestazione energetica degli edifici

La Direttiva (UE) 2018/844 (30 maggio 2018), revisione della Direttiva sull'Efficienza Energetica degli Edifici 2010/31/UE, già sostituita dalla EPBD recast 2012/27/UE, introduce alcune importanti novità che in qualche modo influenzano la definizione di Nearly Zero Energy Building.

l'obiettivo della realizzazione di sistemi energeticamente efficienti deve tenere in considerazione il benessere climatico degli ambienti interni, la sicurezza in caso di incendi e i rischi connessi all'intensa attività sismica.

La traduzione italiana del testo originale in inglese non rende pieno merito a tale innovazione legislativa. Il testo originale riporta infatti "healthy indoor climate conditions", dizione che rimarca non solo l'aspetto del benessere ma soprattutto quello di salubrità, nel senso che l'edificio deve assicurare un ambiente confortevole e sicuro per la salute dei suoi occupanti. Inoltre, il concetto di clima non si limita al solo aspetto termoisolante, che tiene conto dei valori di temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria e di temperatura media radiante, ma coinvolge anche il benessere acustico, legato al rumore proveniente dall'esterno e a quello prodotto dagli impianti tecnici, il benessere luminoso, relativo alla qualità della distribuzione di luce diurna e artificiale, e soprattutto la qualità dell'aria interna, collegata anche al concetto di salubrità dell'ambiente interno. L'insieme di questi quattro aspetti del clima e della qualità dell'aria sono riassumibili con un'unica etichetta: qualità dell'ambiente interno, nota come IEQ (Indoor Environmental Quality)

NZEB: Definizione

Tenendo peraltro conto della « nuova » DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2012/27/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia, che già modificava la direttiva 2010/31/UE sull'efficienza energetica (Testo rilevante ai fini del SEE)

«Articolo 2

Definizioni

Al fini della presente direttiva valgono le seguenti definizioni:

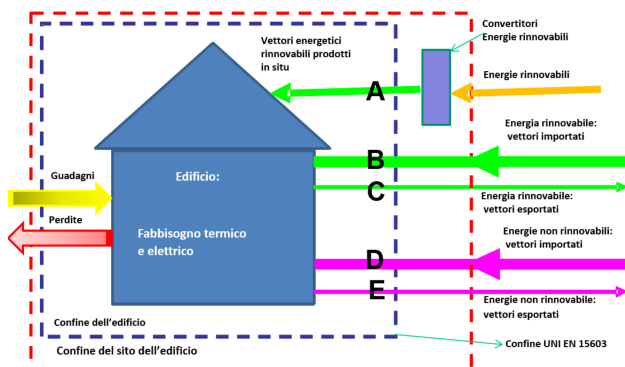
- 2) «edificio a energia quasi zero»: edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I.
- Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze;»

ALLEGATO I

Quadro comune generale per il calcolo della prestazione energetica degli edifici (di cui all'articolo 3)

Il fabbisogno energetico per il riscaldamento degli ambienti, il raffreddamento degli ambienti, l'acqua calda sanitaria, l'illuminazione, la ventilazione e altri sistemi tecnici per l'edilizia deve essere calcolato al fine di ottimizzare la salute, la qualità dell'aria interna e i livelli di comfort definiti dagli Stati membri a livello nazionale o regionale

NZEB: i confini



Direttiva UE 2018/844 che modifica l'EPBD sulla prestazione energetica degli edifici

ALTRA novità importante, anche se comporta un obbligo di implementazione solo su base volontaria, è l'introduzione di un nuovo indicatore per qualificare la prestazione dell'edificio: l'indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza, SRI (Smart Readiness Indicator). Altro elemento di innovazione presente è l'inserimento dell'edificio nel piano di sviluppo della mobilità elettrica, con la previsione in installazione di punti di ricarica per l'auto elettrica.

Fondamentalmente un edificio NZEB che abbia un elevato SRI dovrà essere in grado di:

- mantenere le citate condizioni di qualità dell'ambiente interno al variare delle esigenze dell'utenza;
- mantenere l'efficienza energetica del sistema edificio al variare delle condizioni richieste dall'utenza oltre che dalle condizioni climatiche esterne;
- utilizzare o sfruttare al massimo fonti rinnovabili e/o vettori energetici parzialmente aleatori tramite pratiche "load shift" ottenibili ricorrendo a sistemi di accumulo energetico o all'impiego di strutture termo-capacitive nella realizzazione del fabbricato;
- integrarsi in una smart grid sia come utilizzatore sia come produttore intelligente.

CLIVET Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings 7

LE FASI DELLE DIAGNOSI

LE FASI DELLE DIAGNOSI ENERGETICHE: SCOPI E MODALITA' DI ESECUZIONE

CLIVET Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings 8

DIAGNOSI E CERTIFICAZIONI ENERGETICHE ENERGY AUDIT AND CERTIFICATION

NB. PREMESSA

- DIAGNOSI coincide con ENERGY AUDIT
- DIAGNOSI ENERGETICA è assai diversa da CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CLIVET Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings 9

Energy management

- Con Energy management si intende massimamente una Gestione corretta con un attento equilibrio e dosaggio fra domanda e offerta, nelle quantità – qualità e tempi.
- Un bravo Energy Manager avrà la possibilità di somministrare l'energia giusta tesa a soddisfare un bisogno.

La conoscenza del bisogno sarà il punto di partenza dello studio.

CLIVET Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings 10

DEFINIZIONI

- DE Diagnosi energetica: procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati.**

Da Art. 2. Definizioni n) DECRETO LEGISLATIVO 30 maggio 2008, n.115: "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"

Richiamato dal DECRETO LEGISLATIVO 4 luglio 2014, n. 102 .

Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

CLIVET Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings 11

Riferimenti legislativi

Numero e anno	Titolo
Direttiva 2002/91/CE	Rendimento energetico nell'edilizia
Direttiva 2005/32/CE	Istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia e recante modifica della direttiva 92/42/CEE del Consiglio e delle direttive 96/57/CE e 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio
Direttiva 2006/32/CE	Efficienza energetica negli usi finali e i servizi energetici
Direttiva 2010/31/UE	Prestazione energetica nell'edilizia
Direttiva 2012/27/UE	Efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
Legge 10/91	Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia
Legge 15 marzo 1997, n. 59	Delega al Governo per il conferimento di funzioni e compiti alle regioni ed enti locali, per la riforma della Pubblica Amministrazione e per la semplificazione amministrativa
Legge costituzionale 18 ottobre 2001 n. 3	Modifiche al titolo V della parte seconda della Costituzione
Legge 4 febbraio 2005 n. 11	Norme generali sulla partecipazione dell'Italia al processo normativo dell'Unione europea e sulle procedure di esecuzione degli obblighi comunitari
D. Lgs. 31/03/1998 N. 112	Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997, n. 59
D. Lgs. 192/05	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia
D. Lgs. 311/06	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192
D. Lgs. 201/07	Attuazione della direttiva 2005/32/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia
D. Lgs. 115/08	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
D. Lgs. 28/11	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

CLIVET Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings 12

Riferimenti legislativi



Numero e anno	Titolo
D.L. 63/2013	Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale
DPR n. 412/93	Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10
DPR 59/89	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
DPR 151/2011	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122
DPR 74/2013	Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192
D.M. 1/12/1975	Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione
D.M. 16/05/1987 n. 246	Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione
D.M. 12/04/1996	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
D.M. 26/1/2010	Aggiornamento del decreto 11 marzo 2008 in materia di riqualificazione energetica degli edifici
D. interministeriale 26/6/2015	Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici
d.g.r. X/3965/2015	Disposizioni per l'esercizio, il controllo, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

13

Riferimenti legislativi



Numero e anno	Titolo
decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
DECRETO LEGISLATIVO 18 LUGLIO 2016, N. 141	Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
DECRETO INTERMINISTERIALE 16 FEBBRAIO 2016	Aggiornamento della disciplina per l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica..... «AGGIORNAMENTO_CONTO_TERMICO 2.0»
DECRETO 11 ottobre 2017	Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

14

Recepimento regionale Direttive EU



- Le regioni italiane che hanno recepito alla data del 30 luglio 2012 la direttiva EU 91/2002 sono solo Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Liguria, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Toscana, Puglia, Sicilia e la provincia autonoma di Bolzano (10 su 20).

- La Regione Lombardia fa dunque parte di quelle Regioni che hanno recepito autonomamente la Direttiva EU 91/2002 attraverso la Deliberazione VIII/8745, corrispettiva al D.Lgs. 192/05 in ambito nazionale.

Anche nella Deliberazione sono presenti riferimenti espliciti al concetto di diagnosi energetica: al paragrafo 6.1 si specifica che, nel caso di nuova installazione, ristrutturazione di impianti termici o sostituzioni di generatori di calore, **per installazioni di potenze termiche utili nominali maggiori o uguali a 100 kW**, è fatto altresì **obbligo** di produrre oltre alla relazione tecnica di cui all'allegato B, **l'attestato di certificazione energetica e una diagnosi energetica dell'edificio** nella quale oltre a quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici dell'intervento sull'impianto termico, si individuino le ulteriori misure utili alla riduzione della spesa energetica, i relativi tempi di ritorno degli investimenti e i possibili miglioramenti di classe energetica dell'edificio.



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

15

La DE è richiesta per vari motivi:



Ottemperare al Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59

Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

Art. 4.(Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti)

Comma 5. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, nel caso di nuova installazione e ristrutturazione di impianti termici o sostituzione di generatori di calore, previsti all'articolo 3, comma 2, lettera c), numeri 2) e 3), del decreto legislativo, si procede al calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico e alla verifica che lo stesso risulti superiore al valore limite riportato al punto 5 dell'allegato C al decreto legislativo. Nel caso di installazioni di potenze nominali del focolare maggiori o uguali a 100 kW, è fatto obbligo di allegare alla relazione tecnica di cui all'articolo 8, comma 1, del decreto legislativo, una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto nella quale si individuano gli interventi di riduzione della spesa energetica, i relativi tempi di ritorno degli investimenti, e i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di certificazione energetica in vigore, e sulla base della quale sono state determinate le scelte impiantistiche che si vanno a realizzare



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

16

La DE è richiesta per vari motivi:



Per adempiere a richieste legislative varie, spesso per ottenere finanziamenti, quali il Conto Energia Termico (ove peraltro le DE vengono remunerate al 50 o 100 %)

Da GSE CT 2.0 5.13 Diagnosi energetiche preliminari e certificazioni energetiche
La diagnosi energetica precedente l'intervento e APE successiva sono obbligatorie e devono corredare la richiesta di incentivo nei casi elencati di seguito, a pena di decadenza, per il riconoscimento degli incentivi.

La diagnosi e l'Attestato di Prestazione Energetica devono essere redatte secondo le norme indicate a seguire e comunque, nel rispetto delle vigenti disposizioni nazionali o regionali, ove presenti:

- le diagnosi energetiche dovranno essere redatte, preferibilmente, nel rispetto del pacchetto di norme UNI CEI EN 16247. Dovranno inoltre seguire i criteri minimi previsti dall'Allegato 2 del Decreto legislativo n. 102/2014;



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

17

La DE è richiesta per vari motivi:



Da GSE CT 2.0 (Conto Termico

DECRETO INTERMINISTERIALE 16 FEBBRAIO 2016 AGGIORNAMENTO_CONTO_TERMICO)

È previsto un valore massimale dell'incentivo e un costo unitario massimo in funzione dalla destinazione d'uso e dalla superficie utile dell'immobile ed è ricavabile dalla seguente tabella (n. 19 del Decreto):
Tabella 1 - Diagnosi e Certificazione energetica: valori necessari per il calcolo dell'incentivo

[Tabella 19 – Allegato II - DM 16.02.16]			
Destinazione d'uso	Superficie utile dell'immobile [m ²]	Costo unitario massimo [€/m ²]	Valore massimo erogabile [€]
Edifici residenziali della classe E1 del DPR 26 agosto 1993, n.412 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme	Fino a 1600 compresi	1,50	5.000,00
	Oltre 1600	1,00	
Edifici della classe E3 del DPR 26 agosto 1993, n.412 (ospedali e case di cura)	-	3,50	18.000,00
Tutti gli altri edifici	Fino a 2500 compresi	2,50	13.000,00
	Oltre 2500	2,00	



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

18

La DE è richiesta per vari motivi:



Effettuare Diagnosi Energetiche ...generiche o di dettaglio, finalizzate a proporre dei contratti ESCO / Energy Performance Contract (EPC)

Da Dlgs 102 (Art2 cm2 let n) contratto di rendimento energetico o di prestazione energetica (EPC): accordo contrattuale tra il beneficiario o chi per esso esercita il potere negoziale e il fornitore di una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, verificata e monitorata durante l'intera durata del contratto, dove gli investimenti (lavori, forniture o servizi) realizzati sono pagati in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente o di altri criteri di prestazione energetica concordati, quali i risparmi finanziari;

Per ottemperare completamente al contratto Servizio Energia

(rif. Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 115)

NB ora non bastano più le certificazioni energetiche rif. Art. 18, Diagnosi energetiche e campagne di informazione (il comma 3 è abrogato dall'art. 18 del D.Lgs. n. 102 del 2014)



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

19

La DE è richiesta per vari motivi:



Ottemperare ai disposti del Dlgs 102-2014 comprensivi degli allegati

Di cui citiamo l'articolo 8:

Art. 8

Diagnosi energetiche e sistemi di gestione dell'energia

Effettuare Diagnosi Energetiche (o Analisi Energetiche come da p.to 3.15 UNI CEI EN ISO 50001 e segg.) equivalente a DE – come da Tabella di correlazione tra l'Allegato 2 del D.Lgs 102/2014, la serie UNI CEI EN 16247 (1:2012, 2-3-4:2014) e la UNI CEI EN ISO 50001:2011)



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

20

La DE è richiesta per vari motivi:



Ottemperare ai disposti del CAM

DECRETO 11 ottobre 2017

Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica amministrazione

ovvero

Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP)



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

21

La DE è richiesta per vari motivi:



Ottemperare ai disposti del CAM

2.3 Specifiche tecniche dell'edificio 2.3.1 Diagnosi energetica

Per progetti di ristrutturazione importante di primo livello e per progetti di ristrutturazione importante di secondo livello di edifici con superficie utile di pavimento uguale o superiore a 2500 (duemilacinquecento) metri quadrati, deve essere condotta o acquisita (oltre all'APE ove richiesta dalle leggi vigenti) una diagnosi energetica (10) per individuare la prestazione energetica dell'edificio e le azioni da intraprendere per la riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio. Tale diagnosi dovrà includere la valutazione dei consumi effettivi dei singoli servizi energetici degli edifici oggetto di intervento ricavabili dalle bollette energetiche riferite ad almeno i tre anni precedenti o agli ultimi tre esercizi adeguatamente documentati. In caso di utilizzo dell'edificio da meno di tre anni o di indisponibilità di bollette dei tre anni precedenti o riferite agli ultimi tre esercizi, la diagnosi energetica può essere redatta sulla base di una stima dei consumi dalle bollette energetiche riferite all'ultimo anno (per il riscaldamento in base ai gradi giorno). **Tali consumi devono essere normalizzati per tenere conto dell'andamento climatico dell'ultimo anno.** In caso di inutilizzo della struttura per oltre 5 anni, la diagnosi energetica può essere redatta sulla base di una stima dei consumi.

Per i progetti di ristrutturazione importante di secondo livello di edifici con superficie utile di pavimento inferiore a 2500 (duemilacinquecento) metri quadrati e per i progetti di riqualificazione energetica, **gli interventi devono essere supportati da una valutazione costi/benefici e deve essere in ogni caso presentato l'APE (11)**



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

22

La DE è richiesta per vari motivi:



Ottemperare ai disposti del CAM

2.3 Specifiche tecniche dell'edificio 2.3.1 Diagnosi energetica

Verifica: per dimostrare la conformità al presente criterio, il progettista deve presentare, per i casi ivi previsti:

una diagnosi energetica redatta in base alle norme UNI CEI EN 16247, da un soggetto certificato secondo la norma UNI CEI 11339 o UNI CEI 11352 da un organismo di valutazione della conformità, che contenga una valutazione della prestazione energetica dell'edificio-impianto e delle azioni da intraprendere per la riduzione del fabbisogno energetico, conformemente alla normativa tecnica vigente
l'APE, conformemente alla normativa tecnica vigente (12)

Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita.



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

23

DECRETO LEGISLATIVO 4 luglio 2014 , n. 102 .



DECRETO LEGISLATIVO 4 luglio 2014 , n. 102 .

Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

Con aggiunte e/o abrogazioni del d.lgs. n. 141 del 2016



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

24

Art. 8. Diagnosi energetiche e sistemi di gestione dell'energia

1. Le grandi imprese eseguono una diagnosi energetica, condotta da società di servizi energetici, esperti in gestione dell'energia o auditor energetici e da ISPRA relativamente allo schema volontario EMAS, nei siti produttivi localizzati sul territorio nazionale **entro il 5 dicembre 2015 e successivamente ogni 4 anni**, in conformità ai **dettati di cui all'allegato 2** al presente decreto.

Tale obbligo non si applica alle grandi imprese che hanno adottato sistemi di gestione conformi EMAS e alle norme ISO 50001 o EN ISO 14001, a condizione che il sistema di gestione in questione includa un audit energetico realizzato in conformità ai dettati di cui all'allegato 2 al presente decreto. I risultati di tali diagnosi sono comunicati all'ENEA e all'ISPRA che ne cura la conservazione.

2. Decorsi 24 mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto (19 Lug 2014) ,

le diagnosi di cui al comma 1 sono eseguite da soggetti certificati da organismi accreditati ai sensi del regolamento comunitario n. 765 del 2008 o firmatari degli accordi internazionali di mutuo riconoscimento, in base alle norme UNI CEI 11352, UNI CEI 11339 o alle ulteriori norme di cui all'articolo 12, comma 3, relative agli auditor energetici, con l'esclusione degli installatori di elementi edilizi connessi al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici. Per lo schema volontario EMAS l'organismo preposto è ISPRA.

Criteri minimi per gli audit energetici (All.2)

- compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia **ALLEGATO 2 DLgs 102**

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

Criteri minimi per gli audit energetici (All.2)

Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

- a) sono basati su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico;

Criteri minimi per gli audit energetici (All.2)

Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

- b) comprendono un esame dettagliato del profilo di consumo energetico di edifici o di gruppi di edifici, di attività o impianti industriali, ivi compreso il trasporto;

Criteri minimi per gli audit energetici (All.2)

Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

- c) ove possibile, si basano sull'analisi del costo del ciclo di vita, invece che su semplici periodi di ammortamento, in modo da tener conto dei risparmi a lungo termine, dei valori residuali degli investimenti a lungo termine e dei tassi di sconto;

Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

d) sono proporzionati e sufficientemente rappresentativi per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale e di individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative;

Criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono di seguito riportati:

Gli audit energetici consentono calcoli dettagliati e convalidati per le misure proposte in modo da fornire informazioni chiare sui potenziali risparmi. I dati utilizzati per gli audit energetici possono essere conservati per le analisi storiche e per il monitoraggio della prestazione.

NORME DI RIFERIMENTO

Norme di riferimento ---- passata

- A livello nazionale è opportuno ricordare (seppure «ritirata»):
- RAPPORTO TECNICO UNI CEI/TR 11428:2011 Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica
 - Energy management
 - Energy audits
 - General requirements for the energy audit service
 - ove è specificato che: il rapporto tecnico definisce i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre. Si applica a tutti i sistemi energetici, a tutti i vettori di energia e gli usi dell'energia. Non definisce requisiti specifici per le diagnosi energetiche relative a edifici, processi produttivi, trasporti.
 - diagnosi energetica (DE)*: Procedura sistematica volta a:
 - fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici di una attività e impianto industriale o di servizi pubblici o privati;
 - individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;
 - riferire in merito ai risultati.

Norme di riferimento. ---- attuali

- A livello nazionale e internazionale bisogna far riferimento alle:
 - UNI - UNI CEI EN 16247-1 di SETTEMBRE 2012 - Versione italiana dell'agosto 2015
- Diagnosi energetiche Parte 1 : Requisiti generali
- Energy audits General requirements
- La norma definisce i requisiti, la metodologia comune e i prodotti delle diagnosi energetiche.
- Si applica a tutte le forme di aziende ed organizzazioni, a tutte le forme di energia e di utilizzo della stessa, con l'esclusione delle singole unità immobiliari residenziali.
- Definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche.
- Requisiti per specifiche diagnosi energetiche relative a edifici, processi industriali e trasporti, completeranno i requisiti generali qui descritti attraverso successive parti della norma.

