

DCO 44/10

**PROPOSTE DI NUOVE SCHEDE TECNICHE PER LA QUANTIFICAZIONE
DEI RISPARMI DI ENERGIA PRIMARIA RELATIVI AGLI INTERVENTI
DI CUI ALL'ARTICOLO 5, COMMA 1, DEI DECRETI MINISTERIALI 20
LUGLIO 2004 E S.M.I.**

Documento per la consultazione

1 dicembre 2010

Premessa

In attuazione dei decreti ministeriali 20 luglio 2004, pubblicati nella Gazzetta Ufficiale, Serie Generale, n. 205 del 1 settembre 2004, recanti rispettivamente “Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi per l’incremento dell’efficienza energetica negli usi finali di energia, ai sensi dell’art. 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79” (di seguito: decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004) e “Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all’art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164” (di seguito: decreto ministeriale gas 20 luglio 2004), l’Autorità ha definito con delibera 18 settembre 2004, n. 103/03 e s.m.i. (di seguito: delibera n. 103/03) le Linee guida per la preparazione, l’esecuzione e la valutazione consuntiva dei progetti di cui all’articolo 5, comma 1, e per il rilascio dei titoli di efficienza energetica di cui all’articolo 10 dei decreti stessi.

La delibera n. 103/03 definisce tre metodi di valutazione dei risparmi di energia primaria conseguibili dagli interventi ammissibili ai sensi dei decreti ministeriali (metodo di valutazione standardizzata, metodo di valutazione analitica e metodo di valutazione a consuntivo), prevedendo che i criteri generali per la valutazione standardizzata ed analitica stabiliti nelle Linee guida siano affiancati da criteri di valutazione specifici per ogni intervento da definirsi in apposite “schede tecniche di quantificazione”.

Con il presente documento l’Autorità sottopone alla consultazione proposte per:

- *tre schede tecniche per la quantificazione dei risparmi di energia primaria conseguibili attraverso interventi ammissibili ai sensi dell’articolo 5, comma 1, dei decreti ministeriali 20 luglio 2004 e s.m.i.;*
- *due proposte di approcci metodologici sulla base dei quali potranno venire sottoposte ad un’ulteriore consultazione nuove schede tecniche.*

Le proposte di schede tecniche sono state sviluppate con la collaborazione, su alcuni specifici aspetti, della società Ricerca sul Sistema Energetico - R.S.E. S.p.a. (nell’ambito delle attività di ricerca e sviluppo finalizzate all’innovazione tecnica e tecnologica di interesse generale per il settore elettrico); una delle proposte è stata elaborata a partire da una proposta di scheda tecnica presentata all’Autorità da un soggetto terzo (Consorzio Italiano Autostrade Energia).

Le due proposte di approcci metodologici, sulla base dei quali potranno venire sottoposte ad un’ulteriore consultazione nuove schede tecniche, sono state sviluppate a partire da una proposta di scheda tecnica presentata all’Autorità da un soggetto terzo (Telecom Italia S.p.a.) e dalla prima proposta di scheda tecnica ricevuta dall’Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) nell’ambito delle attività previste dalla Convenzione approvata con deliberazione 11 gennaio 2006, n. 4/06, successivamente rinnovata con deliberazione 26 maggio 2009, GOP 26/09, nelle more della completa attuazione di quanto previsto dal decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 115/08.

*I soggetti interessati sono invitati a far pervenire osservazioni e suggerimenti per iscritto all’Autorità entro il **30 gennaio 2011**.*

I soggetti che intendono salvaguardare la riservatezza o la segretezza, in tutto o in parte, della documentazione inviata, sono tenuti ad indicare quali parti di tale documentazione sono da considerare riservate e, pertanto, non pubblicabili.

Osservazioni e proposte dovranno pervenire al seguente indirizzo tramite uno di questi mezzi: servizio telematico interattivo messo a disposizione sul sito internet dell'Autorità (preferibile), e-mail con allegato il file contenente le osservazioni o posta.

Autorità per l'energia elettrica e il gas
Direzione Consumatori e Qualità del Servizio
piazza Cavour, 5 – 20121 Milano
e-mail: consumatori@autorita.energia.it
Sezione "servizi interattivi" del portale dell'Autorità

INDICE

1	Introduzione	6
PARTE I - Scheda tecnica n. 28: realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione delle gallerie autostradali ed extraurbane principali		
2	Quadro di riferimento.....	7
3	Aspetti tecnologici	7
4	Situazione di mercato e valutazione dell'addizionalità dei risparmi	7
5	Requisiti di prodotto e campo di applicazione.....	8
6	Requisiti di progetto.....	9
7	Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria.....	10
APPENDICE 1 - Proposta di nuova Scheda tecnica n. 28 - Realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione delle gallerie autostradali ed extraurbane principali		
PARTE II - Schede tecniche n. 29a e n. 29b: Realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di strade destinate al traffico motorizzato.....		
8	Quadro di riferimento e osservazioni pervenute al DCO 22/10.....	15
9	Aspetti tecnologici	17
10	Requisiti di prodotto e campo di applicazione.....	18
11	Requisiti di progetto.....	19
12	Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria.....	21
APPENDICE 2 - Proposta di nuova Scheda tecnica n. 29a - Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato.....		
Proposta di nuova Scheda tecnica n. 29b – Installazione di corpi illuminanti ad alta efficienza in sistemi di illuminazione esistenti per strade destinate al traffico motorizzato		
PARTE III - Scheda tecnica n. 30: interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio ai fini di riduzione dei fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento		
13	Introduzione	33
14	Procedure di calcolo introdotte con il DCO 22/10.....	33
15	Osservazioni pervenute al DCO 22/10.....	36
16	Requisiti di prodotto e campo di applicazione.....	36
17	Requisiti di progetto.....	38
18	Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria.....	39
19	Valutazione dell'addizionalità dei risparmi e ripartizione dei titoli di efficienza energetica riconosciuti.....	51

20	Il software di calcolo.....	52
21	Riferimenti bibliografici	58
APPENDICE 3 - Proposta di nuova Scheda tecnica n. 30 - interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio ai fini di riduzione dei fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento.....		
		59
PARTE IV - Proposta metodologica per la predisposizione di scheda tecnica standardizzata relativa all'installazione in ambito domestico di dispositivi per la connettività a larga banda		
		60
22	Quadro di riferimento.....	60
23	La tecnologia.....	61
24	Situazione di mercato e potenziale di penetrazione	64
25	Proposte relative alla valutazione dell'addizionalità dei risparmi	65
26	Requisiti di prodotto e campo di applicazione.....	65
27	Requisiti di progetto.....	66
28	Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria.....	66
29	Riferimenti bibliografici	68
PARTE V - Proposta metodologica per la predisposizione di scheda tecnica standardizzata relativa a interventi di installazione di gruppi di continuità ad alta efficienza		
		69
30	Premessa.....	69
31	Introduzione	69
32	La tecnologia.....	70
33	Situazione di mercato.....	70
34	Campo di applicazione.....	71
35	Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria.....	71
36	Riferimenti bibliografici	73

1 Introduzione

- 1.1 Nell'ambito della regolazione emanata per l'attuazione dei decreti ministeriali 20 luglio 2004 e s.m.i. in tema di promozione del risparmio energetico negli usi finali, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) ha previsto lo sviluppo di cosiddette "schede tecniche" contenenti metodologie semplificate per la quantificazione dei risparmi energetici conseguiti attraverso gli interventi ammissibili ai sensi dello stesso impianto normativo.
- 1.2 Come noto, le schede tecniche sono sviluppate dall'Autorità, previa consultazione pubblica, con lo scopo principale di facilitare il conseguimento degli obiettivi nazionali di risparmio di energia primaria previsti dai decreti ministeriali, attraverso il contenimento dei costi e dei tempi per la rendicontazione dei risparmi. L'importanza delle schede tecniche è stata ampiamente dimostrata nei primi anni di attuazione del meccanismo dei titoli di efficienza energetica. Nell'ultimo periodo (si veda ad esempio il secondo Rapporto Statistico Intermedio relativo all'anno d'obbligo 2009¹) si è evidenziato un progressivo aumento dell'incidenza dei risparmi energetici certificati mediante la metodologia a consuntivo, a prova della crescente maturità del sistema e dell'opportunità di individuare e proporre nuove tipologie di schede tecniche.
- 1.3 In quest'ottica si colloca l'intendimento da parte dell'Autorità di proporre agli operatori il maggior numero di proposte di schede tecniche e di metodologie nell'ambito di tematiche anche differenti tra loro, pur in considerazione delle complessità operative.
- 1.4 Il presente documento per la consultazione segue, a distanza di pochi mesi, il precedente documento DCO 22/10 dell'8 luglio 2010, del quale costituisce il seguito per quanto riguarda le proposte metodologiche relative per la predisposizione di schede tecniche relative a interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio e alla realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di strade carrabili, tenuto conto delle osservazioni e dei commenti ricevuti. Per quanto riguarda le parti II e III del documento, pertanto, si rimanda a quanto indicato nel DCO 22/10 per maggiori dettagli. Si ricorda come sia stato già possibile approvare la scheda tecnica n. 27 proposta con il medesimo documento di consultazione e relativa all'installazione di pompa di calore elettrica per produzione di acqua calda sanitaria in impianti nuovi ed esistenti².

¹ Pubblicato nel sito internet dell'Autorità (www.autorita.energia.it)

² Con deliberazione dell'Autorità 15 novembre 2010, EEN 15/10 è stata approvata la scheda tecnica n. 27 in materia di pompe di calore per la produzione di acqua calda sanitaria, tenuto conto delle osservazioni ricevute su quanto proposto nel DCO 22/10.

PARTE I - Scheda tecnica n. 28: realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione delle gallerie autostradali ed extraurbane principali

2 Quadro di riferimento

Lo scopo della presente proposta è quello di valutare la riduzione dei consumi energetici conseguibile grazie alla realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di gallerie stradali basati, ad esempio, sull'utilizzo di sorgenti e corpi illuminanti di ultima generazione e sull'adozione di ipotesi progettuali innovative, quale la riduzione dei requisiti illuminotecnici in presenza di sorgenti luminose ad alta resa cromatica (Prospetto 3 della norma UNI 11248 del 2007).

3 Aspetti tecnologici

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione delle gallerie devono necessariamente possedere alcune caratteristiche quali: efficienza luminosa elevata, elevata affidabilità, lunga durata di funzionamento, compatibilità ambientale (assenza di sostanze nocive, smaltimento delle sorgenti esauste, ecc.). Inoltre sono da tenere in conto anche caratteristiche quali tonalità della luce (temperatura di colore) e indice di resa cromatica.

In merito al parco lampade installate per l'illuminazione delle gallerie in Italia, in base ai dati raccolti si può ragionevolmente affermare che le tipologie di lampade più utilizzate sono quelle a vapori di sodio ad alta pressione (SAP). Grazie all'evoluzione del mercato illuminotecnico è oggi disponibile una gamma di apparecchi e lampade migliori in termini di efficienza e resa cromatica dell'attuale media dell'installato.

Alcune di queste sorgenti innovative, come le lampade a ioduri metallici e a LED, hanno una resa cromatica superiore, che migliora la visione degli ostacoli presenti sulla sede stradale, al punto che la normativa consente, previa analisi dei rischi da parte del progettista, la riduzione di una categoria illuminotecnica (e, quindi, dei requisiti di illuminamento) per strade illuminate con lampade aventi indice di resa cromatica maggiore di 60. Inoltre, rispetto agli ioduri metallici, i LED presentano il vantaggio di richiedere una minore manutenzione, fattore rilevante nelle gallerie.

In sintesi, una riduzione dei consumi di energia elettrica per illuminazione può derivare da elementi quali ad esempio:

- maggiore efficienza delle sorgenti;
- migliore efficienza di ottiche, riflettori, etc.;
- migliore resa cromatica.

4 Situazione di mercato e valutazione dell'addizionalità dei risparmi

Sulla base delle informazioni raccolte in merito alla situazione attuale di mercato, si ritiene che la scelta, dettagliata più avanti, di considerare le lampade al sodio alta pressione quale tecnologia di riferimento, consenta di valutare pari al 100% l'addizionalità dei risparmi valutati con la procedura descritta nei paragrafi successivi.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. I.1

Si condividono le considerazioni svolte in merito all'addizionalità del risparmio energetico conseguito? Se no, per quali motivi? Si dispone di elementi ulteriori che potrebbero portare a valutazioni diverse?

5 Requisiti di prodotto e campo di applicazione

L'ambito di applicazione della presente procedura è limitato alle strade di classe A e B, così definite nella classificazione del Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 6792/01 - "Norme funzionali e geometriche tecniche per la costruzione delle strade" del 5 novembre 2001. Si tratta quindi delle sole gallerie asservite al traffico veicolare delle autostrade extraurbane e urbane e delle strade extraurbane principali.

Tale limitazione è giustificata dal fatto che per la restante parte delle gallerie stradali andrebbero applicati criteri di calcolo diversi, in quanto sono diversi e variegati i requisiti illuminotecnici richiesti ed è in corso la revisione della norma UNI 11095.

L'impianto di illuminazione di una galleria è solitamente suddiviso fra l'impianto comunemente definito "permanente", presente in tutta la galleria, e impianto "di rinforzo", quest'ultimo presente generalmente nelle zone di entrata, uscita e di transizione della galleria stessa (si veda la norma UNI 11095 per le definizioni delle varie zone). Il risparmio contemplato nella presente proposta si applica all'illuminazione dell'intera galleria, ma con la limitazione al solo impianto di illuminazione "permanente". Questa scelta è dettata dal fatto che per l'impianto di illuminazione di rinforzo le scelte tecnologiche possibili si ritengono più limitate e, comunque, i risparmi sono più difficilmente quantificabili, in quanto dipendenti da altri fattori quali l'orientamento della galleria e la sua localizzazione.

Per quanto riguarda le gallerie corte, cioè quelle secondo la norma UNI 11095 di lunghezza fino a 125 m, la presente proposta si applica nei casi, sempre definiti nella norma UNI 11095, in cui si abbia una illuminazione di livello pari al 100% di quanto previsto per le gallerie più lunghe.

La procedura si applica sia alle nuove gallerie che a quelle in esercizio, indipendentemente dalla loro ubicazione e orientamento; nel caso di gallerie già in esercizio l'applicabilità della scheda è tuttavia da intendersi limitata al caso in cui i sistemi preesistenti siano basati su sorgenti luminose a mercurio o a sodio ad alta pressione, al fine di garantire la piena addizionalità dei risparmi e di evitare che per una medesima galleria possano venire presentate più richieste di verifica e certificazione a distanza di pochi anni una dall'altra, a seguito di eventuali interventi di ulteriore efficientamento degli impianti luminosi.

A fini cautelativi, si richiede in ogni caso che le nuove lampade installate siano caratterizzate da un'efficienza minima complessiva del sistema lampada più ottica e ausiliari almeno pari a 61 lm/W.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. I.2

Si condividono le proposte formulate in termini di ambito di applicazione della scheda? Se no, per quali motivi?

6 Requisiti di progetto

Per l'applicazione della procedura di calcolo indicata nella scheda tecnica proposta è richiesta la verifica illuminotecnica mediante collaudo dell'impianto e dei requisiti illuminotecnici stabiliti dalla normativa vigente. Il collaudo illuminotecnico dell'impianto di illuminazione permanente realizzato è richiesto nelle diverse condizioni di esercizio notturno e diurno e consiste nella verifica di:

- specifiche illuminotecniche previste dalla normativa per la strada in oggetto ai fini del rispetto;
- valori dei corrispondenti parametri rilevanti per l'impianto realizzato;
- misure delle potenze elettriche assorbite dall'impianto nelle condizioni di esercizio ordinario diurno e notturno, comprensive dei prelievi delle sorgenti, dei dispositivi di alimentazione e degli ausiliari in genere;
- rilievo della lunghezza della galleria.

Si ritiene importante prevedere questi requisiti al fine di:

- valorizzare nel modo più corretto, pur mantenendo un metodo di valutazione standardizzato, gli incrementi di efficienza conseguiti per mezzo delle specifiche tecnologie impiegate, consentendo in tal modo di premiare maggiormente le tecnologie più efficienti ed evitando al contempo di dover compiere assunzioni potenzialmente troppo conservative in merito ai consumi dei sistemi ausiliari;
- fornire al richiedente, al valutatore del progetto o a terze parti interessate (ad esempio a fini di finanziamento), uno strumento di valutazione e controllo preciso e attendibile.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. I.3

Si condividono le proposte dell'Autorità in merito ai requisiti di progetto? Se no, per quali motivi?

6.1 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda la normativa di cui si richiede il rispetto ai fini dell'applicabilità della procedura, il principale provvedimento specifico per l'illuminazione delle gallerie stradali e autostradali è la norma UNI 11095 del 2003 a cui rimanda esplicitamente il Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei trasporti n. 3476 del 14/09/2005 (G.U. n. 295 del 20/12/2005). A questa norma vanno collegate quelle relative all'illuminazione stradale, alla classificazione delle strade e quelle relative alla sicurezza. Si richiama in particolare il D.Lgs. n. 264 del 5/10/2006 in merito all'"Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale trans europea" (G.U. n. 235 del 9/10/2006).

Le principali norme UNI applicabili vengono di seguito riassunte:

- UNI 11095:2003, "Illuminazione delle gallerie stradali";
- UNI 11248:2007 (in sostituzione della UNI 10439-2001) "Illuminazione Stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche";
- UNI EN 13201-2:2004 "Illuminazione Stradale – Requisiti Prestazionali";
- UNI EN 13201-3:2004 "Illuminazione Stradale – Calcolo delle Prestazioni";
- UNI EN 13201-4:2004 "Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";

- UNI 13032-1:2005 “Luce ed Illuminazione – Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade ed apparecchi di illuminazione”.

Da ultimo, il già citato Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 6792/01 consente di individuare quali siano i tracciati stradali per le cui gallerie è applicabile la presente scheda tecnica.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. I.4

Si condividono le proposte avanzate in merito alla selezione della normativa di cui richiedere il rispetto nell’ambito degli interventi oggetto di questa scheda? Se no, per quali motivi?

6.2 Documentazione da trasmettere o conservare

Sarà necessario prevedere la trasmissione o la conservazione della seguente documentazione:

1. Documentazione di progetto dell’impianto, completa di calcoli illuminotecnici;
2. Caratteristiche delle gallerie e degli apparecchi/corpi illuminanti impiegati;
3. Fatture di acquisto degli apparecchi/corpi illuminanti;
4. Relazione di collaudo, riportante le specifiche già anticipate al paragrafo 6;
5. Nel caso di interventi su gallerie già in esercizio: documentazione relativa al preesistente sistema di illuminazione (numero, potenza e tipologia di corpi illuminanti).

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. I.5

Si condividono le proposte avanzate in merito alla documentazione che si ritiene necessario conservare o trasmettere ai fini della presentazione della richiesta di verifica e certificazione? Se no, per quali motivi?

7 Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

La metodologia proposta considera come consumi di *baseline* quelli di un impianto di illuminazione dotato di lampade a vapori di sodio, progettato in modo da soddisfare i requisiti illuminotecnici richiesti dalla normativa applicabile al tipo di gallerie autostradali e di strade extraurbane principali in esame. Per queste sorgenti luminose si sono considerate le prestazioni di componenti aventi buona qualità e predisposti per il regime di funzionamento notturno a flusso luminoso ridotto.

I consumi successivi all’intervento sono determinati sulla base della potenza elettrica assorbita risultante in sede di collaudo dell’impianto e delle stesse ipotesi sui tempi di accensione adottate nel caso *baseline*. Il ricorso ai dati di collaudo consente di valorizzare correttamente i risparmi conseguibili con diversi tipi di impianti efficienti, che prevedano cioè alte prestazioni energetiche delle sorgenti luminose e/o delle ottiche e/o degli alimentatori, ecc. La valutazione dei risparmi di energia primaria non cambia a seconda che si tratti del rifacimento dell’illuminazione di una galleria in esercizio o di nuova costruzione.

L’Unità Fisica di Riferimento (UFR) considerata è rappresentata da 1 km di galleria e a tale lunghezza devono essere rapportati i valori di Risparmio Specifico Lordo (RSL). Il risparmio Lordo (RL) si ottiene moltiplicando il valore di RSL per la lunghezza effettiva della galleria espressa in chilometri.

Il Risparmio Specifico Lordo di energia primaria RSL [tep/km/anno] può essere espresso come:

$$RSL = f_E \times (E_{i_SAP} - E_i) = (0,187 \times 10^{-3}) \times 365 \times \left[N_{SAP} \times (P_{d_SAP} \times t_d + P_{n_SAP} \times t_n) - \frac{(P_d \times t_d + P_n \times t_n)}{L} \right]$$

dove:

- E_{i_SAP}, E_i consumo annuo di energia elettrica per l'illuminazione permanente di 1 km di galleria rispettivamente nei casi di riferimento e dopo l'intervento [kWh/km/anno];
- f_E fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh_e (ai sensi della delibera EEN 3/08);
- P_{d_SAP}, P_{n_SAP} potenze diurna e notturna (compresi gli ausiliari) del singolo apparecchio SAP per l'illuminazione permanente nei casi di riferimento [kW];
- N_{SAP} numero di apparecchi SAP presenti per km nei casi di riferimento [1/km];
- P_d, P_n potenze diurna e notturna complessive (cioè comprensive degli ausiliari) degli apparecchi per l'illuminazione permanente, estesa a tutta la galleria, misurate nella fase di collaudo successiva all'intervento [kW];
- t_d, t_n ore giornaliere medie di funzionamento diurno e notturno dell'impianto permanente [h/giorno];
- L lunghezza della galleria [km] come risultante dal collaudo.

Per classificare le gallerie oggetto degli interventi si sono considerati i seguenti casi ritenuti rappresentativi delle gallerie e dei sistemi di illuminazione permanente relativi a strade di classe A e B, definite secondo la classificazione contenuta nel D.M. 6792/01: galleria con singola fila di apparecchi, galleria con due file di apparecchi, galleria con tre file di apparecchi.

Principali caratteristiche e semplificazioni adottate per i casi *baseline* esaminati:

- la composizione e le caratteristiche geometriche e funzionali delle varie parti della sede stradale in galleria (es. carreggiate, banchine, corsie di emergenza) e l'altezza delle gallerie stesse sono regolate secondo quanto previsto dal DM 6792/01;
- senso di marcia: semplice (unica direzione);
- luminanza iniziale del tratto di soglia: indifferente;
- altezza pareti imbiancate: 3,0 m;
- orientamento della galleria: indifferente;
- il calcolo prescinde dalla forma della sezione della galleria;
- l'illuminazione con file di lampade poste lateralmente viene assimilata ai fini del calcolo dei casi di riferimento a quella con lampade poste in linea sopra la carreggiata;
- le caratteristiche dell'impianto illuminotecnico della zona interna (potenza delle lampade, interdistanza, etc.) rimangono invariate in tutto il circuito di illuminazione permanente, cioè per tutta la lunghezza della galleria;
- potenza nominale delle lampade SAP pari a 100 W con prelievi ausiliari di 14 W;
- in regime notturno si assume una potenza nominale ridotta pari a 59 W con prelievi ausiliari invariati rispetto all'esercizio diurno;
- durata media delle ore di illuminazione in regime notturno pari a 11 ore/giorno;
- durata media delle ore di illuminazione in regime diurno pari a 13 ore/giorno;

- durata di esercizio pari a 365 giorni/anno.