Norme di riferimento. ---- attuali

- A livello nazionale e internazionale bisogna far riferimento alle:
- UNI CEI EN 16247-2:2014 Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici - Versione italiana dell'agosto 2015
- Data entrata in vigore : 01 agosto 2014
- La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 16247-2 (edizione maggio 2014). La norma è applicabile alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici. Essa definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica di una diagnosi energetica relativa a un edificio o a un gruppo di edifici, escludendo le singole residenze private. Essa deve essere applicata congiuntamente alla EN 16247-1 "Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali", che integra e rispetto alla quale fornisce ulteriori requisiti.

rivolte (rif 102) ai settori residenziale , terziario

- UNI CEI EN 16247-2:2014 Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici -
Versione italiana dell'agosto 2015

rivolte (rif 102) ai settori residenziale , terziario

INTRODUZIONE

Una diagnosi energetica può aiutare un'organizzazione ad identificare le opportunità per migliorare l'efficienza energetica.

.....

Nell'ambito degli edifici, gli oggetti sottoposti a diagnosi sono qualche volta simili, tecnicamente semplici e numerosi (come nel settore residenziale) ma possono anche essere unici, complessi e altamente tecnologici (**come nel caso di ospedali, piscine e terme, ecc.**).

- A livello nazionale e internazionale bisogna far riferimento alle:
- UNI CEI EN 16247-3:2014 : Diagnosi energetiche - Parte 3: Processi - Versione italiana dell'agosto 2015
- Data entrata in vigore : 01 agosto 2014
- La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 16247-3 (edizione maggio 2014). La norma definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica di una diagnosi energetica nell'ambito di un processo, relativamente a:
 - a) organizzare e condurre una diagnosi energetica;
 - b) analizzare i dati ottenuti con la diagnosi energetica;
 - c) riportare e documentare i risultati della diagnosi energetica.
- La norma si applica ai luoghi in cui l'uso di energia è dovuto al processo. Essa deve essere usata congiuntamente alla EN 16247-1 "Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali", che integra e rispetto alla quale fornisce ulteriori requisiti.

- UNI CEI EN 16247-3:2014 : Diagnosi energetiche - Parte 3: Processi -
Versione italiana dell'agosto 2015

• INTRODUZIONE

- Una diagnosi energetica può aiutare un'organizzazione ad identificare le opportunità per migliorare l'efficienza energetica. Essa può essere parte di un ampio sistema di gestione dell'energia di un sito.
- Esistono diversi settori con differenze importanti in termini di processi ed utenze.
-
- - altri processi (**per esempio sterilizzazione negli ospedali, cappe fumi, laboratori ecc.**).

- A livello nazionale e internazionale è opportuno citare:

UNI CEI EN 16247-4:2014 : Diagnosi energetiche - Parte 4: Trasporto

Data entrata in vigore : 01 agosto 2014 Versione italiana dell'agosto 2015

La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 16247-4 (edizione maggio 2014). La norma determina i requisiti, la metodologia e la reportistica specifici per le diagnosi energetiche nel settore dei trasporti e affronta ogni situazione in cui viene effettuato uno spostamento, non importa chi sia l'operatore (compagnia pubblica o privata o se l'operatore si dedica esclusivamente al trasporto oppure no).

Le procedure qui descritte si applicano alle diverse modalità di trasporto (stradale, ferroviario, marittimo, aereo), oltre che ai differenti ambiti (locale, a lunga distanza) e all'oggetto trasportato (fondamentalmente merci e persone).

La norma deve essere applicata congiuntamente alla EN 16247-1 "Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali", che integra e rispetto alla quale fornisce ulteriori requisiti

- A livello nazionale e internazionale è opportuno citare:

UNI CEI EN 16247-5:2015: Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell'auditor energetico

Data entrata in vigore : 18 giugno 2015 Versione italiana di Marzo 2016

Questa norma definisce i requisiti di competenza di un auditor energetico e può essere utilizzata, ad esempio:

- per definire schemi nazionali di qualificazione della figura dell'auditor energetico;

- dalle organizzazioni, al fine di nominare un auditor energetico competente;

- per assicurare, applicandola insieme alle altre parti della serie EN 16247, un processo di diagnosi energetica di buona qualità.

Questa norma stabilisce inoltre che tutte le competenze richieste possono fare capo ad un unico auditor energetico oppure ad un gruppo di auditor energetici.

La norma deve essere applicata congiuntamente alla EN 16247-1 "Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali", che integra e rispetto alla quale fornisce ulteriori requisiti

- A livello internazionale **ma non nazionale** è opportuno citare:

ISO 50002:2014 Energy audits -- Requirements with guidance for use, non è stata recepita a livello Italiano,

(Nota da CTI: Di recente pubblicazione anche la ISO 50002 sulle diagnosi energetiche. Tale norma al momento non verrà recepita in Italia in attesa che il CEN definisca come gestire la parallela EN 16247-1)

La famiglia della UNI CEI EN ISO 50001

UNI CEI EN ISO 50001:2018

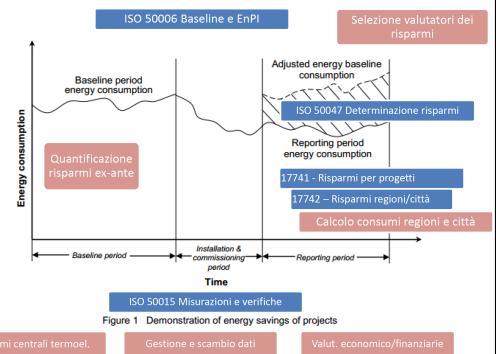
- 50002:2014 Diagnosi (Futura revisione con EN 16247)
- 50003:2014 Organismi di certificazione
- 50004:2014 Linee guida
- 50005 Attuazione modulare ISO 50001
- 50006:2014 Baseline e EnPI
- 50007:2017 Servizi di fornitura energia
- 50008:2018 Gestione e scambio dati per edifici
- 50009 Attuazione per gruppi e SME ISO 50001
- 50015:2014 Misurazioni e verifiche
- 50021:2019 Selezione valutatori dei risparmi
- 50044 (FDIS) Valut. economico/finanziarie
- 50045 (FDIS) Valut. risparmi centrali termoelettrici
- 50046:2019 Quantificazione risparmi ex-ante
- 50047:2016 Determinazione risparmi organizzativi
- 50049 (CD) Calcolo consumi regioni e città

- 17741 - Risparmi per progetti
- 17742 - Risparmi regioni/città
- 17743 - Strutt. generale calcoli

Publicate
In lavorazione

Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente - www.cti2000.it

Tutto ruota attorno a questa figura



Comitato Termotecnico Italiano - CTI - www.cti2000.it

- Nuove EN 16247 1-2-3-4. ...è cominciata la revisione da più di 6 mesi l'Italia partecipa, il CTI è presente nelle commissioni Europee (2 membri ENEA)
- Nuova UNI 11339 (EGE) la norma del 2009 è entrata 1 mese fa in revisione, forse si integrerà con la 16247-5
- E' uscita da poco la ISO 50001 -2018 e bisognerà adeguarsi entro un paio d'anni
Sono in studio con CEN varie normative ...della serie 500xx
- e "Valuation of Energy Related Investments (VALERI)".
- Così come Normative sugli EPC (Energy Performance Contract)

LE PROCEDURE DA UTILIZZARE

LE PROCEDURE DA UTILIZZARE NELLE DIAGNOSI: RACCOLTA, ANALISI E PRESENTAZIONE DEI DATI

MODALITÀ OPERATIVE

Il processo parte dall' Analisi dello Stato di Fatto degli impianti e nella successiva individuazione degli interventi proposti, con la seguente metodologia operativa:

- Raccolta dati in campo: avviene tramite una fase di sopralluogo approfondito, e consiste nel rilievo di tutte le caratteristiche del sistema edificio-impianto sia relativamente all'involucro edilizio, sia per quanto concerne il tipo di impianti tecnologici presenti ed utilizzati, eventualmente anche tramite analisi termografiche delle strutture disperdenti
- Analisi preliminare dei dati: sulla base dei dati precedentemente rilevati si provvede al loro inserimento all'interno di un software di analisi e diagnosi energetica al fine di procedere al calcolo del fabbisogno di energia primaria dell'intero sistema

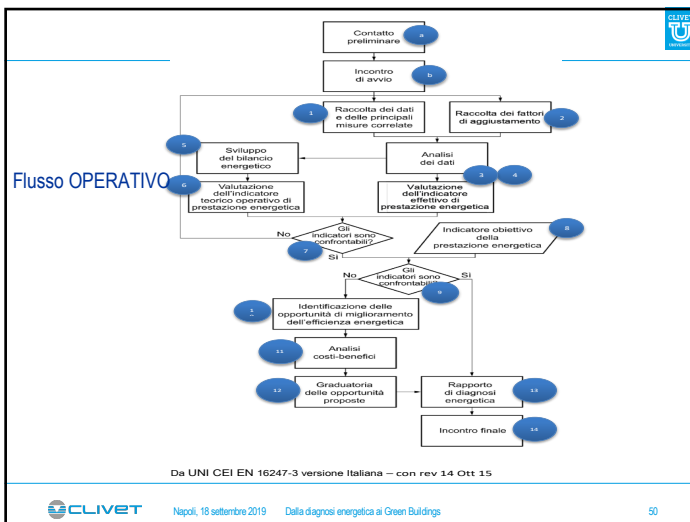
MODALITÀ OPERATIVE (segue)

- Analisi delle caratteristiche energetiche-ambientali dell'immobile: si valuta, mediante un confronto con strutture simili per destinazione-tipologia-fattore di forma, la coerenza delle dispersioni energetiche ed il relativo fabbisogno di energia, individuando così eventuali punti critici dell'involucro edilizio. Anche dal punto di vista ambientale si confronta il valore delle emissioni in atmosfera per verificare se rientranti in adeguati parametri massimi ammissibili
- Classificazione energetica dell'immobile: per ogni edificio-impianto si dispone normalmente di una classificazione energetica (ACE o APE)

MODALITÀ OPERATIVE (segue)



- Individuazione criticità funzionali: con i dati sopra analizzati si provvede a verificare eventuali criticità impiantistiche (ovvero punti del sistema di generazione-distribuzione-produzione-emissione aventi valori di dispersione energetica eccessivamente elevati rispetto alla media di edifici simili per destinazione e tipologia) ed alla loro correzione mediante interventi di riqualificazione energetica
- Individuazione di interventi di efficienza energetica, riqualificazione tecnologica e relativa classificazione: sulla scorta di quanto analizzato nei precedenti punti, si individuano e propongono interventi di riqualificazione energetica e tecnologica dei sistemi edificio-impianto verificandone la fattibilità tecnica ed i benefici energetici, economici ed ambientali derivanti, oltre ad eventuale miglioramento della classe energetica.



CONTATTO PRELIMINARE (RIF. A)



L'auditor che esegue la diagnosi deve definire con il committente le esigenze e le risorse a disposizione, così da definire

- l'obiettivo della diagnosi (riduzione consumi energetici e costi, riduzione impatto ambientale, miglioramento condizioni di comfort interne, adeguamento dell'edificio a disposizioni legislative),
- l'ambito di intervento (tipologia edificio in esame con annessa tipologia di sistemi impiantistici presenti, valutazione sull'esigenza del sistema edificio-impianto di richiedere un'analisi di processo al fine di ottimizzare consumi del sistema produttivo),
- il grado di accuratezza (tempistiche, esigenze misurazioni in campo con grado di dettaglio da valutare, tipologia modellazione edificio, livello opportunità risparmio energetico e scenari di intervento, competenze tecniche richieste all'auditor) tipologia di diagnosi da adottare.

CONTATTO PRELIMINARE (RIF. A)



Da UNI CEI EN 16247-2

Nella Diagnosi, bisogna coinvolgere l'Amministratore della proprietà, il personale addetto alla manutenzione, il gestore degli impianti e qualcuno degli occupanti. Questo per ben definire gli ambiti d'intervento e per la fondamentale fase conoscitiva del sistema edificio-impianto.

Particolare cura è da prestata alle condizioni di funzionamento sia negli orari di attività dell'edifici sia su quelli di funzionamento degli impianti – ed in generale delle parti energivore - a servizio dell'edificio.

Per quanto riguarda gli impianti HVAC particolare attenzione va data anche alle condizioni termigrometriche attese.

Altri indicatori che tengono conto dell'uso dei sistemi (ad esempio livelli di occupazione per scuole/uffici o n. posti letti per ospedali o livello di produzione per stabilimenti/processi).

INCONTRO DI AVVIO (RIF. B)



Congiuntamente con la fase precedente

Ha lo scopo di ragguagliare le parti interessate in merito alla tipologia di diagnosi da adottare per il raggiungimento degli obiettivi imposti dal cliente.

In questa fase inoltre si definiscono le modalità esecutive da adottare.

All'interno dell'incontro preliminare, viene decisa con la committenza:

- Orari e modalità di accesso alla strutture (centrali termiche, quadri elettrici, sottostazioni, sotto centrali)
- Parti coinvolte
- Attrezzatura necessaria per i rilievi
- Valutazione del rischio relativi alle attività da svolgersi in campo
- Richiesta alla committenza di dati generali edificio (superficie lorda, anno di costruzione edificio, destinazione d'uso), condizioni termigrometriche interne e luminosità richiesta e numero persone occupanti l'edificio (con una previsione di questi dati nel medio periodo).

Al termine dell'incontro il tecnico che avrà il compito di eseguire la diagnosi energetica fornisce un cronoprogramma alla committenza insieme ad una relazione tecnica circa le attività da svolgere.

INCONTRO DI AVVIO (RIF. B)



Nei contatti preliminari, consolidati nello "Star Up Meeting" si approfondisce e si definisce il livello di Dettaglio della DE.

In particolare vanno ben condivisi SCOPI, ACCURATEZZA e FINALITA' in accordo col seguente schema:

In relazione allo SCOPO, si precisa che la DE dovrà essere estesa all'intero sistema edificio impianto, in particolare quando l'obiettivo è adempiere al Dlgs. 102 va seguita l'indicazione di dover estendersi all'intero sistema.

ACCURATEZZA

L'Auditor dovrebbe informare il committente sui risultati e benefici (efficacia) della DE riferiti ai fini e scopi e confini oggetto della stessa e sull'eventuale opportunità di individuare scopi e confini diversi

L'Auditor ed il committente devono condividere in modo univoco scopi e confini della diagnosi di cui deve essere misurata la totalità dei consumi.

Nell'ambito della totalità dei consumi relativi all'oggetto della diagnosi, ai fini dell'individuazione delle azioni di miglioramento, la ripartizione dei flussi energetici per uso finale deve essere significativa e relativa alla disponibilità di strumenti di misura e/o di ripartizione dedicati oppure di adeguate e giustificate modalità di stima.

RACCOLTA DEI DATI E DELLE PRINCIPALI MISURE CORRELATE (RIF.1)

Il responsabile della diagnosi deve raccogliere con il committente informazioni riguardanti:

- Dati storici su consumi energetici... *bollette ma non solo*
- Fattori di aggiustamento (Gradi Giorno – GG- reali, superfici lorde e nette edificio, profili funzionamento sistemi impiantistici)
- Documenti e disegni di progetto e documenti e riguardanti modifiche o rifacimenti del sistema edificio-impianto

- E' necessario raccogliere i dati di tutte le spese energetiche relative all'edificio.

Tipicamente le fatture energetiche si riferiscono a:

- Energia elettrica;
- Combustibili (per esempio gas naturale, gasolio, biomasse);
- Energia termica (telerscaldamento o teleraffreddamento);
- Particolare attenzione andrà posta sui dati contenuti nelle bollette ad esempio, letture presunte, acconti o letture reali, coefficienti /fattori di conversione etc. per le letture dei vari combustibili – quali il gas - fate attenzione al correlato potere calorifico

RACCOLTA DEI DATI E DELLE PRINCIPALI MISURE CORRELATE (RIF.1)

- per le letture di EE, porre attenzione ai coefficienti moltiplicativi e controllare le potenze assorbite, ma tenendo conto dei tempi di integrazione
- attenzione alle energie reattive che possono rappresentare pesanti costi.

Inoltre ai fini dell'analisi di processi si deve utilizzare l'allegato B della parte 16247- 3 per la raccolta di informazioni utili alla successiva fase SVILUPPO DEL BILANCIO ENERGETICO (5) . Laddove le informazioni di dettaglio non siano disponibili è necessario giustificare il motivo di tale indisponibilità.

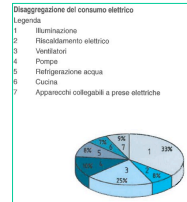


Figura tratta dalla UNI CEI EN 16247-2

RACCOLTA DEI DATI E DELLE PRINCIPALI MISURE CORRELATE (RIF.1)

Ricordando nel caso di DE 102

a) sono basati su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico;

b) comprendono un esame dettagliato del profilo di consumo energetico di edifici o di gruppi di edifici, di attività o impianti industriali, ivi compreso il trasporto;

ANALISI DEI DATI (RIF.2)

E' necessario raccogliere tutte le informazioni necessarie per correggere e normalizzare i dati raccolti dalle bollette rispetto a una stagionalità standard.

- per i processi produttivi: t/anno, n° di pezzi/anno;
- per i servizi: gradi giorno GG, orario di lavoro);

Tale step si attua individuando e giustificando la correlazione tra indicatori di produzione e consumi energetici per definire i driver di consumo e i corrispondenti fattori di aggiustamento al fine di consentire il confronto normalizzato dei consumi

Devono essere stabiliti fattori di aggiustamento per tener conto di:

- Dati climatici anomali rispetto ai valori di riferimento (per i GG DPR 412 o norme UNI 10349- 3...)
- Gestione dell'edificio (date ed orari utilizzo e funzionamento degli impianti e periodi di chiusura, turni lavorativi, ecc.) anomali rispetto allo standard;
- Uso dell'edificio con macroscopiche differenti funzioni
- Variazioni sostanziali delle caratteristiche termofisiche dell'edificio
- Variazioni sostanziali delle richieste da parte degli utenti (diverse condizioni termoisolative – diverso illuminamento
- Variazioni sostanziali degli impianti correlati (da riscaldamento a climatizzazione con 6 vol /h aria esterna,)

CALCOLO DELL'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA EFFETTIVO (RIF. 3 E 4 DATA ANALYSIS E ACTUAL ENERGY PERFORMANCE INDICATOR)

Gli indici dovranno essere possibilmente adimensionali (kWh/m² o /m³) – per fascia di edificio (entro xx m²/m³ o yy o zz)

Partendo dai dati delle bollette è necessario ripartire le spese energetiche per le utenze e i servizi dell'edificio.

E' necessario innanzitutto valutare dove e in che forma viene impiegata l'energia all'interno dell'edificio.

Per esempio l'energia elettrica è impiegata per l'illuminazione, per l'ascensori o eventualmente per il riscaldamento (nel caso di presenza di pompe di calore).

Va quindi il più possibile "spacchettata la bolletta" sulla base – se si può di dati

MISURABILI (per ottemperare all'all.2 del 102 "a) sono basati su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico)

CALCOLO DELL'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA EFFETTIVO (RIF. 3 E 4 DATA ANALYSIS E ACTUAL ENERGY PERFORMANCE INDICATOR)

ESEMPIO: TEP/unità di prodotto anno, GJ/posto letto anno; kWh/m² anno

In assenza di indicatori si può fare riferimento alla UNI ISO 50006 eventualmente integrata dalla UNI ISO 50015.

Sul tema si riporta una FAQ di ENEA (14 Ott 15):

Al momento gli indici prestazionali di riferimento devono essere reperiti dal soggetto che esegue la diagnosi nell'ambito delle "best available techniques"(BAT), "BAT reference documents"(Brefs), della documentazione prodotta dalle associazioni di categoria o altra letteratura tecnica relativa allo specifico settore; in mancanza di indici di riferimento disponibili si può far riferimento ad indici interni all'organizzazione.

Non vanno usate per gli edifici le classi energetiche tratte da Attestati di Certificazione Energetica (ACE) o APE basandosi questi su dati al contorno (uso- orari-temperature) totalmente differenti.

Appare utile utilizzare strumenti di modellizzazione già variamente disponibili.

Nel seguito viene riportata la descrizione di una possibile struttura del modello elettrico, in particolare seguendo l'ordine delle colonne, sono riportati i seguenti dati:

- | | | |
|---|--|-------------------|
| • | Utenza: descrizione dell'utenza o d un gruppo omogenea di utenze; | |
| • | Uso: sono evidenziati le tipologie di uso dell'energia elettrica | |
| • | Area/Reparto/centro di costo/xxx: vengono assegnate le diverse utenze alle
reparto, centro di costo, xxx di appartenenza; | aeree, |
| • | Eventuale: Tipologia di carico: specifica se l'utilizzatore ha un consumo di
variabile nel tempo oppure se è caratterizzato da un regime fisso | energia |
| • | Potenza nominale unitaria installata: potenza elettrica nominale unitaria
Elementi installati: numero di macchine per tipologia di utenza; | dell'utenza [kW]; |
| • | Potenza totale unitaria installata: è la potenza elettrica totale, prodotto della
nominale unitaria installata per il numero di elementi [kW]; | potenza |
| • | Fattore di carico x contemporaneità (rendimento: coefficiente che tiene conto
medio del carico della contemporaneità e del rendimento elettrico | dell'utilizzo |

utenza	uso	AREA	Tipologia di carico	potenza nominale unitaria	elementi installati	potenza nominale totale	fattore di Carico x contemporaneità /rendimento	potenza assorbita
Descr.	Descr.	Descr.		kW	unità	kW	%	kW
descrizione testuale utenza	codifica degli usi	codifica delle aree	Variabile/Regime fisso	numerico	numerico	F x G	D=numero- C-1	I X H
Totale	TOTALE A	TOTALE B		TOTALE C	TOTALE D	TOTALE E	TOTALE F	TOTALE G
				totale		somma		somma
							Potenza massima assorbita (da bolletta)	
			Periodo di riferimento:	mese				

- Potenza totale assorbita elettrica: da foglio precedente
- Ora/giorno, giorno/anno, ore/anno: periodi medi di funzionamento dell'utenza nell'anno;
- Energia consumata: assorbimento annuo di energia elettrica dell'utenza dato dal prodotto della Potenza totale assorbita elettrica per le ore/mese → [kWh/mese]

utenza	potenza assorbita	ore di funzioname nto giornaliere	giorni (periodo)	ore di lavoro	energia consumata
Descr.	kW	ore/giorno	giorni/mese	ore/MESE	kWh/MESE
descrizione testuale utenza	I X H	numerico	numerico	L X K	M x J
	somma				somma
				Consumi (da bolletta)	#DIV/0!

Nel caso in cui si tratti prettamente (o della parte afferente) di edifici e dei consumi correlati agli stessi, vi sono più metodologie per la modellizzazione del comportamento energetico del sistema edificio-impianto che si possono utilizzare, partendo da metodi semplici e arrivando a prescrizioni UNI o di altri più sofisticati modelli di calcolo.

- consumi per unità di volume o di superficie;
- utilizzo di Programmi sviluppati, ad uso interno (fra cui fogli Excel);
- utilizzo di Software sempre più complessi e sofisticati conformi alle "UNI TS 11300 con riferimento ai metodi per il calcolo dei fabbisogni di energia negli edifici".

metodi di simulazione ancora più dettagliati dei fenomeni dinamici, in conformità alla

- UNI/TS 11300-1:2014
- Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI/TS 11300-2:2010
- Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
- UNI/TS 11300-3:2010
- Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300-4:2016
- 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
- UNI/TS 11300-5:2016
- Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
- UNI/TS 11300-6:2016
- Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

SVILUPPO DEL BILANCIO ENERGETICO (5)– E VALUTAZIONE DELL'INDICATORE TEORICO OPERATIVO DI PRESTAZIONE ENERGETICA (6)

metodi di simulazione ancora più dettagliati dei fenomeni dinamici, in conformità alla Norma numero : **UNI EN ISO 52016-1:2018** : Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffreddamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo Data entrata in vigore : 01 marzo 2018

Sommario : La norma specifica i metodi di calcolo per la valutazione:

- a) del fabbisogno energetico (sensibile) per riscaldamento e raffreddamento, basato su calcoli orari o mensili
- b) del fabbisogno di energia latente per (de-) umidificazione, basato su calcoli orari o mensili;
- c) della temperatura interna, basata su calcoli orari;
- d) del carico sensibile di riscaldamento e raffreddamento, basato su calcoli orari;
- e) dell'umidità e del carico di calore latente per (de-) umidificazione, basato su calcoli orari;
- f) del carico sensibile di riscaldamento o raffreddamento di progetto e del carico latente di riscaldamento di progetto, utilizzando un intervallo di calcolo orario;
- g) delle condizioni dell'aria di rinnovo per fornire l'umidificazione e la deumidificazione necessaria. I metodi di calcolo possono essere utilizzati per edifici residenziali o non residenziali.

SVILUPPO DEL BILANCIO ENERGETICO (5)– E VALUTAZIONE DELL'INDICATORE TEORICO OPERATIVO DI PRESTAZIONE ENERGETICA (6)

UNI EN ISO 52017-1:2018

Titolo : Prestazione energetica degli edifici – Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne - Parte 1: Procedure generali di calcolo

Data entrata in vigore : 01 marzo 2018

Sommario : La norma specifica le ipotesi, le condizioni al contorno e le equazioni generali per il calcolo, in regime transitorio orario o sub-orario, delle temperature interne (dell'aria e operativa) e /o dei carichi di riscaldamento, raffreddamento, umidificazione e deumidificazione per mantenere condizioni fissate di set point (temperatura, umidità) in una singola zona dell'edificio.

La norma non impone alcuna tecnica numerica specifica.

SVILUPPO DEL BILANCIO ENERGETICO (5)– E VALUTAZIONE DELL'INDICATORE TEORICO OPERATIVO DI PRESTAZIONE ENERGETICA (6)

Ricordando nel caso di DE 102

d) sono proporzionati e sufficientemente rappresentativi per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale e di individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative;

CONFRONTABILITÀ: GLI INDICATORI SONO CONFRONTABILI ? (7)

Verifica della confrontabilità degli indicatori teorici operativi – calcolati al punto 6 e quelli effettivi – dedotti (da bollette) al punto 4

Per procedere con le successive fasi della diagnosi è necessario verificare che gli indicatori operativi ed effettivi siano confrontabili, ovvero che tra i due vi sia uno scostamento ritenuto accettabile tenendo conto delle finalità della diagnosi.

Se lo scostamento non è ritenuto accettabile devo necessariamente correggere o il modello (6) o i fattori di aggiustamento (2). La convergenza tra gli indicatori può considerarsi raggiunta per scostamenti percentuali tra gli indicatori ritenuti accettabili in funzione del settore d'intervento e dello stato del sistema energetico.

Il risultato del punto 7 è un valore unico e rappresenta il consumo di riferimento: "energy baselines" (Baseline - EnB) rif. 3.6 UNI CEI EN ISO 50001

INDICI PRESTAZIONE OBIETTIVO (8) REFERENCE ENERGY PERFORMANCE INDICATOR –(RIF. 8)

L'obiettivo generale è quello della riduzione dei consumi.

Caso per caso va definito un Indicatore di Prestazione Energetica (EnPI "energy performance indicator") rif. 3.13 UNI CEI EN ISO 50001

Non c'è un solo indice obiettivo – o "traguardo energetico" o Target rif. 3.16 UNI CEI EN ISO 50001 . Gli indicatori sono in realtà diversi (per servizio e vettore energetico).

Gli obiettivi devono essere quantificati. Gli obiettivi devono essere stabiliti in relazione alla massima potenzialità di quell'edificio. Quanto posso migliorare rispetto alla buona tecnica. Il benchmark lo deve calcolare l'auditor.

Potrebbe essere difficile determinare un benchmark fisso a priori (ad es. 100 kWh/m²). Il benchmark potrebbe essere quello di un edificio di riferimento (edificio con caratteristiche geometriche e di contesto simili all'edificio preso in esame ma dove sono state utilizzate delle buone tecnologie (ad es. stesso edificio ma con illuminazione a led).

Chiaramente adattate considerazioni verranno fatte per edifici particolari (ad es. edifici storici soggetti a vincoli di ristrutturazione).

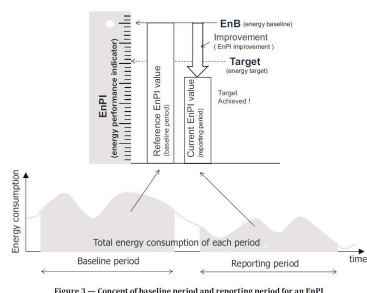
INDICI PRESTAZIONE OBIETTIVO (8) REFERENCE ENERGY PERFORMANCE INDICATOR –(RIF. 8)

NOTA: il valore di riferimento serve per il confronto con l'indice di prestazione energetica (EnPI) che, in funzione del mandato impartito all'Auditor, può essere la media di settore o il benchmark o un riferimento di legge o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale per lo stesso settore di intervento. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da atti di congressi, oppure può anche essere un riferimento normativo.

In funzione dello scopo e confine della diagnosi energetica definito contrattualmente, l'indice di prestazione può essere la combinazione di uno o più indicatori specifici per aree funzionali caratteristiche.

Ogni singola area funzionale può essere segmentata in diversi sottosistemi più semplici al fine di eseguire confronti con indicatori di riferimento via via più specifici.

INDICI PRESTAZIONE OBIETTIVO (8) REFERENCE ENERGY PERFORMANCE INDICATOR –(RIF. 8)



Esempio
da Figura tratta dalla UNI
ISO 50006-14
a cui potersi riferire

CONFRONTABILITÀ: GLI INDICATORI SONO CONFRONTABILI ? (9)

Verifica della confrontabilità fra l'indicatore di prestazione energetica sopra ottenuto al punto 7 e l'indicatore obiettivo del punto 8

Se gli obiettivi sono soddisfatti si passa la rapporto di Diagnosi (punto 13 e 14) diversamente si passa al punto 10 successivo.

INDIVIDUAZIONE DELLE OPPORTUNITÀ DI MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA (10)

Questa è un vero e proprio inquadramento scelta e progettazione **azione di miglioramento della prestazione energetica EPIA** (Energy Performance Improvement Action) p.to 3.5 ISO 50015 – dette anche ORE. Azione o misura o gruppo di azioni o misure attuate o pianificate all'interno di un'organizzazione con l'obiettivo di ottenere un miglioramento della prestazione energetica tramite cambiamenti tecnologici, gestionali, operativi, comportamentali, economici o di altra natura.

Nella proposta bisognerà effettuare dei progetti/studi di fattibilità con svariate proposte di interventi sulla base di utilizzo delle BAT (Best Available Technology),

- sia dal punto di vista dei componenti costruttivi (edili-meccanici – elettrici ...),
- sia per la vera e propria gestione/uso.

Nella quantificazione del risparmio atteso, oltre al valore puntuale, deve essere indicata anche la tolleranza, ovvero il range di confidenza del risultato atteso. Questo è funzione del livello della diagnosi. In caso di diagnosi preliminare il range sarà più ampio, mentre nel caso di diagnosi approfondita il range garantito dovrà essere più ristretto.

Il punto sopra (10) può essere sviluppato assieme al punto (11) riportato successivamente.

ANALISI COSTI/BENEFICI (11)

L'analisi costi/benefici si basa sull'analisi del costo del ciclo di vita, invece che su semplici periodi di ammortamento, in modo da tener conto dei risparmi a lungo termine, dei valori residui degli investimenti a lungo termine e dei tassi di sconto. Tale analisi è relativa alla vita tecnica del componente oggetto di diagnosi dall'acquisto alla dismissione, compresi i costi di smaltimento.

Le voci di costo differenziale considerano:

- Investimento
- Esercizio
- Manutenzione
- Smaltimento

E' necessario chiarire e concordare con il committente i tassi di attualizzazione da utilizzare.

In tali analisi dovranno essere esplicitati chiaramente: il costo dell'intervento, il risparmio derivato e il TRI

Specificare a grandi linee per quali tipologie di interventi (in termini di investimento) è consentito in prima battuta utilizzare il payback semplice (investimento/flusso di cassa) e per quali invece è necessario tener conto del tasso di interesse etc

GRADUATORIA DELLE OPPORTUNITÀ PROPOSTE (12) PRIORITÀ DEGLI INTERVENTI

Priorità da stabilire in funzione di vari indicatori tecnico-economici:

- Risparmio energetico atteso;
- Risparmio economico atteso;
- Tempo di ritorno dell'investimento;
- Entità dell'investimento iniziale.

Sicuramente il tempo di rientro e l'incidenza del risparmio sui costi totali sono fattori significativi da tenere in considerazione

Vedi anche Allegato 2 : Esempio Check List PRIORITÀ DEGLI INTERVENTI (rif. Pt.o 12)

CHIUSURE DIAGNOSI – RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA (13)

Una volta attuati i passi di cui sopra, la diagnosi si considera conclusa.

Report

Il report ha la capacità di spiegare tecnicamente al committente le condizioni energetiche esistenti del sistema edificio-impianto e i possibili sistemi di miglioramento delle prestazioni energetiche in funzione degli obiettivi di diagnosi.

E' importante che il report contenga, oltre ad una parte tecnica anche una parte informativa facilmente capibile dalla committenza

All' interno del documento l'auditor deve riportare i metodi e calcoli con cui ha eseguito l'analisi indicandone i limiti e l'accuratezza con cui sono stati eseguiti, così come delle raccomandazioni circa le opportunità di intervento

CHIUSURE DIAGNOSI – RAPPORTO DI DIAGNOSI ENERGETICA (13)

Contenuto del rapporto: Il rapporto finale deve contenere:

- Documento informativo di sintesi: lista opportunità di risparmio energetico, scenari di intervento e analisi di fattibilità
- Ambito di intervento: informazioni generali sul committente e sui metodi usati nella diagnosi, destinazione d'uso dell'edificio, ubicazione territoriale, norme tecniche vigenti in materia
- Sezione tecnica di diagnosi energetica: descrizione diagnosi, scopo e livello. Inoltre vanno riportati i tempi di esecuzione e i limiti di indagine, strumentazioni di misura con relativi certificati di taratura ove necessario
- Scelta scenari di intervento di opportunità di risparmio energetico: Piano e programma di intervento, analisi economica di rilievo, raccomandazioni varie
- Sezione di implementazione: viene specificato un piano che il committente può seguire affinché possa verificare le performance ottenute dal sistema edificio-impianto nel periodo post-intervento
- Conclusioni
- Allegati

INCONTRO FINALE (14)

Al termine della diagnosi viene eseguito un colloquio finale in cui viene consegnato il report al committente che dovrà valutare l'opportunità o meno dell'investimento.

In questa fase qualsiasi dubbio o chiarimento può essere richiesto all'auditor da parte del committente.

UN CASO APPLICATIVO

TERZIARIO : PALAZZO UFFICI

Contatto preliminare (rif. a)

L'auditor che ha eseguito la diagnosi ha definito come obiettivo della diagnosi: la riduzione dei consumi energetici e dei costi, la conseguente riduzione dell'impatto ambientale, il miglioramento delle condizioni di comfort interne, e l'adeguamento dell'edificio a disposizioni legislative.

L'ambito di intervento (tipologia edificio in esame con annessa tipologia di sistemi impiantistici presenti, valutazione sull'esigenza del sistema edificio-impianto di richiedere un'analisi di processo al fine di ottimizzare consumi del sistema produttivo).

In questo caso si è trattato dell'intero complesso edilizio, in cui la proprietà ha dato in locazione alla Società Responsabile della DE, con un contratto d'affitto superiore a 10 anni cosa che permette di prevedere interventi – soprattutto impiantistici – piuttosto importanti. Altri interventi, soprattutto sull'involucro edilizio verranno scarsamente presi in esame visto l'impatto sulla proprietà del bene.

Per quanto riguarda il grado di accuratezza (tempistiche, esigenza misurazioni in campo con grado di dettaglio da valutare, tipologia modellazione edificio, livello opportunità risparmio energetico e scenari di intervento, competenze tecniche richieste all'auditor) e tipologia di diagnosi da adottare, si è optato per una DE di buon livello di accuratezza e di definizione.

Particolare cura è stata prestata alle condizioni di funzionamento sia negli orari di attività dell'edificio sia su quelli di funzionamento degli impianti – ed in generale delle parti maggiormente energivore - a servizio dell'edificio. Per quanto riguarda gli impianti HVAC particolare attenzione è stata data anche alle condizioni termigrometriche attese.

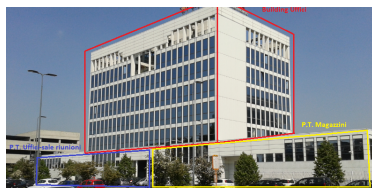
Incontro di avvio (rif. b)

Definendo:

- Orari e modalità di accesso alla strutture (centrali termiche, quadri elettrici, sottostazioni, sotto centrali).
- Parti coinvolte: Direzione Tecnica – Servizi generali
- Attrezzatura necessaria per i rilievi: Strumentazione certificata fra cui Pinze Amperometriche, Termo igrometri, Misuratori di portata aria (ventolino – filo caldo)
- Valutazione del rischio relativi alle attività da svolgersi in campo: Non sono state date particolari prescrizioni all'interno delle aree uffici – magazzino e sala riunioni (normalmente utilizzate). Relativamente ai volumi tecnici il personale tecnico incaricato della DE è stato accompagnato dai delegati dei Servizi Generali i quali hanno indicato volta per volta le precauzioni da avervi.
- Richiesta alla committenza di dei dati generali edificio (superficie lorda, anno di costruzione edificio, destinazione d'uso), condizioni termo igrometriche interne, luminosità richiesta e numero persone occupanti l'edificio. I servizi generali e l'ufficio tecnico hanno messo a disposizione dati e documentazione tecnica afferente le varie zone dell'edificio.