Le considerazioni di cui sopra consentono di fissare i seguenti valori dei parametri di *baseline*:

Parametri comuni a tutti i casi	
P_d SAP [W]	114
P_n SAP [W]	73
t_d [h/giorno]	13
t_n [h/giorno]	11
Luminanza del tratto interno [cd/m^2]	Regime diurno: 3 Regime notturno: 1

Galleria con singola fila di apparecchi	
Interdistanza [m]	10
N_{SAP} apparecchi per km	100
E_{i_SAP} [kWh/km /anno]	83.403
RSL [tep/km/anno]	$(0,187 \times 10^{-3}) \times (83.403 - 365 \times (P_d \times 13 + P_n \times 11))$

Galleria con doppia fila di apparecchi	
Interdistanza [m]	9
N_{SAP} apparecchi per km	222
E_{i_SAP} [kWh/km /anno]	185.154
RSL [tep/km/anno]	$(0,187 \times 10^{-3}) \times (185.154 - 365 \times (P_d \times 13 + P_n \times 11))$

Galleria con tripla fila di apparecchi	
Interdistanza [m]	9
N_{SAP} apparecchi per km	333
E_{i_SAP} [kWh/km /anno]	277.730
RSL [tep/km/anno]	$(0,187 \times 10^{-3}) \times (277.730 - 365 \times (P_d \times 13 + P_n \times 11))$

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. I.6

Si condividono le ipotesi di calcolo sopra esposte? In particolare:

- la suddivisione giornaliera qui adottata con 13 ore diurne e 11 ore notturne;*
- l'aver considerato equivalente la disposizione laterale o verticale dei corpi illuminanti in galleria;*
- la casistica considerata per le gallerie asservite a sedi stradali di classe A e B;*
- i valori assunti per la potenza e l'interdistanza dei corpi illuminanti;*
- il considerare l'impianto di illuminazione permanente uniforme per tutta la lunghezza della galleria.*

Se no, per quali motivi?

APPENDICE 1 - Proposta di nuova Scheda tecnica n. 28 - Realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione delle gallerie autostradali ed extraurbane principali

1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Tipologia di intervento:	Sistemi per l'illuminazione
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella A, tipologia di intervento n. 3
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella B, tipologia di intervento n. 8
Sotto-tipologia di intervento:	Installazione di sistemi e componenti più efficienti (corpi o apparecchi illuminanti)
Settore di intervento:	Illuminazione pubblica
Tipo di utilizzo:	Illuminazione permanente di gallerie autostradali e stradali
Condizioni di applicabilità della procedura	
<p>Gli interventi sono sviluppati in gallerie inserite all'intero di tracciati stradali classificati di tipo A e B secondo il D.M. 6792/01). Per le gallerie corte secondo la UNI 11095, cioè quelle di lunghezza fino a 125 m, la scheda si applica nei casi in cui si ha una illuminazione di livello pari al 100% di quello previsto per le gallerie più lunghe.</p> <p>Le prestazioni energetiche del nuovo impianto sono misurate nell'ambito di collaudo illuminotecnico eseguito ai sensi della normativa tecnica vigente.</p> <p>I nuovi apparecchi illuminanti hanno un'efficienza luminosa minima pari ad almeno 61 lm/W.</p> <p>La procedura si applica sia alle nuove gallerie che a quelle in esercizio, indipendentemente dalla loro ubicazione e orientamento, ma nel secondo caso è necessario che i sistemi preesistenti siano basati su sorgenti luminose a mercurio o a sodio ad alta pressione.</p>	

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione:	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR):	1 km di galleria illuminata con illuminazione permanente

Risparmio specifico lordo di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:	$RSL = f_E \times (E_{i_SAP} - 365 \times (P_d \times 13 + P_n \times 11) / L)$								
	dove:								
	f_E fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh _e								
	P_d, P_n valori di potenza elettrica (compresi gli ausiliari) assorbita rispettivamente in regime diurno e notturno dagli apparecchi per l'illuminazione permanente, estesa a tutta la galleria, misurati nella fase di collaudo successiva all'intervento [kW]								
	L lunghezza del tratto di galleria illuminato in modo permanente [km], rilevata in fase di collaudo								
	E_{i_SAP} consumo annuo di energia elettrica di riferimento per l'illuminazione di 1 km di galleria [kWh/km/anno], corrispondente ai tipi di impianto elencati di seguito:								
	<table border="1" data-bbox="715 734 1437 898"> <thead> <tr> <th data-bbox="715 734 1078 801">Tipo di impianto</th> <th data-bbox="1078 734 1437 801">E_{i_SAP} [kWh/km/anno]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="715 801 1078 835">Singola fila di apparecchi</td> <td data-bbox="1078 801 1437 835">83.403</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 835 1078 869">Doppia fila di apparecchi</td> <td data-bbox="1078 835 1437 869">185.154</td> </tr> <tr> <td data-bbox="715 869 1078 898">Tripla fila di apparecchi</td> <td data-bbox="1078 869 1437 898">277.730</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo di impianto	E_{i_SAP} [kWh/km/anno]	Singola fila di apparecchi	83.403	Doppia fila di apparecchi	185.154	Tripla fila di apparecchi	277.730
Tipo di impianto	E_{i_SAP} [kWh/km/anno]								
Singola fila di apparecchi	83.403								
Doppia fila di apparecchi	185.154								
Tripla fila di apparecchi	277.730								
Coefficiente di addizionalità	$a = 100 \%$								
Risparmio specifico netto di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:	$RSN = RSL \cdot a$								
Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento:	Tipo I								

2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 5.

3. DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 6.

4. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE¹ DA CONSERVARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 6.

¹ In aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, 18 settembre 2003, n. 103/2003.

PARTE II - Schede tecniche n. 29a e n. 29b: Realizzazione di sistemi ad alta efficienza per l'illuminazione di strade destinate al traffico motorizzato

8 Quadro di riferimento e osservazioni pervenute al DCO 22/10

Con la deliberazione 20 aprile 2005, n.70/05, l'Autorità ha pubblicato le schede tecniche standardizzate n.17 e n.18 relative rispettivamente a "Installazione di regolatori di flusso luminoso per lampade a vapori di mercurio e lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti adibiti ad illuminazione esterna" e a "Sostituzione di lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti di Pubblica Illuminazione", poi sostituite dalle schede nn. 17* e 18* a seguito dell'aggiornamento del valore del fattore di conversione da kWh a tep intervenuto con la deliberazione 28 marzo 2008, EEN 3/08.

Come illustrato nell'ambito del Primo Rapporto Statistico Intermedio relativo all'anno d'obbligo 2009 pubblicato dall'Autorità nel mese di aprile 2010, gli interventi rendicontati per mezzo delle schede tecniche nn. 17 e 18 e s.m.i., dall'avvio del meccanismo dei TEE alla data del 31 dicembre 2009 avevano portato rispettivamente a:

- l'applicazione di regolatori a 44.942 kW di lampade installate, con la generazione di una quantità di titoli pari a 20.224 TEE (schede nn. 17 e 17*);
- la sostituzione di 585.735 lampade a vapori di mercurio (di seguito: VM) con lampade a vapori di sodio alta pressione (di seguito: SAP), con la generazione di una quantità di titoli pari a 153.411 TEE (schede nn.18 e 18*).

L'esame delle richieste di verifica e certificazione pervenute per mezzo delle schede tecniche n.17 e n.18 e la continua interazione degli Uffici dell'Autorità con gli operatori hanno consentito di evidenziare alcuni aspetti critici di queste due schede e di ritenere opportuna una rivalutazione della loro impostazione. Con particolare riferimento alla scheda tecnica n.18*, i motivi principali che ne giustificerebbero la revisione si possono così riassumere:

- a) la tecnologia si è evoluta e le lampade SAP non costituiscono più la migliore tecnologia disponibile, come verrà meglio illustrato nei paragrafi successivi;
- b) il campo di applicabilità della scheda n.18* risulta ormai eccessivamente ristretto, in quanto l'utilizzo di tale scheda è di fatto possibile solo per apparecchi di tipo retrofit, che hanno cioè attacchi compatibili con gli apparecchi preesistenti;
- c) la scheda attuale non considera la sostituzione dell'intero corpo illuminante, che invece sarebbe sempre raccomandabile;
- d) la scheda attuale tiene conto solo delle differenze di potenza fra le lampade vecchie e nuove e non della eventuale variazione di categoria illuminotecnica della strada in funzione della resa cromatica delle lampade;
- e) gli aggiornamenti intervenuti nella normativa tecnica di riferimento, con il ritiro delle norme UNI 10439 (seconda edizione, luglio 2001) e della UNI 10671 (marzo 1998) avvenuto rispettivamente il 4/10/2007 e il 1/1/2005.

Con riferimento alla scheda tecnica n.17*, sarebbe invece più contenuta l'entità degli interventi necessari per aggiornarla e renderla compatibile con una nuova scheda n.18*.

Inoltre, nel corso degli anni sono pervenute agli Uffici dell'Autorità richieste relative alla possibilità di applicare le due schede tecniche citate anche a situazioni di illuminazione per le quali queste non erano state concepite, quali ad esempio: strade di nuova costruzione, gallerie stradali, torri faro per aeroporti e piazzole autostradali, aree parcheggio, ecc. Considerate le molte specificità che caratterizzano queste situazioni, in questo documento si ritiene preferibile concentrare l'attenzione solo sull'illuminazione delle strade destinate al traffico motorizzato.

In base ai suddetti elementi l'Autorità ha inteso procedere con una consultazione delle parti interessate (DCO 22/10), allo scopo di verificare se e come le schede 17* e 18* dovessero venire aggiornate, e allo stesso tempo illustrando i fondamenti di un nuovo approccio metodologico. Quanto proposto si è basato sulla valutazione complessiva della riduzione dei consumi conseguibile grazie all'adozione contemporanea sia di diverse tipologie d'intervento, quali ad esempio l'utilizzo di sorgenti e di corpi illuminanti di ultima generazione, sia di ipotesi progettuali innovative, quale la riduzione dei requisiti illuminotecnici in presenza di sorgenti luminose ad alta resa cromatica. Si è inteso inoltre ampliare il campo di applicabilità della scheda, al fine di includervi anche i casi di nuove realizzazioni e quelli di ristrutturazioni complete, nelle quali cioè non ci si limiti a sostituire le lampade, ma si installino nuovi corpi illuminanti e si modifichino anche le altezze e le distanze tra i pali.

L'esito della consultazione ha confermato la validità, per i casi a cui si applica, della scheda 17* e l'utilità di una revisione della 18*. I contributi pervenuti hanno messo in evidenza le opinioni e le esigenze di diversi operatori del settore. In particolare:

- in generale gli operatori condividono quanto proposto in termini di ampliamento dei campi di applicabilità delle schede tecniche esistenti. Un operatore ritiene non opportuno riferirsi alla resa cromatica delle sorgenti a LED, non proponendo però alternative dettagliate;
- per quanto riguarda gli interventi di retrofit su impianti esistenti con sostituzione del solo apparecchio, alcuni operatori hanno suggerito di prevedere l'ampliamento del campo di applicabilità della scheda anche per interventi ulteriori rispetto alla sola sostituzione delle lampade a VM con lampade SAP;
- per quanto riguarda la categoria illuminotecnica da adottare per il progetto, alcuni operatori hanno proposto considerazioni sull'indice di resa cromatica e uno di essi, in particolare, ha espresso perplessità sul fatto che sia possibile ottenere la riduzione di una categoria illuminotecnica (e quindi dei requisiti di illuminamento) per strade illuminate con lampade aventi indice di resa cromatica maggiore di 60, indicato dalla norma UNI 11248;
- con riferimento alla formulazione generale proposta per la procedura di calcolo dei risparmi energetici, alcuni operatori hanno segnalato una generale esigenza di semplificazione, in particolare per quanto riguarda il ricorso ai dati di collaudo per la determinazione della potenza elettrica assorbita dall'impianto dopo l'intervento e la misura dell'interdistanza media della palificazione dell'impianto e della larghezza della strada; questi operatori hanno proposto l'utilizzo di valori nominali delle potenze installate o di dati di progetto, suggerendo un indice di efficienza dell'impianto come lo SLEEC (*Street Lighting Energy Efficiency Criterion*, funzione della luminanza media), al fine di estendere l'applicabilità della procedura anche alle eventuali "zone di conflitto";
- alcuni operatori condividono quanto proposto in merito alla gestione dei casi in presenza di regolatori di flusso e di aggiornamento della scheda tecnica n. 17*.

8.1 Modifiche inserite nella presente proposta

Sulla base di quanto sopra esposto, è stata elaborata una versione revisionata della procedura di calcolo presentata nel DCO 22/10 ed è stata sviluppata la relativa scheda tecnica, allegata in Appendice 2. Nella versione qui proposta sono state inserite le seguenti modifiche:

- negli interventi retrofit sull'impianto esistente è stata ammessa la possibilità di usare come apparecchi sostitutivi non soltanto quelli a SAP, con particolare riferimento al passaggio da VM a LED; tuttavia si è ritenuto di lasciare invariati rispetto alla precedente versione i risparmi riconosciuti con tale operazione;
- è stato inserito un termine addizionale di risparmio riconosciuto per tenere conto della presenza eventuale di zone di conflitto nella sede stradale, che possono dare luogo a variazioni di categoria illuminotecnica;
- per quanto riguarda le richieste sui dati di collaudo, per il calcolo della geometria delle zone della strada in esame sono stati inseriti chiarimenti sul metodo di calcolo, fermo restando il requisito di rilevamento dei dati geometrici e di potenza dal collaudo.

Inoltre, per quanto riguarda l'indicazione sul possibile declassamento legato al colore della luce bianca, si è deciso di mantenere quanto già esposto nella UNI 11248 a tale riguardo. Anche per quanto riguarda l'uso dello SLEEC si è deciso di non utilizzare tale parametro in quanto non normato, per evitare la possibile incentivazione di situazioni caratterizzate da sovra-illuminazione rispetto a quanto previsto dalla normativa e per evitare agli operatori la necessità di calcolare il parametro luminanza media secondo la norma UNI EN 13201.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.1

Condividete le considerazioni sviluppate in risposta ai commenti pervenuti dalla consultazione e le modifiche apportate al precedente approccio metodologico proposto dall'Autorità? Se no, per quali motivi?

9 Aspetti tecnologici

Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere alcune caratteristiche quali: efficienza luminosa elevata, elevata affidabilità, lunga durata di funzionamento, compatibilità ambientale (problema della presenza di sostanze nocive, dello smaltimento delle sorgenti esauste, ecc.). Inoltre, soprattutto nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano, divengono prioritarie caratteristiche quali tonalità della luce (temperatura di colore) e indice di resa cromatica.

In merito al parco lampade installate a fini di illuminazione pubblica in Italia, estrapolazioni compiute sugli ultimi dati resi disponibili da ASSIL relativamente al 2005 spingono a ritenere che esso sia all'incirca ripartito a metà tra lampade a VM e lampade a SAP. L'evoluzione del mercato illuminotecnico consente tuttavia, già oggi, di disporre di una gamma di apparecchi e lampade migliori dell'attuale media dell'installato in termini di efficienza e resa cromatica.

Alcune di queste sorgenti innovative, come le lampade a ioduri metallici e a LED, presentano una resa cromatica superiore, che migliora la visione degli ostacoli presenti sulla sede stradale, al punto che la normativa consente, previa analisi dei rischi da parte del progettista, la riduzione di una categoria illuminotecnica (e quindi dei requisiti di illuminamento) per strade illuminate con lampade aventi indice di resa cromatica maggiore di 60.

In sintesi, una riduzione dei consumi di energia elettrica per illuminazione può derivare da elementi quali ad esempio:

- maggiore efficienza delle sorgenti (LED, alogenuri metallici, ecc.)
- migliore efficienza di ottiche, riflettori, ecc.
- migliore progettazione illuminotecnica in termini di altezza/distanza tra i pali e correlata potenza della sorgente, tenendo conto del fatto che in commercio esiste solo un numero limitato di potenze e che, nel caso di sorgenti luminose con alta resa cromatica, la normativa consente di realizzare sistemi di illuminazione che forniscano un grado di illuminamento inferiore a parità di sicurezza di guida.

10 Requisiti di prodotto e campo di applicazione

La presente scheda è applicabile a tre tipologie di intervento per le quali si è tenuto in conto anche la possibile presenza di regolatori di flusso luminoso e/o zone di conflitto:

- A. realizzazione di sistemi di illuminazione per strade di nuova costruzione;
- B. rifacimento completo di sistemi di illuminazione per strade esistenti;
- C. semplice retrofit di sistemi di illuminazione per strade esistenti con sola installazione di nuovi corpi illuminanti.

Il requisito richiesto sul prodotto riguarda l'efficienza luminosa del nuovo sistema composto dall'apparecchio di illuminazione, ottica inclusa, e dagli ausiliari. Essa è ottenibile dai dati di targa moltiplicando il flusso luminoso della lampada per il rendimento ottico dell'apparecchio e dividendo per la potenza complessiva della lampada più quella degli ausiliari.

I valori minimi richiesti sono indicati nella seguente Tabella II.1³.

Potenza [W]	Efficienza minima lampada [lumen/W]	Efficienza minima sistema [lumen/W]
70	90	61
100	100	68
150	115	81
250	125	91

Tabella II.1 - Requisiti minimi di efficienza luminose. Si intende che per valori di potenza non riportati in tabella si procederà alla determinazione dell'efficienza minima tramite interpolazione

Al fine di agevolare la verifica di rispetto di questo requisito anche per lampade e sistemi basati su tecnologie diverse da SAP e/o caratterizzati da valori di potenza diversi da quelli in tabella, si ritiene altresì praticabile una riformulazione analitica in termini di efficienza luminosa minima in funzione del flusso luminoso (ϕ) prodotto⁴:

³ Tali valori sono stati determinati sulla base delle caratteristiche delle lampade SAP in commercio considerate nello sviluppo dei calcoli illustrati al successivo paragrafo 12.3 per la determinazione dei valori di potenza specifica di baseline.

⁴ Tali curve sono state ottenute per interpolazione dei dati derivati dalla Tabella II.1 con valori del parametro R² superiori al 99%.

efficienza minima lampada (lumen/W) = $22,374 \cdot \ln(\phi) - 105,41$

efficienza minima sistema (lumen/W) = $19,274 \cdot \ln(\phi) - 108,16$

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.2

Condividete le proposte dell'Autorità in materia di requisiti minimi di prodotto e di campo di applicazione? Se no, per quali motivi?

11 Requisiti di progetto

Nei casi A e B di cui al precedente paragrafo 10 (oggetto della proposta di scheda tecnica n. 29a riportata in Appendice II) l'applicazione della procedura di calcolo indicata nel seguito è subordinata alla verifica mediante collaudo che l'impianto rispetti i requisiti illuminotecnici stabiliti dalla normativa vigente. Nell'ambito di tale collaudo dovrà essere anche prevista la misura della potenza elettrica assorbita dall'impianto, sia per l'illuminazione della strada, sia per quella delle eventuali zone di conflitto.

In fase di collaudo devono altresì essere rilevate le grandezze geometriche necessarie per l'applicazione della procedura (in particolare: la larghezza media della carreggiata, l'interdistanza media fra i pali, la superficie complessiva dell'area eventualmente trattata come zona di conflitto) secondo procedure tali da garantire che l'errore commesso in fase di determinazione della larghezza media della carreggiata non ecceda il 5% del valore rilevato in sede di eventuali verifiche.

Si ritiene importante prevedere questo requisito al fine di:

- pur mantenendo un metodo di valutazione standardizzato, valorizzare nel modo più corretto gli incrementi di efficienza conseguiti per mezzo delle specifiche tecnologie impiegate, consentendo in tal modo di premiare maggiormente le tecnologie più efficienti ed evitando al contempo di dover compiere assunzioni potenzialmente troppo conservative in merito ai consumi dei sistemi ausiliari;
- fornire al richiedente, al valutatore del progetto o a terze parti interessate (ad esempio a fini di finanziamento), uno strumento di valutazione e controllo preciso e attendibile.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.3

Condividete le proposte dell'Autorità in materia di requisiti minimi di progetto? Se no, per quali motivi?

11.1 Normativa di riferimento

L'illuminazione pubblica stradale ha come obiettivo prioritario la sicurezza degli utenti ai quali deve consentire una corretta visione attraverso il riconoscimento degli ostacoli, contenendo l'abbagliamento luminoso a valori tollerabili. Gli impianti di illuminazione pubblica, in particolare quelli di illuminazione stradale, sono definiti dalla norma UNI EN 13201:2004, come: "impianti di illuminazione fissi destinati a fornire una buona visibilità agli utenti delle aree pubbliche esterne durante le ore di buio ai fini della sicurezza della circolazione, della fluidità del traffico e della pubblica sicurezza". Nel presente documento si fa riferimento alle strade con traffico motorizzato

così come definite dalle seguenti leggi italiane in materia, che dettano anche le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade:

- D.Lgs. n. 285/92 - “Nuovo Codice della Strada” del 30 aprile 1992 e successive modificazioni;
- D.P.R. n. 495/92 - “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” del 16 dicembre 1992 e successive modificazioni;
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 6792/01 - “Norme funzionali e geometriche tecniche per la costruzione delle strade” del 5 novembre 2001.

I progetti di impianti di illuminazione stradale dovranno essere conformi alle leggi vigenti con particolare riferimento a quelle indicate nel Box seguente.

BOX II.1 – Norme tecniche di riferimento da applicare ai casi analizzati

- UNI 11248: 2007 (in sostituzione della UNI 10439-2001) “Illuminazione Stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- UNI EN 13201-2:2004 “Illuminazione Stradale – Requisiti Prestazionali”
- UNI EN 13201-3: 2004 “Illuminazione Stradale – Calcolo delle Prestazioni”
- UNI EN 13201-4: 2004 “Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”
- UNI 13032-1:2005 “Luce ed Illuminazione – Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade ed apparecchi di illuminazione”

Per la sicurezza elettrica:

- Norma CEI 64-8 V2 sez. 714 (ed.2007) “Impianti illuminazione situati all’esterno”
- Norma CEI 64-7 (ed 1998, per la parte in vigore) “Impianti elettrici di illuminazione pubblica”

Per il contenimento dell’inquinamento luminoso:

- UNI 10819:1999 “Luce e illuminazione Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.4

Si condividono le proposte avanzate in merito alla selezione della normativa di cui esigere il rispetto nell’ambito degli interventi oggetto di questa scheda? Se no, per quali motivi?