Incontro di avvio (rif. b)

Descrizione sintetica dell'Impresa	
Descrizione attività	Installazione di impianti idraulici, di riscaldamento e di condizionamento dell'aria (inclusa manutenzione e riparazione) in edifici o in altre opere di costruzione
Codice Ateco	2007- 43.22.01
Superficie complessiva [m2]	8.405 m2
Volumetria complessiva [m3]	35.059 m3
Volumetria riscaldata [m3]	35.059 m3
Numero dipendenti	223
Giorni lavorativi	5 su 7
Turni di lavoro	1



- ✓ Edificio terziario a Milano (zona climatica E)
- ✓ Superficie utile: 7.881 m²
- ✓ Volume netto: 33.792 m³
- ✓ Numero occupanti medi: 223
- ✓ Struttura: primi anni 2000

Analisi edificio

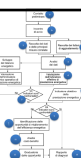
Suddivisione in tre aree funzionali differenti

- ✓ Building uffici
- ✓ P.T. uffici-sale riunioni
- ✓ P.T. Magazine



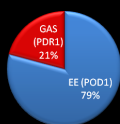
Zona edificio	Piano	Superficie in pianta lorda totale [m ²]	Superficie in pianta netta totale [m ²]	Altezza media piani [m]	Volume interno netto totale [m ³]
P.T. uffici - sale riunioni	Piano terra	1.173	1.154	5,2	6.001
P.T. Magazine	Piano terra	2.617	2.558	6,2	15.859
Building Uffici	1	886	876	2,9	2.540
	2	886	876	2,9	2.540
	3	886	876	2,9	2.540
	4	886	876	2,9	2.540
	5	886	876	2,9	2.540
	6	185	191	2,6	496
Subtotale Building Uffici		4.615	4.571	2,9	13.255
TOTALE GENERALE		8.405	8.283	-	35.059

Raccolta dei dati e delle principali misure correlate (Rif.1)



Bolletta energetica per soddisfare il fabbisogno energetico (anno 2015)					
	Prelievo	TEP	Costo [euro]	Costo unitario	% bolletta
EE (POD1)	1.257.508 kWh	235,15	€ 211.955	€ 0,169	79%
GAS (PDR1)	79.060 Smc	65,22	€ 55.851	€ 0,706	21%
TOTALE		300,37	€ 267.806		

Ripartizione della spesa energetica



Raccolta dei dati e delle principali misure correlate (Rif.1)



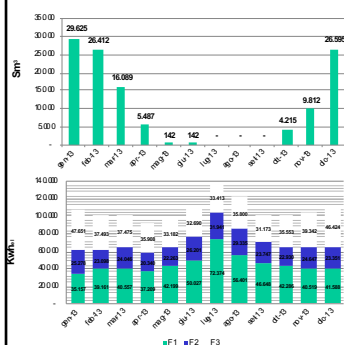
	Prelievo	TEP
EE (POD1)	1.287.407 kWh	240,75
GAS (PDR1)	118.235 Smc	97,54
TOTALE		338,29

2013

	Prelievo	TEP
EE (POD1)	1.280.757 kWh	239,50
GAS (PDR1)	89.000 Smc	73,42
TOTALE		312,93

2014

Caso applicativo - Raccolta dati storici



• A- Contatti preliminari; B- Raccolta dati storici

✓ Anno di riferimento per l'analisi: 2013 (anno n-1 come da indicazioni D.lgs. n°102/2014)

✓ Consumo totale gas naturale: 118.519 Sm³

✓ Consumo totale energia elettrica: 1.287.407 kWh_{el}

Raccolta dei dati e delle principali misure correlate (Rif.1)

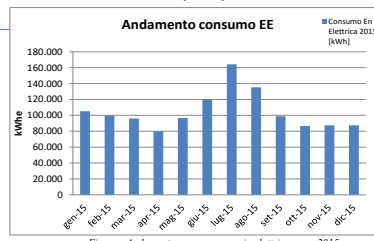
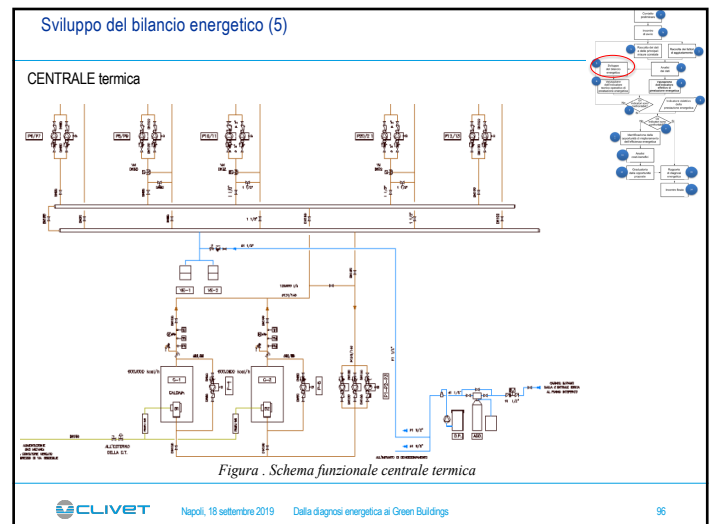
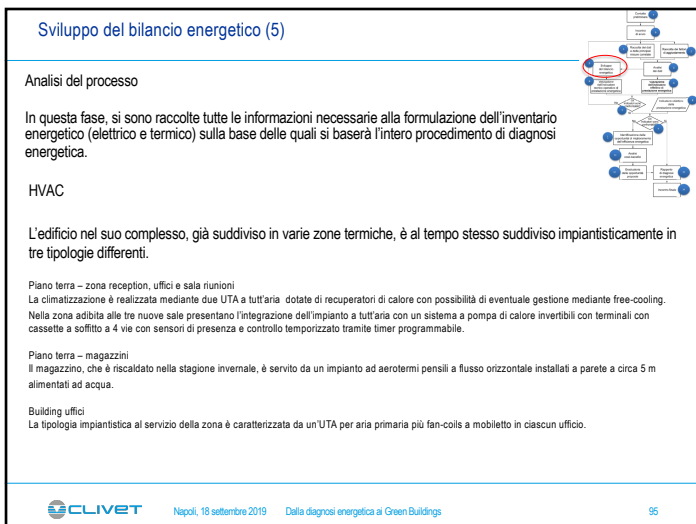
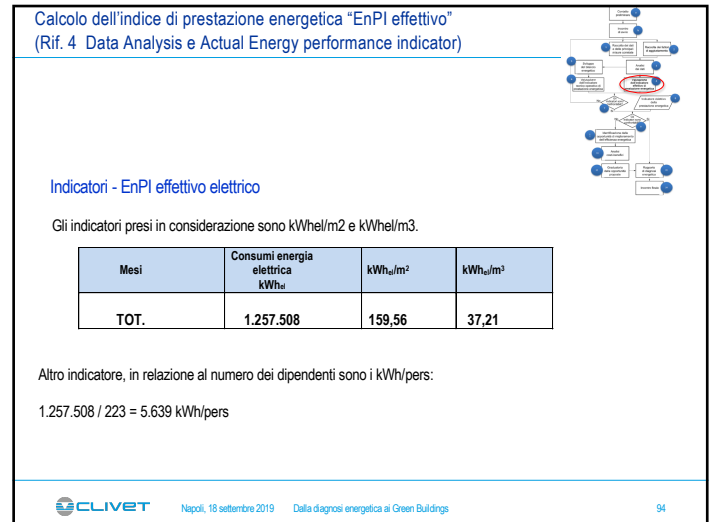
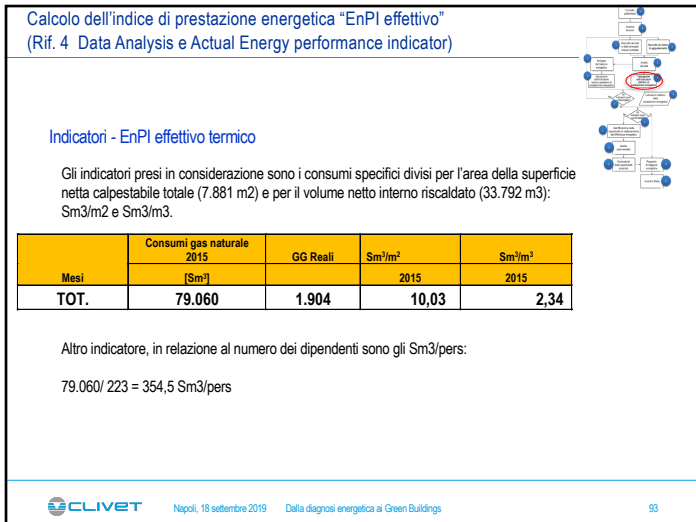
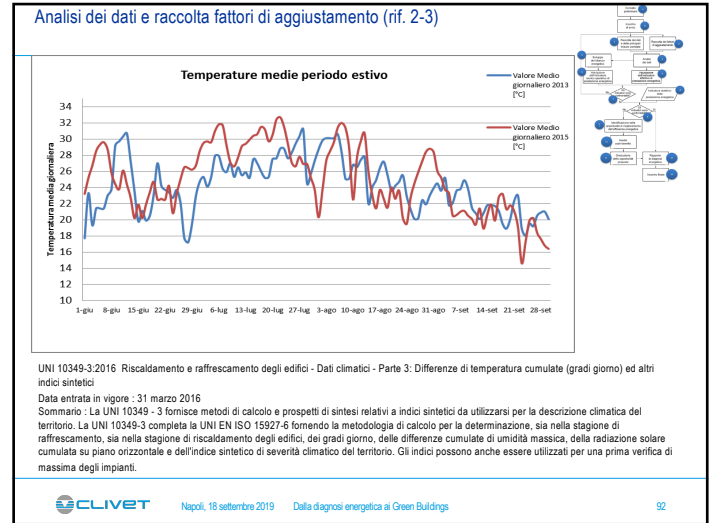
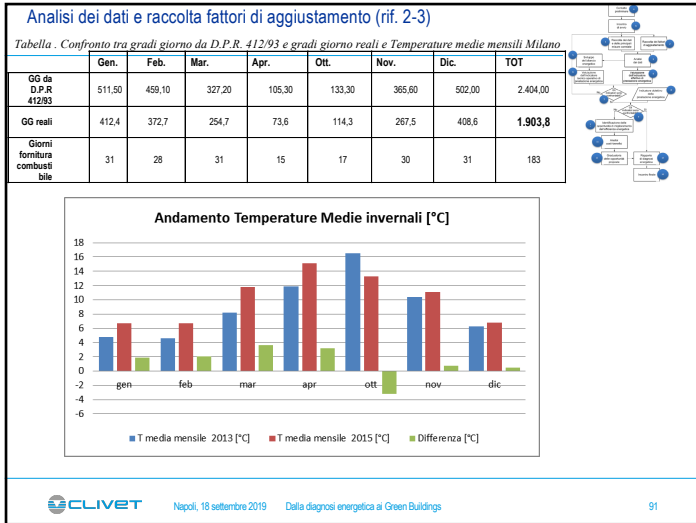


Figura - Andamento consumo energia elettrica anno 2015

Figura - Andamento consumo gas metano fatturato anno 2015



Sviluppo del bilancio energetico (5)

CENTRALE termica

Ausiliari circuito riscaldamento

Tabella . Dati censimento ausiliari riscaldamento

Ausiliare	Descrizione	Q.tà	Riserva	Funzionanti	Potenza targa singolo [kW _e]	Potenza totale INSTALLATA [kW _e]
P1	Pompe primario caldaia	3	1	2	1,5	4,5
Br	Bruciatore	2	0	2	1,1	2,2
P2	Pompe anticondensa	2	0	2	0,72	1,44
P3	Pompe circolazione aerotermi	2	1	1	4,0	8,0
P4	Pompe circolazione radiatori magazzini	2	1	1	1,3	2,6
P5	Pompe circolazione radiatori uffici	2	1	1	1,3	2,6
P6	Pompe circolazione fan-coils uffici caldo	2	1	1	3,5	7,0
P7	Pompe batteria UTA uffici building e UTA P.T.	2	1	1	1,5	3,0
					TOT.	31,3

Sviluppo del bilancio energetico (5)

CENTRALE termica

Tabella . Caratteristiche UTA

UTA	Zona servita	volume zona [m³]	Portata aria esterna [m³/h]	Portata ricircolo [m³/h]	Portata immissione [m³/h]	Portata ripresa [m³/h]	Portata espulsa [m³/h]	Volth
UTA 1	Building uffici	11.808	17.200	-	17.200	4.000	4.000	1,5
UTA 2	Sale riunioni	2.546	15.500	-	15.500	13.100	13.100	6,1
UTA 3	Reception-uffici	2.656	7.000	11.150	18.150	14.500	1.500	6,8

Tabella . Dati impianti climatizzazione UTA

UTA	Recuperatore	Free-cooling	Potenza targa ventilatore mandata [kW _e]	Potenza targa ventilatore ripresa [kW _e]	TOTALE Potenza targa installata [kW _e]
UTA 1	No	No	7,5	1,5	9,0
UTA 2	Si	Si	11,0	4,0	15,0
UTA 3	Si	Si	11,0	4,0	15,0
				TOT.	39,0

Sviluppo del bilancio energetico (5)

CENTRALE frigorifera

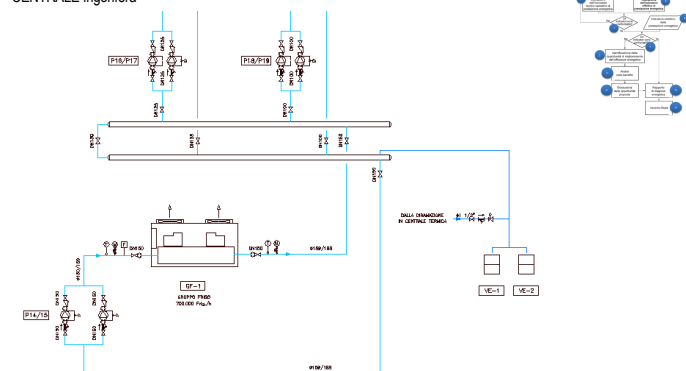


Figura . Schema funzionale centrale frigorifera

Sviluppo del bilancio energetico (5)

CENTRALE frigorifera

Tabella . Dati gruppi frigoriferi

Gruppo frigorifero	Zona servita	Numero compressori	Potenza frigorifera nominale [kW _e]	Potenza elettrica massima assorbita [kW _e]	EER (T _{acqua} =7-12 °C e T _{aria} esterna=35 °C)
G.F. 1	Tutto edificio	3	967	422	2,29
G.F. 2	Tutto edificio	3	365	124	2,94

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Terminali d'impianto

Fan-coils

I fan-coils sono della tipologia a mobiletto con ventilatore a tre velocità ed essendo concepiti per una distribuzione a 4 tubi sono dotati di due batterie.

La regolazione della potenza termica in ambiente viene gestita dal terminale tramite la valvola a 3 vie

Tabella . Dati fan-coils Climataveneta

Terminali	Q.tà	Potenza installata singolo elemento @ velocità massima [kW _e]	Potenza installata totale [kW _e]
Fan-coils	22	0,15	3,3

Tabella . Dati aerotermi magazzini

Terminali	Q.tà	Potenza installata singolo elemento [kW _e]	Potenza installata totale [kW _e]
Aerotermi	30	0,2	6,0

Tabella . Dati unità Pompe di calore reversibili

Posizione di calore	Posizione	Zona servita	Q.tà unità	Potenza massima [kW _e]
31	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
32	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,7
33	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
34	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
35	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
36	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
37	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
38	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
39	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
40	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
41	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
42	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
43	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
44	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
45	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
46	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
47	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
48	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
49	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
50	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
51	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
52	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
53	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
54	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
55	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
56	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
57	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
58	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
59	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
60	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
61	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
62	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
63	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
64	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
65	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
66	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
67	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
68	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
69	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
70	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
71	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
72	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
73	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
74	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
75	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
76	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
77	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
78	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
79	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
80	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
81	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
82	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
83	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
84	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
85	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
86	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
87	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
88	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
89	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
90	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
91	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
92	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
93	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
94	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
95	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
96	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
97	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
98	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
99	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9
100	Pompa intermedia	PT-condizionamento	2	0,9

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Terminali d'impianto

Tabella . Dati tecnici raffreddatori CED

Raffreddatori C.E.D.	Potenza assorb. dal compressore (50 Hz) [kW _e]	Potenza assorb. ventilatore unità evaporante (50 Hz) [kW _e]	Potenza unitificat [kW _e]	Potenza resistenz. elettrica [kW _e]	P frigo totale [kW _e]	P frigo sensibile [kW _e]	EER (T _{amb.} =24°C, U.R.=50 % e T _{aria} est.=35°C)
ad aria (A)	5,89	1,86	5,8	8,6	26,6	23,6	3,41
ad acqua (W)	5,89	1,86	5,8	8,6	26,6	23,6	~ 4,2

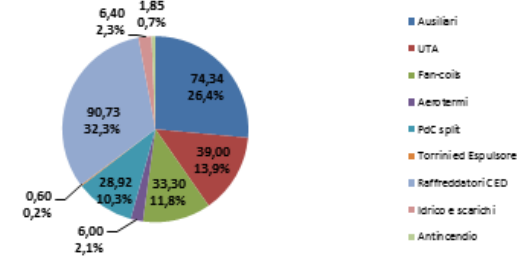
Sviluppo del bilancio energetico (5)

Riepilogo potenze elettriche installate totali per impianti HVAC

HVAC	POTENZA elettrica INSTALLATA 2015	POTENZA elettrica INSTALLATA 2013	Differenza
	[kW _{el}]		
Auxiliari	74,34	74,34	
UTA	39,00	39,00	
Fan coils	33,3	33,3	
Aerotermi	6,00	7,6	- 1,60
Pompe di calore split	28,92	5,2	23,72
Torroni ed espulsori	0,60	0,26	0,34
Raffreddatori CED	90,7	90,7	0,03
Idrico e sanitari	6,4	6,4	
Antincendio	1,85	1,85	
TOTALE	279,29	258,65	+ 22,49

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Potenze installate HVAC [kW_{el}]



Sviluppo del bilancio energetico (5)

Illuminazione

Tabella. Potenza totale installata corpi illuminanti illuminazione (continua e non continua)

Zona	Area [m ²]	W _{el} /m ²	Potenza tot riferimento [kW _{el}]
Ufficio building tipologia 1	2.099	6,95	14,6
Ufficio building tipologia 2	885	7,22	6,4
Ufficio P.T.	471	10,4	4,9
Corridoi building	670	6,2	4,2
Zona ascensore	120	2,25	0,3
Servizi igienici	442	4,15	1,8
Vento scale	-	-	0,7
Magazzino	2.552	2,97	7,6
Mensa	133	6,3	0,8
Sala reception P.T.	375	5,2	1,9
Parcheggio piano interrato	3600	0,4	1,4
Parcheggio esterno	-	-	8,8
TOTALE			53,4

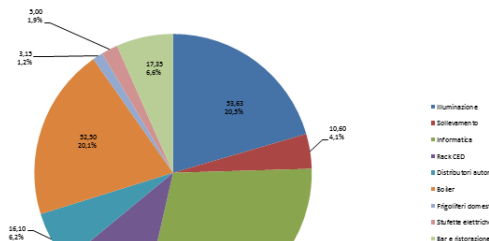
Sviluppo del bilancio energetico (5)

Riepilogo potenze elettriche installate (esclusi HVAC)

Altre utenze elettriche	POTENZA elettrica INSTALLATA 2015	POTENZA elettrica INSTALLATA 2013	Differenza
	[kW _{el}]		
Illuminazione	53,63	52,9	0,73
Solelevamento	10,63	10,6	
Informatica	75,98	71,2	4,78
Rack CED	27,40	27,40	
Distributori automatici	16,10	16,10	
Boiler	52,50	52,50	
Frigoriferi domestici	3,15	3,15	
Stufette elettriche	5,00	20,00	- 15,00
Bar e ristorazione	17,35	0	17,35
TOTALE	261,70	224,55	+ 7,85

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Potenze installate (esclusi HVAC) [kW_{el}]



Sviluppo del bilancio energetico (5)

Inventario energetico (parte termica)

Le simulazioni circa i consumi termici e frigoriferi dell'edificio sono state effettuate mediante il software POLIMess sviluppato dal Politecnico di Milano

L'edificio in analisi è stato modellizzato con il software dividendolo in tre zone termiche differenti.

Questa scelta è relazionata alle tipologie impiantistiche che caratterizzano l'edificio:

- climatizzazione con sistema tutt'aria (zona piano terra riguardante sala reception, uffici, sale riunioni e mensa);
- riscaldamento mediante aerotermi pensili alimentati ad acqua (magazzini);
- climatizzazione con aria primaria e fan-coils (building uffici).

Per i dati climatici per eseguire i calcoli circa le dispersioni dell'involucro di ciascuna zona termica è stata utilizzata la curva dei dati climatici rilevati presso l'aeroporto Milano Linate, riparametrata con i gradi giorno reali della località oggetto di diagnosi al fine di correggere la differenza di valori di temperatura dell'aria esterna tra le zone di Milano considerate per il periodo di riferimento.

I gradi giorno reali per l'anno 2015, misurati nel luogo di diagnosi sono stati 1.904 GG

Sviluppo del bilancio energetico (5)

POLIMess Edificio: in cui viene simulato il comportamento dell'involucro edilizio anche su più zone termiche definite dall'utente, in modo da determinare i carichi termici sensibili e latenti su base oraria

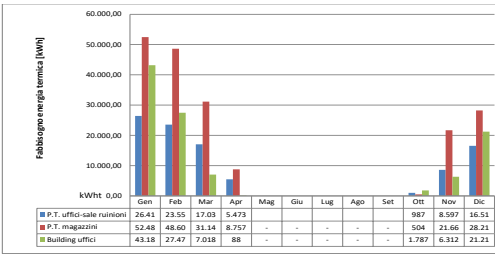


Figura . Risultati fabbisogno energia termica edificio

Tabella . Fabbisogno energia termica per le tre zone termiche costituenti l'edificio

Fabbisogno annuale di energia [kWh]	P.T. uffici-sale riunioni	P.T. magazzini	Building Uffici
Energia termica [kWh]	98.577	191.379	107.075

Sviluppo del bilancio energetico (5)

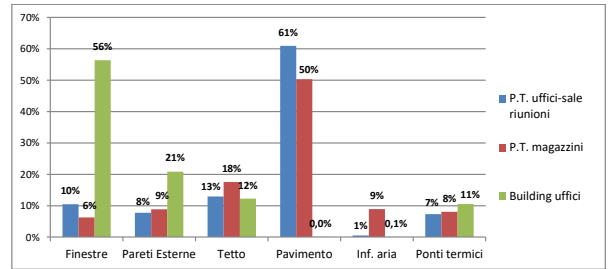


Figura . Ripartizione dispersioni involucro invernali nelle varie zone termiche

Sviluppo del bilancio energetico (5)

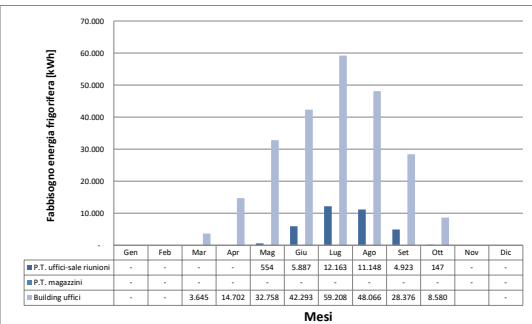


Figura . Risultati fabbisogno energia frigorifera edificio

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Tabella . Confronto tra risultati simulazione POLIMess e fatturazione gas metano bolletta

Mese	Anno 2015 - Fatturazione Bolletta		Modello POLIMess		Convergenza simulazione [%]
	Consumo gas naturale da bolletta [Sm ³]	Energia primaria da bolletta [kWh _{term}]	Consumo gas naturale da POLIMess [Sm ³]	Energia primaria simulata POLIMess [kWh _{term}]	
Gen	25.167	241.352	22.216	213.052	88.3%
Feb	21.282	204.094	18.502	177.432	86.9%
Mar	9.488	90.990	12.383	118.754	130.5%
Apr	600	5.754	4.094	39.265	682.4%
Mag	-	-	-	-	-
Giu	-	-	-	-	-
Lug	-	-	-	-	-
Agos	-	-	-	-	-
Set	-	-	-	-	-
Ott	-	-	-	-	-
Nov	-	-	-	-	-
Dic	-	-	-	-	-
TOT.	79.060	758.182	79.794	765.225	100.9%

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Confronto MODELLO e Consumo GN 2015

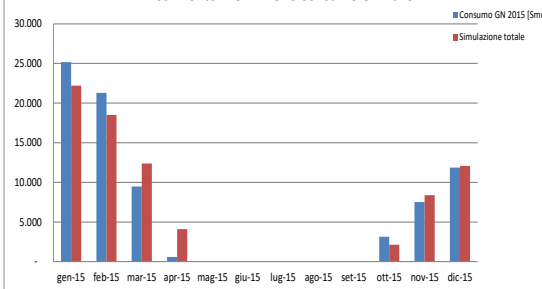


Figura . Confronto grafico consumo gas metano dati simulazione POLIMess rispetto alla fatturazione da bolletta per anno 2015

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Suddivisione dei consumi termici per ciascuna zona termica

L'impianto termico è dotato di un solo contatore di gas naturale nel punto di consegna a monte della centrale termica. Come richiesto dalla norma relativa alle diagnosi energetiche è tuttavia importante risalire alla ripartizione del consumo di gas naturale per ciascuna zona termica riscaldata all'interno dell'edificio così da poter capire dove siano annidate eventuali criticità sui consumi.

Tabella . Ripartizione consumo energia primaria delle zone termiche

Mese	Simulazione Building Uffici	Simulazione P.T. uffici-sale riunioni	Simulazione P.T. magazzini
	Energia primaria caldaia [kWh _{term}]	Energia primaria caldaia [kWh _{term}]	Energia primaria caldaia [kWh _{term}]
Gen	77.305	58.761	58.877
Feb	58.732	51.553	49.955
Mar	38.454	47.408	37.197
Apr	13.436	19.860	12.955
Mag	0	0	0
Giu	0	0	0
Lug	0	0	0
Agos	0	0	0
Set	0	0	0
Ott	10.644	9.944	2.289
Nov	27.271	23.845	27.487
Dic	38.644	31.207	29.166
TOT.	264.485	242.378	209.026
Percentuale	36.95%	33.86%	29.20%

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Riparametrando il consumo di gas naturale in Sm³ da bolletta del 2015 secondo le ripartizioni percentuali descritte in figura si ottengono i risultati presentati in tabella.

Tabella . Ripartizione consumi gas metano bolletta 2015

Ripartizione consumo gas naturale bolletta 2015 [Sm ³]	
Building Uffici	29.209
P.T. uffici-sale riunioni	26.767
P.T. magazzini	23.084
TOTALE	79.060

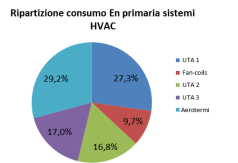
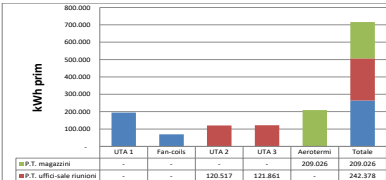


Figura . Riepilogo ripartizione energia primaria impianti HVAC - stato di fatto

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Inventario energetico (parte elettrica)

Analisi potenze

Potenze HVAC

Tabella . Analisi potenze elettriche centrale tecnica

Ausiliare	Descrizione	Potenza totale installata in UTA [kW _e]	Potenza totale installata in UTA [kW _e]	Potenza totale assorbita INVERNO [kW _e]	Potenza totale assorbita MEZZE STAGIONI [kW _e]	Potenza totale assorbita ESTATE [kW _e]
P1	Primerio caldaia	4,5	3	2,74	2,74	-
Br	Bruciatore	2,2	2,2	1,76	1,76	-
P2	Pompe anticondensa	1,44	1,44	1,38	1,38	-
P3	Pompe circolazione aerotermi	6	4	2,3	2,3	-
P4	Pompe circolazione radiatori magazzini	2,6	1,3	1	1	-
P5	Pompe circolazione radiatori uffici	2,6	1,3	1,2	1,2	-
P6	Pompe circolazione fan-coils uffici caldo	7	3,5	2,6	2,6	-
P7	Pompe bollitore UTA uffici building a UTA n.1	3	1,5	1,2	1,2	-
P8	Primerio chiller	11	5,5	4,8	-	4,8
P9	Pompe circolazione fan-coils uffici freddo	10	7,5	6,3	-	6,3
P10	Pompe refrigerante UTA uffici building a UTA n.1	6	3	1,82	-	1,82
P11	Pompe recupero acque	11	0	0	-	0
TOT.		74,3	34,2	27,1	14,18	12,92

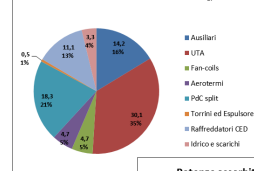
Sviluppo del bilancio energetico (5)

Tabella Dati riepilogo potenze assorbite HVAC

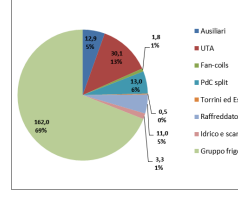
HVAC	POTENZA elettrica assorbita INVERNO [kW _e]	POTENZA elettrica assorbita MEZZE [kW _e]	POTENZA elettrica assorbita ESTATE [kW _e]
Ausiliari	14,2	12,9	12,9
UTA	30,1	30,1	30,1
Fan-coils	4,7	1,8	7,8
Aerotermi	4,7	-	-
PdC split	18,3	13,0	20,8
Torroni ed Espulsore	0,5	0,5	0,5
Raffreddatori CED	11,1	11,0	13,4
Idrico e scarichi	3,3	3,3	3,3
Gruppo frigorifero G.F.1	-	162,0	235,0
TOT.	86,9	234,6	323,8

Sviluppo del bilancio energetico (5)

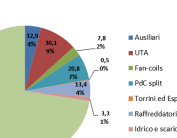
Potenze assorbite inverno [kW_e]



Potenze assorbite mezza stagioni [kW_e]



Potenze assorbite estate [kW_e]



Sviluppo del bilancio energetico (5)

Tabella . Consumi elettrici ausiliari

Ausiliare	h _{INVERNO} anno	h _{MEZZE STAGIONI} anno	h _{ESTATE} anno	Consumo inverno [kWh _e]	Consumo mezza stagione [kWh _e]	Consumo estivo [kWh _e]	Consumo elettrico TOTALE [kWh _e /anno]
P1	2.352	-	-	5.759	-	-	5.759
Br	1.306	-	-	2.299	-	-	2.299
P2	2.352	-	-	2.901	-	-	2.901
P3	1.626	-	-	3.740	-	-	3.740
P4	1.626	-	-	1.636	-	-	1.636
P5	2.352	-	-	2.522	-	-	2.522
P6	2.352	-	-	5.465	-	-	5.465
P7	2.352	-	-	2.522	-	-	2.522
P8	-	720	1.280	-	3.456	6.144	9.600
P9	-	720	1.280	-	4.136	8.064	12.200
P10	-	720	1.280	-	1.130	2.330	3.460
P11	-	720	1.280	-	-	-	-
TOT.							52.675

Sviluppo del bilancio energetico (5)

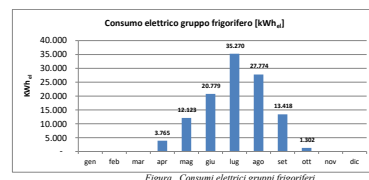


Figura . Consumi elettrici gruppi frigoriferi

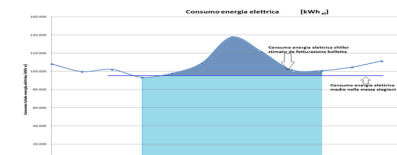
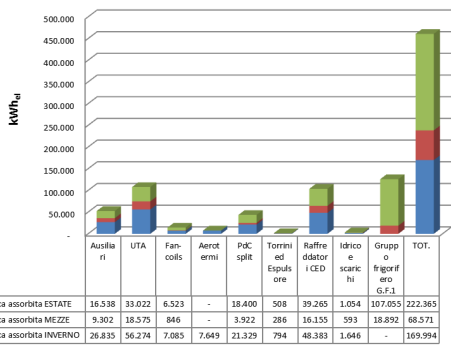


Figura . Andamento energia elettrica da fatturazione bolletta per anno 2015 con stima energia elettrica macchina frigorifera

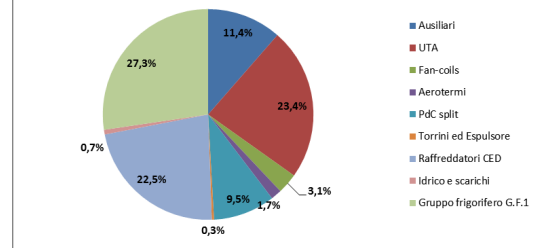
Sviluppo del bilancio energetico (5)

Ripartizione energie nei vari periodi dell'anno HVAC [kWh_{el}]



Sviluppo del bilancio energetico (5)

Consumo HVAC [kWh_{el}/anno]



Sviluppo del bilancio energetico (5)

Energia elettrica illuminazione non continua tutto l'anno [kWh_{el}]

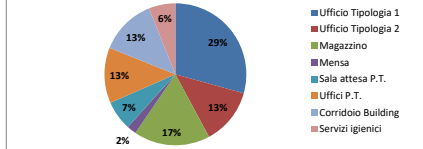


Figura . Assorbimento elettrico illuminazione ad uso non continuo

Il consumo totale di energia elettrica risulta essere pari a 100.318 kWh_{el}.

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Energia elettrica illuminazione continua tutto l'anno [kWh_{el}]

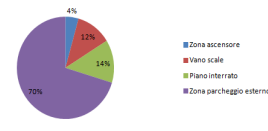


Figura . Assorbimento elettrico illuminazione ad uso continuo

Dove il consumo totale di energia elettrica risulta essere pari a 54.425 kWh_{el}.

Tabella Riepilogo consumi elettrici illuminazione

Zona	Potenza installata funzionante [kW _e]	Consumo [kWh _{el} /anno]
Illuminazione non continua	42,3	100.318
Illuminazione continua	11,3	54.425
TOT.	53,6	154.743

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Informatica e altre apparecchiature elettriche

ANALISI POTENZE

- computer e stampanti: 27,5 kW_{el};
- rack informatici: 27,4 kW_{el};
- distributori automatici: 9,4 kW_{el};
- boiler per servizio A.C.S.: 3,1 kW_{el};
- frigoriferi domestici: 1,8 kW_{el};
- stufette elettriche per il riscaldamento: 5,0 kW_{el};
- Bar e ristorazione: 11,5 kW_{el}.

Per una potenza totale impegnata di 85,7 kW_{el}.

ANALISI ENERGETICHE

L'analisi è stata condotta basandosi sull'osservazione del funzionamento di ciascuna apparecchiatura e tramite sondaggi presso i dipendenti della struttura.

- computer e stampanti: 179.958 kWh_{el}/anno;
- rack informatici: 240.024 kWh_{el}/anno;
- distributori automatici: 51.972 kWh_{el}/anno;
- boiler per il servizio A.C.S.: 16.949 kWh_{el}/anno;
- frigoriferi domestici: 14.680 kWh_{el}/anno;
- stufette per il riscaldamento: 3.361 kWh_{el}/anno;
- bar e ristorazione: 21.028 kWh_{el}.

L'assorbimento energetico annuale è pari 527.972 kWh_{el}/anno.

Sviluppo del bilancio energetico (5)

Riepilogo consumi elettrici TOTALI EDIFICIO [kWh/anno]

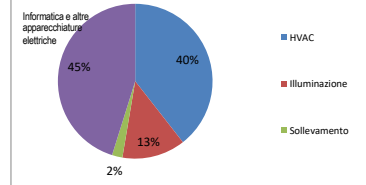
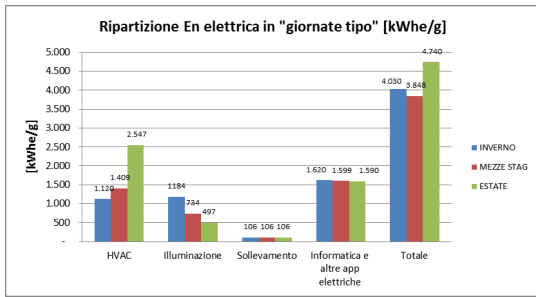


Figura . Riepilogo consumi elettrici annuali totale edificio

Il consumo elettrico totale annuale stimato è pari a 1.170.430 kWh_{el}.

Sviluppo del bilancio energetico (5)



Sviluppo del bilancio energetico (5)

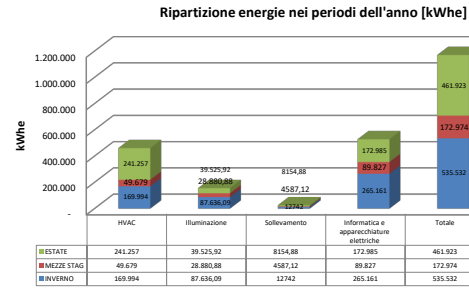
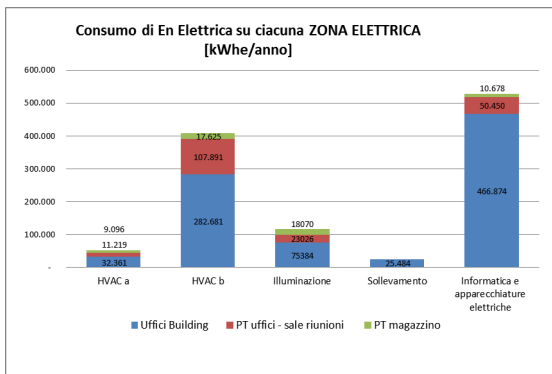


Figura Ripartizione assorbimenti elettrici totali nei tre periodi di riferimento considerati (inverno, mezza stagioni e estate) per le varie categorie analizzate

Sviluppo del bilancio energetico (5)



Valutazione dell'indicatore teorico operativo di prestazione energetica (6)

Tabella Indicatori termici di prestazione (punto 6 UNI CEI/TR 11428) - EnPI operativo termico

Mesi	Consumi gas naturale 2015	GG Reali	Sm ³ /m ²	Sm ³ /m ³
	[Sm ³]		2015	2015
TOT.	79.794	1.904	10,03	2,34

Validazione modello PARTE TERMICA (Punto 7)

Tabella Confronto tra indice prestazione energetica operativo e indice prestazione energetica effettivo (punto 7 UNI CEI/TR 11428)

	Modello Termico	Bolletta	Errore modello [%]
Consumo gas naturale [Sm ³]	79.794	79.060	> 1,0%
Sm ³ /m ²	10,12	10,03	
Sm ³ /m ³	2,36	2,34	

Indice prestazione energetica obiettivo PARTE TERMICA (Punto 8) - EnPI obiettivo

▮ obiettivo organizzazione (norma UNI CEI EN ISO 50001): riduzione del 20% rispetto ai consumi termici iniziali totali dell'edificio all'anno 2013;

▮ obiettivo reperito in letteratura (benchmark ENEA): consumi termici totali edificio devono essere caratterizzati da un indice prestazionale termico pari a 104,6 kWh/m² (destinazione d'uso uffici). (pari a 10,9 Sm³/m²)

Confronto indice prestazione energetica operativo con indice prestazione energetica obiettivo PARTE TERMICA (Punto 9) - EnPI operativo Vs EnPI obiettivo



	Reference EnPI 2015 [kWh _{th} /m ²]	Target Progetto [kWh _{th} /m ²]
TOTALE EDIFICIO	112,9	115,41
Building uffici	118,2	104,6

Valutazione dell'indicatore teorico operativo di prestazione energetica (6)



Tabella . Indicatori elettrici di prestazione energetica operativi (punto 6 UNI CEI/TR 11428)

Periodo di riferimento	Consumi energia elettrica [kWh _e]	kWh _e /m ²	kWh _e /m ³
Inverno	535.532	68,0	15,8
Mezze	172.974	21,9	5,1
Estate	461.923	58,6	13,7
TOT.	1.170.430	148,5	34,6

Validazione modello PARTE ELETTRICA (Punto 7)



Tabella . Confronto tra indice prestazione energetica operativo e indice prestazione energetica effettivo (punto 7 UNI CEI/TR 11428)

	Modello Elettrico (EnPI operativo)	Bolletta (EnPI effettivo)	Errore modello [%]
Consumo energia elettrica [kWh _e]	1.240.749	1.257.508	1,3%
kWh _e /m ²	157,4	159,6	
kWh _e /m ³	36,7	37,2	

Indice prestazione energetica obiettivo PARTE ELETTRICA (Punto 8) – EnPI obiettivo



Obiettivi prestazionali elettrici:

- ▮ obiettivo organizzazione (norma UNI CEI EN ISO 50001): riduzione del 15% rispetto ai consumi elettrici iniziali totali dell'edificio;
- ▮ obiettivo disponibile in letteratura (benchmark ENEA): consumi elettrici edificio devono essere caratterizzati da un indice prestazionale elettrico pari a 90 kWh_e/m² (escludendo dall'analisi i consumi elettrici afferenti ad eventuali centri elaborazione dati; destinazione d'uso uffici).

Confronto indice prestazione energetica operativo con indice prestazione energetica obiettivo PARTE ELETTRICA (Punto 9) - EnPI operativo Vs EnPI obiettivo



Indici NON riparametrati	Reference EnPI 2015 [kWh _e /m ²]	Target Progetto [kWh _e /m ²]
TOTALE EDIFICIO	112,7	90
Building uffici	145,2	125,9

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici (Punto 10)



PREMESSA A TUTTI GLI INTERVENTI

Le categorie di interventi presi in considerazione si dividono in due tipologie differenti:

- ▮ interventi di tipo A: categoria di interventi che non prevedono nessun investimento e che si realizzano mediante variazioni di gestione dell'impianto come variazioni di set-point, variazione circa gli orari di funzionamento;
- ▮ interventi di tipo B: categoria di interventi a basso impatto economico e con una modesta riqualificazione edilizia-impiantistica.

Altre categorie di intervento, ad alto impatto economico, non sono state oggetto dell'analisi in quanto l'edificio analizzato non è di proprietà della committenza.

Pertanto l'azienda utilizzatrice dell'edificio ha scartato a priori interventi con pay-back eccessivamente elevato.

Caso applicativo – Tipologie interventi efficienza energetica considerati



G - Proposte risparmio energetico (termici e elettrici)



Gli interventi sono stati suddivisi in due categorie:

N.B. eccessivo impatto edilizio-finanziario

A

B

C

Interventi con costo economico nullo

Interventi con costi di investimento contenuti e pay-back time modesti

Interventi con costi di investimento e pay-back time elevati

Variazione temperature set-point

Aria primaria
Set UTA
Set ambientali

Variazioni orari funzionamento

Imp. Tutt'aria
Imp. Misto
Imp. ad acqua

Variazione set-point refrigeratori C.E.D.