11.2 Documentazione da trasmettere o conservare

Sarà necessario prevedere la trasmissione o la conservazione della seguente documentazione:

- 1) documentazione di progetto dell’impianto, completa di planimetrie e di calcoli illuminotecnici, dai quali si possano evincere le caratteristiche delle strade (comprese le eventuali zone di conflitto considerate) e degli apparecchi/corpi illuminanti impiegati;
- 2) fatture di acquisto degli apparecchi/corpi illuminanti;
- 3) nei casi B e C: documentazione relativa al sistema di illuminazione pre-esistente (numero, potenza e tipologia di corpi illuminanti);
- 4) nei casi A e B: relazione di collaudo, che dovrà contenere almeno:

- specifiche illuminotecniche previste dalla normativa per la strada in oggetto;
- valori dei corrispondenti parametri rilevati per l'impianto realizzato;
- potenze elettriche misurate, comprensive dei prelievi delle sorgenti, dei dispositivi di alimentazione e degli ausiliari in genere;
- verifica della rispondenza di quanto realizzato con quanto indicato nella documentazione di progetto e illustrazione delle eventuali modifiche intervenute in corso d'opera;
- la larghezza media della carreggiata, l'interdistanza media fra i pali, la superficie complessiva dell'area eventualmente trattata come zona di conflitto.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.5

Si condividono le proposte avanzate in merito alla documentazione che si ritiene necessario conservare o trasmettere ai fini della presentazione della richiesta di verifica e certificazione? Se no, per quali motivi?

12 Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

12.1 Premessa

Vengono di seguito descritte le metodologie di calcolo proposte per la determinazione del risparmio energetico conseguibile a seguito di interventi per l'illuminazione di sedi stradali attraverso la realizzazione ex-novo di impianti di illuminazione pubblica o rifacimenti degli impianti esistenti.

Rispetto a quanto considerato nell'attuale scheda tecnica n. 18*, il campo di applicabilità della scheda verrebbe esteso, includendo le situazioni precedentemente identificate come A e B nel precedente paragrafo 10. Tale estensione comporta l'impossibilità di mantenere un approccio di calcolo dei risparmi basato sul confronto uno-a-uno tra le efficienze luminose della lampada preesistente e di quella nuova in quanto nel caso B (rifacimento dell'impianto) potrebbe risultare molto più efficiente un completo riposizionamento dei punti luce, mentre, nel caso A (nuova costruzione) non si disporrebbe di una situazione preesistente con la quale confrontarsi. Al fine di poter calcolare in modo omogeneo i risparmi energetici conseguibili in questi tre casi, è necessario modificare l'unità fisica di riferimento considerata, passando dalla singola lampada all'unità di superficie di strada illuminata. In tal modo, i risparmi energetici per un qualunque impianto di illuminazione stradale possono venire calcolati come differenza (se positiva) fra i consumi unitari presunti in assenza dell'intervento (in termini di potenza *baseline* installata per ogni metro quadrato di strada illuminata ai sensi delle normative) e quelli valutati dopo l'intervento sull'impianto.

Come consumi di *baseline* la metodologia proposta considera quelli di un impianto di illuminazione dotato, a seconda dei casi, di lampade a vapori di sodio o di mercurio, progettato in modo da soddisfare i requisiti illuminotecnici richiesti dalla normativa applicabile al tipo di strada in esame. Tali consumi sono calcolati analiticamente attraverso l'uso di un codice di progettazione illuminotecnica di largo impiego, con riferimento alle prestazioni di apparecchi e accessori rappresentativi del mercato nazionale e ipotesi opportune sulle ore/anno di accensione degli impianti. A tale scopo è stata selezionata una casistica di impianti di illuminazione progettati a regola d'arte che, rispettando le normative in vigore, considera le principali tipologie e geometrie stradali riportate nel succitato D.M. n. 6792/2001.

I consumi successivi all'intervento sono determinati sulla base della potenza elettrica assorbita risultante in sede di collaudo dell'impianto e delle stesse ipotesi sui tempi di accensione adottate nel caso *baseline*. Il ricorso ai dati di collaudo consente di valorizzare correttamente i risparmi

conseguibili con diversi tipi di impianti efficienti, che prevedano cioè alte prestazioni energetiche delle sorgenti luminose e/o delle ottiche e/o degli alimentatori, ecc. Come già rilevato nell'ambito di precedenti schede tecniche (in particolare la n. 23 e la n. 24⁶) l'evoluzione tecnologica nel settore dell'illuminazione è in questi anni talmente rapida da rendere quasi impossibile la fissazione di valori consolidati per i valori di efficienza luminosa (in termini di lumen/W).

12.2 La procedura di calcolo

Il Risparmio Lordo (RL) di energia può venire calcolato come

$$RL = RSL \cdot A_T \quad [\text{tep/anno}] \quad (\text{II.1})$$

dove:

A_T è la superficie stradale complessivamente illuminata incluse le eventuali zone di conflitto [m^2]

RSL è il Risparmio Specifico Lordo di energia [$\text{tep}/\text{m}^2/\text{anno}$], determinato in base alla formula

$$RSL = f_E \cdot (P_B - P_E) \cdot h \cdot 10^{-3} \quad [\text{tep}/\text{m}^2/\text{anno}] \quad (\text{II.2})$$

dove:

f_E fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \cdot 10^{-3}$ tep/kWh_e (ai sensi della delibera EEN 3/08)

P_B è la potenza specifica dell'impianto di *baseline* [W/m^2] (cfr il successivo paragrafo 12.3)

P_E è la potenza specifica effettiva dell'impianto dopo l'intervento [W/m^2]

h è il numero di ore annue di accensione, dipendente anche della presenza o meno di regolatori di flusso (cfr il successivo paragrafo 12.4).

La potenza specifica P_E dell'impianto realizzato andrà determinata a partire dai rilievi in sede di collaudo secondo la seguente espressione:

$$P_E = \frac{PT_E}{A_T} \quad (\text{II.3})$$

dove:

PT_E è la potenza complessivamente assorbita (lampade e ausiliari) dall'impianto in condizioni di esercizio ordinario [W]; tale potenza andrà rilevata in sede di collaudo, compreso l'eventuale assorbimento dei centri luminosi dedicati all'illuminazione di aree di conflitto (intersezioni, attraversamenti pedonali, rotonde);

12.3 Il calcolo delle baseline

Per una data categoria di strada, il valore di *baseline* P_B [W/m^2] è rappresentato dalla potenza elettrica specifica necessaria per l'illuminazione secondo la norma, sia delle carreggiate, sia delle zone di studio circostanti, quali i marciapiedi, le banchine e gli spartitraffico. Sono stati esclusi dal calcolo gli impianti asserviti esclusivamente all'illuminazione delle zone di conflitto:

⁶ approvate con deliberazione 2 febbraio 2010, EEN 2/10

attraversamenti pedonali, incroci e rotonde. Queste zone, se sono causa di discontinuità nell'impianto tali da giustificare un cambiamento della categoria illuminotecnica della zona, possono essere trattate separatamente come descritto in seguito. In Tabella II.2 sono riportate, rispettivamente per impianti con lampade a SAP e a VM, le potenze specifiche assorbite, per le diverse tipologie di strade considerate. Tale potenza specifica è ottenuta come rapporto fra la potenza calcolata per il singolo punto-luce, comprensiva dell'assorbimento della lampade e degli ausiliari, e l'area da esso illuminata, determinata come prodotto fra l'interdistanza fra i pali e la larghezza della carreggiata.

Per le tipologie stradali da trattare è stata presa come riferimento la classificazione generale prevista dal citato D.M. 6792/01, dalla quale sono state escluse, in quanto ritenute normalmente non illuminate, le strade di categoria A, autostrade in ambito extraurbano e urbano, e le strade di categoria B e C. Le sedi stradali prese in considerazione per la casistica sono quindi:

- Categoria D, strade urbane di scorrimento (4 geometrie stradali);
- Categoria E, strade urbane di quartiere (3 geometrie stradali);
- Categoria F, strade locali ambito extraurbano (2 geometrie stradali);
- Categoria F, strade locali ambito urbano (2 geometrie stradali).

Categoria D, strade urbane di scorrimento	P_B [W/m²]	
	con lampade VM	con lampade SAP
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia	1,139	0,703
Soluzione a 3+3 corsie di marcia	0,996	0,568
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus	0,971	0,554
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus	0,947	0,564
Categoria E, strade urbane di quartiere	P_B [W/m²]	
	con lampade VM	con lampade SAP
Soluzione base a 1+1 corsie di marcia	1,171	0,782
Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus	1,155	0,612
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con fascia di sosta laterale	0,813	0,458
Categoria F, strade locali ambito extraurbano	P_B [W/m²]	
	con lampade VM	con lampade SAP
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)	1,338	0,732
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)	1,317	0,737
Categoria F, strade locali ambito urbano	P_B [W/m²]	
	con lampade VM	con lampade SAP
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)	1,245	0,74
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)	1,034	0,806

Tabella II.2 - Valori di potenza specifica per le diverse strade considerate

Per il calcolo dei consumi di baseline è stata svolta, a cura della società RSE S.p.A. nell'ambito della Ricerca di sistema per il settore elettrico, una puntuale attività di progettazione illuminotecnica. A tal fine sono state adottate le seguenti assunzioni operative, che tengono conto di comuni ipotesi progettuali attinenti le caratteristiche delle sedi stradali e degli impianti di illuminazione, per le quali non esistono prescrizioni normative specifiche:

- palificazione centrale con doppio sbraccio in presenza di spartitraffico centrale e/o doppia palificazione per strade più larghe di 12 m, con pali allineati trasversalmente;
- palificazione unilaterale per strade di lunghezza inferiore a 12 m;
- interdistanza fra i pali pari ad almeno 3,7 volte l'altezza stessa dei pali;
- sbraccio di lunghezza massima pari a 2 m;
- apparecchi illuminanti con angolo di tilt uguale a zero e dotati di vetro piano;
- marciapiede illuminato dallo stesso apparecchio che illumina la sede stradale;
- fattore di manutenzione pari a 0,8;
- tipo di manto stradale CIE C2 (asfalto);
- categoria illuminotecnica aumentata di una unità in caso di presenza di impianto con lampade SAP⁷ e invariata nel caso di impianto con lampade VM;
- condizioni di flusso di traffico massimo.

I calcoli hanno inoltre tenuto conto del fatto che le sorgenti luminose SAP e VM sono disponibili sul mercato solo in un numero limitato di potenze e che quindi in alcuni casi, per rispettare i vincoli di legge espressi in termini di luminanza, illuminamento o interdistanza di pali è stato necessario adottare una lampada di potenza maggiore a quella che sarebbe stata teoricamente necessaria. Si ritiene che nel caso A (impianti nuovi) debbano venire sempre assunti valori di P_B pari a quelli calcolati per le lampade SAP e riportati nell'ultima colonna della Tabella II.2, mentre per il caso B (rifacimenti di impianti esistenti) i valori di potenza *baseline* da utilizzare sono quelli della stessa Tabella II.2, ma scelti in base all'effettiva tipologia di lampade preesistenti, VM o SAP o loro assimilate.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.6

Condividete l'impostazione adottata dall'Autorità per il calcolo dei risparmi di energia primaria? Se no, per quali motivi?

Si condividono le assunzioni adottate per il calcolo dei valori di potenza specifica di baseline? Se no, per quali motivi?

In presenza di zone di conflitto è consentito maggiorare del 20% i valori di potenza specifica di *baseline* P_B , proporzionalmente all'incidenza di tali aree sulla superficie totale della strada, mediante l'applicazione del seguente fattore correttivo:

$$\left(1 + 0,2 \cdot \frac{A_C}{A_T}\right) \quad (\text{II.4})$$

dove:

A_C è la superficie complessiva delle zone di conflitto [m²]

La superficie delle aree di conflitto è determinata come segue (vedi area colorata in grigio in Figura II.1):

- nel caso di attraversamenti pedonali l'area è pari a 3 volte quella degli attraversamenti presenti;
- nel caso di rotonde l'area è quella della corona circolare percorsa dai veicoli;
- nel caso di incroci l'area interessata è quella dell'incrocio stesso;

⁷ Requisito fissato dalla norma UNI 11248, prospetto 3, per lampade aventi indice di resa cromatica inferiore a 30.

- altri casi di zone di conflitto, quali i dispositivi rallentatori e le zone a pericolo di aggressione, sono esclusi dal presente calcolo.

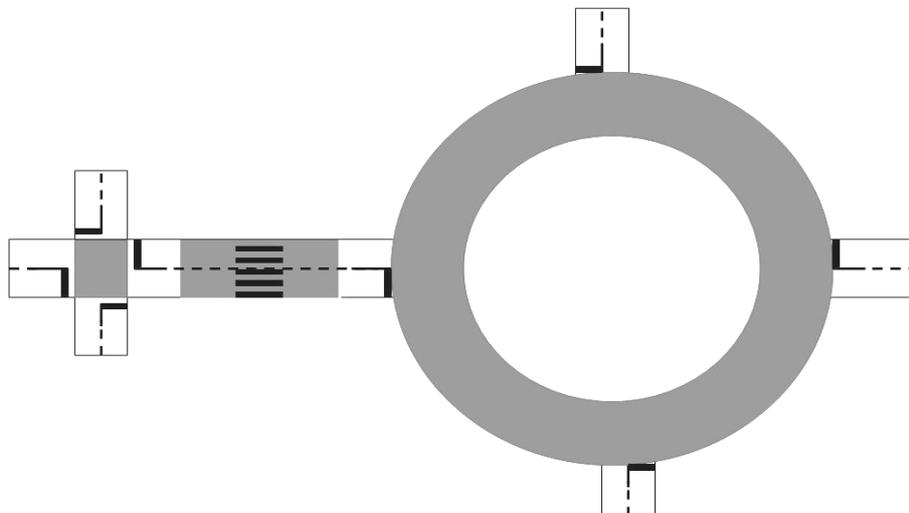


Figura II.1: schema esemplificativo di strada

La metodologia semplificata appena descritta, di cui si propone l'adozione per una valutazione forfettaria dei sovraconsumi di baseline dovuti alla necessità di illuminare maggiormente porzioni del tracciato stradale interessate da "zone di conflitto", è stata introdotta al fine di poter evitare le limitazioni di applicabilità definite al paragrafo 28 del DCO 22/10⁸ mantenendo tuttavia contenuta la complessità degli algoritmi di calcolo.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.7

Condividete la metodologia proposta dall'Autorità per aumentare i consumi di baseline nel caso di "zone di conflitto"? Se no, per quali motivi? Quali metodologie alternative riterreste praticabili?

12.4 Ore annue di funzionamento

In relazione alla presenza o meno di regolatori di flusso luminoso sull'impianto oggetto dell'intervento si possono distinguere tre diversi casi:

1. il nuovo impianto non prevede un regolatore di flusso luminoso: il numero di ore annue di funzionamento da utilizzare per il calcolo dei risparmi si assume pari a 4200 [h/anno];
2. il nuovo impianto prevede l'installazione di regolatori di flusso luminoso: si procede come al punto precedente, con l'aggiunta dei risparmi derivanti dall'attenuazione del flusso determinati in base alla scheda tecnica n. 17*;
3. nel solo caso B (rifacimenti di impianti esistenti), qualora il precedente impianto fosse dotato di regolatori di flusso luminoso: si assume che il regolatore consenta una riduzione di

⁸ "la procedura non è applicabile alle zone di intersezione di strade quali incroci e rotonde, laddove queste provochino discontinuità nella tipologia dell'impianto di alimentazione;"

potenza al 67% e si ipotizza un numero di ore a funzionamento a flusso ridotto pari a 2000 [h/anno]. Il numero di ore di funzionamento complessivo da utilizzare nella formula II.2 è pertanto: $h = 2200 + 0,67 * 2000 = 3540$ [ore/anno].

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.8

Condividete le ipotesi adottate dall’Autorità in merito al numero di ore di funzionamento dell’impianto? Se no, per quali motivi?

12.5 Procedura semplificata

Si ritiene ragionevole prevedere un’applicazione semplificata della procedura, che prescinde dall’esito del collaudo illuminotecnico, qualora in impianti con lampade a vapori di mercurio vengano contestualmente sostituiti lampade e corpi illuminanti con corrispondenti apparecchi a vapori di sodio ad alta pressione o di altro tipo (es. LED), conservando la palificazione e l’impianto di alimentazione preesistenti (caso C). In tal caso si possono utilizzare i valori di RSL riportati nella seguente Tabella II.3 a seconda del tipo di strada e della presenza o meno di un regolatore di flusso luminoso sull’impianto preesistente.

Rimangono ovviamente confermati, per lampade e corpi illuminanti, i requisiti di efficienza riportati in Tabella II.1.

Categoria D, strade urbane di scorrimento		RSL [10^{-3} tep/(m ² a)]	
		Assenza regolatore	Presenza regolatore
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia		0,3429	0,2890
Soluzione a 3+3 corsie di marcia		0,2848	0,2401
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus		0,2777	0,2341
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus		0,2899	0,2308
Categoria E, strade urbane di quartiere		RSL [10^{-3} tep/(m ² a)]	
		Assenza regolatori	Presenza regolatori
Soluzione base a 1+1 corsie di marcia		0,3818	0,3218
Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus		0,3476	0,293
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con fascia di sosta laterale		0,2327	0,1961
Categoria F, strade locali ambito extraurbano		RSL [10^{-3} tep/(m ² a)]	
		Assenza regolatori	Presenza regolatori
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)		0,3740	0,3152
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)		0,3965	0,3342
Categoria F, strade locali ambito urbano		RSL [10^{-3} tep/(m ² a)]	
		Assenza regolatori	Presenza regolatori
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)		0,3749	0,3159
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)		0	0

Tabella II.3 - Valori di RSL [10^{-3} tep/(m² anno)] nel caso di retrofit con installazione di nuovi corpi illuminanti in sostituzione di apparecchi con lampade VM o assimilate.

I valori riportati in questa Tabella II.3 sono derivati dai risultati presentati nella precedente Tabella II.2. In particolare, per gli impianti dotati di regolatori di flusso luminoso, si è assunto che il regolatore consenta una riduzione di potenza al 67% per un totale di 2000 ore all'anno (vedi paragrafo 12.4).

Si ritiene che eventuali interventi su impianti già dotati di lampade a ioduri metallici (HM) non siano da considerarsi, in quanto poco consigliabili a causa dei limitati incrementi di efficienza ottenibili con tecnologie concorrenti. La procedura si ritiene invece applicabile tal quale anche nel caso in cui l'impianto sia originariamente provvisto di lampade diverse da VM e tipicamente caratterizzate da un'efficienza luminosa inferiore, quali ad esempio fluorescenti e a scarica di varia natura, incandescenti, ecc..

Anche in questo caso è possibile tenere conto dell'eventuale maggior risparmio nell'illuminazione di zone di conflitto mediante una maggiorazione del 20% dei valori di RSL di Tabella II.3, limitatamente all'incidenza della superficie di tali aree, mediante l'applicazione del fattore correttivo di cui alla formula (II.4).

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.9

Condividete quanto proposto in merito alla procedura semplificata? Se no, per quali motivi?

Come già accennato la nuova procedura illustrata nel presente documento costituisce una riformulazione e ampliamento dell'attuale scheda tecnica n.18*; l'approvazione di quanto qui proposto permetterebbe dunque di procedere al ritiro di tale scheda e alla sua sostituzione con le due schede riportate in Appendice II.

Con riferimento all'attuale scheda tecnica n. 17*, al fine di renderla coerente con il nuovo approccio qui proposto, si ritiene opportuno apportare le seguenti modifiche:

- modifica del titolo in "Installazione di regolatori di flusso luminoso negli impianti adibiti ad illuminazione esterna"; così facendo la scheda risulterebbe applicabile a qualunque tipo di impianti, indipendentemente dalla tipologia di sorgente utilizzata;
- aggiornamento dei contenuti della sezione 2 (Normativa tecnica di riferimento) ai fini di riferirsi a quanto riportato nel precedente Box II.1.

In ogni caso, si ritiene opportuno che l'aggiornamento della scheda n. 17* tenga conto anche di quanto verrà definito nell'ambito della norma tecnica UNI U29000430 - "Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso", di cui si è chiuso lo scorso 12 novembre il periodo di inchiesta pubblica.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. II.10

Condividete quanto proposto in merito al ritiro della scheda tecnica n. 18 e di aggiornare i contenuti della scheda tecnica n. 17* a seguito dell'approvazione delle due schede tecniche riportate in Appendice II? Se no, per quali motivi?*

APPENDICE 2 - Proposta di nuova Scheda tecnica n. 29a - Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato

1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Tipologia di intervento:	Sistemi per l'illuminazione
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella A, tipologia di intervento n. 3
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella B, tipologia di intervento n. 8
Sotto-tipologia di intervento:	Installazione di sistemi e componenti più efficienti (corpi o apparecchi illuminanti, alimentatori, regolatori)
Settore di intervento:	Illuminazione pubblica
Tipo di utilizzo:	Illuminazione stradale
Condizioni di applicabilità della procedura	
<p>La presente scheda è applicabile a due tipologie di intervento:</p> <p>a) realizzazione di sistemi di illuminazione per strade di nuova costruzione;</p> <p>b) rifacimento completo di sistemi di illuminazione per strade esistenti.</p> <p>Le lampade e i sistemi oggetto di installazione devono presentare valori di efficienza luminosa pari o superiore a quelli determinati dalle seguenti espressioni (dove ϕ esprime il flusso luminoso prodotto [lumen]):</p> $22,374 \cdot \text{Ln}(\phi) - 105,41 \quad [\text{lumen/W}] \quad \text{per la sola lampada}$ $19,274 \cdot \text{Ln}(\phi) - 108,16 \quad [\text{lumen/W}] \quad \text{per l'intero sistema composto da lampada, ottica e ausiliari}$ <p>In fase di collaudo devono altresì essere rilevate le grandezze geometriche necessarie per l'applicazione della procedura (in particolare: la larghezza media della carreggiata, l'interdistanza media fra i pali, la superficie complessiva dell'area eventualmente trattata come zona di conflitto) secondo procedure tali da garantire che l'errore commesso in fase di determinazione della larghezza media della carreggiata non ecceda il 5% del valore rilevato in sede di eventuali verifiche.</p>	

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione:	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR):	m ² di superficie stradale illuminata
Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:	
$\text{RSL} = f_E \cdot h \cdot [P_B \cdot (1 + 0,2 \cdot A_C/A_T) - P_{T_E}/A_T] \quad [10^{-3} \text{ tep/m}^2/\text{anno}]$	
dove:	
f_E	è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \cdot 10^{-3} \text{ tep/kWh}_e$ (ai sensi della delibera EEN 3/08)
h	è il numero di ore annue di funzionamento, pari a:
	- 4200 [ore/anno] nel caso a) sempre e nel caso b) solo laddove l'impianto preesistente fosse sprovvisto di regolatori di flusso luminoso;
	- 3540 [ore/anno] nel caso b) solo laddove l'impianto preesistente fosse dotato di regolatori di flusso luminoso.
P_B	è la potenza specifica desumibile dalla Tabella 1 per le diverse strade e tipi di lampade [W/m ²]
P_{T_E}	è la potenza complessivamente assorbita (lampade e ausiliari) dall'impianto in esercizio ordinario rilevata in sede di collaudo, compreso l'eventuale assorbimento dei centri luminosi dedicati all'illuminazione di aree di

conflitto (intersezioni, attraversamenti pedonali, rotonde) [W]

A_T è la superficie stradale complessivamente illuminata, inclusiva delle eventuali zone di conflitto [m²]

A_C è la superficie complessiva delle zone di conflitto [m²], determinata come segue:

- nel caso di attraversamenti pedonali l'area è pari a 3 volte quella degli attraversamenti presenti;
- nel caso di rotonde l'area interessata è quella della corona circolare percorsa dai veicoli;
- nel caso di incroci l'area interessata è quella dell'incrocio stesso;

Altri casi di zone di conflitto, quali i dispositivi rallentatori e le zone a pericolo di aggressione, sono esclusi dal presente calcolo.

Tabella 1: Valori di potenze specifiche per diverse categorie di strada (DM 6792/2001)

Categoria D, strade urbane di scorrimento		P_B [W/m ²]	
		Nel caso b) laddove l'impianto preesistente è basato su lampade a vapori di mercurio VM	Nel caso a) e nel caso b) laddove l'impianto preesistente è basato su lampade a sodio ad alta pressione
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia		1,139	0,703
Soluzione a 3+3 corsie di marcia		0,996	0,568
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus		0,971	0,554
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus		0,947	0,564
Categoria E, strade urbane di quartiere		P_S [W/m ²]	
Soluzione base a 1+1 corsie di marcia		1,171	0,782
Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus		1,155	0,612
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con fascia di sosta laterale		0,813	0,458
Categoria F, strade locali ambito extraurbano		P_S [W/m ²]	
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)		1,338	0,732
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)		1,317	0,737
Categoria F, strade locali ambito urbano		P_S [W/m ²]	
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)		1,245	0,74
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)		1,034	0,806

Coefficiente di addizionalità $a = 100\%$

Risparmio specifico netto di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:

$$RSN = a \cdot RSL$$

Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento: Tipo I

2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 11.

3. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE¹ DA TRASMETTERE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 11.

4. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE¹ DA CONSERVARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 11.

¹ In aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, 18 settembre 2003, n. 103/2003 e s.m.i.

¹ In aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, 18 settembre 2003, n. 103/2003 e s.m.i.

Proposta di nuova Scheda tecnica n. 29b – Installazione di corpi illuminanti ad alta efficienza in sistemi di illuminazione esistenti per strade destinate al traffico motorizzato

5. ELEMENTI PRINCIPALI

1.3 Descrizione dell'intervento

Tipologia di intervento:	Sistemi per l'illuminazione
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella A, tipologia di intervento n. 3
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella B, tipologia di intervento n. 8
Sotto-tipologia di intervento:	Installazione di sistemi e componenti più efficienti (corpi o apparecchi illuminanti, alimentatori, regolatori)
Settore di intervento:	Illuminazione pubblica
Tipo di utilizzo:	Illuminazione stradale
Condizioni di applicabilità della procedura	
La presente scheda è applicabile a interventi di semplice retrofit di sistemi di illuminazione per strade esistenti con sola installazione di nuovi corpi illuminanti. Le lampade e i sistemi oggetto di installazione devono presentare valori di efficienza luminosa pari o superiore a quelli determinati dalle seguenti espressioni (dove ϕ esprime il flusso luminoso prodotto [lumen]):	
$22,374 \cdot \text{Ln}(\phi) - 105,41$ [lumen/W] per la sola lampada $19,274 \cdot \text{Ln}(\phi) - 108,16$ [lumen/W] per l'intero sistema composto da lampada, ottica e ausiliari	

1.4 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione:	Valutazione standardizzata																					
Unità fisica di riferimento (UFR):	m ² di superficie stradale illuminata																					
Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:																						
$\text{RSL} = R \cdot [1 + 0,2 \cdot (A_C/A_T)] \quad [10^{-3} \text{ tep/m}^2/\text{anno}]$																						
dove:																						
A_T è la superficie stradale complessivamente illuminata, inclusiva delle eventuali zone di conflitto [m ²] A_C è la superficie complessiva delle zone di conflitto [m ²], determinata come segue: <ul style="list-style-type: none"> – nel caso di attraversamenti pedonali l'area è pari a 3 volte quella degli attraversamenti presenti; – nel caso di rotonde l'area interessata è quella della corona circolare percorsa dai veicoli; – nel caso di incroci l'area interessata è quella dell'incrocio stesso; Altri casi di zone di conflitto, quali i dispositivi rallentatori e le zone a pericolo di aggressione, sono esclusi dal presente calcolo.																						
R è il valore di consumo specifico per tratti di strada senza intersezioni, i cui valori sono definiti nella tabella seguente per diverse categorie di strada (DM 6792/2001).																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Categoria D, strade urbane di scorrimento</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">R [10⁻³ tep/m²/anno]</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Assenza regolatore</th> <th style="text-align: center;">Presenza regolatore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Soluzione base a 2+2 corsie di marcia</td> <td style="text-align: center;">0,3429</td> <td style="text-align: center;">0,2890</td> </tr> <tr> <td>Soluzione a 3+3 corsie di marcia</td> <td style="text-align: center;">0,2848</td> <td style="text-align: center;">0,2401</td> </tr> <tr> <td>Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus</td> <td style="text-align: center;">0,2777</td> <td style="text-align: center;">0,2341</td> </tr> <tr> <td>Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus</td> <td style="text-align: center;">0,2899</td> <td style="text-align: center;">0,2308</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Categoria E, strade urbane di quartiere</td> </tr> </tbody> </table>		Categoria D, strade urbane di scorrimento	R [10 ⁻³ tep/m ² /anno]			Assenza regolatore	Presenza regolatore	Soluzione base a 2+2 corsie di marcia	0,3429	0,2890	Soluzione a 3+3 corsie di marcia	0,2848	0,2401	Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus	0,2777	0,2341	Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus	0,2899	0,2308	Categoria E, strade urbane di quartiere		
Categoria D, strade urbane di scorrimento	R [10 ⁻³ tep/m ² /anno]																					
	Assenza regolatore	Presenza regolatore																				
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia	0,3429	0,2890																				
Soluzione a 3+3 corsie di marcia	0,2848	0,2401																				
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus	0,2777	0,2341																				
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus	0,2899	0,2308																				
Categoria E, strade urbane di quartiere																						

Soluzione base a 1+1 corsie di marcia	0,3818	0,3218
Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus	0,3476	0,293
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con fascia di sosta laterale	0,2327	0,1961
Categoria F, strade locali ambito extraurbano		
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)	0,3740	0,3152
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)	0,3965	0,3342
Categoria F, strade locali ambito urbano		
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)	0,3749	0,3159
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)	0	0
Coefficiente di addizionalità	$a = 100\%$	
Risparmio netto di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:	$RSN = a \cdot RSL$	
Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento:	Tipo I	

6. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 11.

7. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE¹ DA TRASMETTERE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 11.

8. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE¹ DA CONSERVARE

2) Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 11.

¹ In aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, 18 settembre 2003, n. 103/2003 e s.m.i.

¹ In aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, 18 settembre 2003, n. 103/2003 e s.m.i.

PARTE III - Scheda tecnica n. 30: interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio ai fini di riduzione dei fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento

13 Introduzione

Sin dalla prima introduzione del meccanismo (decreti ministeriali 24 aprile 2001), l'Autorità ha ritenuto opportuno rendere disponibili agli operatori specifiche metodologie finalizzate al calcolo dei risparmi energetici conseguiti da interventi di isolamento delle pareti e delle coperture nonché di sostituzione di vetri semplici con doppi vetri nell'ambito di edifici del settore residenziale e terziario (cf. primo documento per la consultazione del 2002).

In quest'ambito sono state approvate e successivamente aggiornate due schede tecniche di tipo standardizzato aventi ad oggetto la sostituzione di vetri semplici con doppi vetri (scheda tecnica n. 5*) e l'isolamento delle pareti e delle coperture (scheda tecnica n. 6*); quest'ultima tipologia di intervento è stata oggetto anche di un'ulteriore scheda tecnica di tipo standardizzato che valorizza i risparmi conseguiti ai fini del raffrescamento estivo in ambito domestico e terziario (scheda tecnica n. 20*) (di seguito: le tre schede tecniche).

Con il documento di consultazione DCO 22/10 dell'8 luglio 2010 (di seguito: DCO 22/10), l'Autorità ha inteso sottoporre agli operatori un approccio metodologico differente a quello attualmente adottato nelle tre schede tecniche, dal momento che non tutto il loro potenziale di utilizzo sembra essere stato sfruttato dagli operatori nei primi anni di attuazione del meccanismo; in considerazione dell'importante evoluzione della normativa primaria nel frattempo intercorsa; conseguente necessità di adeguare le valutazioni dei risparmi energetici compiute preliminarmente all'approvazione di tali schede.

L'approccio metodologico proposto dall'Autorità con il DCO 22/10 supera quello finora utilizzato, limitato all'analisi di specifici interventi su subsistemi tecnologici, offrendo un metodo di valutazione standard dei risparmi energetici correlati al miglioramento complessivo del comportamento termofisico passivo degli edifici; con esso si sono quindi tralasciate considerazioni sull'efficienza della produzione termica per usi di riscaldamento ambienti o per produzione di acqua calda sanitaria, già oggetto di innovazione grazie alle schede tecniche di tipo analitico n. 26⁹ e di tipo standardizzato n. 27¹⁰ recentemente approvate.

Per mezzo di questo nuovo approccio, il risparmio energetico annuo viene calcolato in base al confronto tra la prestazione energetica complessiva del solo involucro edilizio prima e dopo l'intervento di ristrutturazione, come dettagliato nel seguito.

14 Procedure di calcolo introdotte con il DCO 22/10

Nel DCO 22/10, grazie alla costante collaborazione con la società Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.a. (di seguito: RSE) nell'ambito della Ricerca di sistema per il settore elettrico, sono state definite e proposte 4 procedure di calcolo alternative che di seguito vengono richiamate. Tali procedure si differenziano tra loro per il grado di complessità degli algoritmi utilizzati, per il

⁹ Deliberazione dell'Autorità 12 aprile 2010, EEN 9/10.

¹⁰ Deliberazione dell'Autorità 15 novembre 2010, EEN 15/10.

numero di dati di input che richiedono all'utente e per il loro trattamento nella determinazione dei fabbisogni energetici.

Indipendentemente dalla scelta tra le metodologie che sono state proposte, il risparmio di energia primaria è determinabile in funzione della differenza di fabbisogno energetico per riscaldamento tra la situazione precedente e successiva all'intervento, mediante la seguente formula:

$$RSN = \Delta Q_H \times f_T / \eta_{H,imp} + \Delta Q_C \times f_E / \eta_{C,imp} \quad (III.1)$$

dove:

- RSN è il risparmio specifico netto di energia primaria [10^{-3} tep/mq];
- ΔQ_H è la differenza tra il fabbisogno di riscaldamento prima e dopo gli interventi [kWh/m²];
- ΔQ_C è la differenza tra il fabbisogno di raffrescamento prima e dopo gli interventi [kWh/m²];
- $\eta_{H,imp}$ è il rendimento globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento [-];
- $\eta_{C,imp}$ è il rendimento globale medio stagionale dell'impianto di raffrescamento [-];
- f_T fattore di conversione da MWh_T a tep, pari a 0,086 [tep/MWh_T];
- f_E fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria ai sensi della delibera EEN 3/08 e pari a 0,187 [tep/MWh_E].

Le prime due metodologie proposte (denominate rispettivamente DOCET e All2DM) corrispondono a metodi di calcolo semplificati direttamente indicati dalla normativa come alternativi alla norma UNI/TS 11300-1 (di seguito: UNI/TS 11300) che, a sua volta, è la procedura stabilita dal Decreto del Ministro per lo Sviluppo Economico 26 giugno 2009 (Allegato A, articolo 5, comma 2 e articolo 6, comma 1) come il metodo di calcolo da rilievo sull'edificio da utilizzare per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale, tra cui rientra il fabbisogno energetico dell'edificio.

Le altre due procedure proposte (denominate rispettivamente REE e REE-Light, sviluppate da RSE) corrispondono a successive semplificazioni della UNI/TS 11300, messe a punto al fine di consentire un'applicabilità più immediata e, al contempo, più estesa delle procedure sopra riportate.

In particolare, la procedura REE calcola il fabbisogno energetico sulla base della valutazione congiunta di tutti gli elementi considerati ed è stata ottenuta mediante l'eliminazione di alcune variabili in ingresso e l'impiego di valori prestazionali e descrittivi medi o di riferimento. Tali semplificazioni sono importanti, soprattutto per quanto riguarda gli edifici esistenti, in quanto può essere difficoltoso e impegnativo entrare in possesso di informazioni precise sui componenti che costituiscono l'involucro. La procedura, inoltre, risulta applicabile senza limitazioni legate alla superficie degli edifici e alla destinazione d'uso. Queste le semplificazioni adottate per la sua elaborazione:

- a) sono stati adottati valori standard tutte le volte che questa possibilità è concessa.
- b) si è assunto un valore costante per il rapporto superficie vetrata su superficie totale del serramento;
- c) si è assunto un valore costante per l'emissività dei componenti, pari a 0,9 per quelli opachi e a 0,837 per quelli trasparenti;

- d) per la valutazione del ponte termico dovuto alla presenza di distanziatore nel caso di doppi e tripli vetri si è assunto un valore intermedio tra i casi di distanziatore plastico e distanziatore metallico;
- e) si è trascurato l'effetto di schermature mobili;
- f) per quel che concerne i fattori di ombreggiatura legati ad oggetti ed ostruzioni esterne si è adottato un approccio qualitativo che si basa sulla definizione di un angolo medio;
- g) nella valutazione degli apporti solari sui componenti opachi si è trascurata l'inclinazione di eventuali coperture;
- h) nel caso di ventilazione notturna, i valori di correzione della temperatura sono stimati a partire dalla norma UNI 10339;
- i) nella valutazione dell'extraflusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste, il fattore di forma tra i singoli componenti e la volta celeste è stato calcolato trascurando il fattore di riduzione per ombreggiatura;
- j) la durata della stagione di raffrescamento è stata definita in maniera convenzionale in funzione della destinazione d'uso dell'edificio.

Oltre a queste semplificazioni vi è poi un'ulteriore differenza rispetto alla UNI/TS 11300: nel caso in cui tra gli interventi in esame vi è il passaggio da un sistema di ventilazione naturale ad uno di ventilazione meccanica viene considerato il consumo di questo nuovo sistema di ventilazione.

La quarta procedura, denominata REE-Light, a differenza della precedente, non richiede di fornire dati di input relativi a parti di involucro non direttamente attinenti con la ristrutturazione, permettendo dunque di gestire una minore quantità di dati di input, ovvero quelli direttamente correlati ai soli interventi realizzati. Si tratta quindi di una procedura di tipo "disaccoppiato", ovvero in grado di valutare singolarmente il risparmio energetico per ciascun intervento, anziché verificare il comportamento termofisico dell'edificio nel suo insieme.

Tale procedura si colloca dunque idealmente a metà strada tra le tre schede tecniche e la UNI/TS 11300 dal momento che, oltre a fare ricorso all'assunzione di valori di default, è stata implementata una considerevole semplificazione delle formule utilizzate, soprattutto quelle utilizzate per la stagione di raffrescamento. Rispetto alle tre schede tecniche essa consente anche una valutazione più precisa dei risparmi, grazie al fatto di considerare in modo più dettagliato aspetti relativi alle caratteristiche termofisiche degli elementi installati, ai ponti termici e all'utilizzo degli apporti gratuiti. Conseguenza delle semplificazioni adottate è il fatto che tale procedura presenta un campo di applicazione più ristretto rispetto alla precedente REE, non permettendo di valutare i risparmi per aggiunta o modifica di serre solari.

La procedura quindi è funzione delle variazioni dello scambio termico per trasmissione e degli apporti termici solari che vengono valutate seguendo la UNI/TS 11300, considerando, però, solo gli elementi coinvolti direttamente nell'intervento di razionalizzazione energetica. Inoltre, sono state applicate le semplificazioni già adottate per la procedura REE con l'aggiunta delle seguenti:

- k) nella stagione di raffrescamento è stata considerata solo la riduzione degli apporti solari pesati con un fattore 0,5 per tenere conto degli effetti concorrenti legati al maggior isolamento dell'edificio anziché considerare la variazione dello scambio termico per trasmissione;
- l) si trascura l'effettiva esposizione dell'edificio, assumendo una ripartizione omogenea delle pareti e dei serramenti;
- m) si considera un rapporto costante tra perimetro e superficie degli elementi vetrati;
- n) si assumono valori di default per i fattori di riduzione degli apporti solari per ombreggiatura;

- o) in caso di presenza di chiusure oscuranti, viene assunto un coefficiente che tiene conto dell'effettivo utilizzo;
- p) per gli edifici collocati in zona climatica A, B e C si assume che la gradazione del colore della finitura esterna sia "chiara", mentre si assume una gradazione "media" per le altre zone climatiche;
- q) si trascura l'eventuale inclinazione delle coperture.

15 Osservazioni pervenute al DCO 22/10

Con riferimento alle proposte metodologiche per la predisposizione di schede tecniche relative a interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio presentate nel DCO 22/10, l'analisi dei commenti e delle osservazioni inviate ha evidenziato che:

- tutti gli operatori che hanno inviato osservazioni condividono il tentativo di individuare una metodologia per quantificare il miglioramento del comportamento termofisico passivo degli edifici, anche al fine di mettere a disposizione uno strumento che possa tenere conto in maniera più dinamica delle future evoluzioni normative;
- per quanto riguarda l'approccio metodologico proposto, in aggiunta a quanto riportato al precedente alinea, alcuni operatori esprimono perplessità sull'opportunità di introdurre uno strumento di calcolo ulteriore rispetto a quelli già disponibili e a quelli finalizzati, in ambito nazionale o regionale, alla certificazione energetica, suggerendo di perseguire un aggiornamento delle tre schede di tipo standardizzato esistenti;
- alcuni operatori ritengono sia preferibile mantenere le tre schede di tipo standardizzato esistenti contestualmente all'adozione della scheda proposta, al fine di consentire più facilmente la rendicontazione anche di singoli interventi;
- un operatore condivide la possibilità dell'eventuale approccio combinato della scheda tecnica di tipo analitico n. 26 e della proposta scheda tecnica di tipo standardizzato, ai fini della valorizzazione nei casi di ristrutturazione sia dell'involucro edilizio che dell'impianto termico, mentre un altro operatore preferirebbe un'unica scheda;
- per quanto riguarda le procedure di calcolo proposte, due operatori esprimono apprezzamento; in particolare uno di essi ritiene preferibile la procedura REE ritenendo la REE-Light eccessivamente semplificata, mentre un altro propone di rendere disponibili sia la REE che la REE-Light;
- per quanto riguarda la possibilità di definire una scheda tecnica applicabile anche per le nuove costruzioni, un operatore ne condivide le finalità mentre un altro non ritiene necessaria tale estensione del campo di applicabilità, in considerazione dell'esiguità dei risparmi che sarebbero conseguibili a causa degli stringenti requisiti tecnici che sono attualmente definiti dalla normativa o previsti per i prossimi anni.

16 Requisiti di prodotto e campo di applicazione

In considerazione di quanto espresso nei precedenti paragrafi, si ritiene preferibile sviluppare una metodologia di calcolo dei risparmi di energia primaria derivanti da interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio ai fini di riduzione dei fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento basata sulla procedura REE-Light. Tale scelta è motivata dalle seguenti considerazioni:

- gli operatori ritengono sia comunque preferibile avere a disposizione una o più schede tecniche che consentano di valorizzare i risparmi conseguiti con singoli interventi senza dover raccogliere e imputare dati relativi al contesto o utilizzare strumenti software più impegnativi;
- non è stata espressa una netta preferenza da parte degli operatori tra le due procedure proposte più semplificate;
- l'applicazione pratica delle metodologie proposte ha evidenziato come la somma dei risparmi di energia calcolati mediante successive applicazioni della procedura REE-Light sia confrontabile con i risparmi calcolati direttamente mediante la procedura REE;
- al contrario, specie per alcune situazioni, il mero aggiornamento delle schede tecniche esistenti non avrebbe permesso di valorizzare una maggiore quantità di impatti positivi sul comportamento termofisico degli edifici oggetto di interventi;
- alla luce di quanto sopra, è preferibile implementare una metodologia che minimizzi l'onerosità in capo agli operatori e all'amministrazione, nell'intento di perseguire una continua semplificazione delle procedure del meccanismo dei certificati bianchi.

In considerazione di quanto sopra, si propone di introdurre la scheda tecnica n. 30 allegata in appendice in sostituzione delle esistenti schede tecniche di tipo standardizzato nn. 5*, 6* e 20*.

Inoltre, rispetto a quanto proposto con il DCO 22/10, è stata aggiunta la possibilità di valutare anche i risparmi conseguibili mediante il sistema di valutazione, mediante l'adozione di un sistema a doppio flusso con recuperatore di calore, limitatamente al periodo invernale.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.1

Ritenete condivisibile la scelta dell'Autorità di sviluppare la nuova metodologia per la valutazione dei risparmi conseguibili attraverso il miglioramento del comportamento termofisico dell'edificio nel suo complesso secondo la procedura precedentemente proposta denominata REE-Light

Per quanto riguarda gli interventi sul sistema di ventilazione, si condivide la scelta di valorizzare l'adozione di un sistema a doppio flusso con recuperatore di calore limitatamente al periodo invernale? In caso contrario, si reputa opportuno espandere la procedura in modo da prendere in conto anche il periodo estivo ed eventuali sistemi di free-cooling? Ci sono altri sistemi di ventilazione performanti che meriterebbero di essere trattati? Quali

Condividete infine la conseguente scelta di procedere al ritiro delle tre schede tecniche di tipo standardizzato nn. 5, 6* e 20* e alla loro sostituzione con la scheda tecnica n. 30?*

Relativamente a quanto proposto nel paragrafo 24 del DCO 22/10 in merito alla possibilità di individuare una metodologia applicabile anche agli edifici di nuova costruzione, si ritiene non opportuno procedere in tal senso in considerazione sia dello scarso interesse dimostrato dagli operatori sia delle oggettive difficoltà di definizione di una procedura di calcolo dei risparmi di energia primaria conseguibili che risulti adeguatamente premiante gli investimenti necessari.