Paper ASHRAE "Environmental Guidelines for Datacom Equipment" 2011

Valutazione utilizzo in "priorità" chiller G.F.2

Adeguamento portate UTA
Termostatazione magazzino
Recuperatori di calore
Progettazione impianto free-cooling C.E.D.
Motori ad alta efficienza (IE3)
Circuizione portata variabile
Sistema raffreddamento adiabatico per Chiller
Interventi illuminotecnici

Chiusure oscuranti
Cappotto esterno
Installazione pannelli solari



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

139

139

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)



interventi di tipo A

Tabella Analisi sensitività consumi termici con adeguamento temperature di set-point ambiente (

Zona termica	T set ambiente [°C]	T set Aria primaria [°C]	Risparmio termico rispetto al caso base [Sm³]	Risparmio percentuale rispetto al consumo di gas totale da bolletta [%]
Uffici Building	22	21	3.428	4,33%
P.T. sale attesa - sale riunioni	22	21	2.284	2,88%

"Regole per un corretto utilizzo del sistema di riscaldamento/condizionamento"

«campagna di sensibilizzazione sui dipendenti al fine di una corretta scelta dell'abbigliamento all'interno dell'ambiente lavorativo»



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

140

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)



interventi di tipo A

Tabella Analisi sensitività consumi termici con adeguamento orari di funzionamento impianti (inter

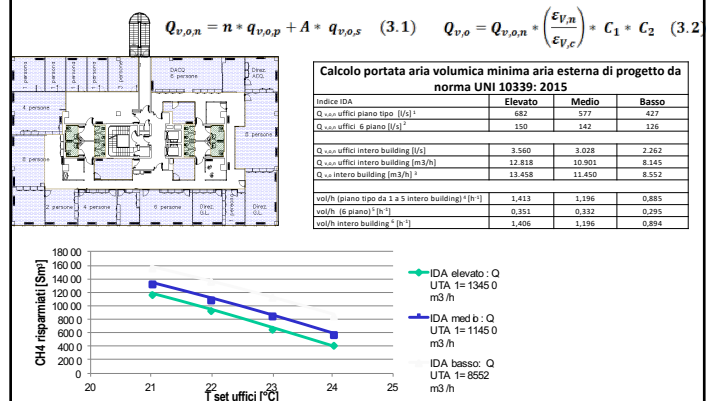
Zona termica	Orario accensione	Orario spegnimento	Ore effettive di funzionamento	Risparmio rispetto al caso base [Sm³]	Risparmio percentuale rispetto al consumo totale della bolletta [%]
Uffici Building	6	19	13	7.036	8,90%
P.T. sale attesa - sale riunioni	6	18	12	1.159	1,46%
P.T. magazzini	6	18	12	3.075	3,88%



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

141

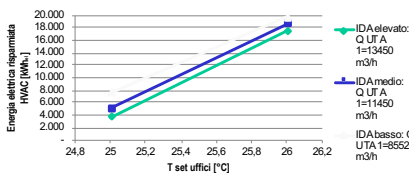
Intervento B.1 – Valutazione riduzione portata UTA (parte 1)



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

142

Intervento B.1 – Valutazione riduzione portata UTA (parte 2)



Analisi di sensitività assorbimenti elettrici HVAC in funzione della temperatura di set-point estiva degli uffici e dell'indice IDA

Analisi di sensitività risparmi/aggavi elettrici HVAC conseguenti all'adeguamento della portata di aria esterna dell'UTA 1

Risparmio/aggavi elettrici HVAC [%]

	IDA elevato e T set=25° C, T set AP=23° C	IDA elevato e T set=26° C, T set AP=23° C	IDA medio e T set=25° C, T set AP=23° C	IDA medio e T set=26° C, T set AP=23° C	IDA basso e T set=25° C, T set AP=23° C	IDA basso e T set=26° C, T set AP=23° C
% Risparmio fan-coils	0,7%	-0,8%	1,1%	-0,4%	1,4%	0,2%
% Risparmio ventilatori	-3,0%	-4,4%	-4,4%	-5,8%	-6,6%	-7,6%
% Risparmio driller	2,1%	-7,6%	3,3%	-6,1%	5,1%	-3,8%



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

143

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)



interventi di tipo B

Installazione recuperatore di calore "Building uffici" (intervento B.3)

L'UTA 1 al servizio della zona termica "Building Uffici" non è dotata di un recuperatore di calore e pertanto è stato valutato il beneficio che questo intervento può comportare. Dati i vincoli geometrici e l'aggravio di energia elettrica che l'inserimento del recuperatore di calore nell'impianto può comportare sono stati posti i seguenti vincoli progettuali:



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

144

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)

interventi di tipo B

Installazione recuperatore di calore "Building uffici" (intervento B.3)

L'UTA 1 al servizio della zona termica "Building Uffici" non è dotata di un recuperatore di calore e pertanto è stato valutato il beneficio che questo intervento può comportare.

Dati i vincoli geometrici e l'aggravio di energia elettrica che l'inserimento del recuperatore di calore nell'impianto può comportare sono stati posti i seguenti vincoli progettuali:



Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)

RECUPERATORE DI CALORE	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Portata espulsione [m³/h]	5.000	6.000	8.000
T media aria esterna inverno [°C]	8,97	8,97	8,97
T media aria esterna estate e mezza stagioni [°C]	22	22	22
UR media aria est estate e mezza stagioni [%]	57,02	57,02	57,02
T _{aria} inverno [°C]	23,00	23,00	23,00
T _{aria} estate [°C]	27,00	27,00	27,00
PeI assorbita ventil. rinnovo [kW _{el}]	3,25	3,25	3,25
PeI assorbita ventil. ripresa [kW _{el}]	2,75	2,4	2,8
Δp _{tot} recup. exp [Pa]	29	42	72
Δp _{tot} recup. rinnovo [Pa]	135	138	143
n° giri ventil. exp [rpm]	2.200	2.500	3.580
n° giri ventil. rinnovo [rpm]	1.320	1.320	1.320
Q recuperata EST e MEZZE [kW _{el}]	14,5	16,1	18,1
Q recuperata EST e MEZZE [kW _{el}]	6,20	6,90	8,10
En recuperata INY [kWh _{est}]	36.862	40.928	46.014
En recuperata EST e MEZZE [kWh _{est}]	13.293	14.793	17.336
Energia elettrica risparmiata chiller [kWh _{el}]	4.018	4.472	5.249
rendimento secco INY [%]	62%	57%	50%
Costo recuperatore e adeguamento canali [€]	10.000	10.000	10.000
Costo ventilatore nuovo [€]	-	-	2.500
Risparmio annuale gas metano [€/anno]	2.690	2.987	3.358
Aggravio energia elettrica ventilatore mandato [€/anno]	289	289	289
Aggravio energia elettrica ventilatore di ripresa [€/anno]	932	707	965
Totale risparmi operativi annui [€/anno]	4.189	4.548	5.041
Totale costi operativi annui [€/anno]	1.222	996	1.254

recuperatore di calore

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)

Sistema di telecontrollo (intervento B.4)

Si prevede quindi una capillarità di gestione molto maggiore rispetto all'attuale che consentirà:

- una suddivisione delle zone di funzionamento più elevata, in modo da consentire l'accensione degli impianti solo in caso di reale necessità;
- un controllo più puntuale delle temperature e degli orari, gestite per quattro zone su ciascun piano;
- un controllo maggiore delle temperature nei locali magazzino, con la possibilità anche in questo caso di suddividere le utenze o parzializzarle;
- un migliore controllo delle sale riunioni al piano terra.

Secondo una prima stima basata su applicazioni similari, un miglior controllo dei consumi può portare ad una diminuzione del consumo totale di gas naturale di circa -2.5% che quantificato sul 2015 rappresenterebbe una diminuzione di circa 2.000 Smc di gas naturale.



Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE TERMICA (Punto 10)

Mettendo a confronto i risultati ottenuti nella situazione ANTE e POST intervento di tipo A + tipo B, otteniamo:

Zona termica	Scenario	Consumo [Sm³]	Sm³/m²	Sm³/m²/GG	kWh _{est} /m²	Δ [%]
Building uffici	Ante intervento	29.209	6,93	0,0036	66,44	53%
	Post intervento	13.744	3,26	0,0017	31,26	
P.T. uffici-sale riunioni	Ante intervento	26.767	24,05	0,0126	230,64	14%
	Post intervento	22.983	20,65	0,0108	198,03	
P.T. Magazzini	Ante intervento	23.084	9,05	0,0048	86,75	15%
	Post intervento	19.718	7,73	0,0041	74,10	
TOTALE EDIFICIO *	Ante intervento	79.060	10,03	0,0053	96,20	29%
	Post intervento	56.445	7,16	0,0038	68,68	
Building uffici + P.T. uffici-sale riunioni	Ante intervento	55.976	10,50	0,0055	100,73	34%
	Post intervento	36.726	6,89	0,0036	66,09	

* Consumo gas naturale totale dell'edificio dato dalla somma dei consumi termici relativi a tutte e tre le zone termiche considerate.

** Consumo gas naturale imputabile esclusivamente alle zone termiche ad uso uffici presenti nell'edificio; zona termica "Building uffici" e zona termica "P.T. uffici-sale riunioni".



Confronto indici prestazionali POST intervento diagnosi e indice prestazione energetica obiettivo PARTE TERMICA (punto 9)- EnPI operativi POST Vs EnPI obiettivo

Zona termica	Scenario	kWh _{est} /m²	Δ [%]
TOTALE EDIFICIO	Post intervento Riparametrato 2015	80,58	-30,2%
	Target Progetto	115,41	
Building uffici + P.T. uffici-sale riunioni	Post intervento Riparametrato 2015	77,54	-25,9%
	Target Progetto	104,6	



Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE ELETTRICA (Punto 10)

interventi di tipo A

Zona	T set ambiente [°C]	T set aria primaria [°C]	Risparmio assorbimento Chiller [%]	Risparmio assorbimento pompe e ventilatori [%]	Risparmio elettrico rispetto al caso base [kWh _{el}]	Risparmio percentuale rispetto al consumo di energia elettrica HVAC [%]	Risparmio percentuale rispetto al consumo di energia elettrica bolletta [%]
Uffici Building	26	23	-10,29%	-1,89%	-14.020	-7,7%	-1,11%
P.T. uffici-sale riunioni	26	-	-3,12%	-0,064%	-3.965	-2,2%	-0,32%

"Regole per un corretto utilizzo del sistema di riscaldamento/condizionamento"

«campagna di sensibilizzazione sui dipendenti al fine di una corretta scelta dell'abbigliamento all'interno dell'ambiente lavorativo»



Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE ELETTRICA (Punto 10)

interventi di tipo A

Tabella . Analisi sensitività consumi elettrici con adeguamento orari di funzionamento impianti nel caso invernale ed estivo (interventi A.3)

Elemento considerato	Delta consumo [kWh]	Percentuale di risparmio relativo rispetto al 2015 [%]	Percentuale di risparmio Totale su bolletta 2015 [%]	Risparmio Totale su bolletta 2015 [€/anno]
Pompe riscaldamento	-2.340	-9,6%	-0,186%	-394
Pompe raffrescamento	-4.845	-18,8%	-0,385%	-816
UTA	-9.151	-8,5%	-0,728%	-1.542
Fan-coils	-2.689	-18,60%	-0,21%	-453
Aerotermini	-593	-7,7%	-0,047%	-99
TOTALE	-19.618		-1,56%	-3.304

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE ELETTRICA (Punto 10)

interventi di tipo A

Innalzamento temperatura set-point macchine frigorifere locale C.E.D. (intervento A.4)
Attraverso sopralluoghi effettuati nel locale C.E.D. si è riscontrato un valore di temperatura bulbo secco di set-point a bordo di ciascuna delle quattro macchine di circa 21°C con una umidità relativa controllata nella fascia 35-60%.

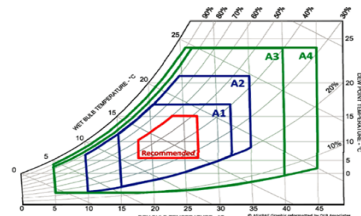


Figura Condizioni termigrometriche della camera (fonte ASHRAE TC 9.9-2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environments - reformatted by DLB Associates).

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE ELETTRICA (Punto 10)

interventi di tipo A

Tabella . Assorbimenti elettrici macchine frigorifere locale C.E.D. (configurazione dopo miglioria)

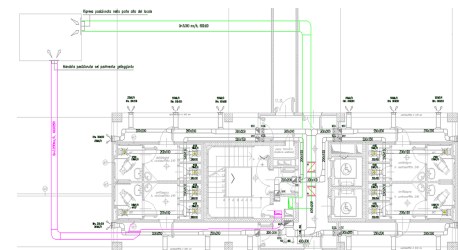
Miglioria (innalzamento temperatura CED da 21°C a 24°C)						
Periodo	Potenza media frigo da rimuovere [kW _e]	Taria esterna media [°C]	EER medio [T _{int} =21°C; U.R.=50%; T _{ext}]	Potenza elettrica assorbita [kW _e]	Ore funzionamento nel periodo	Energia elettrica [kWh _e]
INV	30,1	6,35	3,22	9,33	4.368	40.770
MEZZE	29,5	17,20	3,19	9,27	1.464	13.532
ESTATE	31,3	25,49	3,15	9,92	2.928	29.054
TOT.						83.357

Pertanto facendo la differenza tra i due assorbimenti elettrici trovati (103.793 kWh_e e 83.357 kWh_e) si trova il risparmio ottenibile con questa tipologia di intervento.
Il risparmio elettrico trovato è stato pari a **20.436 kWh_e** pari a 3.444 €/anno.

Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE ELETTRICA (Punto 10)

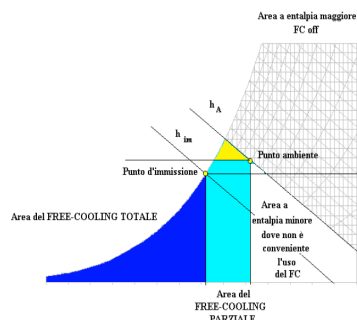
interventi di tipo B

impianto free – cooling (CED)

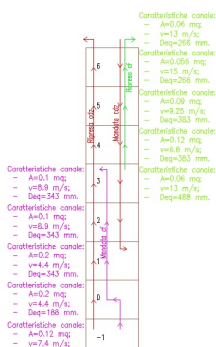


Caso applicativo – Progettazione impianto free – cooling

Aree convenienza free-cooling



Lay-out approssimativo cavedio



Proposte interventi risparmio termico e valutazione costi / benefici PARTE ELETTRICA (Punto 10)

interventi di tipo B

Sostituzione dei dispositivi illuminanti da interno esistenti con altre aventi efficienza superiore (intervento B.8)

La proposta valutata prevede la sostituzione degli apparecchi illuminanti da interno esistenti con altri più efficienti.

Illuminazione non continua dopo installazione LED

Tabella Consumo illuminazione non continua dopo installazione LED

Illuminazione non continua	Potenza installata funzionante [kW _e]	h regime giornaliero/anno	h regime serale/anno	h regime notturno/anno	Consumo [kWh/anno]
Ufficio building tipologia 1	10,04	1.773	131	110	20.219
Ufficio Building tipologia 2	3,416	1.773	131	110	6.881
Corridoio Building	0,93	3.061	-	-	2.848
Sala attesa P.T.	1,81	2.680	239	522	6.225
Servizi igienici	1,53	2.640	-	490	4.788
Mensa	0,73	2.576	-	-	1.875
Magazzino	5,82	1.814	383	105	13.384
Ufficio P.T.	3,36	2.590	-	-	8.699
TOT.	28,6				64.919

interventi di tipo B

interventi di tipo B

Sostituzione dei dispositivi illuminanti da interno esistenti con altre aventi efficienza superiore (intervento B.8)

La proposta valutata prevede la sostituzione degli apparecchi illuminanti da interno esistenti con altri più efficienti.

Illuminazione continua dopo installazione LED

Tabella Consumo illuminazione continua dopo installazione LED

Illuminazione non continua	Potenza installata funzionante [kW _e]	l/anno	Consumo [kWh _e /anno]
Zona ascensore	0,27	8.760	2.365
Vano scale	0,59	8.760	5.212
Parcheggio piano interrato	1,45	8.760	7385
TOT.	2,5		14.962

Il risparmio energetico generato a seguito dell'intervento B.8 è pertanto pari a $116.480 - 79.881 = 36.598 \text{ kWh}_e$.

Investiment o [€]	Risparmio [kWh _{el}]	Costo energia [€/kWh _{el}]	Risparmio economico [€]	PBT
49.710	36.598	0,169	6.185	8,0



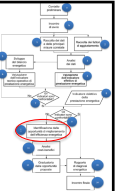
interventi di tipo B

Sistema di Telecontrollo (intervento B.9)

Si prevede quindi una capillarità di gestione molto maggiore rispetto all'attuale che consentirà:

- una suddivisione delle zone di funzionamento più elevata, in modo da consentire l'accensione degli impianti solo in caso di reale necessità;
- un controllo più puntuale delle temperature e degli orari, gestite per quattro zone su ciascun piano;
- un controllo maggiore delle temperature nei locali magazzino, con la possibilità anche in questo caso di suddividere le utenze o parzializzarle;
- un migliore controllo delle sale riunioni al piano terra.

Secondo una prima stima basata su applicazioni simili, un miglior controllo dei consumi può portare ad una diminuzione del consumo totale di energia elettrica di circa -8,0% che quantificato sul 2015 rappresenterebbe una diminuzione di circa 100.600 kWh annui.



Blackwell et al.

Risultati combinazione interventi elettrici proposti

Intervento		Delta risparmio [kWh/e]	Percentuale di risparmio Totale su bolletta 2015 [%]	Risparmio Totale su bolletta 2015 [€/anno]	
A2	variazione orari di funzionamento impiantistico	- 19.618	-1,56%	-€	3.304
A3	variazione temperatura interna estiva	- 17.985	-1,43%	-€	3.031
A4	Innalzamento temperatura set point raffrescamento CED	- 20.436	-1,60%	-€	3.445
B8	Sostituzione dei dispositivi illuminanti	- 34.822	-2,77%	-€	5.869
B9	Sistema di Telecontrollo	- 100.601	-8,0%	-€	16.956
Sub TOT A	Interventi TIPO A	- 59.039	-4,61%	-€	9.780
Sub TOT B	Interventi TIPO B	- 135.423	-10,77%	-€	22.826
TOTALE	TIPO A + TIPO B	- 193.462	-15,38%	-€	32.605

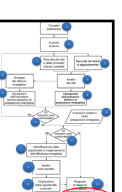


[illegible]

Rappporto finale rif.13

[illegible]

Rapporto finale rif.13 - l'estensione alla 50001

[illegible]

ENERGY PERFORMANCE INDICATOR (EnPI)



Indicatori Termici

	Reference EnPI 2013	Reference EnPI 2015	Reference EnPI Riparametrato 2015	Reference EnPI 2016 (agosto 2016)	Target Progetto	Target 2016	Target 2017
	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]
TOTALE EDIFICIO	144,3	96,2	112,9	79,9	115,4	121,8	74,3
Building uffici + P.T. uffici-sala riunioni	148,9	100,7	118,2	83,6	104,6	116,7	74,5

ENERGY PERFORMANCE INDICATOR (EnPI)



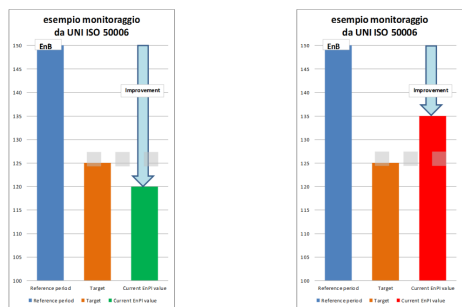
Indicatori Elettrici

	Reference EnPI 2013	Reference EnPI 2015	Reference EnPI Riparametrato 2015	Reference EnPI 2016 (agosto 2016)	Target Progetto	Target 2016	Target 2017
	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]
TOTALE EDIFICIO	111,4	112,7	103,7	105,0	90,0	105,8	87,5
Building uffici + P.T. uffici-sala riunioni	148,1	145,2	133,6	135,3	125,9	140,6	125,1

ENERGY PERFORMANCE INDICATOR (EnPI)

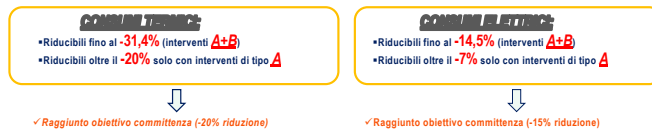


Modalità verifica



Conclusioni

- Si è quindi dimostrato che effettuare una Diagnosi Energetica di dettaglio sia indispensabile per **pianificare buone strategie di efficienza energetica**.
- L'analisi fornisce i seguenti **risultati**:
- Metodologia sviluppata ha permesso una **scorporazione dei consumi termici e elettrici** (focus particolare è stato dato a sistemi HVAC) con **elaborazione indicatori prestazione energetica di "benchmark"**:



Metodologia utilizzata ben si adatta a

- Edifici del settore terziario con caratteristiche ambientali, infrastrutturali e gestionali differenti
- Edifici con assenza di sub-contabilizzatori

QUALCHE DEFINIZIONE CHIAVE NEL MONDO ENERGETICO IMPIANTISTICO

LCA: Definizione

- Life Cycle Assessment (in italiano "valutazione del ciclo di vita", conosciuto anche con la sigla LCA) è **un metodo che valuta un insieme di interazioni che un prodotto o un servizio ha con l'ambiente, considerando il suo intero ciclo di vita** che include le fasi di produzione (quindi anche estrazione e produzione dei materiali), **produzione, distribuzione**, uso (quindi anche riutilizzo e **manutenzione**), **riciclaggio** e **dismissione** finale.
- La procedura LCA è standardizzata a livello internazionale dalle norme **ISO 14040** e **14044**.