Per quanto riguarda il campo di applicabilità della procedura, sono state condotte simulazioni anche relative ad edifici nel settore terziario che hanno confermato che la procedura REE-Light può essere applicata con buoni risultati anche ad edifici del settore terziario (uffici, commercio, istruzione e ospedaliero), come da classificazione delle destinazioni d'uso di cui all'articolo 3 del Decreto del

Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 (di seguito: D.P.R. n. 412/93), analogamente a quanto previsto dalle esistenti schede tecniche n. 5*, 6* e 20*.

17 Requisiti di progetto

17.1 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda la normativa di cui si richiede il rispetto ai fini dell'applicabilità della procedura, essa è costituita dal Decreto Legislativo n. 192/05, entrato in vigore l'8 ottobre 2005, successivamente integrato e modificato dal Decreto Legislativo n. 311/06 (di seguito: D.Lgs. n. 311/06), entrato in vigore il 2 febbraio 2007 e aggiornato dal Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009 n. 59 (di seguito: D.P.R. n. 59/09). Tale impianto normativo introduce la disciplina relativa alle prestazioni che devono essere garantite dagli edifici oggetto di nuova costruzione o di ristrutturazione, che rimanda a successivi decreti attuativi.

Oltre a tale normativa nazionale, gli interventi devono rispettare le indicazioni dell'eventuale normativa locale (in primis regionale).

Per quanto riguarda la normativa di cui è necessario richiedere il rispetto per quanto riguarda gli interventi sul sistema di ventilazione e l'installazione del recuperatore di calore, esso deve avere un rendimento (definito secondo la norma UNI EN 308[7]) maggiore di 0.55 (55%).

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.2

Si condividono le proposte avanzate in merito alla selezione della normativa di cui esigere il rispetto nell'ambito degli interventi oggetto di questa scheda? Se no, per quali motivi?

17.2 Documentazione da trasmettere o da conservare

Per quanto riguarda la documentazione da trasmettere o conservare sarà necessario prevedere la trasmissione o la conservazione della seguente documentazione:

1. attestato di certificazione energetica (nei casi per cui è già previsto dalla normativa) e documentazione di progetto degli elementi oggetto degli interventi effettuati (se prevista dai regolamenti edilizi locali);
2. documentazione relativa alle prestazioni termofisiche degli elementi oggetto degli interventi, con particolare riferimento alla conducibilità termica o trasmittanza [W/m^2k];
3. documentazione fiscale attestante le lavorazioni eseguite;
4. esplicitazione delle normative locali che sono state rispettate al fine di raggiungere livelli prestazione termofisica cogenti addizionali rispetto a quanto previsto dalla normativa nazionale.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.3

Si condividono le proposte avanzate in merito alla documentazione che si ritiene necessario conservare o trasmettere ai fini della presentazione della richiesta di verifica e certificazione? Se no, per quali motivi?

18 Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

Rispetto alla procedura REE-Light introdotta nel DCO 22/10, la proposta di scheda tecnica permette di calcolare il risparmio di energia primaria conseguente ad un intervento di efficientamento energetico non solo dell'involucro edilizio ma anche del sistema di ventilazione. Come già illustrato nel DCO 22/10 e riportato nei precedenti paragrafi, l'esigenza di abbassare il livello generale di complessità della UNI/TS 11300 e di evitare la descrizione delle parti di edificio non interessate dall'intervento, riducendo così il numero delle informazioni necessarie per il calcolo, ha comportato l'adozione di una serie di assunzioni e la ricostruzione forfettaria di alcuni fenomeni termo-fisici dell'edificio, che vengono illustrati in dettaglio nel prosieguo di questo paragrafo. In considerazione dell'alta complessità delle procedure di calcolo necessarie per valutare correttamente gli interventi in esame, si è ritenuto opportuno sviluppare ed allegare al presente documento un software di calcolo in formato MS Excel che permette agli operatori l'utilizzo guidato della procedura, come verrà illustrato nel dettaglio al successivo paragrafo 20.

18.1 Risparmio di energia primaria

Il risparmio di energia primaria è ottenuto attraverso la conversione in energia primaria della differenze tra il fabbisogno termico e frigorifero dell'edificio prima e dopo l'intervento. In particolare, rispetto alla formula III.1 proposta con il DCO 22/10, è stata aggiunta la possibilità di conteggiare anche i risparmi conseguibili mediante il sistema di ventilazione, i cui eventuali consumi elettrici aggiuntivi vengono detratti. In formule:

$$R_{TOT} = R_H + R_C = \left(\frac{\Delta Q_H}{\eta_H} \times f_T - \frac{\Delta E_{ve}}{\eta_{el}} \times f_T \right) + \left(\frac{\Delta Q_C}{\eta_C \times \eta_{el}} \times f_T \right) \quad (III.2)$$

dove:

- R_{TOT} è il risparmio lordo di energia primaria [10^{-3} tep]
- R_H è il risparmio lordo di energia primaria per il servizio di riscaldamento [10^{-3} tep]
- R_C è il risparmio lordo di energia primaria per il servizio di raffrescamento [10^{-3} tep]
- ΔQ_H è la differenza tra il fabbisogno di energia termica per il servizio di riscaldamento prima e dopo l'intervento [kWh]
- ΔQ_C è la differenza tra il fabbisogno di energia frigorifera per il servizio di raffrescamento prima e dopo l'intervento [kWh]
- ΔE_{ve} è l'aumento nei consumi elettrici dovuti all'adozione di un sistema di ventilazione a doppio flusso [kWh]
- η_H è il rendimento di riferimento per gli impianti di riscaldamento, posto pari a 0,81 [-]
- η_C è il rendimento di riferimento per gli impianti di raffrescamento, posto pari a 2,7 per le zone climatiche D,E ed F e 2,43 per le altre zone climatiche [-]
- η_{el} è il rendimento del sistema elettrico nazionale, pari a 0,46 (ai sensi della delibera EEN 3/08) [-]
- f_T è il fattore di conversione tra MWh a tep, pari a 0,086 [tep/MWh]

Nei successivi paragrafi vengono illustrate le modalità con cui si calcolano le differenze di fabbisogno di energia termica e frigorifera dell'edificio prima e dopo l'intervento di razionalizzazione energetica. La conversione in energia primaria avviene prendendo come

riferimento impianti di riscaldamento e raffrescamento il cui rendimento è da intendersi come rendimento globale stagionale, definito come il prodotto tra il rendimento di produzione stagionale e i rendimenti di distribuzione, regolazione ed emissione.

In particolare, il valore scelto per gli impianti di riscaldamento corrisponde al rendimento limite ai sensi del D.P.R. 59/09 per un impianto di potenza utile nominale del generatore di calore pari a 100kW; esso corrisponde altresì ad un valore medio tra quelli caratteristici di impianti di vecchia generazione e quelli di recente diffusione. Per quanto riguarda invece la stagione di raffrescamento, si è scelto di utilizzare l'impostazione prevista dalla scheda tecnica di tipo analitico n. 26 e di prevedere la differenziazione tra le prestazioni della macchina in funzione della zona climatica in cui è effettuato l'intervento. Anche in questo caso, ai fini del calcolo del rendimento globale stagionale, i valori vengono opportunamente adattati per tenere conto dei rendimenti di distribuzione, regolazione ed emissione.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.4

Si condivide l'opportunità di includere nel calcolo anche aspetti legati alla ventilazione?

Si concorda con i rendimenti adottati per gli impianti termici e frigoriferi di riferimento? Se no, cosa prevedereste in alternativa?

La procedura è quindi suddivisibile in una parte relativa ad interventi sull'involucro edilizio ed un'altra relativa al sistema di ventilazione. Entrambe considerano l'intero edificio come un'unica zona termica a temperatura costante eseguendo un calcolo su base mensile. Gli aspetti energetici di cui si tiene conto per gli interventi sull'involucro sono le dispersioni termiche per trasmissione, il flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste e gli apporti solari.

Le valutazioni in merito al servizio di riscaldamento e di raffrescamento sono effettuate in maniera diversa in quanto nel periodo estivo la procedura quantifica solo il risparmio dovuto all'eventuale riduzione degli apporti solari. Per quanto riguarda invece il sistema di ventilazione, come anticipato al paragrafo 16, la procedura valorizza l'adozione di un sistema a doppio flusso con recuperatore di calore e gli aspetti energetici trattati riguardano le dispersioni termiche per ventilazione e i consumi elettrici dei ventilatori, limitatamente al funzionamento invernale.

18.2 Fabbisogno di energia termica e frigorifera prima e dopo l'intervento

Nel periodo invernale la differenza di fabbisogno di energia termica dipende dallo scambio termico per trasmissione, dagli apporti solari e dallo scambio termico per ventilazione. Nel periodo estivo, invece, il risparmio viene valutato solo in base alla riduzione degli apporti solari e, per evitare una sovrastima dei risparmi dovuta a questa semplificazione, cautelativamente, si è introdotto un fattore correttivo pari a 0,5. In formule:

$$\Delta Q_H = \sum_j (\Delta Q_{H,tr,j} - \Delta Q_{Sol,j} + \Delta Q_{ve,j})$$

$$\Delta Q_C = \sum_j \Delta Q_{Sol,j} \times 0,5$$

$$\Delta Q_{H,tr,j} = (\Delta H_{tr} \times \Delta \theta_j + \Delta \Phi_r) \times n_j \times 24 \times 10^{-3}$$

$$\Delta Q_{Sol,j} = \Delta \Phi_{Sol,j} \times n_j \times 24 \times 10^{-3}$$

$$\Delta Q_{ve,j} = \Delta H_{ve} \times \Delta \theta_j \times n_j \times 24 \times 10^{-3}$$

dove:

- $\Delta Q_{H,tr,j}$ è la differenza tra lo scambio termico per trasmissione prima e dopo l'intervento, nel j-esimo mese [kWh]
- $\Delta Q_{Sol,j}$ è la differenza tra gli apporti termici solari prima e dopo l'intervento, nel j-esimo mese [kWh]
- $\Delta Q_{ve,j}$ è la differenza tra lo scambio termico per ventilazione prima e dopo l'intervento, nel j-esimo mese [kWh]
- ΔH_{tr} è la differenza tra il coefficiente di scambio termico per trasmissione prima e dopo l'intervento [W/K]
- ΔH_{ve} è la differenza tra il coefficiente di scambio termico per ventilazione prima e dopo l'intervento [W/K]
- $\Delta \theta_j$ è la differenza tra la temperatura di regolazione e la temperatura media del mese j-esimo [°C]
- $\Delta \Phi_r$ è la differenza tra il flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste prima e dopo l'intervento [W]
- n_j sono i giorni di funzionamento degli impianti nel j-esimo mese [-]
- $\Delta \Phi_{Sol,j}$ è la differenza tra il flusso termico solare prima e dopo l'intervento, nel j-esimo mese [W]

Si noti che lo scambio termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste non influenza gli apporti termici solari, ma viene considerato come un aumento dello scambio termico per trasmissione, in accordo con la UNI/TS 11300-1.

13.2.1 Dati climatici

Sono stati utilizzati dati climatici provenienti dalla norma UNI 10349: dal momento che la procedura è stata sviluppata in funzione della zona climatica nella quale è avvenuto l'intervento di ristrutturazione, è stato necessario individuare per ciascuna zona una città di riferimento, come riportato nella Tabella III.5.

I valori di riferimento adottati sono quelli della temperatura media mensile e dell'irradiazione solare giornaliera media mensile (diretta e diffusa sul piano orizzontale e globale su superfici verticali orientate secondo i 4 punti cardinali), disponibili per capoluoghi di provincia; la zona climatica A è stata accorpata alla zona B.

Zona climatica	Capoluogo di riferimento
A/B	Palermo

C	Bari
D	Firenze
E	Milano
F	Belluno

Tabella III.5 Capoluogo di provincia di riferimento per zona climatica

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.5

Si condivide la suddivisione del territorio nazionale per zona climatica e la scelta delle località di riferimento per ciascuna di esse? Riterreste preferibile un approccio che differenzi i dati climatici su base provinciale?

13.2.2 Stagioni di riscaldamento e raffrescamento

Le durate delle stagioni di riscaldamento e raffrescamento dipendono dalla zona climatica e dalla destinazione d'uso. Per quanto riguarda il settore residenziale, per il riscaldamento, sono state seguite le indicazioni del D.P.R. 412/1993, mentre per il raffrescamento sono stati considerati soltanto i mesi con temperatura media superiore a 21 °C. Per le destinazioni d'uso terziarie, in virtù dei maggiori carichi interni, la stagione di riscaldamento è stata accorciata, eliminando, rispetto al residenziale, 15 giorni sia all'inizio che alla fine della stagione. Infine, per la medesima ragione, rispetto al residenziale, la stagione di raffrescamento è stata prolungata di 15 giorni per ciascun mese avente temperatura media dell'aria compresa tra 19°C e 21°C. Nella Tabella III.6, per il residenziale, e nella Tabella III.7, per le altre destinazioni d'uso, queste considerazioni sono mostrate in maniera esplicita.

		Zona climatica				
		A/B	C	D	E	F
Stagione di riscaldamento	Ottobre	0	0	0	17	27
	Novembre	0	16	30	30	30
	Dicembre	31	31	31	31	31
	Gennaio	31	31	31	31	31
	Febbraio	28	28	28	28	28
	Marzo	31	31	31	31	31
	Aprile	0	0	15	15	22
	Totale	121	137	151	183	200
Stagione di raffrescamento	Maggio	0	0	0	0	0
	Giugno	30	30	30	30	0
	Luglio	31	31	31	31	31
	Agosto	31	31	31	31	0
	Settembre	30	30	0	0	0
	Totale	122	122	92	92	31

Tabella III.6 Durata delle stagioni di riscaldamento e raffrescamento per la destinazione d'uso residenziale (giorni per ciascun mese e giorni complessivi)

		Zona climatica				
		A/B	C	D	E	F
Stagione di riscaldamento	Ottobre	0	0	0	2	12
	Novembre	0	1	15	30	30
	Dicembre	16	31	31	31	31
	Gennaio	31	31	31	31	31

	Febbraio	28	28	28	28	28
	Marzo	16	16	31	31	31
	Aprile	0	0	0	0	7
	Totale	91	107	121	153	170
Stagione di raffrescamento	Maggio	0	0	0	0	0
	Giugno	30	30	30	30	0
	Luglio	31	31	31	31	31
	Agosto	31	31	31	31	15
	Settembre	30	30	15	15	0
	Totale	122	122	107	107	46

Tabella III.7 Durata delle stagioni di riscaldamento e raffrescamento per le destinazioni d'uso terziarie (giorni per ciascun mese e giorni complessivi)

Per quanto concerne le ore di funzionamento si è scelto di seguire la UNI/TS 11300, che prevede per valutazioni di tipo standard e di progetto (*asset rating* e *design rating*) l'utilizzo di dati relativi alla modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio riferiti ad un'utenza convenzionale. Pertanto le temperature di regolazione sono fissate in maniera convenzionale e costanti sulle 24 ore: tali valori sono indicati pari a 20 °C per la stagione di riscaldamento e a 26 °C per la stagione di raffrescamento, indipendentemente dalla destinazione d'uso dell'edificio.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.6

Si condividono le durate delle stagioni di riscaldamento e raffrescamento, per le diverse zone climatiche e destinazioni d'uso, le temperature di regolazione e le relative durate giornaliere indicate nelle precedenti tabelle? Se no, per quali motivi?

13.2.3 Coefficiente di scambio termico per trasmissione

Intervento di maggiore isolamento dell'involucro opaco

Al fine di proporre una procedura che richieda una quantità ridotta di dati di input, sono stati raggruppati i singoli elementi in gruppi omogenei, distinti per tipologia di elemento (parete, copertura, solaio o basamento) ed ambiente confinante (esterno, locale non riscaldato, sottotetto, terreno). Una volta definiti questi gruppi, il coefficiente di scambio termico è ottenuto attraverso la seguente sommatoria:

$$\Delta H_{tr} = \sum_k A_k \times \Delta U_k^* \times b_{tr,k}$$

$$\Delta U_k^* = U_{k,ante} \times f_{PT,k,ante} - U_{k,post} \times f_{PT,k,post}$$

$$U_{k,post} = \frac{1}{\frac{1}{U_{k,ante}} + \frac{s}{100 \times \lambda}}$$

dove:

A_k è la superficie complessiva degli elementi appartenenti al k-esimo gruppo [m²]

ΔU_k^* è la differenza tra la trasmittanza termica, corretta per tener conto dei ponti termici, degli elementi appartenenti al k-esimo gruppo prima e dopo l'intervento [W/m²K]

$b_{tr,k}$ è il fattore di correzione dovuto alla temperatura dell'ambiente circostante (Tabella III.4) [-]

$f_{PT,k}$ è la correzione dovuta alla presenza di ponti termici di cui al prospetto 5, articolo 11.2, della UNI/TS11300 [-]

$U_{k,ante}$ è la trasmittanza termica degli elementi appartenenti al k-esimo gruppo, prima dell'intervento. I valori utilizzati vengono riportati nella Tabella III.5 e sono il risultato di una semplificazione delle tipologie riportate dalla UNI/TS 11300 [W/m²K]

$U_{k,post}$ è la trasmittanza termica degli elementi appartenenti al k-esimo gruppo, dopo l'intervento [W/m²K]

s è lo spessore dello strato isolante aggiunto [cm]

λ è la conducibilità termica dello strato di isolante aggiunto [W/mK]

Nelle tabelle di seguito vengono riportati i valori utilizzati nelle formule sopra descritte per le strutture considerate dalla procedura.

Ambiente confinante	b_{tr}
Esterno	1,00
Ambiente:	
• con una parete esterna	0,40
• senza serramenti e con almeno due pareti esterne	0,50
• con serramenti e con almeno due pareti esterne	0,60
• con tre pareti esterne	0,80
Piano interrato o seminterrato:	
• senza serramenti esterni	0,50
• con serramenti esterni	0,80
Sottotetto:	
• tasso di ventilazione del sottotetto elevato senza rivestimento con feltro o assito	1,00
• altro tetto non isolato	0,90
• tetto isolato	0,70
Aree interne di circolazione non ventilate	0,00
Aree interne di circolazione liberamente ventilate	1,00
Pavimento contro terra	0,45
Parete contro terra	0,45
Pavimento su vespaio areato	0,80

Tabella III.4 Fattore di correzione dovuto alla temperatura dell'ambiente circostante (elaborazione della UNI/TS 11300-1)

Tipologia pareti verticali (perimetrali)	Trasmittanza [W/m ² K]
Parete a cassa vuota con mattoni forati	1,1
Muratura di pietrame intonacata (spessore < 50cm)	2,4
Muratura di pietrame intonacata (spessore ≥ di 50cm)	2
Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce (spessore < 25cm)	2
Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce (25cm ≤ spessore < 45cm)	1,3
Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce (spessore ≥ 45cm)	1,1
Muratura di mattoni semipieni o tufo (spessore < 25cm)	1,8
Muratura di mattoni semipieni o tufo (25cm ≤ spessore < 45cm)	1,2
Muratura di mattoni semipieni o tufo (spessore ≥ 45cm)	1
Pannello prefabbricato in calcestruzzo non isolato (spessore < 25cm)	3
Pannello prefabbricato in calcestruzzo non isolato (spessore ≥ 45cm)	2,5
Parete coibentata antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,1

Tipologia pareti verticali (perimetrali)	Trasmittanza [W/m²K]
Parete coibentata successiva il 1986, zone climatiche A,B, C e D	0,8
Parete coibentata antecedente il 1986, zone climatiche E e F	0,8
Parete coibentata successiva il 1986, zone climatiche E e F	0,6

Tipologia pareti verticali verso ambienti interni	Trasmittanza [W/m²K]
Parete a cassa vuota con mattoni forati	1
Muratura di mattoni forati intonacati sulle due facce (spessore < 25cm)	1,3
Muratura di mattoni forati intonacati sulle due facce (spessore ≥ 25cm)	1
Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce (spessore < 25cm)	1,8
Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce (spessore ≥ 25cm)	1,5
Parete in calcestruzzo intonacata (spessore < 25cm)	2,4
Parete in calcestruzzo intonacata (spessore ≥ 25cm)	2,1
Parete coibentata antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1
Parete coibentata successiva il 1986, zone climatiche A,B, C e D	0,7
Parete coibentata antecedente il 1986, zone climatiche E e F	0,7
Parete coibentata successiva il 1986, zone climatiche E e F	0,6

Tipologia coperture	Trasmittanza [W/m²K]
Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)	1,7
Soletta in laterocemento (spessore ≥ 30cm)	1,4
Tetto a falda in laterizio (spessore < 30cm)	2
Tetto a falda in laterizio (spessore ≥ 30cm)	1,6
Tetto in legno	1,8
Copertura piana coibentata antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,5
Copertura piana coibentata successiva il 1986, zone climatiche A,B, C e D	0,9
Copertura piana coibentata antecedente il 1986, zone climatiche E e F	0,9
Copertura piana coibentata successiva il 1986, zone climatiche E e F	0,7
Copertura a falde coibentata antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,6
Copertura a falde coibentata successiva il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1
Copertura a falde coibentata antecedente il 1986, zone climatiche E e F	1
Copertura a falde coibentata successiva il 1986, zone climatiche E e F	0,7

Tipologia solai sotto ambienti non climatizzati	Trasmittanza [W/m²K]
Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)	1,6
Soletta in laterocemento (spessore ≥ 30cm)	1,3
Solaio prefabbricato in calcestruzzo tipo Predalles (spessore < 30cm)	2
Solaio prefabbricato in calcestruzzo tipo Predalles (spessore ≥ 30cm)	1,8
Solaio coibentato antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,4
Solaio coibentato successivo il 1986, zone climatiche A,B, C e D	0,9
Solaio coibentato antecedente il 1986, zone climatiche E e F	0,9
Solaio coibentato successivo il 1986, zone climatiche E e F	0,7

Tipologia solai sopra ambienti non climatizzati	Trasmittanza [W/m²K]
Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)	1,4
Soletta in laterocemento (spessore ≥ 30cm)	1,2

Tipologia solai sopra ambienti non climatizzati	Trasmittanza [W/m²K]
Solaio coibentato antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,2
Solaio coibentato successivo il 1986, zone climatiche A,B, C e D	0,9
Solaio coibentato antecedente il 1986, zone climatiche E e F	0,9
Solaio coibentato successivo il 1986, zone climatiche E e F	0,8

Tipologia basamenti su vespaio areato	Trasmittanza [W/m²K]
Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)	1,7
Soletta in laterocemento (spessore ≥ 30cm)	1,4
Basamento coibentato antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,2
Basamento coibentato successivo il 1986, zone climatiche A,B, C e D	0,9
Basamento coibentato antecedente il 1986, zone climatiche E e F	0,9
Basamento coibentato successivo il 1986, zone climatiche E e F	0,8

Tipologia basamenti su pilotis	Trasmittanza [W/m²K]
Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)	1,7
Soletta in laterocemento (spessore ≥ 30cm)	1,4
Basamento coibentato antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,8
Basamento coibentato successivo il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,1
Basamento coibentato antecedente il 1986, zone climatiche E e F	1,1
Basamento coibentato successivo il 1986, zone climatiche E e F	0,8

Tipologia basamenti su terreno	Trasmittanza [W/m²K]
Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)	1,9
Soletta in laterocemento (spessore ≥ 30cm)	1,6
Basamento coibentato antecedente il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,6
Basamento coibentato successivo il 1986, zone climatiche A,B, C e D	1,2
Basamento coibentato antecedente il 1986, zone climatiche E e F	1,2
Basamento coibentato successivo il 1986, zone climatiche E e F	0,9

Tabella III.5 Valori di trasmittanza per elementi opachi (elaborazione della UNI/TS 11300-1)

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.7

Si ritiene che le assunzioni introdotte per il calcolo del coefficiente di scambio termico per trasmissione per quanto riguarda interventi di isolamento dell'involucro opaco siano condivisibili? Se no, per quali motivi?

Intervento di sostituzione dei serramenti

Il calcolo del coefficiente di scambio termico per i serramenti prende in conto sia la parte vetrata che il telaio, oltre alla presenza di eventuali chiusure oscuranti (p.e. tapparelle). Tale calcolo richiede l'applicazione delle seguenti formule:

$$\Delta H_{tr} = A \times \Delta U_{w,c}$$

$$\Delta U_{w,c} = U_{w,c,ante} - U_{w,c,post}$$

$$U_{w,c} = U_w \times (1 - f_u) + [U_w \times (1 - f_{shut}) + U_{w+shut} \times f_{shut}] \times f_u$$

$$U_w = [U_g \times F_g + U_f \times (1 - F_g) + \Psi \times i_g]$$

$$U_{w+shut} = \frac{1}{(1/U_w + \Delta R)}$$

dove:

- A è la superficie totale dei serramenti (vetro e telaio) [m²]
- U_g è la trasmittanza termica del vetro [W/m²K]
- U_f è la trasmittanza termica del telaio [W/m²K]
- ΔR è la resistenza termica addizionale dovuta a chiusure oscuranti. Se queste sono presenti, è fissata pari a 0,17, altrimenti 0 [m²K/W]
- Ψ è il ponte termico dovuto alla presenza di un eventuale distanziatore (per vetri doppi o tripli) [W/mK]
- i_g è il rapporto tra perimetro del vetro e superficie del serramento, fissato pari a 4 [m⁻¹]
- F_g è la frazione di superficie vetrata della finestra, fissata pari a 0,8 [-]
- U_w è la trasmittanza termica del serramento [W/m²K]
- U_{w+shut} è la trasmittanza termica del serramento con utilizzo di chiusure oscuranti [W/m²K]
- $U_{w,c}$ è la trasmittanza termica del serramento corretta in modo da tener conto di eventuali chiusure oscuranti [W/m²K]
- $\Delta U_{w,c}$ è la differenza tra la trasmittanza termica corretta del serramento prima e dopo la sostituzione [W/m²K]
- f_{shut} è un fattore che tiene conto del tempo e delle temperature medie in cui sono utilizzate le chiusure oscuranti, fissato pari a 0,6 [-]
- f_u è il fattore che tiene conto del numero di serramenti in cui le chiusure oscuranti vengono effettivamente utilizzate, fissato pari a 0,5 [-]

I valori delle trasmittanze termiche di vetro, telaio e distanziatore sono suggeriti in funzione della tipologia di vetro e telaio sulla base di una serie di elementi catalogati (Tabella III.6 e Tabella III.7). Nel caso di soluzioni tecnologiche differenti è possibile inserire manualmente i valori esatti. Da notare che per quanto concerne il distanziatore si è scelto di non distinguere tra un distanziatore di tipo plastico e di tipo metallico, ma di utilizzare un valore medio per la trasmittanza del ponte termico (Tabella III.8).

Tipo di vetro	U_g	g_{gl}
Vetro singolo	5,9	0,85
Vetro singolo selettivo	3,2	0,66
Vetro doppio	3,0	0,75
Vetro doppio con rivestimento selettivo	2,0	0,63
Vetro triplo	1,8	0,70

Vetro triplo con rivestimento selettivo	1,4	0,54
---	-----	------

Tabella III.6 Caratteristiche standard di alcune tipologie di vetri (elaborazione della UNI/TS 11300-1)

Tipo di telaio	U_f
Poliuretano	2,8
PVC (due camere cave)	2,2
PVC (tre camere cave)	2,0
Legno duro	2,1
Legno tenero	1,8
Metallo	5,5
Metallo con taglio termico	2,4

Tabella III.7 Caratteristiche standard di alcune tipologie di telai (elaborazione della UNI/TS 11300-1)

Materiale del telaio	Vetro doppio o triplo non rivestito	Altro tipo
Telaio in legno o PVC	0,055	0,070
Telaio in alluminio con taglio termico	0,070	0,095
Telaio in alluminio senza taglio termico	0,015	0,045

Tabella III.8 Valori della trasmittanza del ponte termico dovuto al distanziatore (elaborazione della UNI EN ISO 10077-1)

Infine, per rendere ancora più semplice l'applicazione della procedura si è deciso di considerare dei componenti standard per la situazione di antecedente l'intervento: si tratta di un vetro singolo con telaio in legno duro per edifici appartenenti alla categoria E.1 di cui al prospetto 8 dell'articolo 13.1 della UNI/TS 11300 e un di un vetro singolo con telaio in metallo per tutte le altre destinazioni d'uso.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.8

Si ritiene che le assunzioni introdotte per il calcolo del coefficiente di scambio termico per trasmissione per quanto riguarda interventi di isolamento dell'involucro opaco siano condivisibili? Se no, per quali motivi?

13.2.4 Flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

Il calcolo del flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste viene effettuato in maniera semplificata adottando una serie di valori convenzionali, applicati agli gli elementi che si affacciano verso l'esterno. La formula utilizzata è la medesima sia per gli elementi opachi che per gli elementi trasparenti (i quali possono essere visti come un ulteriore gruppo). Di seguito vengono illustrate le formule utilizzate:

$$\Delta\Phi_r = \sum_k A_k \times \Delta U_k \times R_{se} \times h_r \times \Delta\theta_{er} \times F_{r,k}$$

$$h_r = 5 \times \varepsilon$$

dove:

A_k è la superficie complessiva degli elementi appartenenti al k-esimo gruppo [m²]

- ΔU_k è la differenza tra la trasmittanza termica degli elementi appartenenti al k-esimo gruppo prima e dopo l'intervento [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
- R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna, pari a 0,04 [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
- h_r è il coefficiente di scambio termico esterno per irraggiamento [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
- ε è l'emissività; convenzionalmente è posta pari a 0,9 per gli elementi opachi e pari a 0,837 per i trasparenti [-]
- $\Delta\theta_{er}$ è la differenza tra la temperatura esterna e la temperatura apparente del cielo, convenzionalmente posta pari a 11 [$^\circ\text{C}$]
- $F_{r,k}$ è il fattore di forma tra il k-esimo gruppo di elementi e la volta celeste, posto pari a 0,5 per le pareti perimetrali e i serramenti e pari a 1 per le coperture [-]

13.2.5 Flussi termici solari

Lo schema seguito da questa procedura prevede che la radiazione solare ceda calore all'edificio sia attraverso gli elementi opachi dell'involucro che attraverso quelli trasparenti. Gli apporti solari all'interno di ambienti non climatizzati non sono presi in considerazione. Le formule utilizzate sono le seguenti:

$$\Delta\Phi_{Sol} = \sum_i \Delta A_{sol,i} \times I_{Sol,i,j} \times F_{ob,i,j}$$

$$I_{Sol,i,j} = \frac{H_{Sol,i,j} \times 10^6}{24 \times 3600}$$

dove:

- $\Delta A_{sol,i}$ è la differenza tra l'area di captazione solare effettiva degli elementi con l'i-esima esposizione prima e dopo l'intervento [m^2]
- $I_{Sol,i,j}$ è l'irradianza solare media del j-esimo mese per l'i-esima esposizione [W/m^2]
- $H_{Sol,i,j}$ è l'irradiazione solare giornaliera media del j-esimo mese per l'i-esima esposizione. Si usano i valori contenuti nella norma UNI 10349 [MJ/m^2]
- $F_{ob,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura relativo ad ostruzioni esterne, per l'i-esima esposizione e il j-esimo mese. Durante la stagione di riscaldamento non si considerano ombreggiamenti, mentre nella stagione di raffrescamento si ipotizza la presenza di ostruzioni esterne tali da formare un angolo di 30° . Tali ipotesi, soprattutto per la stagione di riscaldamento, sono di tipo cautelativo [-]

Gli unici elementi opachi coinvolti nella valutazione degli apporti termici solari sono le pareti verticali che affacciano verso l'esterno e le coperture. Poiché non viene richiesto all'utente di specificare l'esposizione delle pareti, si suppone che l'edificio abbia una distribuzione omogenea delle pareti perimetrali sui 4 punti cardinali. La formula per il calcolo della differenza tra l'area di captazione solare effettiva degli elementi con l'i-esima esposizione prima e dopo l'intervento è la seguente:

$$\Delta A_{sol,i} = A_i \times \Delta U_i \times R_{se} \times \alpha_{sol,i}$$

dove:

- A_i è la superficie degli elementi opachi con l'i-esima esposizione (si veda la Tabella III.9) [m^2]

ΔU_i è la differenza tra la trasmittanza termica degli elementi opachi con l'i-esima esposizione prima e dopo l'intervento [W/m²K]

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna, pari a 0,04 [m²K/W]

$\alpha_{Sol,i}$ è il fattore di assorbimento solare per le pareti perimetrali, posto pari a 0,3 per pareti verticali in zone climatiche A, B e C e pari a 0,6 in tutte le altre situazioni [-]

Nord	Sud	Est	Ovest	Orizzontale
$\frac{A_{pve}}{4}$	$\frac{A_{pve}}{4}$	$\frac{A_{pve}}{4}$	$\frac{A_{pve}}{4}$	A_{cop}
A_{pve} = superficie complessiva delle pareti verticali verso l'esterno A_{cop} = superficie della copertura				

Tabella III.9 Superfici per esposizione

In maniera analoga con quanto fatto per le pareti verticali, anche per gli elementi trasparenti si ipotizza una distribuzione omogenea sui 4 punti cardinali. La formula da utilizzare è la seguente:

$$\Delta A_{sol,i} = \frac{A}{4} \times F_g \times g_{gl}$$

dove:

A è la superficie complessiva dei serramenti sostituiti [m²]

g_{gl} è la trasmittanza di energia solare del vetro (si veda la Tabella III.6)[-]

F_g è la frazione di superficie vetrata del componente trasparente, convenzionalmente fissata pari a 0,8 [-]

18.3 Coefficiente di scambio termico per ventilazione

Nel caso di adozione di un sistema di ventilazione a doppio flusso con recuperatore di calore, l'eventuale risparmio viene valutato rispetto all'adozione di un impianto di ventilazione a flusso semplice. La differenza del coefficiente di scambio termico per ventilazione dipende quindi dall'efficienza del recuperatore secondo la seguente formula:

$$\Delta H_{ve} = \frac{q_{ve,des} \times \eta_{ve} \times \rho_a \times c_a}{3600}$$

dove:

$q_{ve,des}$ è la portata d'aria di progetto del sistema di ventilazione [m³/h]

η_{ve} è l'efficienza del recuperatore di calore [-]

$\rho_a \times c_a$ è la capacità termica dell'aria, pari 1200 [J/m³K]

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.9

Si condivide la scelta di utilizzare un sistema di ventilazione a flusso semplice come baseline?

18.4 Aumento dei consumi elettrici del sistema di ventilazione

I consumi elettrici di un sistema di ventilazione a doppio flusso sono indubbiamente maggiori di un equivalente sistema di ventilazione a flusso semplice, in quanto è da prevedere sia un gruppo di ventilatori per l'aspirazione sia uno per l'immissione dell'aria. In maniera cautelativa si è ipotizzato che i consumi elettrici di un tale sistema fossero esattamente il doppio rispetto ad un sistema a flusso semplice. L'aumento dei consumi elettrici viene valorizzato in detrazione ai risparmi conseguiti per il riscaldamento ed è calcolato come da seguente formula:

$$\Delta E_{ve} = \frac{P_{ve}}{2} \times n_j \times 24$$

dove:

P_{ve} è la potenza elettrica dei ventilatori [kW]

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.10

Si condivide la formula proposta per la quantificazione dell'aumento dei consumi elettrici del sistema di ventilazione? Se no, per quali motivi?

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.11

In generale, si ritengono condivisibili le semplificazioni apportate alle procedure indicate dalla UNI TS11300-1 al fine del calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio? Se no, per quali motivi?

19 Valutazione dell'addizionalità dei risparmi e ripartizione dei titoli di efficienza energetica riconosciuti

Si ritiene che l'approccio metodologico scelto di calcolo del risparmio energetico annuo in base al confronto tra la prestazione energetica complessiva del solo involucro edilizio prima e dopo l'intervento di ristrutturazione consenta di valutare pari al 100% l'addizionalità dei risparmi secondo la procedura descritta nel paragrafo precedente.

La ripartizione tra le tre tipologie di titoli di efficienza energetica dei risparmi energetici calcolati con le formule sopra descritte è funzione del vettore energetico usato per usi termici nell'edificio considerato, per quanto riguarda le porzioni di interventi che permettono miglioramento dell'efficienza energetica del riscaldamento e della ventilazione, ovvero si prevede l'emissione di soli TEE di tipo I per quanto riguarda le porzioni di interventi che permettono miglioramento dell'efficienza energetica del raffrescamento.

In particolare la ripartizione prevede TEE di tipo I per risparmi per raffrescamento o per risparmi per riscaldamento e ventilazione ottenuti presso edifici con impianto di riscaldamento mediante pompa di calore elettrica, di Tipo II per risparmi per riscaldamento e ventilazione ottenuti presso edifici con impianto di riscaldamento a gas, di Tipo III per risparmi per riscaldamento e ventilazione ottenuti presso edifici con impianto di riscaldamento a gasolio o altro vettore energetico diverso dal gas naturale.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.12

Si condividono le considerazioni svolte in merito all'addizionalità del risparmio energetico conseguito e della ripartizione dei titoli di efficienza energetica tra le tre tipologie? Se no, per quali motivi? Si dispone di elementi ulteriori che potrebbero portare a valutazioni diverse?

20 Il software di calcolo

Come anticipato nel paragrafo 18, per agevolare l'utilizzo pratico delle formule matematiche esposte nel precedente paragrafo è stato predisposto un foglio di calcolo in formato MS Excel (versione 2000 e successive) che durante il periodo per la consultazione sarà liberamente disponibile agli operatori per garantire una maggiore trasparenza e la massima visibilità dei complessi calcoli ad esso sottesi.

Il file contiene al suo interno 4 fogli, con le seguenti funzioni:

- "Risultati": è il foglio principale, vi si trova un riassunto dei risultati e il pulsante che consente di caricare i dati di input;
- "Input": è il foglio che riporta i dati di input;
- "Calcoli": in questo foglio sono implementate le formule che consentono la valorizzazione del risparmio di energia primaria;
- "Meteo": è un archivio contenente i dati meteorologici delle località di riferimento.

All'utente sarà richiesto l'utilizzo del solo primo foglio (denominato "Risultati").

Il caricamento dei dati inizia cliccando sul pulsante "Carica caratteristiche in maniera automatica", come mostrato in Figura III.1.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Risparmi energia primaria [10 ⁻³ tep/anno]				
	Pareti	Serramenti	Ventilazione	Totale
Risparmio invernale	0	0	0	0
Risparmio estivo	0	0	0	0
Risparmio totale	0	0	0	0

Titoli di efficienza energetica (per anno)	
I tipo	0
II tipo	0
III tipo	0

Below the tables is a button labeled "Carica caratteristiche in maniera automatica". The spreadsheet interface includes a grid with columns A-L and rows 1-23, and a status bar at the bottom showing "Pronto" and "NUM".

Figura III.1 Foglio "Risultati"

La prima finestra di dialogo che si apre (“Informazioni generali, Figura III.2) richiede 3 informazioni:

- la zona climatica a cui appartiene il comune in cui è effettuato l’intervento;
- la destinazione d’uso dell’edificio;
- il tipo di intervento (isolamento involucro opaco, sostituzione serramenti o entrambi gli interventi);
- la tipologia dell’impianto di riscaldamento presente.

The image shows a software dialog box titled "Informazioni generali". It has a blue title bar with a close button (X) in the top right corner. The main area is light beige and contains the following fields and options:

- Zona climatica:** A dropdown menu with the value "E" selected.
- Destinazione d'uso:** A dropdown menu with the value "E.1 (1) (2) Edifici residenziali" selected.
- Tipo di combustibile o vettore energetico che alimenta l'impianto:** A dropdown menu with the value "Gas" selected.
- Intervento:** A section with three checked checkboxes:
 - Maggiore isolamento involucro opaco
 - Sostituzione serramenti
 - Sistema di ventilazione con recupero di calore

At the bottom center, there is an "OK" button.

Figura III.2 Finestra “Informazioni generali”

A seconda del tipo di intervento si apre la finestra relativa all’involucro opaco (Figura III.3), ai serramenti (Figura III.7) o al sistema di ventilazione (Figura III.8). Nel caso di intervento sull’involucro opaco l’utente è tenuto a precisare su quale tipo di elemento (o su quali tipi elementi) è effettuato l’intervento barrando la casella corrispondente. In funzione della selezione effettuata si apriranno in sequenza la finestra “Pareti verticali” (Figura III.4), “Copertura” (Figura III.5) e/o “Solai e basamenti” (Figura III.6).

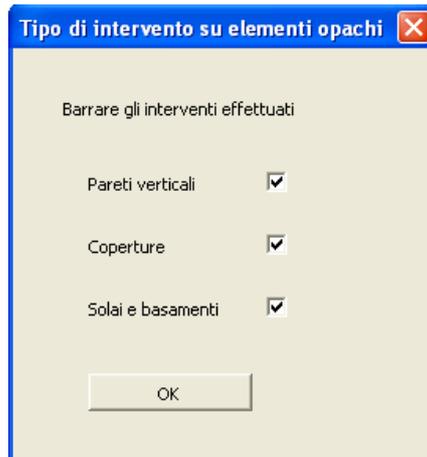


Figura III.3 Finestra “Tipo di intervento su elementi opachi”

Per le pareti verticali è richiesto, per ciascuna parete su cui avviene l'intervento, di barrare la casella corrispondente all'ambiente confinante (esterno, terreno, locale non climatizzato, etc.). Una volta fatto ciò bisogna specificare la superficie e la tipologia di parete (ad esempio parete a cassa vuota, pannello prefabbricato, etc.) e lo spessore, la conducibilità e la posizione (dall'esterno, dall'interno o nell'intercapedine) dell'isolante. Per i solai e i basamenti la finestra è molto simile con la differenza che non viene richiesta la posizione dell'isolante. Infine per la copertura la finestra di dialogo è ancora più semplice in quanto non è richiesto di indicare né posizione dell'isolante né l'ambiente confinante.

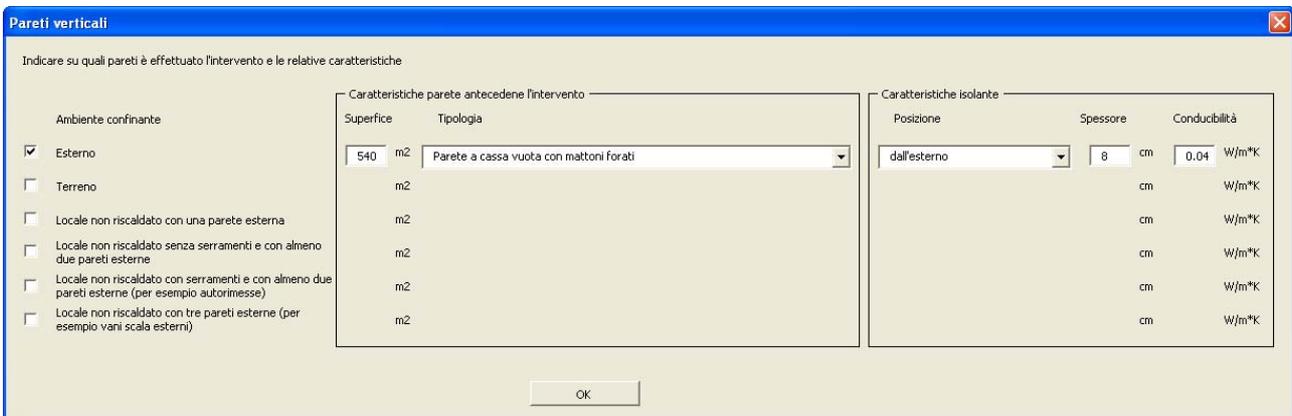


Figura III.4 Finestra “Pareti verticali”

Copertura

Indicare le caratteristiche della copertura

Tipologia copertura antecedente l'intervento Superficie Spessore isolante Conducibilità isolante

Soletta in laterocemento (spessore < 30cm) 200 m² 10 cm 0.04 W/m²K

OK

Figura III.5 Finestra “Copertura”

Solai e basamenti

Indicare su quali elementi è effettuato l'intervento e le relative caratteristiche

Ambiente confinante

- Esterno
- Terreno
- Vespaio
- Piano interrato o seminterrato senza finestre o serramenti esterni
- Piano interrato o seminterrato con finestre o serramenti esterni
- Locale non riscaldato con una parete esterna
- Locale non riscaldato senza serramenti e con almeno due pareti esterne
- Locale non riscaldato con serramenti e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)
- Locale non riscaldato con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)
- Sottotetto - tetto isolato
- Sottotetto - tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinui
- Sottotetto - altro tetto non isolato

Caratteristiche elementi precedenti l'intervento

Superficie	Tipologia di elemento
m ²	
m ²	
200 m ²	Soletta in laterocemento (spessore < 30cm)
m ²	

Caratteristiche isolante

Spessore	Conducibilità
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
5 cm	0.04 W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K
cm	W/m ² K

OK

Figura III.6 Finestra “Solai e basamenti”

La finestra di dialogo per i serramenti è divisa in due parti. In quella superiore è richiesto di indicare la superficie complessiva dei serramenti, il tipo di vetro, il tipo di telaio e l'eventuale presenza di chiusure oscuranti. Completata questa selezione, premendo il pulsante “Avanti”, si ha accesso alla parte inferiore della finestra di dialogo, in cui sono mostrati i valori di default delle caratteristiche termiche per la tipologia di serramento indicata in precedenza. Nel caso avesse a disposizione gli esatti valori reali delle caratteristiche termiche, l'utente, dopo aver premuto il pulsante “Sblocca”, li può inserire manualmente.