- Il Life Cycle Cost Analysis (LCCA) o **analisi del costo nel ciclo di vita** (anche detto Total Cost of Ownership – TCO) è **uno strumento economico che permette di valutare tutti i costi relativi ad un determinato componente o sistema, dalla "culla" alla "tomba"**. Si prendono in considerazione, infatti, i costi iniziali (acquisto, installazione, etc.), i costi di gestione (spese energetiche, manutenzione, oneri finanziari, etc.), fino ad arrivare ai costi di smaltimento e recupero. Questo strumento permette di ottimizzare i costi di una componente o di un intero sistema e il suo utilizzo in fase di acquisto viene suggerito anche prima dalla UNI CEI EN 16001 Sistemi di Gestione dell'Energia (Appendice A) e poi dalla successiva UNI CEI ISO 50001.
- La LCCA permette al decisore di compiere scelte più oculate, in particolare:
 - scegliere tra più alternative applicabili allo stesso sistema quella economicamente più vantaggiosa (es. selezionare per un dato edificio, il sistema di riscaldamento: caldaia vs. pompa di calore);
 - accettare o rifiutare un determinato progetto (es. decidere se installare o meno un pannello solare termico);
 - specificare il valore ottimale di un progetto che generi il maggior ritorno economico (es. selezionare il valore ottimale di spessore per un isolante termico nelle pareti).

- Il calcolo dell'indice LCC avviene attualizzando tutte le voci di costo di un componente:
- $$LCC = I + Repl - Res + E + OM\&R$$
- LCC: Life Cycle Cost*
- I: investimento iniziale*
Repl: valore attuale dei costi di sostituzione
Res: valore attuale del valore residuo
E: valore attuale delle spese energetiche
OM&R: valore attuale dei costi operativi, di manutenzione, di riparazione

- L'indice LCC indica il costo totale da attribuire all'investimento considerato e sarà l'indice da confrontare per la scelta di alternative diverse: la soluzione con LCC minore sarà quella più vantaggiosa.
- Tale metodologia può essere utilizzata per tutti i prodotti che consumano energia; in molti casi infatti dal punto di vista economico è da preferire un prodotto più efficiente anche se caratterizzato dal maggior investimento iniziale.
- Spendere bene non vuol dire sempre spendere poco inizialmente.

QUALCHE TOOLS APPLICATIVO PER FARE EFFICIENZA

Efficientamento Termico Recupero di Calore

1. CONSIDERAZIONI INIZIALI
2. NORMATIVA
3. TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE
4. ESEMPIO DI APPLICAZIONE RECUPERATORE TERMODINAMICO
5. VALUTAZIONI DI RISPARMIO ENERGETICO

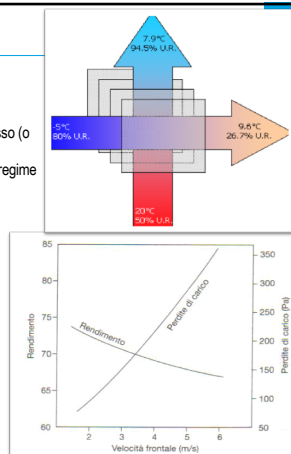
Considerazioni iniziali

I recuperatori di calore agiscono:

- Trasferendo calore sensibile e/o latente al flusso d'aria in ingresso (o sottraendolo, in regime estivo).
- Cedendo umidità al flusso d'aria in ingresso (o sottraendola, in regime estivo).

→ Il **rendimento di uno scambiatore di calore** è il rapporto tra l'energia o l'umidità effettivamente trasmesse ed i valori massimi trasmissibili.

→ La **perdita di carico** è la differenza di pressione totale, misurata su ciascuno dei due flussi, fra l'ingresso e l'uscita dal recuperatore (da compensare con la prevalenza del ventilatore).



Normativa

Esistono alcune casistiche in cui la dotazione di **recuperatori di calore** è un obbligo di legge.

Il **DPR 412/93 "Regolamento di applicazione della Legge 10/1991"** prevede i casi in cui vige l'obbligo di installazione dei recuperatori di calore, sia per gli impianti termici nuovi sia per quelli sottoposti a ristrutturazione.

La normativa prevede infatti che per taluni sistemi a **ventilazione meccanica controllata** venga prescritta l'adozione di apparecchiature per il recupero del calore qualora superino determinate caratteristiche costruttive in termini di **portata totale dell'aria di ricambio** e di numero di ore annue di funzionamento (i parametri cambiano in funzione dei gradi/giorno registrati nei comuni).

Normativa

...da D.P.R. 412/93 **Art.5 Requisiti e dimensionamento degli impianti termici.**

Comma 13. Negli impianti termici di nuova installazione e nei casi di ristrutturazione dell'impianto termico, qualora per il rinnovo dell'aria nei locali siano adottati sistemi a ventilazione meccanica controllata, è prescritta l'adozione di apparecchiature per il recupero del calore disperso per rinnovo dell'aria ogni qual volta la portata totale dell'aria di ricambio G ed il numero di ore annue di funzionamento M dei sistemi di ventilazione siano superiori ai valori limite riportati nell'allegato C del presente decreto.

G : Portata [m³/h]	M : ore annue di funzionamento da 1400 a 2100 oltre 2100 Gradi Gradi Giorno	
2.000	4.000	2.700
5.000	2.000	1.200
10.000	1.600	1.000
30.000	1.200	800
60.000	1.000	700

ESEMPIO:

Edificio uso terziario – uffici con ventilazione meccanica, a Milano (zona E : 2404 GG da DPR), con impianti funzionanti: dalle 7:00 alle 19:00 lun-ven, circa 2850 h/anno, è obbligatoria l'installazione del recuperatore.

Normativa

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 25.11.2014

REGOLAMENTO (UE) N. 1253/2014 DELLA COMMISSIONE del 7 luglio 2014 recante attuazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile delle unità di ventilazione

Dal 1° gennaio 2018:

- tutte le unità di ventilazione, tranne le unità a doppio uso, devono essere dotate di azionamento a velocità multiple o variatore di velocità.

Tutte le UVB devono essere dotate di un HRS.

L'HRS deve essere dotato di un dispositivo di bypass termico,

- l'efficienza termica minima $\eta_{L_{HRS}}$ di tutti gli HRS, tranne gli HRS a fluido termovettore nelle UVB, deve essere pari al 73 % e il bonus di efficienza $E = (\eta_{L_{HRS}} - 0,73) \cdot 3\,000$ se l'efficienza termica $\eta_{L_{HRS}}$ è almeno del 73 %, altrimenti $E = 0$,
- l'efficienza termica minima $\eta_{L_{UVB}}$ degli HRS a fluido termovettore nelle UVB deve essere pari al 68 % e il bonus di efficienza $E = (\eta_{L_{UVB}} - 0,68) \cdot 3\,000$ se l'efficienza termica $\eta_{L_{UVB}}$ è almeno del 68 %, altrimenti $E = 0$,

5) «sistema di recupero del calore (HRS)» parte di un'unità di ventilazione bidirezionale dotata di uno scambiatore di calore destinato a trasferire il calore contenuto nell'aria di espulsione (contaminata) all'aria di immissione (fresca);

6) «unità di ventilazione bidirezionale» (UVB): unità di ventilazione che produce un flusso d'aria tra l'interno e l'esterno ed è dotata di ventilatori tanto di espulsione quanto di immissione;

TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Il Recupero del calore può avvenire:

Da processo a processo

Il calore catturato dalla corrente espulsa di un processo è trasferito nella corrente di rinnovo dello stesso processo. Il sistema lavora, generalmente ad alta temperatura.

Da processo a comfort

Il calore catturato dalla corrente espulsa di un processo è trasferito nella corrente d'aria di rinnovo che presiede al controllo del comfort di un edificio.

Da comfort a comfort

Nel processo che presiede al controllo del comfort di un edificio, il calore catturato dalla corrente d'aria espulsa è trasferito nella corrente d'aria di rinnovo

TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Le Categorie di recuperatori si dividono in:

- **Categoria I – Scambiatori statici a scambio diretto**
 - la con parete di separazione
 - lb con parete porosa di separazione
- **Categoria II – Scambiatori statici a scambio indiretto**
 - lla senza cambiamento di fase
 - llb con cambiamento di fase
- **Categoria III – Scambiatori rotanti a scambio diretto**
 - llla non igroscopico
 - llbb igroscopico

...e nelle seguenti Tipologie:

- Recuperatori statici a piastre
- Recuperatori rotativi
- Recuperatori a batterie con pompa (run around)
- Recuperatori a tubi di calore (heat pipe)

TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

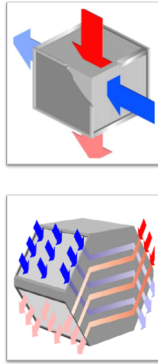
Recuperatori statici a piastre (Categoria Ia statici a scambio diretto)

Recuperano il calore sensibile e latente.

→ quando le pareti dello scambiatore sono più fredde della temperatura di rugiada dell'aria estratta, il vapore in essa contenuto condensa ed il calore di condensazione viene trasferito all'aria di rinnovo.

Il movimento dell'aria avviene a flusso incrociato ed il rendimento ha valori compresi tra il 40 ed il 70%.

Per avere rendimento oltre l'80% sono disponibili anche modelli a flusso controcorrente a fronte di un relativo maggior costo dell'unità.

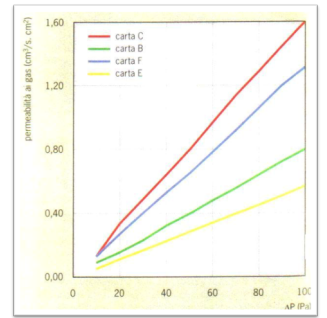


TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Recuperatori statici a piastre (Categoria Ib statici a scambio diretto)

Sono recuperatori a flussi incrociati il cui pacco di scambio è costituito da sovrapposizione di vari strati di speciale carta trattata, ondulata, permeabile all'umidità, che consente lo scambio simultaneo di calore sensibile e latente.

Hanno elevata efficienza di scambio ma, possono avere problemi di perdite per trafileamento del flusso di aria espulsa verso quello dell'aria di ventilazione.



TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Recuperatori statici a piastre: Pregi e Difetti

Pregi

- scarsa o assente contaminazione tra i flussi
- non hanno parti in movimento
- flessibilità di costruzione che li adatta ad ogni impiego
- prodotti con materiali adeguati alle caratteristiche di diversi ambienti
- basse cadute di pressione
- facile pulizia
- azione efficace per lo smorzamento dei rumori

Difetti

- Il trasferimento di calore latente avviene solo a condizione che la temperatura della superficie del recuperatore scenda sotto il punto di rugiada di una delle due correnti d'aria, condensandone l'umidità presente.
- I due flussi d'aria, di espulsione e di rinnovo, devono essere contigui

TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

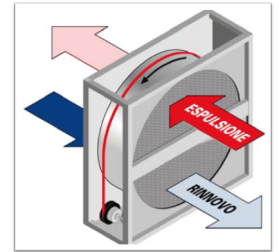
Recuperatori rotativi (Categoria III.a e III.b rotanti a scambio diretto)

I recuperatori di calore rotativi sono costituiti da un rotore cilindrico costruito in modo da risultare permeabile all'aria, caratterizzato da un elevato sviluppo superficiale.

L'aria di rinnovo e quella di espulsione attraversano ciascuna una metà dello scambiatore, fluendo in controcorrente.

→ In regime estivo è l'aria esterna ad essere raffreddata e deumidificata

→ In regime invernale l'aria entrante, fredda e secca, assorbe calore e umidità dal rotore negli apparecchi predisposti con superfici igroscopiche.



TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Recuperatori rotativi: Pregi e Difetti

Pregi

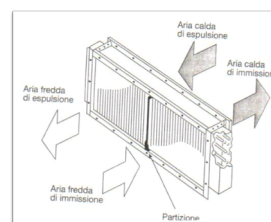
- La superficie di scambio, molto elevata in rapporto al volume, consente delle rese più alte di altre tipologie di recuperatori.
- L'efficienza elevata e la possibilità di recupero dell'umidità oltre che del calore consentono di ridurre in modo determinante la potenzialità installata in un impianto.
- La possibilità di recuperare umidità consente di ridurre i dispositivi di umidificazione.

Difetti

- Contaminazione tra i due flussi per trascinamento e per trafileamento
- Nel trascinamento l'aria che resta intrappolata all'interno del volume può essere ceduta all'altro flusso.
- Applicazioni critiche, quali ospedali, sale operatorie, camere bianche richiedono un controllo rigoroso dei flussi di trascinamento per prevenire qualunque pericolo di contaminazione.

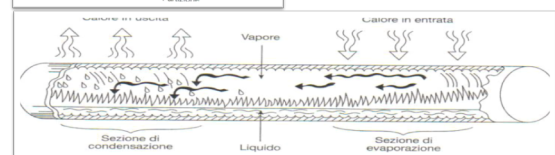
TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Recuperatori a tubi di calore (Categoria II.b scambio diretto con cambiamento fase)



Sono costituiti da uno scambiatore a tubi alettati diviso in due sezioni: una percorsa dall'aria di immissione, l'altra dall'aria espulsa.

I tubi sono riempiti per una certa frazione del volume interno con un fluido allo stato liquido. La rimanente porzione è occupata dallo stesso fluido allo stato gassoso.



TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Recuperatori a tubi di calore: Pregi e Difetti

Pregi

- Non vi sono parti in movimento
- Non vi sono pericoli di contaminazione tra i due flussi
- Sono disponibili per un range elevato di dimensioni

Difetti

- Poca flessibilità nell'installazione.
- Per regolare la prestazione di questi recuperatori viene variata l'inclinazione dei tubi. Solitamente questi recuperatori vengono montati su supporti che permettono quest'operazione.
- Questa regolazione è piuttosto complicata.

TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

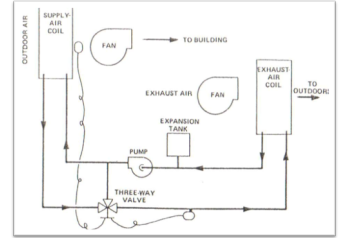
Recuperatori a batterie con pompa (Categoria II.b scambio diretto senza cambiamento fase)

In un circuito ad anello chiuso, un fluido intermedio, per mezzo di una pompa, viene fatto circolare tra due o più scambiatori statici a batterie di tubi alettati.

Recuperano principalmente calore sensibile e l'eventuale calore latente, recuperato dalla condensazione della corrente d'aria più calda, viene trasformato in calore sensibile che si aggiunge a quello trasmesso alla corrente più fredda.

Non sono possibili recuperi di umidità.

La separazione fisica completa tra i due flussi e la conseguente esclusione di contaminazione rendono questi sistemi adatti ad impieghi quali: ospedali, sale operatorie, camere bianche, laboratori, lavorazioni industriali particolari.



TIPOLOGIE DI RECUPERATORI DI CALORE

Recuperatori a batterie con pompa: Pregi e Difetti

Pregi

- L'alto grado di flessibilità che contraddistingue questi dispositivi di recupero di calore li rende ideali all'impiego in applicazioni industriali e su impianti già esistenti.
- Questo sistema rende possibile il recupero di calore da più fonti distanziate una dall'altra ed inoltre non vi è la necessità di vicinanza tra presa dell'aria di immissione e lo scarico dell'aria di espulsione.
- Esclusione di pericolo di contaminazione tra i due flussi.

Difetti

- La presenza di un fluido intermedio **deprime il rendimento del sistema** che difficilmente supera il 55%.
- Accorgimenti per incrementare il Rendimento vanno valutati attentamente, poiché possono portare i costi al di là dei limiti di convenienza economica.

ESEMPIO DI APPLICAZIONE RECUPERATORE TERMODINAMICO

Recuperatori termodinamici

Due esempi di intervento su impianti esistenti:

- **funzionamento in serie ad UTA a tutt'aria preesistente**
L'UTA non viene sostituita, ma integrata dal recuperatore termodinamico in serie a monte, in grado di gestire l'aria di rinnovo recuperando energia dall'aria estratta.
- **in sostituzione dell'UTA per l'aria primaria**
L'UTA per l'aria primaria viene sostituita con un recuperatore termodinamico.

ESEMPIO DI APPLICAZIONE RECUPERATORE TERMODINAMICO

Recuperatori termodinamici

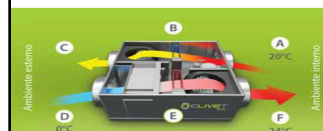
RECUPERO TERMODINAMICO ATTIVO

il recupero termodinamico attivo in estate ed in inverno.

realizzato con batterie alettate ad alta efficienza e garantisce perdite di carico assolutamente modeste durante l'intero ciclo di funzionamento, tali da ridurre sensibilmente l'energia spesa per la ventilazione.

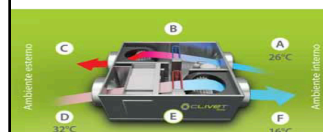
I recuperatori tradizionali, di tipo statico, sono soggetti a penalizzanti perdite di carico sui flussi d'aria. Gravano costantemente sulla ventilazione, generando maggiori consumi elettrici che nel ciclo annuo vanificano gran parte dell'energia effettivamente recuperata.

ESEMPIO DI APPLICAZIONE RECUPERATORE TERMODINAMICO



FUNZIONAMENTO INVERNALE

L'aria interna (A), estratta dai locali più sporchi ed umidi quali bagni e cucina, attraversa l'evaporatore (B) della pompa di calore che ne recupera il calore prima di eseguirne l'espulsione (C). Attraverso il circuito frigorifero il calore recuperato viene moltiplicato e trasferito, attraverso il condensatore (E), all'aria esterna di rinnovo (D) che viene precedentemente filtrata e riscaldata (F) prima che questa venga immessa negli ambienti mobili, quali soggiorno e camere.



FUNZIONAMENTO ESTIVO

Grazie alla valvola 4 vie viene invertito il ciclo frigorifero affinché il "freddo" contenuto nell'aria di espulsione (A) venga recuperato nella batteria condensante (B) prima di eseguirne l'espulsione (C). L'aria esterna (D) viene filtrata e successivamente raffreddata e deumidificata passando attraverso l'evaporatore (E) prima di essere immessa in ambiente (F).



FREE COOLING: IL COMFORT GRATUITO

Nelle stagioni intermedie, le condizioni climatiche esterne, specialmente di sera, possono risultare più gradevoli di quelle interne. In simili situazioni, l'intelligenza costruttiva di ELFOFresh² permette il prelievo dell'aria fresca esterna per climatizzare i locali a costo zero con il semplice funzionamento dei ventilatori.