Carratteristiche serramenti ✖

Superficie serramenti (comprensiva di telai) m²

Tipo di vetro

Tipo di telaio

Sono presenti chiusure oscuranti (e.g. tapparelle, ecc...)

Le caratteristiche "standard" di una tale tipologia di serramento sono le seguenti:

Trasmittanza vetro	<input type="text" value="2"/> W/(K*m ²)	Fattore solare	<input type="text" value="0.63"/>
Trasmittanza telaio	<input type="text" value="2.2"/> W/(K*m ²)	Ponte termico dovuto al distanziatore	<input type="text" value="0.07"/> W/(K*m)

Per cambiare questi valori cliccare su sblocca

Figura III.7 Finestra “Caratteristiche serramenti”

Per quanto riguarda il sistema di ventilazione, la finestra di dialogo richiede l’inserimento della portata di progetto del sistema di ventilazione, la potenza elettrica dei ventilatori e l’efficienza del recuperatore di calore.

Sistema di ventilazione con recupero di calore ✖

Portata sistema di ventilazione m³/h

Potenza elettrica dei ventilatori kW

Efficienza recuperatore -

Figura III.8 Finestra “ Sistema di ventilazione con recuperatore di calore”

Infine, nell'ultima finestra di dialogo ("Risparmio", Figura III.9), è indicato il risparmio di energia primaria ottenuto.

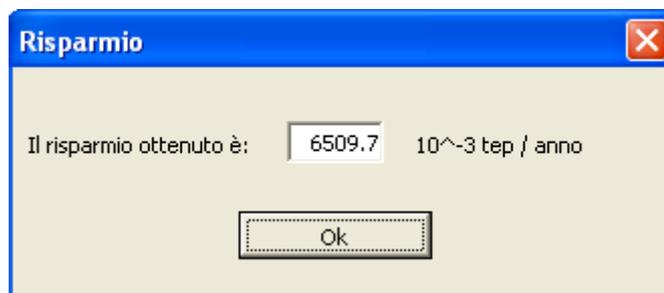


Figura III.9 Finestra "Risparmio"

Il dettaglio dei risultati, ossia i risparmi suddivisi per tipo di intervento e per periodo di riscaldamento e raffrescamento, è mostrato nel foglio "Risultati" (Figura III.10).

Risparmi energia primaria [10 ⁻³ tep/anno]				
	Pareti	Serramenti	Ventilazione	Totale
Risparmio invernale	5041	787	413	6241
Risparmio estivo	188	81		269
Risparmio totale	5229	868	413	6510

Titoli di efficienza energetica (per anno)	
I tipo	0
II tipo	6
III tipo	0

Figura III.10 Foglio "Risultati" alla fine della simulazione

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. III.13

Si condivide l'impostazione del foglio di calcolo proposto? Se no, per quali motivi? Ritenete che disattenda quanto descritto nei paragrafi precedenti? Si dispone di elementi ulteriori che potrebbero portare a valutazioni diverse?

21 Riferimenti bibliografici

- [1] RSE, Ricerca di Sistema, Quarto Periodo, “Proposte di miglioramento di procedure per la valutazione del risparmio esistente (schema dei Certificati Bianchi), febbraio 2010. <http://www.rse-web.it/Documenti/SintesiDoc.aspx?idN=2209&idD=2620>
- [2] UNI/TS 11300-1:2008, Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- [3] UNI EN ISO 13790:2008, Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- [4] UNI 10349:1994, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici.
- [5] UNI EN ISO 10077-1:2002, Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato.
- [6] Regione Lombardia, Aggiornamento della procedura di calcolo per la certificazione energetica, allegato al Decreto n. 5796 dell’11 giugno 2009.
- [7] UNI EN 308:1998, Scambiatori di calore - Procedimenti di prova per stabilire le prestazioni dei recuperatori di calore aria/aria e aria/gas

APPENDICE 3 - Proposta di nuova Scheda tecnica n. 30 - interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio ai fini di riduzione dei fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento

1. ELEMENTI PRINCIPALI

1.1 Descrizione dell'intervento

Tipologia di intervento:	Climatizzazione ambienti e recuperi di calore in edifici climatizzati con l'uso di fonti energetiche non rinnovabili Interventi per la riduzione della domanda di energia per il condizionamento
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella A, tipologia di intervento n. 7 Tabella B, tipologia di intervento n. 11
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004 e s.m.i.:	Tabella A, tipologia di intervento n. 3 Tabella B, tipologia di intervento n. 13
Sotto-tipologia di intervento:	Interventi per l'isolamento termico degli edifici Applicazioni delle tecniche dell'architettura bioclimatica, del solare passivo e del riscaldamento passivo
Settore di intervento:	Domestico e terziario
Tipo di utilizzo:	Riscaldamento, raffrescamento, ventilazione degli edifici
Condizioni di applicabilità della procedura	Si veda quanto riportato ai precedenti paragrafi 16 e 17

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione:	Valutazione standardizzata
Coefficiente di addizionalità	$a = 100\%$
Risparmio specifico netto di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento:	$R = a \cdot R_{TOT} \quad [10^{-3} \text{ tep/anno}]$
Tipi di Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti all'intervento:	Tipo I per risparmi per raffrescamento o per risparmi per riscaldamento e ventilazione ottenuti presso edifici con impianto di riscaldamento mediante pompa di calore elettrica; Tipo II per risparmi per riscaldamento e ventilazione ottenuti presso edifici con impianto di riscaldamento a gas; Tipo III per risparmi per riscaldamento e ventilazione ottenuti presso edifici con impianto di riscaldamento a gasolio o altro vettore energetico

2. NORME TECNICHE DA RISPETTARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 17.

3. DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 17.

4. DOCUMENTAZIONE SUPPLEMENTARE¹ DA CONSERVARE

Si veda quanto indicato al precedente paragrafo 17.

¹ In aggiunta a quella specificata all'articolo 14, comma 3, delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, 18 settembre 2003, n. 103/2003 e s.m.i.

PARTE IV - Proposta metodologica per la predisposizione di scheda tecnica standardizzata relativa all'installazione in ambito domestico di dispositivi per la connettività a larga banda

22 Quadro di riferimento

La presente proposta metodologica viene diffusa per sollecitare il contributo degli operatori, che si ritiene indispensabile per completare le analisi riportate nel seguito e disporre di un quadro completo del mercato di riferimento sul quale basare la successiva proposta di scheda tecnica.

La notevole diffusione della rete a larga banda e dei servizi broadband (BB) ha comportato negli ultimi anni l'installazione di nuovi apparati sia lato rete sia, in particolare, lato clienti finali, utilizzatori dei servizi di connessione a internet. Per quanto concerne questi ultimi, oggi nelle case di milioni di consumatori sono già presenti numerosi dispositivi elettronici (computer, monitor, apparati multimediali, modem) necessari per poter beneficiare dei nuovi servizi BB, ed il loro numero è destinato ad aumentare. In questo scenario, il prodotto che dal punto di vista dei consumi energetici richiede un'attenzione particolare è quello che consente la connessione alla rete, il cosiddetto "Modem/Access Gateway", dal momento che in molti casi risulta essere acceso 24 ore su 24 (basti pensare al caso dei clienti che utilizzano servizi telefonici VoIP o agli utilizzatori dei servizi *peer-to-peer* che rimangono connessi alla rete in modo continuo per scaricare file audio/video).

Il consumo medio di un singolo Modem/Access Gateway (di seguito: AG) è nell'ordine di pochi Watt, ma pensando all'enorme diffusione di questo tipo di apparati, si realizza che l'impatto energetico a livello nazionale è tutt'altro che trascurabile (ad esempio, un consumo di 10 W per l'intero giorno e l'intero anno da parte di 10 milioni di clienti corrisponderebbe complessivamente ad un fabbisogno di energia di quasi 1 TWh, circa lo 0,3% del consumo di energia elettrica nazionale). È inoltre da considerare che le reti BB (sia a livello nazionale sia europeo/mondiale) sono in continua crescita: per tale ragione diventa essenziale valutare ed implementare nuove tecnologie a basso consumo energetico in grado di ridurre la bolletta energetica dei consumatori e l'impatto ambientale complessivo.

La Commissione Europea, al fine di migliorare l'efficienza energetica e ridurre i consumi degli AG, ha redatto un Codice di Condotta (CoC, [8]), all'interno del quale sono indicati i valori massimi tendenziali di consumo per ogni specifica tipologia di AG (target di consumo). È un accordo volontario al quale possono aderire i produttori di AG che rispettano i limiti imposti. Le specifiche introdotte sono state pubblicate nella versione n. 3 a fine 2008 ed hanno una validità di tre anni, con due livelli diversi di target di cui il primo valido per il biennio 2009-2010 (Tier 1) e il secondo valido per il 2011 (Tier 2). Nel corso del 2011 è prevista la pubblicazione della versione n. 4, che definirà i valori di consumi target probabilmente per il periodo 2011-2014; in base alla prassi adottata nelle precedenti versioni del CoC, con il passaggio ad una versione successiva i valori specificati per il Tier 2 vengono inseriti al Tier 1, mentre i valori del nuovo Tier 2 vengono ulteriormente abbassati. Le aziende che hanno aderito a tale codice rappresentano i principali produttori di AG a livello europeo e italiano.

23 La tecnologia

Il prodotto Modem/Access Gateway Broadband è un dispositivo acceso 24 ore su 24 (always on) installato a casa del cliente dei servizi di telecomunicazioni a larga banda.

La sua architettura generale è abbastanza complessa: a seconda del numero e della tipologia di servizi che esso può supportare, può essere costituito da un numero di sottocomponenti molto ridotto (in tal caso si parla genericamente di Modem) oppure decisamente elevato (in questo caso si parla invece di Modem-Router, Access Gateway o Home Gateway). La seguente Figura IV.1, tratta dal documento Home Gateway Initiative RD009-R3 “Requisiti per l’efficienza energetica degli Home Gateway” [9], fornisce un esempio dei possibili moduli presenti all’interno del prodotto, a quali sono associati precisi consumi energetici:

- *CPU sub system e Memory*: processore principale dell’apparato e della memoria di supporto che consente l’elaborazione del flusso di dati trasmesso e ricevuto nel periodo di connessione alla rete;
- *Power Supply*: alimentatore esterno (converte tipicamente la corrente alternata a 230 V in corrente continua a bassa tensione, ad es. 12V);
- *Internal Power Supply*: circuito di conversione interna della tensione di alimentazione (riduce la tensione in corrente continua per adattarla alle specifiche necessità dei singoli componenti);
- *Power management*: è la specifica modalità di gestione dei consumi dell’apparato (es. gestione del passaggio dallo stato “full power” allo stato “low power” nel momento in cui il traffico scambiato con la rete internet è al di sotto di una determinata soglia);
- *FXS (Foreign eXchange Station)*: porte per la connessione di telefoni analogici;
- *DECT*: antenna per la connessione di telefoni cordless in tecnologia DECT;
- *Wi-Fi*: antenna per la connessione di dispositivi wireless compatibili con la tecnologia Wi-Fi;
- *Ethernet*: porte per la connessione di computer ed altri dispositivi dotati di interfaccia compatibile;
- *USB*: porte per la connessione di chiavette, hard disk ed altri dispositivi dotati di interfaccia compatibile;
- *LEDs Row*: gruppo di LED per la visualizzazione delle diverse funzionalità del prodotto (accensione, livello di traffico, stato del collegamento con la rete, etc.);
- *WAN (Wide Area Network)*: porta per la connessione del dispositivo alla rete broadband (ADSL, VDSL, ottica ...).

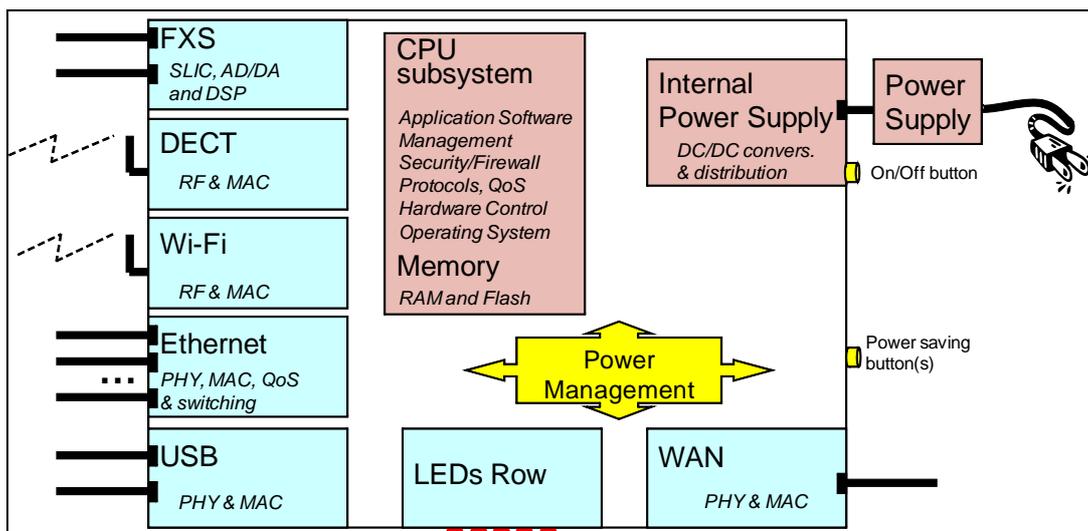


Figura IV.1 - Esempio di Componenti di un Access Gateway [1]

23.1 Analisi dei consumi energetici

In generale, non tutti i componenti sopra elencati saranno necessariamente presenti nel prodotto, soprattutto per quanto riguarda le interfacce lato rete domestica (riportate nella parte sinistra della figura). D'altro canto, alcuni componenti come la parte di processamento centrale (CPU) potranno corrispondere a livelli di consumo molto diversi a seconda della specifica implementazione, in quanto l'Access Gateway potrà essere dotato di funzionalità software più complesse che richiederanno un processore più "potente" e una capacità di memoria maggiore.

Al fine di poter stimare, almeno in modo approssimato, la potenza utilizzata nell'esercizio delle loro diverse funzioni da alcuni tra i Modem/Access Gateway Broadband attualmente in commercio, è stata effettuata una prima campagna di misure; lo scopo è stato quello di elaborare un benchmark di mercato sui consumi medi annui, esplorando in particolare le variazioni di potenza assorbita al variare dello stato di funzionamento del prodotto. In questa analisi sono stati considerati prodotti di tipologia "base" per l'accesso a banda larga, dotati di uno *switch ethernet*, interfaccia WAN ADSL2+, connettività wireless Wi-Fi, e porta USB.

In particolare sono state analizzate le prestazioni energetiche dei dispositivi nei due stati limite di funzionamento, ovvero quello di "low power" e quello di "full power":

- lo stato di Low Power è quello in cui le funzioni del AG sono attive ma non comprendono la gestione di traffico generato dall'utente o dalla rete; in particolare si considera come stato di low power quello in cui non c'è traffico in elaborazione su alcuna porta;
- lo stato di Full Power è, invece, quello in cui tutte le interfacce dell'AG sono nella condizione di dover smaltire del traffico.

Sono stati selezionati sette apparecchi tra quelli più comunemente utilizzati dagli operatori di telefonia, realizzati da sette diversi produttori (Belkin, D-Link, Netgear, Pirelli, Sagem, Telsey e Thompson) a fronte del fatto che oggi sul mercato europeo risultano essere 14 i principali produttori di dispositivi Modem/Access Gateway. La sottostante Tabella IV.1 mostra i risultati delle misure effettuate, riportando i valori di energia utilizzata nei due stati di funzionamento in esame e calcolando il valore di consumo annuo presunto in base a cicli giornalieri tipici di accensione/spegnimento (*duty cycle* annuo).

	Low power [W]	Full Power [W]	Duty Cycle Annuo [kWh]
Prodotto A	9,1	11,7	83,51
Prodotto B	5,6	7,7	52,12
Prodotto C	5	6,9	46,57
Prodotto D	8,7	10,7	79,13
Prodotto E	8,9	10,6	80,45
Prodotto F	10,8	11	94,90
Prodotto G	9,8	11,4	88,18
Media	8,27	10,00	74,98
Riferimento al CoC Tier 1	6,3	10,2	60,88
Riferimento al CoC Tier 2	4,2	8,6	43,21

Tabella IV.1 – Benchmark consumi dei principali Modem/Access Gateway

I valori di *duty cycle* annuo (DCA) sono stati calcolati secondo la seguente formula:

$$DCA = (20 \cdot L + 4 \cdot F) \cdot 365 / 1000 \text{ [kWh]} \quad (IV.1)$$

dove:

L e F sono le potenze elettriche assorbite rispettivamente negli stati di low power e di full power; 20 e 4 sono le ore giornaliere di funzionamento dell'AG rispettivamente negli stati di low power e di full power.

23.2 I prezzi di mercato

I sette dispositivi oggetto del test descritto in precedenza sono oggi in vendita al pubblico a prezzi compresi tra 26 € e 60 €, con un valore medio pari a circa 40 €. È importante sottolineare che le differenze di prezzo tra i vari modelli non sono particolarmente legate ad aspetti di maggior o minor consumo energetico (che dipendono tra l'altro non solo dalla scelta di componenti hardware a maggiore efficienza energetica, ma anche da miglioramenti a livello software). Si può ragionevolmente ritenere che, in media, l'aspetto di consumo energetico sia responsabile di una quota compresa tra il 5% e il 15% delle suddette differenze di costo.

23.3 Opportunità di ottimizzazione dei consumi

L'AG non utilizza, per tutto il tempo in cui rimane acceso, il set completo di funzionalità di cui è dotato, ma il suo consumo continuo penalizza il cliente finale; il miglioramento dell'efficienza energetica di questi dispositivi si configura quindi come un fattore che potrebbe condizionare la scelta del prodotto da parte (o di un pacchetto di servizi incentrati sul prodotto, nel caso di dispositivi in comodato d'uso) dell'utilizzatore.

Le strategie di risparmio energetico per un AG sono molteplici:

- esistono periodi di tempo in cui l'AG resta in attesa di input ma non supporta di fatto alcun servizio; per le caratteristiche di alcuni servizi (es. voce) la strada di spegnimento del prodotto a cura dell'utente non è percorribile, per cui occorre sviluppare meccanismi automatici di limitazione del consumo;
- l'AG dovrebbe consumare livelli di energia compatibili con l'effettivo livello di attività; un'architettura modulare può aiutare in tal senso, in quanto più facilmente parti non attive di prodotto possono essere mandate a consumo minimo oppure spente;

- moduli non utilizzati a lungo devono avere la possibilità di rimanere spenti a meno di intervento diretto del cliente o del sistema di gestione remota;
- le funzioni essenziali dell'AG possono essere soggette a un alto numero di accorgimenti che ne limitano il consumo (velocità del clock, gestione della memoria, gestione dei LED, etc.);
- l'alimentatore deve essere il più efficiente possibile, pur rimanendo sufficientemente potente da alimentare determinate periferiche esterne connesse per esempio alle porte USB dell'AG.

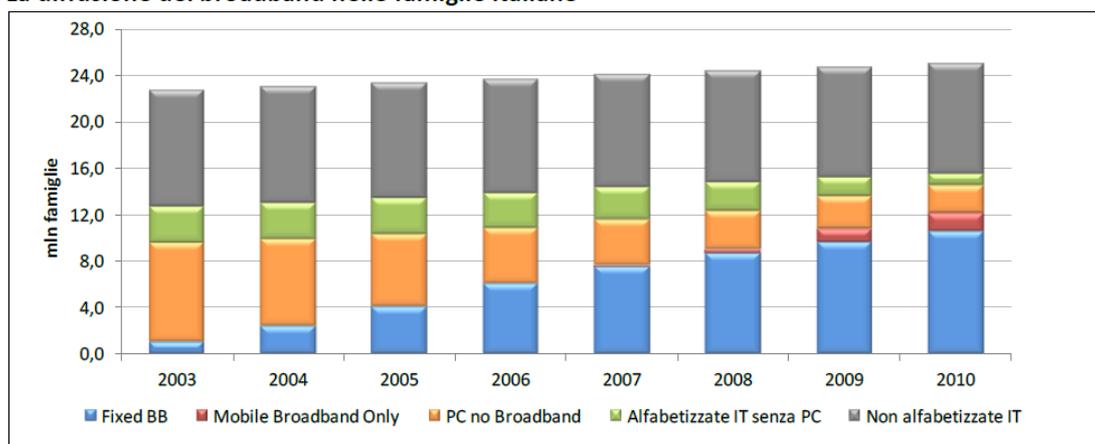
In sintesi, dunque, le strategie di efficientamento di questi dispositivi dovrebbero essere orientate a raggiungere un livello di consumo minimo quando l'AG non gestisce traffico, dotandolo di meccanismi di "wake up", cioè di ritorno alla piena funzionalità, molto rapidi (HGI – Home Gateway Initiative, si veda bibliografia - parla di "subsecond timescale"); il consumo del prodotto deve inoltre essere proporzionale all'effettivo livello di attività e ogni sub componente deve supportare i propri meccanismi di basso consumo o "low power".

24 Situazione di mercato e potenziale di penetrazione

Ogni linea broadband attiva è connessa a un Modem/Access Gateway più o meno complesso, che nella configurazione di base è composto, al minimo, dalla parte di interfaccia con la rete broadband WAN, dalla parte di processamento e memoria e da una interfaccia Ethernet verso la rete domestica LAN, e al massimo ha la complessità di cui alla descrizione HGI (cfr. Figura IV.2). La penetrazione di mercato di questo tipo di prodotto è quindi la stessa, attuale e potenziale, delle linee broadband, che solo nel caso ADSL in Europa superano attualmente i 90 milioni.

Secondo una recente Press Release emessa dalla Società Between, a Giugno 2010 si contano in Italia circa 12,2 milioni di abbonati broadband, di cui circa 10,6 su rete fissa (a cui corrisponde la stessa numerosità di modem/Access Gateway). L'incremento del bacino di utenza broadband, di quasi 1,5 milioni di famiglie negli ultimi 12 mesi, è da ricondurre principalmente alla creazione di nuovi nuclei familiari e all'avanzamento del processo di saturazione delle famiglie alfabetizzate informaticamente, ovvero con almeno un componente in grado di utilizzare un personal computer.

La diffusione del broadband nelle famiglie italiane



Fonte: Osservatorio Banda Larga - Obiettivo Ultrabroadband, Between 2010

Figura IV.2 - Diffusione del broadband nelle famiglie italiane

Secondo dati OCSE [10] a dicembre 2009, nel nostro Paese si contavano 12,33 milioni di abbonati broadband, a cui corrisponde la stessa numerosità di modem/Access Gateway. Per quanto concerne la diffusione futura del BB in Italia, dalle proiezioni dei dati storici si deduce un trend di crescita plausibile in Italia del 5-10% annuo per i prossimi due anni.

Da quanto riportato emerge che eventuali risultati di miglioramento dell'efficienza energetica di Modem/Access Gateway sono da moltiplicare per numeri molto elevati e destinati a crescere. Alle nuove future installazioni, inoltre, si affiancherà la progressiva sostituzione del parco installato che, grazie all'evoluzione delle tecnologie di rete e dei servizi, diventerà progressivamente obsoleto.

25 Proposte relative alla valutazione dell'addizionalità dei risparmi

Il mercato dei Modem/Access Gateway allo stato attuale non prevede una differenziazione chiara in termini di consumi o classi di efficienza energetica tra i diversi prodotti acquistabili (a differenza di altre categorie, come ad esempio i frigoriferi, per i quali esistono le varie classi A, B, etc. o apparecchi come monitor e stampanti, per i quali esistono specifiche etichettature energetiche – “Energy Star”, “TCO”, ecc. – rilasciate sulla base di particolari requisiti). In futuro si può prevedere che anche i Modem/Access Gateway siano caratterizzabili con apposite marchiature, ma già oggi esistono sul mercato nuovi prodotti per i quali i produttori dichiarano standard di efficienza energetica elevati.

In base a preliminari considerazioni qualitative si ritiene di poter valutare come completamente addizionali i risparmi energetici conseguibili da dispositivi che rispettano i requisiti minimi imposti dal CoC in base alla procedura di calcolo esposta nel seguito.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. IV.1

Condividete l'illustrazione compiuta in merito alla situazione di mercato? Disponete di ulteriori dati e informazioni che possano consentirne una integrazione?

26 Requisiti di prodotto e campo di applicazione

I requisiti funzionali che Modem/Access Gateway devono implementare per ottimizzare la propria efficienza energetica sono stati ufficialmente concordati in ambito HGI [9], grazie ad un'azione comune da parte di operatori di telecomunicazioni e di produttori sia di singoli componenti (es. CPU, interfacce wireless), sia di sistemi completi. I suddetti requisiti sono pertanto presi come linea guida nell'ambito della procedura per individuare i dispositivi ammissibili all'utilizzo della scheda tecnica. I valori specificati dal CoC sono target che rappresentano un livello di eccellenza corrispondente a circa il 20-25% del mercato e sono ottenuti tramite l'implementazione dei suddetti requisiti funzionali, i quali però possono consentire di ottenere prestazioni energetiche anche migliori di quelle indicate dal CoC, in alcune specifiche configurazioni di prodotto.

La metodologia di misura del consumo energetico degli Access Gateway che dovrà essere applicata sia da chi richiede i certificati bianchi, sia dall'ente che si occuperà di determinare il parametro di confronto per la loro concessione, è definita nel documento redatto da ETNO (Associazione Europea degli operatori di telecomunicazioni) in occasione dello svolgimento della campagna di misura consumi denominata GREEN (*Green Router for Energy Efficiency home Networking*) [11]. Tale documento è stato utilizzato come base per la stesura del documento normativo ETSI

“DTS/EE-00021: Measurement method for power consumption of customer premises equipment” di cui si prevede la pubblicazione nel corso del 2011.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. IV.2

Condividete la proposta dell’Autorità in merito al campo di applicazione della scheda e alla normativa tecnica di riferimento? Se no, per quali motivi?

27 Requisiti di progetto

L’intervento dovrebbe prevedere l’acquisto di nuovi Modem/Access Gateway ad elevata efficienza energetica da fornire, da parte dell’Operatore (fornitore dei servizi di accesso a internet), ai clienti broadband in sostituzione del vecchio apparato ad elevato consumo (caso A) o come attivazione di nuova linea (caso B). L’acquisto dei suddetti AG e l’effettiva realizzazione dell’intervento di installazione a casa del cliente dovranno essere comprovati attraverso la conservazione delle fatture di acquisto o di noleggio in comodato d’uso. Al fine di comprovare la qualità degli AG oggetto di acquisto/noleggio, le fatture dovranno riportare esplicita indicazione di numero, marca e modello. Inoltre, occorrerà conservare per ciascuna tipologia di prodotto una relativa scheda tecnica completa, riportante esplicita indicazione delle prestazioni energetiche certificate per quel modello.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. IV.3

Condividete la proposta dell’Autorità in merito alle modalità di svolgimento del progetto? Se no, per quali motivi?

Riterreste opportuno prevedere anche la possibilità di sviluppare interventi basati sull’acquisto diretto di AG efficienti da parte dei clienti finali (caso C)? Se sì, quali modalità riterreste più idonee per sviluppare progetti che garantiscano l’addizionalità dei risparmi incentivati?

28 Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

Come già accennato in precedenza, ogni specifico dispositivo AG è caratterizzato da consumi energetici che dipendono fortemente anche dal numero di moduli hardware che lo compongono e dunque dalle funzioni che è in grado di svolgere. Per questo motivo, nell’ambito del Codice di Condotta Europeo, è stata definita una precisa metodologia di calcolo dei “consumi target” per qualunque specifica configurazione di prodotto. Tale metodologia è stata resa disponibile sotto forma di foglio di calcolo in formato MS Excel, scaricabile dal sito internet del JRC, all’indirizzo:

http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/xls/Reporting_form_CoC_BB_equipment_V3_&_V2_rev_1-1.xls.

In sostanza, dunque, il CoC identifica limiti di consumo base e aggiuntivo per singola funzionalità e, grazie a questa granularità, è in grado di identificare il consumo target associabile a qualsiasi configurazione di prodotto.

Al fine di calcolare con metodologia standardizzata il risparmio energetico conseguito dall’installazione presso gli utenti finali di un certo tipo di dispositivo, è necessario confrontare le prestazioni dello specifico apparecchio con quelle medie di mercato; si propone di definire questo

secondo valore come il prodotto tra il consumo target definito in base alla metodologia fissata nel CoC e un fattore correttivo FC, che rappresenta lo scostamento medio tra i consumi effettivi degli apparecchi sul mercato e i consumi target imposti dal CoC per un prodotto con le medesime funzionalità.

Il risparmio specifico lordo (RSL) per ogni singolo apparecchio installato verrebbe in altre parole calcolato sottraendo l'effettivo consumo (misurato in base alla metodica ETNO) al prodotto tra un FC medio di mercato (assunto costante per tutte le configurazioni) e il consumo target calcolato secondo il CoC.

Per calcolare un valore di FC che rappresenti efficacemente quanto le prestazioni di mercato (in termini di consumi di *duty cycle* annuale, come calcolato nel precedente paragrafo 23) si discostano in media da quelle prospettate dal CoC, sarebbe necessario effettuare un campionamento dei dispositivi più diffusi per diverse tipologie di prodotto e misurarne i consumi in laboratorio secondo la metodologia ETNO. Ad esempio, sulla base delle misurazioni compiute sui sette dispositivi citati al precedente paragrafo 23, si stimerebbe un fattore correttivo per il 2010 pari a 1,232 (= 78,98 kWh / 60,88 kWh).

Una volta fissato un valore di FC che si ritenga mediamente rappresentativo dei consumi dei dispositivi AG presenti sul mercato e che lo saranno ragionevolmente anche nei due anni successivi (ad es. nel periodo 2011-2013), si potrebbe calcolare il risparmio specifico per ogni UFR nel modo seguente:

$$RSL = f_E \cdot (FC_{2011-2013} \cdot DCA_{CoC} - DCA) \quad [tep/AG/anno] \quad (IV.2)$$

dove:

f_E è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh_e (ai sensi della delibera EEN 3/08);

$FC_{2011-2013}$ è il valore del fattore correttivo ritenuto rappresentativo della situazione di mercato nel periodo 2011-2013 [-];

DCA_{CoC} è il duty cycle annuo di riferimento per un dispositivo che sia composto dai medesimi moduli hardware del dispositivo oggetto di analisi, valutato sulla base della formula (IV.1) con consumi di "low power" e "full power" valutati in base al CoC [kWh/anno];

DCA è il duty cycle annuo valutato per il dispositivo oggetto di analisi, valutato sulla base della formula (IV.1) con consumi di "low power" e "full power" misurati secondo la procedura ETNO [kWh/anno].

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. IV.4

Si condivide l'impostazione adottata per la procedura di calcolo dei risparmi di energia primaria da incentivare con il rilascio di TEE? Se no, per quali motivi?

Si condivide la formula proposta per valutare il consumo annuo tipico di un Modem/Access Gateway (DCA)? Se no, per quali motivi?

Si condivide la metodologia proposta per la valutazione del fattore correttivo FC? Se no, per quali motivi?

29 Riferimenti bibliografici

- [8] EC Joint Research Center, “European Code of Conduct for Broadband Equipment”, version 3 del 18 novembre 2008
http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_broadband%20communication.htm;
- [9] Home Gateway Initiative (HGI) – “Requirements for an energy efficient home gateway - HGI-RD009-R3”, 14 ottobre 2010, http://www.homegatewayinitiative.org/publis/RD-009-R3_Req-for-an-energy-efficiency-HG.pdf;
- [10] OCSE, “Total Broadband Subscribers per Country”, June 2010, http://www.oecd.org/document/54/0,3343,en_2649_34225_38690102_1_1_1_1,00.html;
- [11] European Telecommunication Network Operators’ Association (ETNO), “GREEN Benchmark - Requirements for the reference boards”, <http://www.etno.be/LinkClick.aspx?fileticket=czK6zj6x8yg%3d&tabid=2260>;

PARTE V - Proposta metodologica per la predisposizione di scheda tecnica standardizzata relativa a interventi di installazione di gruppi di continuità ad alta efficienza

30 Premessa

Con comunicazione datata 14 ottobre 2010 l'Unità Tecnica Efficienza Energetica dell'ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) ha trasmesso agli Uffici dell'Autorità le prime analisi preliminari per la definizione di nuove schede tecniche sviluppate dall'Ente nell'ambito della Convenzione approvata con deliberazione n. 4/06 e successivamente rinnovata con deliberazione GOP 26/09, nelle more della completa attuazione di quanto previsto dal decreto legislativo n. 115/08. Alcune di queste analisi sono incluse in un rapporto predisposto dall'ENEA e dalla FIRE nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico e pubblicato a settembre 2010 sul sito internet dell'ENEA [12].

Tra le analisi preliminari inviate all'Autorità con la citata comunicazione, quella relativa ai gruppi di continuità ad alta efficienza è stata utilizzata per la presente proposta metodologica, presentando già un livello di approfondimento tale da poter costituire la base per la consultazione degli operatori; tenuto conto degli esiti della consultazione, sulla base di tale proposta metodologica potrà essere successivamente elaborata una proposta di scheda tecnica. Nel prosieguo sono illustrati alcuni elementi salienti dell'analisi sviluppata nell'ambito del citato rapporto [12], al quale si rimanda per i dettagli delle analisi effettuate da ENEA e FIRE, e viene proposta una metodologia di valutazione dei risparmi energetici.

31 Introduzione

I Gruppi di continuità o UPS (*Uninterruptible Power Supply*) sono sistemi che garantiscono qualità e continuità elettrica, elementi fondamentali sia nel settore industriale che nel terziario.

Si trovano applicazioni di UPS in centri elaborazione dati, strutture sanitarie, processi industriali, aeroporti e stazioni, sistemi di telecomunicazione, dispositivi antincendio e antintrusione, etc. La continua informatizzazione e diffusione dei servizi web rende il mondo dei *data center* una delle applicazioni più interessanti. Anche nel testo definitivo del Piano di Azione Nazionale inviato alla Commissione Europea, tra le misure previste per l'efficienza energetica per conseguire gli obiettivi al 2020 compaiono gli UPS efficienti come apparecchi correlati alla diffusione di sistemi ICT efficienti. Nella maggior parte di tali applicazioni l'alimentazione viene garantita da sistemi UPS statici.

Il funzionamento di queste apparecchiature è continuo per 24 ore al giorno e le potenze in gioco possono essere molto elevate, per cui una variazione di efficienza anche di pochi punti può dare notevoli vantaggi. La Commissione Europea, al fine di migliorare l'efficienza energetica e ridurre i consumi degli UPS, ha redatto un Codice di Condotta (CoC, [13]), all'interno del quale sono indicati i valori minimi di efficienza divisi per classi di potenza e carico. È un accordo volontario al quale possono aderire i produttori di UPS statici che rispettino i limiti imposti. Le specifiche introdotte sono state pubblicate all'inizio dell'anno 2008 ed hanno una validità di tre anni; a gennaio

2011 è previsto un aumento di tali valori. Le aziende che hanno aderito a tale codice rappresentano i principali produttori di UPS a livello europeo e italiano.

32 La tecnologia

Nel mercato sono presenti due tipologie di gruppi di continuità:

- gruppi di continuità statici;
- gruppi di continuità rotanti o dinamici.

Gli UPS statici sono formati principalmente da un raddrizzatore, un inverter ed un gruppo batterie.

Ogni UPS viene dimensionato per il carico che deve alimentare, indicato in kVA, e la sua efficienza è massima per valori di carico prossimi a quello massimo. I valori di rendimento generalmente peggiorano molto quando si scende al di sotto del 30% del carico massimo. Negli UPS di ultima generazione si cerca di ottenere un'efficienza più costante possibile al diminuire del carico. La tendenza attuale è quella di installare gruppi di UPS modulari che possano adeguarsi alle condizioni di carico richieste e lavorare nella parte di curva a maggior rendimento.

Gli UPS dinamici – o *flywheel* – sono sistemi che svolgono la stessa funzione degli statici, ma possono essere installati anche senza la presenza delle batterie, garantendo però continuità di alimentazione per circa 10-15 secondi. Questi dispositivi sono formati da un volano che viene messo in rotazione ad alta velocità accumulando energia cinetica, convertita in energia elettrica in caso di interruzione dell'alimentazione. Per garantire l'erogazione dell'energia per un periodo prolungato è necessaria la presenza delle batterie e/o di un gruppo elettrogeno, che può essere avviato dalla *flywheel*. Gli UPS dinamici sono caratterizzati da rendimenti elevati, intorno al 96-97%. Essi presentano inoltre il vantaggio di poter operare in condizioni ambientali meno restrittive di quelle richieste dagli UPS statici, con possibili vantaggi di riduzione dei consumi per il condizionamento.

33 Situazione di mercato

Secondo i dati presentati nel rapporto [12], i consumi relativi a carichi sotto UPS nel 2008 erano pari a circa 18,5 TWh, di cui circa 12,0 TWh negli uffici, 4,5 TWh nell'illuminazione pubblica/privata di emergenza, 1,0 TWh nel settore industriale, 0,5 TWh nei trasporti ed altri 0,5 TWh nelle apparecchiature elettromedicali. Considerando il trend di crescita del settore terziario, all'interno del quale sono ricomprese le maggiori installazioni di UPS, è possibile ipotizzare un aumento dei consumi dei carichi sotto gruppi di continuità del 1,5% annuo, arrivando così nel 2020 ad un consumo di circa 21,8 TWh.

Viene inoltre stimato che nel 2008 fossero poco più di 900.000 gli UPS installati (limitatamente a quelli funzionanti nella modalità in “doppia conversione”). Suddividendo il parco UPS in tre intervalli di potenza – 0-10 kVA, 11-100 kVA e potenza maggiore di 100 kVA – e considerando un tasso di mortalità rispettivamente di 4, 8 e 12 anni, è stato previsto che numero di UPS installati al 2020 potrebbe raggiungere quota 1.035.000; si può prevedere che le fasce di potenza che avranno i maggiori sviluppi saranno le prime due, in ragione della diffusione di sistemi UPS modulari con potenze di targa basse, ma che assemblati possono superare il MW di potenza.

Per quanto riguarda i nuovi sistemi, che presentano tre modalità di funzionamento ed efficienza massima (i benefici maggiori si ottengono però solo in alcune condizioni di carico/alimentazione), i

numeri delle vendite sono ancora trascurabili, sia perché sono pochi i modelli disponibili, sia perché i costi sono elevati. L'introduzione nel meccanismo dei TEE di un premio per tali dispositivi potrebbe spingere alla scelta di UPS più efficienti.

In base a quanto visto precedentemente, si può affermare che l'efficienza energetica nei sistemi UPS è ancora un parametro che non viene preso in adeguata considerazione nella fase di acquisto, fondamentalmente per la scarsa abitudine delle aziende a predisporre le specifiche di acquisto in una logica di LCCA (*life cycle cost analysis*), metodologia che consentirebbe di confrontare l'extracosto delle tecnologie efficienti con i risparmi sul ciclo di vita della macchina considerata.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. V.1

Condividete l'illustrazione compiuta in merito alla situazione di mercato? Disponete di ulteriori dati e informazioni che possano consentirne un'integrazione?

34 Campo di applicazione

La scheda può essere applicata a gruppi di continuità statici, dinamici e rotanti che rispettino i requisiti imposti nell'ambito del Codice di Condotta elaborato dal dal Joint Research Center della Commissione Europea [13].

Il rendimento effettivo dei nuovi UPS dovrà essere valutato secondo le seguenti norme tecniche:

- CEI EN 62040-3:2002 “Sistemi statici di continuità (UPS) - Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova”;
- CEI EN 88528-11:2005 “Gruppi elettrogeni a corrente alternata azionati da motori a combustione interna a pistoni Parte 11: Gruppi di continuità rotanti - Prestazioni richieste e metodi di prova”.

Una scheda tecnica semplificata quale quella qui ipotizzata potrebbe essere applicabile trasversalmente ai molti settori di utilizzo degli UPS sopra citati (data center, uffici, illuminazione pubblica e privata, industria, trasporti, ecc.) se si raccoglieranno informazioni sufficientemente precise in merito alle diverse modalità di utilizzo, come meglio illustrato nel successivo paragrafo 35.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. V.2

Condividete la proposta in merito al campo di applicazione della scheda e alla normativa tecnica di riferimento? Se no, per quali motivi?

35 Procedura per il calcolo del risparmio di energia primaria

I risparmi energetici conseguibili con l'installazione di un sistema UPS ad alta efficienza si possono valutare sulla base di un confronto di prestazioni tra il rendimento effettivo misurato per lo specifico UPS e un livello di efficienza minimo assunto quale baseline. La scelta dell'efficienza minima dovrebbe variare in base alla tipologia di UPS (statico o dinamico) e alla fascia di potenza, dato che a potenze più elevate le efficienze degli UPS statici migliorano.

La formula per il calcolo del Risparmio Specifico Lordo (RSL) per unità di UPS installato può essere la seguente:

$$RSL = f_E \cdot P \cdot 0,8 \cdot c \cdot 8.760 \cdot (\eta - \eta_{rif}) \quad [\text{tep/UPS/anno}] \quad (\text{IV.1})$$

dove:

f_E è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, pari a $0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh_e (ai sensi della delibera EEN 3/08);

P è la potenza nominale dell'UPS [kVA]

0,8 è un valore fisso di $\cos\phi$ comunemente utilizzato nel dimensionamento degli impianti per tenere conto della conversione da kVA a kW [kW/kVA]

8.760 sono le ore annue di funzionamento [h/anno];

c è un coefficiente che tiene conto del fattore di utilizzo medio delle unità UPS, cioè del fatto che non tutte le unità UPS possano funzionare al 100% della potenza nominale per 24 ore al giorno, 365 giorni all'anno [-];

η è il rendimento misurato al 100% della potenza nominale per la specifica unità UPS considerata, misurata sulla base delle norme tecniche indicate nei paragrafi precedenti [-];

η_{rif} è il rendimento di riferimento assunto come *baseline* [-].

La scelta più naturale per definire valori del parametro η_{rif} che consentano di calcolare risparmi energetici completamente addizionali ricade sugli obiettivi di efficienza minima indicati nell'Annex B dal Codice di Condotta elaborato dal JRC [13]: nelle prime tre tabelle di tale documento vengono specificati i valori minimi di efficienza, differenziati per tipologia di UPS, classe di potenza (≥ 10 - < 20 kVA; ≥ 20 - < 40 kVA; ≥ 40 - < 200 kVA; ≥ 200 kVA) e percentuale di carico (25%, 50%, 75%, 100%).

La validità di tali valori è tuttavia oggi limitata solo fino alla fine del 2010, ma dal sito internet del JRC risultano essere già stati avviati i lavori necessari per definire i nuovi valori di riferimento per gli anni successivi al 2010.

Per quanto riguarda la definizione dei valori da assegnare al fattore c si ritiene necessario raccogliere dagli operatori di settore e dalle associazioni di categoria dati statistici e ulteriori informazioni di supporto. Si ritiene che tali valori potrebbero risultare funzione del grado di modularità adottato per lo specifico sistema UPS e/o dello specifico settore di utilizzo.

Utilizzando tale impostazione di calcolo dei risparmi energetici addizionali, nell'ambito del succitato documento [12] vengono stimati potenziali di risparmio conseguibili pari a circa 72.000 tep entro il 2020.

SPUNTO PER LA CONSULTAZIONE n. V.3

Si condivide l'impostazione adottata per la procedura di calcolo dei risparmi di energia primaria da incentivare con il rilascio di TEE?

Si condivide la proposta di adottare per il parametro η_{rif} i valori di efficienza minima indicati nel CoC?

Disponete di dati e informazioni utili per definire i valori del fattore di utilizzo medio delle unità UPS?

36 Riferimenti bibliografici

- [12] E. Biele, M. Bramucci, D. Forni, E. Ferrero, “Metodologie per la definizione di risparmi energetici, nell’ambito del meccanismo dei titoli di efficienza energetica, attraverso metodologie semplificate”, Report Ricerca di Sistema Elettrico, settembre 2010, http://www.enea.it/attivita_ricerca/energia/sistema_elettrico/Elettrotecnologie/8%20Metodologie%20semplificate%20risparmi%20energetici_08.09.2010.pdf ;
- [13] EC Joint Research Center, “Code of Conduct on energy efficiency and quality of AC Uninterruptible Power Systems (UPS)”, version 1.0a del 22 gennaio 2008, http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_UPS.htm .