UTILIZZO CON REGOLAZIONE MANDATA A PUNTO FISSO (CS)



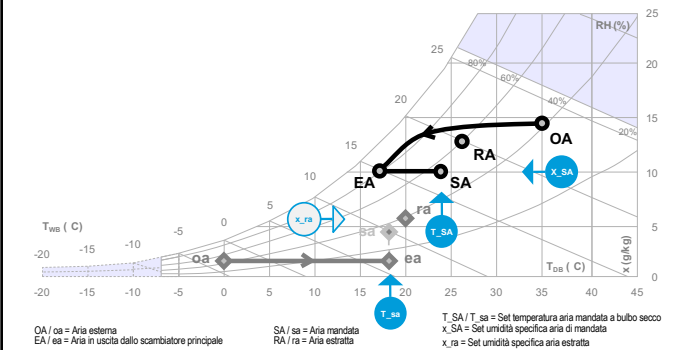
Quando i carichi ambiente sono affidati all'impianto secondario

- Sfrutta parte della potenzialità utile di ZEPHIR³
- Funzionamento indipendente dalle condizioni dell'ambiente servito
- Regolazione accurata delle condizioni di mandata dell'aria
- Frequente negli impianti centralizzati
- Controlla sempre l'umidità in mandata nel ciclo estivo
- Lo stesso Sistema può servire più zone dell'edificio, con fabbisogni diversi ed anche opposti (ad esempio con differente esposizione)
- Ideale negli impianti con diffusori ad induzione o Travi fredde

UTILIZZO CON REGOLAZIONE MANDATA A PUNTO FISSO (CS)



Quando i carichi ambiente sono affidati all'impianto secondario

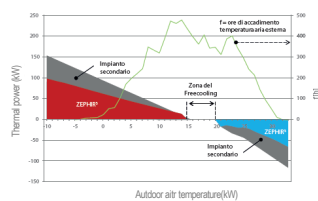


UTILIZZO CON REGOLAZIONE MANDATA A PUNTO FISSO (CS)

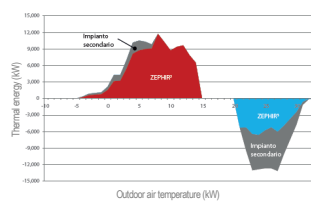


Caso applicativo. Struttura ospedaliera a Roma.

HEAT LOAD DISTRIBUTION



THERMAL ENERGY DISTRIBUTION



Data refer to Hospital application with operating in continuous cycle, 24 hours a day for 365 days at year.

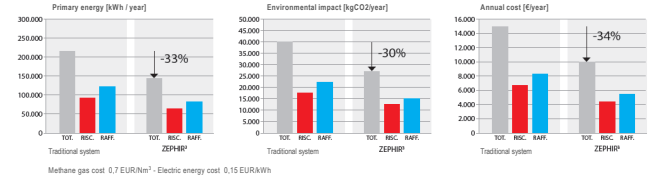
Location	ZEPHIR Thermal energy heating ratio	ZEPHIR Thermal energy cooling ratio
ROMA	91%	51%
LONDRA	86%	57%
VALENCIA	94%	52%

UTILIZZO CON REGOLAZIONE MANDATA A PUNTO FISSO (CS)



Caso applicativo. Confronto energetico

ROMA



UTILIZZO ALLA MASSIMA POTENZIALITA' DISPONIBILE (MC)



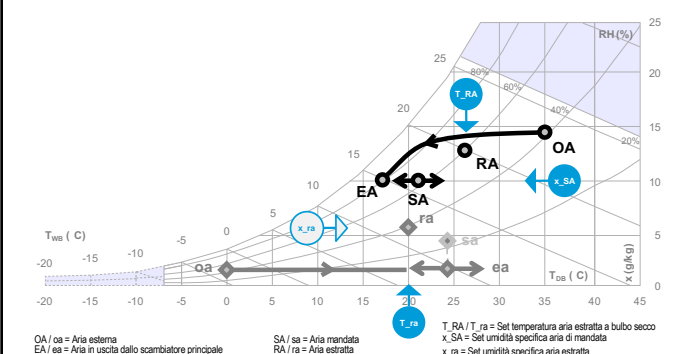
Per utilizzare il più possibile la capacità termica e frigorifera di ZEPHIR³

- Il funzionamento dipende anche dalle condizioni ambiente servito
- Grande copertura del fabbisogno dell'edificio
- Ulteriore capacità in sostituzione dell'impianto secondario
- Ideale anche per applicazioni su più zone con carichi omogenei tra loro
- Controlla sempre l'umidità in mandata nel ciclo estivo
- Sfrutta le potenzialità offerte dalla decentralizzazione dell'Aria Primaria

UTILIZZO ALLA MASSIMA POTENZIALITA' DISPONIBILE (MC)



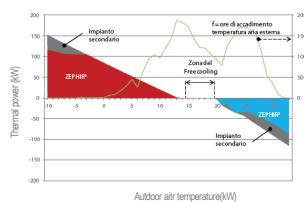
Per utilizzare il più possibile la capacità termica e frigorifera di ZEPHIR³



UTILIZZO ALLA MASSIMA POTENZIALITA' DISPONIBILE (MC)

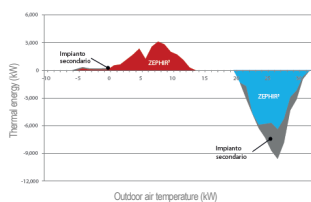
Caso applicativo. Centro direzionale a Roma.

HEAT LOAD DISTRIBUTION



Data refer to Office Building application with operating in discontinuous cycle operating 12 hours a day for 260 days a year.

THERMAL ENERGY DISTRIBUTION

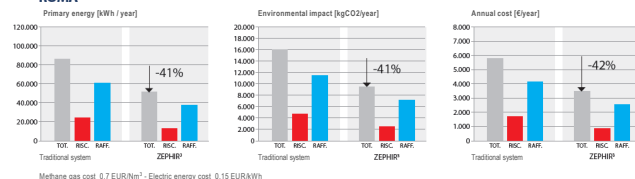


Location	ZEPHIR [®] Thermal energy heating ratio	ZEPHIR [®] Thermal energy cooling ratio
ROMA	98%	74%
LONDRA	97%	83%
VALENCIA	99%	73%

UTILIZZO ALLA MASSIMA POTENZIALITA' DISPONIBILE (MC)

Caso applicativo. Confronto energetico

ROMA



Methane gas cost 0.7 EUR/Net³ - Electric energy cost 0.15 EUR/kWh

I GRUPPI FRIGORIFERI

Efficienza energetica ed indici di prestazione

Indici di prestazione – Campi di applicazione

L'efficienza a carico parziale determina l'efficienza stagionale

L'efficienza stagionale è rappresentata convenzionalmente dai parametri ESEER secondo Eurovent e IPLV secondo ARI. Entrambi attribuiscono un elevato peso al funzionamento a carico parziale proprio perché si tratta della condizione prevalente di funzionamento.

CARICO IMPIANTO	PESO [ESEER] *	PESO [IPLV] *
100%	3%	1%
75%	33%	42%
50%	41%	45%
25%	23%	12%

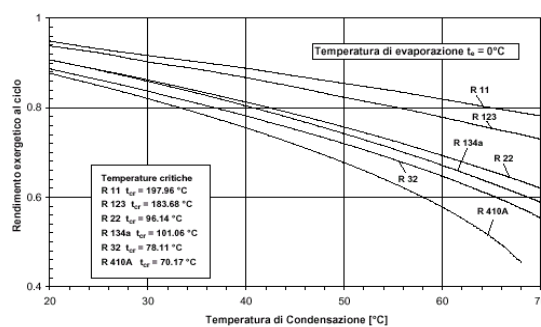
* Tempo di erogazione di riferimento EUROVENT (ESEER) e ARI (IPLV) per il calcolo dell'efficienza stagionale

Efficienza energetica

- Tipo di ciclo frigorifero (semplice, due stadi, con economizzatore)
- Fluido di lavoro
- Tipo di compressore
- Numero di circuiti indipendenti (multicompressore)
- Sistema e caratteristiche di parzializzazione resa frigorifera

- Potenza elettrica assorbita dai ventilatori
- Sistema e caratteristiche di parzializzazione resa frigorifera
- Caratteristiche funzionali scambiatori di calore
- Mezzo utilizzato per lo smaltimento di calore (aria, acqua)
- Tipo di organo di laminazione
- Recupero termico (assente, parziale, totale)
- Inerzia dell'impianto idraulico

Efficienza energetica



Efficienza exergetica del ciclo frigorifero teorico semplice realizzato con differenti fluidi frigoriferi.

Indici di prestazione

Nel campo del condizionamento, la macchina frigorifera lavora in condizioni nominali solo per un numero di ore ridotto durante l'intero periodo di funzionamento



Errato valutare le prestazioni della macchina esclusivamente al 100 % della potenza nominale (COP100%)

Prestazioni di un ciclo frigorifero

Occorre considerare le prestazioni in condizioni diverse da quelle nominali di progetto.
Ai carichi parziali, per effetto delle diverse condizioni di evaporazione e di condensazione e per effetto del comportamento dei singoli componenti, del sistema e della regolazione, i EER **possono essere molto diversi (spesso migliori)** di quelli a pieno carico.
Occorre inoltre considerare i consumi delle apparecchiature ausiliarie (ventilatori, pompe etc.).

$$S.E.E.R. = \frac{\text{Energia termica resa dall'impianto}}{\text{Energia elettrica assorbita}}$$

In tutta la stagione

Indici di prestazione

$$IP = \frac{f_{100\%} \cdot COP_{100\%} + f_{75\%} \cdot COP_{75\%} + f_{50\%} \cdot COP_{50\%} + f_{25\%} \cdot COP_{25\%}}{100}$$

➤ fXX% = peso energetico (energia prodotta su energia totale) della macchina che eroga una potenza pari al XX% della potenza nominale

➤ COPXX% = coefficiente di prestazione della macchina quando la potenza erogata è pari al XX% della potenza nominale (ai carichi parziali il COP della macchina aumenta essendo gli scambiatori di calore sovradimensionati per la potenza da scambiare)

Indici di prestazione - IPLV

Condizioni di parzializzazione	f [%]	t _{ACQUA,IN,EVA} [°C]	t _{AIRIA,IN,COND} [°C]	t _{ACQUA,IN,COND} [°C]
100 %	1 %	11,7	35	29,4
75 %	42 %	10,5	26,7	23,9
50 %	45 %	9,2	18,3	18,3
25 %	12 %	8,0	12,8	18,3

$$IPLV = \frac{f_{100\%} \cdot COP_{100\%} + f_{75\%} \cdot COP_{75\%} + f_{50\%} \cdot COP_{50\%} + f_{25\%} \cdot COP_{25\%}}{100}$$

Evaporatore t_{ACQUA,OUT,EVA} = 6,7 °C

Sporcamento: 0,018 m²-K/W

Condensatore Salto termico = 5 °C

Sporcamento: 0,044 m²-K/W

Indici di prestazione - EMPE



Condizioni di parzializzazione	f [%]	t _{ACQUA,IN,EVA} [°C]	t _{ARIA,IN,COND} [°C]	t _{ACQUA,IN,COND} [°C]
100 %	10 %	12	35	29,4
75 %	30 %	10,7	31,3	26,9
50 %	40 %	9,5	27,5	24,4
25 %	20 %	8,3	23,8	21,9

$$EMPE = \frac{f_{100\%} \cdot COP_{100\%} + f_{75\%} \cdot COP_{75\%} + f_{50\%} \cdot COP_{50\%} + f_{25\%} \cdot COP_{25\%}}{100}$$

Evaporatore t_{ACQUA,OUT,EVA} = 7 °C Sporcimento: 0,018 m²·K/W
 Condensatore Salto termico = 5 °C Sporcimento: 0,044 m²·K/W



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

211

Indici di prestazione - ESEER



Condizioni di parzializzazione	f [%]	t _{ACQUA,IN,EVA} [°C]	t _{ARIA,IN,COND} [°C]	t _{ACQUA,IN,COND} [°C]
100 %	3 %	12	35	30
75 %	33 %	10,7	30	25
50 %	41 %	9,5	25	20
25 %	23 %	8,3	20	20

$$ESEER = \frac{f_{100\%} \cdot COP_{100\%} + f_{75\%} \cdot COP_{75\%} + f_{50\%} \cdot COP_{50\%} + f_{25\%} \cdot COP_{25\%}}{100}$$

Evaporatore t_{ACQUA,OUT,EVA} = 7 °C Sporcimento: 0,018 m²·K/W
 Condensatore Salto termico = 5 °C Sporcimento: 0,044 m²·K/W



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

212

Indici di prestazione – Campi di applicazione



Ogni indice va bene per confrontare diversi tipologie di impianti

- IPLV impianti a servizio di processi industriali, impianti per la tecnologia dell'informazione e della comunicazione senza utilizzo di free-cooling diretto
- ESEER impianti a servizio di ospedali, teatri, cinema centri commerciali, alberghi
- EMPE impianti a servizio di uffici e residenziale



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

213

Indici di prestazione – Campi di applicazione



EN 14825:2012 L'INDICE DI PRESTAZIONE STAGIONALE "SCOP" IN RISCALDAMENTO

SCOP (Coefficiente di prestazione stagionale): coefficiente di prestazione stagionale calcolato con riferimento a tutto il periodo di riscaldamento, inclusi i consumi dovuti ad eventuali riscaldatori supplementari elettrici ed inclusi gli eventuali consumi durante i periodi di mancata richiesta di calore, periodi di stand-by, quelli dovuti ad ausiliari attivi durante i periodi di spegnimento ed i consumi dovuti all'eventuale riscaldatore del carter olio

La normativa prevede che l'indice di prestazione stagionale (SCOP) venga calcolato con il "bin method" (metodo delle frequenze di accadimento della temperatura), ripartito per l'intera stagione di riscaldamento

Deve essere utilizzata una delle tre condizioni climatiche di riferimento riportate nella norma stessa:

- ✓ A (Average - media): Strasburgo (Francia),
- ✓ C (Colder - più fredda): Helsinki (Finlandia)
- ✓ W (Warmer - più calda): Atene (Grecia),

Queste condizioni di clima vengono ritenute sufficientemente rappresentative del clima di tutta Europa.



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

214

Indici di prestazione – Campi di applicazione



COEFFICIENTE DI PRESTAZIONE ENERGETICA STAGIONALE (SEER)

La variazione prestazionale della macchina è funzione:

- ✓ dei parametri termici operativi (legati alle condizioni di ciclo di condensazione ed evaporazione);
- ✓ della configurazione impiantistica;
- ✓ della variazione nel tempo del fabbisogno dell'edificio.

Per tener conto della variazione degli assorbimenti elettrici in funzione delle variazioni climatiche (e/o delle condizioni al contorno) e del grado di parzializzazione della macchina, viene valutato l'indice **SEER, Seasonal Energy Efficiency Ratio**, (Cfr. alla EN 14825) come media pesata dei valori dei singoli EER a diverse condizioni operative, utilizzando pesi e tempi di funzionamento definiti su base convenzionale (bin-method), in funzione della tipologia della macchina.



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

215

Indici di prestazione – Campi di applicazione



La logica di regolazione DST aumenta ulteriormente l'efficienza energetica stagionale

SPINchiller® è dotato di serie della logica di regolazione DST (Dynamic Supply Temperature), attivabile dall'utente.

A differenza della logica di regolazione tradizionale che mira a mantenere sempre costante la temperatura sulla mandata dell'acqua, DST mira a mantenere costante la temperatura sul ritorno dell'acqua dall'impianto, variando in modo dinamico la temperatura di mandata in relazione al carico. Nel raffreddamento a carico parziale sale così la temperatura di evaporazione e quindi aumenta ulteriormente l'efficienza energetica stagionale.

La regolazione DST consente un'importante riduzione dei consumi e dei costi operativi in particolare nelle applicazioni civili, dopo aver verificato la capacità di deumidificazione del sistema di trattamento dell'aria nel raffreddamento a carico parziale.

La regolazione DST è particolarmente interessante in abbinamento a sistemi di rinnovo dell'aria di tipo termodinamico attivo. Grazie al proprio circuito ad espansione diretta, essi operano infatti il trattamento dell'aria esterna in modo autonomo ed indipendente da SPINchiller® che può così variare la temperatura di mandata dell'acqua all'impianto, a vantaggio dell'efficienza energetica nel ciclo annuale.

La logica di regolazione DST è in alternativa alla logica di regolazione a portata variabile



Napoli, 18 settembre 2019 Dalla diagnosi energetica ai Green Buildings

216

Indici di prestazione – Campi di applicazione

Esempio applicativo

Lo schema seguente rappresenta le diverse temperature di esercizio nella produzione di acqua refrigerata alle diverse condizioni di carico per un tipico impianto civile, composto da:

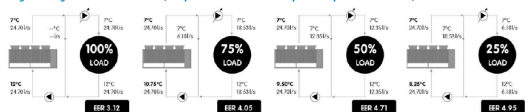
- circuito primario a portata d'acqua costante
- circuito secondario a portata d'acqua variabile in funzione del carico (variabilità lineare, per semplicità).

La logica di regolazione tradizionale mantiene costante la temperatura di mandata dell'acqua ai terminali ambiente ed alle unità di trattamento dell'aria esterna, affinché queste ultime possano effettuare la necessaria deumidificazione.

La logica di regolazione DST permette invece di innalzare la temperatura di mandata dell'acqua all'impianto nel funzionamento a carico parziale, aumentando così ulteriormente l'efficienza energetica stagionale di SPIN-chiller®.

L'applicazione di DST dovrà essere verificata in sede di progetto in base agli specifici vincoli impiantistici.

Logica di regolazione tradizionale (temperatura di mandata acqua all'impianto = costante)



Logica di regolazione DST (temperatura di ritorno acqua dall'impianto = costante)



Indici di prestazione – ESEMPIO DA CATALOGHI

Dati tecnici generali - Prestazioni

Grandezza		90.4	100.4	110.4	120.4	140.4	160.4	180.4	200.4	220.4	240.4
Raffreddamento											
Potenzialità frigorifera	1	[kW]	268	291	318	354	407	460	515	574	624
Potenza assorbita compressori	1	[kW]	75	82	91	102	116	130	150	162	181
Potenza assorbita totale	2	[kW]	84.8	91.8	101	112	129	144	164	179	198
Potenza frigorifera (EN14511:2013)	3	[kW]	68.6	74.6	81.7	91.2	105	118	133	147	161
Potenza termica recupero totale	3	[kW]	325	356	391	440	501	562	643	704	775
EER	1	-	3.16	3.17	3.15	3.15	3.16	3.21	3.15	3.21	3.15
Portata acqua (Lato utilizzo)	1	[l/s]	12.8	13.9	15.2	16.9	19.4	22.0	24.6	27.4	29.8
Perdite di carico scambiatore interno	1	[kPa]	30	49	50	46	51	51	52	51	50
Potenza frigorifera (EN14511:2013)	4	[kW]	267	290	316	353	405	459	513	572	621
Potenza assorbita totale (EN14511:2013)	4	[kW]	65.8	72.9	80.2	91.4	103	115	129	143	158
EER (EN 14511:2013)	4	-	3.11	3.12	3.10	3.10	3.11	3.16	3.10	3.16	3.10
SEER	6	-	4.64	4.65	4.62	4.56	4.66	4.65	4.59	4.64	4.62
SEPR	7	-	5.30	5.34	5.46	5.37	5.15	5.18	5.46	5.46	5.29
Potenza frigorifera (AHRH 550/590)	5	[kW]	267	290	316	352	405	458	513	571	621
Potenza assorbita totale (AHRH 550/590)	5	[kW]	84.5	91.5	100.5	112.1	128.4	143.0	163.0	178.2	197.3
COP _g	5	-	3.16	3.16	3.15	3.14	3.16	3.21	3.15	3.21	3.15
IPLV	5	-	4.82	4.90	4.86	4.87	4.95	5.06	5.05	4.92	4.89

Il Prodotto rispetta la Direttiva Europea ErP (Energy Related Products), che comprende il regolamento delegato (UE) N. 2016/2281 della Commissione, noto anche come Ecodesign LDD2.

«Contiene gli flussuari a effetto serra (GWP 3402.5)

- Dati riferiti alle seguenti condizioni: acqua scambiatore interno = 12/7 °C. Aria entrante allo scambiatore esterno 35 °C. Fattore di incrostazione evaporatore = 0.44 x 10⁻⁴ di m²/kW
- La Potenza Assorbita Totale non tiene conto della quota parte relativa alle pompe e necessaria per vincere le perdite di carico per la circolazione della soluzione all'interno degli scambiatori.
- Opzione: Acqua scambiatore di recupero = 40/40 °C
- Dati calcolati in conformità alla Norma EN 14511:2013 riferiti alle seguenti condizioni: acqua scambiatore interno = 12/7 °C. Aria entrante allo scambiatore esterno 35 °C
- Dati calcolati in conformità alla norma AHRH 550/590 alle seguenti condizioni: acqua scambiatore interno 6 °C. Portata acqua 0.043 l/s per kW. Aria entrante allo scambiatore esterno 35 °C. Fattore di incrostazione evaporatore = 0.16 x 10⁻⁴ di m²/kW
- Dati calcolati in conformità alla Norma EN 14825:2016
- Dati calcolati in conformità al regolamento EU 2016/2281



Grazie

Per ulteriori approfondimenti:
studioingegneria.lamura@gmail.com
sergio.lamura@polimi.it